

Черкас Олег Владимирович

**МОРФОСТРУКТУРНОЕ
РАЙОНИРОВАНИЕ КУЗНЕЦКОЙ
ВПАДИНЫ КАК ОСНОВА ПРИ
СОЗДАНИИ ПРИКЛАДНЫХ КАРТ**

25.00.25 – геоморфология и эволюционная география

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук**

Новосибирск 2015

Работа выполнена в Федеральном бюджетном учреждении науки Институте геологии минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук,
Новиков Игорь Станиславович

Официальные оппоненты:

Ямских Галина Юрьевна, доктор географических наук, Сибирский федеральный университет, заведующая кафедрой географии, профессор. г. Красноярск;

Борсук Олег Анатольевич, кандидат географических наук, Московский государственный университет кафедра геоморфологии и палеогеографии, доцент. г. Москва

Ведущая организация: АО «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья» («СНИИГГиМС»). г. Новосибирск

Защита диссертации состоится **18 декабря 2015 года в 11 часов 00 минут** на заседании диссертационного совета Д 002.046.03 при ФГБУН Института географии Российской академии наук 119017, Москва, Старомонетный переулок, дом 29

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГБУН Института географии Российской академии наук

Автореферат разослан «___» _____ 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.г.н.

Мокрушина Л.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Морфоструктурные и неотектонические исследования широко используются в различных регионах для выявления и анализа результатов проявления тектонических процессов кайнозойского возраста и дают хорошие результаты при выявлении характера современных напряжений в земной коре в ходе определения инженерно-геологических и сейсмологических свойств конкретных территорий. Они разработаны в 1950-е – 1970-е годы (Герасимов, 1959; Мещеряков, 1965; Симонов, 1972). Кузнецкая впадина пока не имеет подобных разработок, хотя она тоже относится к областям активного проявления процессов неотектонической активизации, усугубляемых антропогенным воздействием при масштабной добыче полезных ископаемых. Отсюда – актуальность проведения морфотектонического анализа и морфоструктурного районирования Кузнецкой впадины, которые могли бы быть применимы для решения конкретных задач. В геолого-геоморфологическом отношении Кузнецкая впадина изучена очень односторонне. В области геологии палеозойских и мезозойских угленосных образований это наиболее изученная территория Сибири, а морфоструктурные и геоморфологические исследования, равно как и геологические исследования кайнозойских отложений развития не получили. В связи с напряженным состоянием горных пород происходят крупные и особо крупные аварии, связанные с внезапными выбросами в горных выработках. Отсутствие детальных карт морфоструктурного районирования сдерживают исследования, направленные на изучение процессов, осложняющие деятельность горнодобывающих предприятий. На территории такого стратегически важного промышленного района, каким является Кузнецкая впадина, любые чрезвычайные ситуации требуют немедленного реагирования. При принятии управленческих решений требуются заблаговременно составленные прикладные карты, характеризующие широкий спектр свойств местности (типов рельефа, проходимости, пересеченности, условий наблюдения, дорожной сети и др.).

Степень разработанности темы исследования. Работ, посвященных неотектонике и геоморфологии Кузнецкой впадины, очень немного, а по морфоструктурному районированию нет совсем. В имеющихся работах отмечаются приразломные уступы на ее границах, сеть неотектонических нарушений представляется как система перекрещивающихся линеаментов или кольцевых структур. Ни в одной из публикаций не приведено схемы неотектонического строения Кузнецкой впадины, нет схем ее геоморфологического районирования. Даже в объяснительных записках Государственной геологической карты масштаба 1:200000 отсутствуют положенные по инструкции схемы геоморфологического строения. Также не были разработаны вопросы оценки свойств местности, имеющих практическую значимость, и карты типов рельефа, проходимости, пересеченности, условий наблюдения не составлялись.

Цель работы – Провести морфоструктурное районирование Кузнецкой впадины и разработать принципы создания специальных карт на его основе. Для достижения цели поставлены и решены следующие **задачи**:

1. Установить методом морфотектонического анализа характер новейшей блоковой делимости Кузнецкой впадины
2. Определить характер соотношения сети новейших разрывных нарушений (границ неотектонических блоков) с системами более ранних этапов деформации территории Кузнецкой впадины.
3. Разработать серию специальных карт на базе морфоструктурного районирования.

Практическая значимость. Создание серии прикладных карт и каталога свойств местности Кузнецкой впадины позволяет увеличить оперативность и обоснованность в принятии управленческих решений при ликвидации чрезвычайных ситуаций и размещении объектов промышленной и транспортной инфраструктуры региона.

Научная новизна работы:

1. Выявлено принципиальное несоответствие между кайнозойской и докайнозойской системами разрывных нарушений Кузнецкой впадины, что свидетельствует о кардинальной перестройке тектогенеза на новейшем этапе;
2. Для рассматриваемой территории впервые составлена морфоструктурная карта масштаба 1: 500000.
3. Впервые для Кузнецкой впадины морфоструктурное районирование применено в целях создания серии прикладных карт

Методы исследования. Морфоструктурный анализ горных территорий и история его развития проводился по опубликованной методике Ю.Г. Симонова [1972], основанной на выяснении соотношения линейных и площадных структур. 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. При отборе признаков соотношения рельефа и морфоструктур использовались два принципа Ю.А. Мещеряков [1965]: 1) принцип соразмерности структурных и геоморфологических элементов; 2) принцип сопоставимости элементов рельефа и тектоники по возрасту. Ю.Г. Симонов [1972] предлагает считать эти принципы началом аксиоматики структурно-геоморфологического анализа. Основными выделяемыми элементами, используемыми в качестве основы для составления прикладных карт, являются морфоструктурные блоки в понимании М.П. Гласко и Е.Я. Ранцман [1991, 2009]. Переход через границу блока приводит к значимой смене морфометрических показателей. Иерархия морфоструктурных элементов может быть сведена к последовательности «морфоструктурные блок – мезоблок – макроблок», разделяющими элементами при этом являются морфоструктурные линеаменты [Гласко, 1984].

Защищаемые положения.

1. Совпадение современных и древних систем разломов Кузнецкой впадины составляет 35%. Это обновленные разломные границы Кузнецкого

каменноугольного бассейна. Остальные 65% протяженности разломов являются новообразованными и не связаны с древними структурами.

2. В пределах Кузнецкой впадины выделяются четыре яруса с высотными отметками позднемеловой поверхности выравнивания: 1 ярус 200-220 м., 2 ярус 250-270 м., 3 ярус 290-300 м., 4 ярус 320-360 м.

3. Морфоструктурное районирование Кузнецкой впадины является достоверной основой для построения прикладных карт. Опираясь на экспертную оценку морфоструктурных районов, могут быть составлены карты (схемы) типов рельефа, проходимости, пересеченности, условий наблюдения, населенности дорожной сети.

Материалы, использованные в работе. Защищаемые положения опираются на собранный и систематизированный фактический материал, изложенный в тексте диссертации. Исследование основано на данных, полученных дистанционно (радарная съемка в формате SRTM, топографические и навигационные карты региона, геологические карты Кузнецкой впадины), а также на литературных данных и результатах непосредственных полевых наблюдений.

Апробация и степень достоверности результатов. Достоверность определяется применением современных ГИС технологий, масштабом использованных карт, исследования выполнены по картографическим материалам масштаба 1:500 000 (основной) и 1:100 000 (вспомогательный), использованием полного набора геологических карт масштабов 1:500 000 и 1:200 000, 3D моделей рельефа по данным SRTM и космоснимков высокого разрешения. Определение возраста этапов новейших тектонических движений в районе Кузнецкой впадины и скоростей движения блоков земной коры проведено по новейшей методике с использованием пирометаморфических индикаторов [Новиков, Сокол, 2009].

Основные результаты работы представлялись на IX Всероссийской конференции (Миасс, 2012), XXXIII Пленуме Геоморфологической комиссии РАН (Саратов, 2013) и на Всероссийской научной конференция с

международным участием «Прошлое, современное состояние и прогноз развития географических систем» (Вятка, 2014).

Публикации. По теме диссертации опубликованы 3 статьи в журналах, рекомендуемых ВАК, 3 работы в материалах конференций, а также получен 1 патент.

Объем и структура работы. Диссертация общим объемом 120 стр. состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 82 наименований, содержит 37 рисунков и таблиц.

Грантовая поддержка: работы проводились при поддержке грантов РФФИ № 09-05-00610 (рук. Новиков И.С.) и № 13-05-00986 (рук. Мамедов Г.М.)

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю, д.г.-м.н. И.С. Новикову, профессору, д.г.н. Ю.Г. Симонову и к.г.н. Т.Ю. Симоновой за консультации при анализе материалов и главному геологу ОАО «Кузбассгипрошахт» Наставко В.Г. за помощь в работе.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ КУЗНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

Кузнецкая впадина представляет собой неглубокую котловину в северо-западной части Алтае-Саянской горной области, между горными сооружениями Кузнецкого Алатау, Горной Шории и Салаирского кряжа, захватывая частично и Горную Шорию (рис. 1). На северо-западе Кузнецкая котловина почти незаметно переходит в Западно-Сибирскую равнину, отделяясь от нее невысокой Сокурской возвышенностью.

Климат Кузнецкой впадины предопределен положением его в центре крупнейшего материка Евразии. Характерными особенностями климата является относительно малое количество осадков, холодная продолжительная зима, короткое жаркое лето, резкие колебания температуры. Климат формируется под воздействием воздушных масс, поступающих из соседних областей. В зимние месяцы сюда поступают сухие и холодные массы из Восточной Сибири и

Центральной Азии, которые в это время сильно охлаждены. Влияние на климат оказывает арктический холодный воздух, поступающий из района Карского моря. Его вторжения вызывают резкие зимние похолодания, ранние осенние и поздние весенние заморозки. Сухую погоду приносят воздушные массы, идущие из Средней Азии и Казахстана.

Среднегодовая температура воздуха составляет 0,5-1,6 °. Самый холодный месяц в году-январь. Теплый период начинается с середины мая. Весна незаметно переходит в сухое и жаркое лето. Средняя температура июля составляет 18-20° при абсолютных максимумах до 40°.

Устойчивый снеговой покров образуется в конце октября или в начале ноября достигает 0,6-2,0 м. Держится до середины апреля (в степной части) или мая (в логах и таежной зоне). Продолжительность периода с устойчивым снеговым покровом изменяется от 147 до 173 дней, составляет в среднем 165 дней. Наибольшее количество осадков выпадает в летние месяцы (июнь-август), минимальное – в зимние. Следствием этого является наличие разветвленной дренажной сети, использующей в своем развитии ослабленные зоны новейших разломов. Устойчивый снежный покров образуется в начале ноября, Зима (ноябрь-март) холодная с частыми метелями. Преобладающие дневные температуры составляют (-15°) - (-20°) С, ночью – (-19°) – (-26°) С, иногда (-40 °) – (-45 °) С. Весной (апрель-май) и осенью (сентябрь-октябрь) возможны ночные заморозки до (-5 °) – (-10 °) С. Летом (июнь август) короткое теплое с доминирующими дневными температурами 20-26 °С, иногда до 32 °С

История геологического изучения и промышленного освоения Кузнецкой впадины охватывает почти три столетия и началась спустя 75 лет после присоединения ее к России в 1645 г. С 1829 по 1856 гг. работы по изучению впадины проводились поисковыми партиями под начальством горных офицеров, главным образом, в направлении поисков полезных ископаемых и в первую очередь месторождений золота. В 1844 году Щуровский собрал первый систематический материал по геологии и полезным ископаемым разных районов впадины [Щуровский, 1846]. В изучении общей геологии впадины наиболее

заметная роль в XIX веке принадлежит петербургским и томским геологам: А.А.Иностранцеву, Б.К.Поленову, И.П.Толмачеву, А.А.Краснопольскому, А.Н.Державину, А.М.Зайцеву. В советское время был проведен огромный объем работ по изучению позднепалеозойских угленосных толщ. Они затронули также мезозойские отложения, но почти не коснулись кайнозоя. Хотя Кузнецкая котловина является наиболее исследованным районом Алтае-Саянской горной области, за столетний период функционирования полноценной геологической службы здесь не было поставлено специальных исследований геоморфологии и стратиграфии кайнозойских отложений в масштабе всего региона. Восстановление мезозойско-кайнозойской палеогеографии также сталкивается с очень слабой изученностью всей послеюрской толщи осадков.

По существующим с начала 1980-х годов правилам в комплект Государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 входит геоморфологическая карта основного масштаба. В силу слабой геоморфологической изученности региона ни для второго (1988), ни для третьего (2007) поколений геологических карт этого масштаба данное условие не было выполнено. И.П. Варламов в своем крайне схематичном обзоре геоморфологии региона в объяснительной записке к комплекту карт второго поколения ошибочно указывает: «Кузнецкая область целиком совпадает с Кузнецкой впадиной позднепалеозойско-раннемезозойского возраста, являясь областью унаследованного структурно-геоморфологического развития» **(Варламов, 1988, стр. 116)**. А.Ф. Щигрев в аналогичной главе объяснительной записки геологической карты третьего поколения, небольшой по объему, но существенно более содержательной, обходит вопрос соотношения Кузнецкого каменноугольного бассейна и современной Кузнецкой впадины, но на схеме морфоструктурного районирования **(Щигрев, 2007, рис.9)** за недостатком данных, иллюстрирует точку зрения И.П. Варламова.

В немногочисленных работах, посвященных собственно морфоструктурному анализу Кузнецкой впадины, есть отдельные верные замечания. Так, отмечается наличие приразломных уступов на ее границах

[Чернов, 1975; Грицюк, 1979, 1986], проведены интерпретация этих уступов как взбросов, связанных с региональным сжатием территории, и выделение наиболее ярких внутренних морфоструктурных зон Кузнецкой впадины [Макеев, 1998, 2009]. Однако рассмотрение новейших нарушений в пределах собственно впадины как системы перекрещивающихся линеаментов [Грицюк, 1979, 1986; Макеев, 1998, 2009] или даже набора кольцевых структур [Полканов и др., 1980; Грицюк, Холявко, 2010] никак не аргументировано и представляется нам ошибочным. Ни в одной из упомянутых работ не приводятся морфоструктурные карты региона, иллюстрирующие взгляды авторов.

ГЛАВА 2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КУЗНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

Подробные сведения о геологическом строении района Кузнецкой впадины содержатся в Объяснительных записках к отдельным листам Государственной геологической карты масштаба 1:200 000, опубликованных в 1960-е годы и в многочисленных публикациях по частным вопросам и отдельным участкам ее территории. Обобщающие работы относительно немногочисленны [Геология..., 1940, Яворский, Бутов, 1927; Яворский, 1969] и во многом устарели. Наиболее современные данные содержатся в томе II многотомного издания «Угольная база России» [Угольная база..., 2003], которая использована при обзоре геологического строения Кузнецкой впадины. Складчатые породы раннего и среднего палеозоя образуют фундамент и обрамление Кузнецкого каменноугольного бассейна, чехол его представлен позднепалеозойскими и мезозойскими терригенными угленосными отложениями и триасовыми эффузивами. Вместе эти образования образуют фундамент новейшей Кузнецкой впадины. Чехол новейшей впадины представлен покровом неоген-четвертичных отложений мощностью от 5 до 80 м. В присалаирском районе мощность покровных отложений составляет до 80 м, а в отдельных впадинах и более 100 м. Анализ пространственного распределения разновозрастных геологических тел неоген-четвертичной толщи дать ограниченные сведения для реконструкции неотектонических движений. Однако

эта толща в силу своей маломощности представляет собой крайне неполную геологическую летопись, недостаточно изучена в плане площадного распространения и изменения мощностей стратиграфических подразделений, что не позволяет использовать стратиграфические данные для неотектонических исследований [Зудин и др., 1982]. Таким образом, на неотектоническом этапе Кузнецкая впадина являлась транзитной областью и в ее пределах не сформировалась информативная толща отложений, коррелятных новейшему орогенезу.

ГЛАВА 3. МОРФОСТРУКТУРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КУЗНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

Существенное наследование неотектоническими структурами кинематики и пространственной позиции докайнозойских тектонических нарушений на границе с Кузнецким Алатау и на юго-востоке Салаира часто приводило наших предшественников к мнению о решающем влиянии структур докайнозойского основания на развитие морфоструктур всей территории Кузнецкой впадины. Проведенный нами сравнительный анализ пространственной позиции древней и современной сети разломов территории однозначно показывает, что это не так. Даже древний структурный шов, разделяющий кузбасские и салаирские структуры, в своей северной половине не находит отражения в сети новейших разломов. В пределах самой впадины протяженность унаследованных структур не превышает 10%. Такое несоответствие вполне объяснимо, если учесть, что древние разломы сосредоточены вдоль северо-западной и юго-западной границ Кузнецкой впадины, где они осложняют системы позднепалеозойской линейной складчатости и генетически тесно с ними связаны. Основная часть Кузнецкой впадины слабо разбита докайнозойскими разломами. Формирование мезозойской системы разломов происходило при сжатии преимущественно с северо-запада и северо-востока 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 Кузнецкой впадины, но и ее складчатого обрамления. Новейшая граница впадины 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 Кузнецкой впадины практически не выражена в рельефе Кузнецкой межгорной впадины, 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 Алатау составляют обычно 1500 м. 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. Докайнозойские разломные зоны северо-восточного простирания, как правило, не подвергаются реактивации.

Поскольку Кузнецкий каменноугольный бассейн и современная Кузнецкая межгорная впадина совпадают пространственно лишь частично, при

рассмотрении геометрических закономерностей морфоструктурных блоков территории мы для большей достоверности включили в анализ все блоки, полностью или частично относящихся к одному из этих объектов, и исключили блоки горного обрамления. 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 позднемелового пенеплена отдельных неотектонических блоков образует пять групп, соответствующих высотным ярусам в морфоструктурном строении Кузнецкого каменноугольного бассейна. При этом территории, где расположены блоки с отметками более 400 м, в геоморфологическом отношении соответствуют горному обрамлению и не могут быть отнесены к территории Кузнецкой впадины. 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 соответствует статистическим закономерностям для большинства территорий. Остальные блоки имеют коэффициент удлинения от 2 до 4, что связано с масштабом исследования или с их положением на границах впадины. Частотное распределение линейных размеров и высот неотектонических блоков подтверждает достоверность их выделения.

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

По особенностям высотного положения и своим геометрическим и геоморфологическим характеристикам выделенные морфоструктурные блоки образуют группы, которые могут служить основой для морфоструктурного районирования территории Кузнецкого каменноугольного бассейна и Кузнецкой впадины. Северо-западную часть территории занимает Северный район. Он выходит в северном и западном направлениях за пределы Кузнецкого каменноугольного бассейна и соответствует северной половине Кузнецкой впадины. Северный район делится на два подрайона. **Присалаирский подрайон** протягивается вдоль границы с Салаиром, которая здесь проходит по тектоногенному уступу высотой 100–150 м. С учетом погребенной части подножья амплитуда вертикального смещения достигает 250 м. Подрайон занимает пространство между Салаиром и долиной Ини, а также небольшой участок на правобережье Ини. Поверхность поздне мелового пенеплена в его пределах перекрыта комплексом покровных отложений мощностью до 60–80 м (в отдельных впадинах вдоль подножья Салаира – до 100 м). Глубина эрозионного вреза обычно составляет 60–80 м, а вблизи Салаира достигает 100 м. По направлению к долине Ини она уменьшается до 40–50 м. Гипсометрические отметки водоразделов подрайона достигают вблизи Салаира 280–300 м, снижаясь по направлению к Ине до 180–200 м. Данное снижение не связано с деформацией поздне мелового пенеплена, а происходит за счет формирования более молодых поверхностей выравнивания. **Кемеровский подрайон** занимает пространство между долиной Ини и Кузнецким Алатау. От Кузнецкого Алатау он отделен отчетливым тектоногенным уступом высотой 80–

130 м. С юга Присалаирский и Кемеровский подрайоны отделяет от более возвышенной части Кузнецкой впадины сильно выположенный уступ высотой 30–50 м, вдоль подножия которого заложены приразломные долины северо-восточного простираения. 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 морфоструктурный район занимает южную часть Кузнецкой впадины и центральную часть Кузнецкого каменноугольного бассейна. Характерной чертой его морфологии являются многочисленные монадноки. Он делится на Беловский и Прокопьевско-Киселевский подрайоны. **Беловский подрайон** протягивается поперек Кузнецкой впадины 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 составляет 80–120 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 Кузнецкой впадины. 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 монадноков, имеющих вид узких гряд протяженностью 10–20 км, образованных препарировкой раннеюрских и раннепермских базальных конгломератов. Монадники возвышаются над вершинными плато на 200–250 м. Глубина блокораздельных долин южного района обычно лежит в пределах 200–300 м.

Территория Кузнецкого каменноугольного бассейна, в позднемеловое время мало отличавшаяся по тектоническому режиму и морфологии поверхности от своего складчатого обрамления, подверглась неотектонической активизации, которая выразилась в формировании в ее пределах системы морфоструктурных 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 (северное окончание, 50% протяженности) подверглась Тырганская разломная зона, разграничивающая Кузнецкий каменноугольный бассейн 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, освоенные 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 морфоструктурными 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 [Новиков, 2004], их можно оценить в 300–700 м.

Проведенное районирование позволяет оценить различия в степени опасности аварий в горных выработках, связанных с неотектоническими

напряжениями. Такая опасность максимальна в Южном, умеренна в Центральном и минимальна в Северном районе. Она возрастает на границах морфоструктурных блоков и минимальна в центральных их частях. Дальнейшее направление исследований в области морфоструктурного анализа региона будет проходить в направлении детализации морфоструктуры наиболее активных территорий, а также путем создания кинематической модели дробления территории и разделения новейших 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.

ГЛАВА 4. СОЗДАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ КАРТ КУЗНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ НА ОСНОВЕ МОРФОСТРУКТУРНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

Для составления различных карт свойств местности прикладной направленности в масштабах 1:50 000 и 1:100 000 целесообразно использовать в качестве основы геоморфологические карты, построенные по принципу выделения генетически однородных поверхностей в рельефе [Патент..., 2013]. Однако такие карты достаточно трудоемки, кроме того, большая часть содержащейся в них информации теряется при переходе к масштабу 1:500 000, детальности которого мы придерживались в ходе своих исследований. Прикладные карты свойств местности используются в качестве информационной основы при принятии управленческих решений при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, планировании развития промышленной и транспортной инфраструктуры. По очевидным причинам наиболее полно этот подход реализован в военном деле, что, однако, не исключает его успешного применения при решении гражданских задач. Известные методы оценки прикладных свойств местности основаны на анализе контролирующих факторов, взятых из топографических карт различных масштабов. В отечественной традиции, при оценке проходимости местности вне дорог (по целине) используют данные, получаемые с топографических карт тактических масштабов. При этом контролируемыми факторами, которые

учитывают при определении характера проходимости и скорости движения, являются гидрография, растительность и угол наклона поверхности [Бубнов и др., 1964]. Известно использование карт проходимости местности вне дорог для выбора оптимального маршрута движения. При этом в качестве контролирующих факторов учитываются грунты, растительность, углы наклона поверхности и изменчивость атмосферных осадков в пределах территории по временам года. Такие карты обычно строятся на основе электронных топографических карт средствами ГИС в автоматическом режиме [Topographic..., 2000]. Недостатками данных методов являются высокая трудоемкость из-за использования в качестве оценочных единиц регулярных сеток достаточно дробного шага, либо неполнота итоговых материалов при использовании сеток с крупным шагом в первом случае, или низкая точность и чрезмерное упрощение результатов во втором случае.

Задача поисков средств снижения трудоемкости и повышения достоверности определения прикладных свойств территории при анализе значительных территорий остается актуальной, поскольку ее результатом являются увеличение адекватности принимаемых управленческих решений за счет повышения полноты информации и снижение времени на принятие решений за счет использования необходимой информации в заранее подготовленном, визуализированном и обобщенном виде. В ходе решения данной задачи мы опробовали способ оценки свойств местности, на основе карты морфоструктурного районирования Кузнецкой впадины [Патент..., 2015]. Анализируемую местность разделили на участки, соответствующие морфоструктурным блокам – территориям, ограниченным со всех сторон новейшими разломами, сгруппировали выделенные участки в классы, близкие по морфометрическим характеристикам, характеру грунтов и растительности, откалибровали методом экспертной оценки выделенные классы по ряду критериев (тип рельефа, степень пересеченности, условия наблюдения, развитость сети проселочных дорог, населенность, проходимость), объединили области с идентичными характеристиками для каждого типа свойств и

сформировали итоговые карты (Рис. 1).

Способ районирования местности по прикладным свойствам был реализован для территории Кузнецкой впадины Алтае-Саянской горной области.

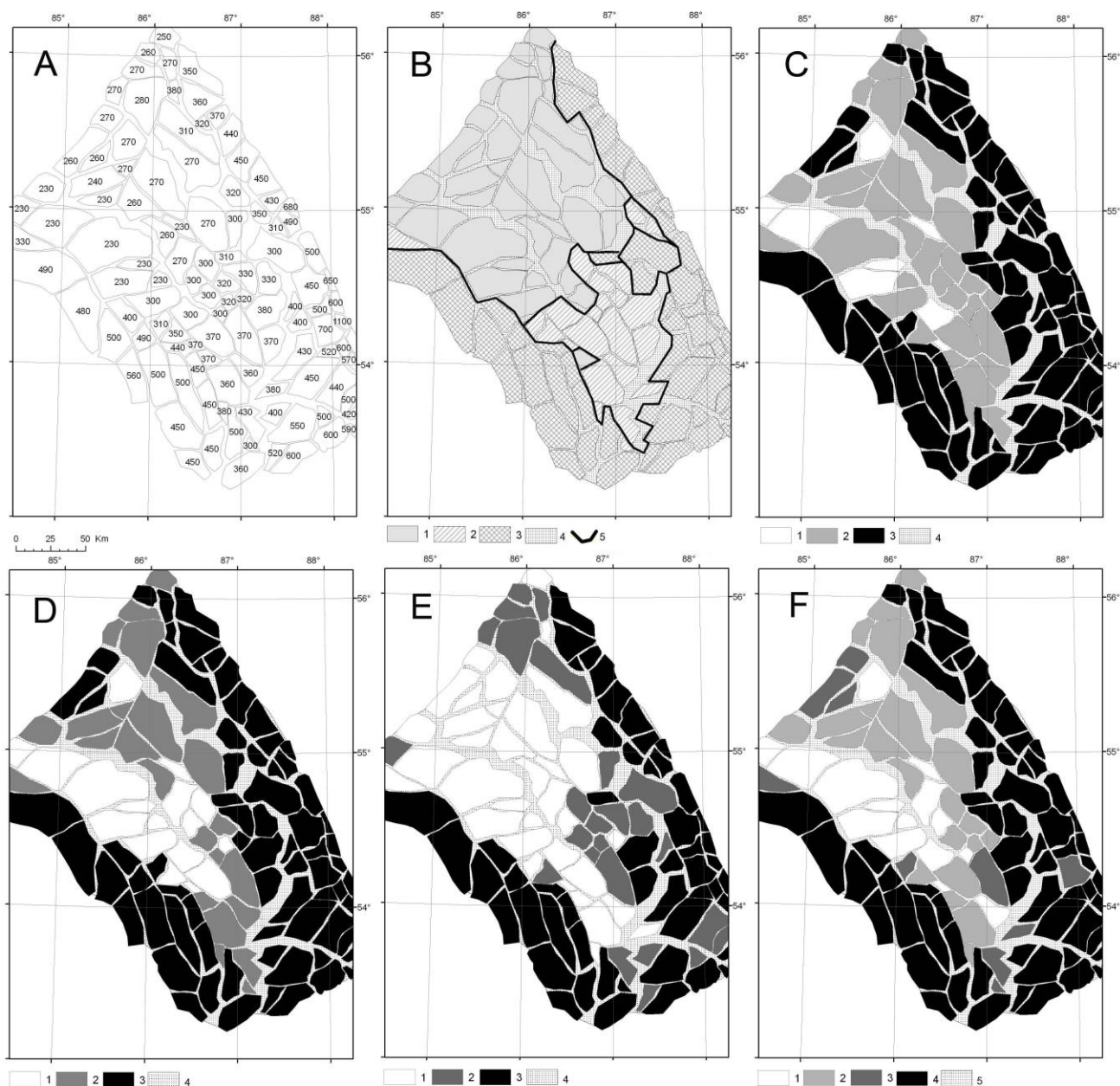


Рис.1. Морфоструктура и прикладные карты (схемы) района Кузнецкой впадины:

А. Фрагмент морфоструктурной карты территории Кузнецкой впадины и примыкающей части Алтае-Саянской горной области. Цифрами обозначены абсолютные высоты вершинной поверхности блоков.

В. Рельеф: 1 – равнинный, 2 - холмистый, 3 – низкогорный, 4 – террасированные долины, 5 – уступы.

С. Пересеченность: 1 – слабопересеченная, 2 - среднепересеченная, 3 – сильнопересеченная, 4 – нет данных.

Д. Условия наблюдения: 1 – открытая, 2 - полужакрытая, 3 – закрытая.

Е. Сеть проселочных дорог: 1 – сильноразвитая, 2 – слаборазвитая, 3 – отсутствует, 4 – нет данных.

Е. Внедорожная проходимость: 1 – легкопроходимая, 2 – проходимая, 3 – труднопроходимая, 4 – непроходимая, 5 – нет данных.

Для формализации и упрощения экспертной оценки использовались традиционные классификации прикладных свойств местности, прошедшие проверку временем [Бубнов и др., 1964 *Topographic...*, 2000]. Все работы выполнялись средствами ГИС, содержащей в геопривязанном виде базовые растровые слои топографических и геологических карт, космоснимков и трехмерные модели рельефа. В атрибутивной таблице реестра морфоструктурных блоков были заведены отдельные колонки для каждого из оцениваемых свойств, а оцениваемые свойства разбиты на категории.

Рельеф земной поверхности является важнейшим элементом территории, определяющим многие другие ее свойства. Он оказывает влияние на проходимость, наблюдение, инженерное обеспечение. По его характеру территория была подразделена на равнинную – категория №1, холмистую категория №2 и горную категория №3. Горная территория, в свою очередь, подразделяется на низкогорную, среднегорную и высокогорную, однако последние две категории не встречаются в пределах рассматриваемой территории.

Равнинная территория в пределах Кузнецкой впадины имеет абсолютные высоты до 270 м, холмистая 300-370 м, низкогорная 400-1100 м. С ростом абсолютных высот происходит снижение доли уплощенных водоразделов в структуре рельефа за счет склонов долин при одновременном увеличении глубины расчленения. Территория Кузнецкой впадины неоднородна по рельефу. Северная часть равнинная (45%), центральная часть холмистая (20%). Вместе они образуют Кузнецкую впадину. Южная часть впадины низкогорная (20%), она относится к Горной Шории. Террасированные днища долин занимают 15% территории. Северное обрамление впадины равнинное, западное, восточное и южное – низкогорное.

По степени пересеченности оврагами, балками, реками, озерами и другими препятствиями территорию подразделяют на группы в зависимости от процентного наличия препятствий, а именно: слабопересеченная – менее 10% препятствий; среднепересеченная – 10–30% препятствий; сильнопересеченная – более 30% препятствий. Слабопересеченные территории для района Кузнецкой впадины не характерны. Среднепересеченные территории занимают западную половину бассейна, а сильнопересеченные – восточную. Граница между ними проходит приблизительно по меридиану 87° восточной долготы. Обрамление бассейна сильнопересеченное, лишь в северной части имеются среднепересеченные участки.

Условия наблюдения – свойство территории, скрывающее ее детали. Открытая территория имеет слабо расчлененный рельеф и мало растительности. На открытой местности до 75% территории просматривается с господствующих высот, что дает возможность контролировать ситуацию на территории путем организации наблюдения. Закрытая территория имеет резко расчлененный рельеф или покрыта лесом. На такой территории 75% укрыты естественными масками (складки рельефа, растительный покров), что требует в целях выяснения ситуации проводить поисковые мероприятия или использовать наблюдения с воздуха. Переходной является полузакрытая территория, 50% которой просматривается с господствующих высот, и ее изучение организуется комбинированными способами. Присваиваем классификационную категорию территории по условиям наблюдения: открытая территория – категория №1; полузакрытая – категория №2; закрытая – категория №3. Закрытая территория занимает восточную половину Кузнецкой впадины, открытая территория протягивается полосой шириной 20–50 км вдоль западной границы впадины, полузакрытая территория протягивается с севера на юг в виде полосы между меридианами 86° и 87° восточной долготы. Территория в западном, восточном и южном обрамлении Кузнецкой впадины – закрытая.

Дорожная сеть включает автомобильные (шоссейные и грунтовые) и железные дороги. По густоте она традиционно подразделяется на

сильноразвитую, слаборазвитую и отсутствующую. Присваиваем классификационную категорию местности по дорожной сети: сильноразвитая дорожная сеть – категория №1; слаборазвитая дорожная сеть – категория №2; отсутствие дорожной сети – категория №3. Сеть дорог низких классов (проселочных и улучшенных грунтовых) в целом повторяет картину населенности региона, 50% территории лишены каких бы то ни было дорог. Дорожная сеть высоких классов преимущественно развита в районах с хорошо развитой дорожной сетью низких классов и, соответственно, возникающие на ней препятствия легко преодолеваются по объездам. Важным исключением являются единичные дороги, пересекающие безлюдные и бездорожные пространства Салаира, Горной Шории и Кузнецкого Алатау, сообщение по которым легко может быть прервано в результате любой нештатной ситуации.

По населенности территорию подразделяют на густонаселенную (на оцениваемой площади присутствует крупный населенный пункт и/или большое количество мелких поселений) и слабонаселенную (присутствуют единичные мелкие населенные пункты). Соответственно присваиваем классификационную категорию по населенности: густонаселенная – категория №1; слабонаселенная – категория №2; отсутствие населения – категория № 3. Густонаселенные районы тяготеют к городам Кемерово, Новокузнецк, Белово, Прокопьевск и составляют по площади менее 15% от площади региона.

Проходимость – это совокупность характеристик территории и ее элементов, способствующих или препятствующих передвижению людских ресурсов на технике или без нее, для выполнения различных задач. Речь идет о проходимости территории вне дорог, как в пешем порядке, так и на машинах. Мы ее распределили по следующим критериям: легкопроходимая (в условиях естественных препятствий, движение техники возможно на 75–90% территории блока); проходима (движение техники возможно на 50–75 % территории блока); труднопроходимая (движение техники на 25–50% территории блока) и непроходимая (движение техники менее чем на 25 % территории блока). Присвоены следующие классификационные категории территории по

проходимости: легкопроходимая – категория №1; проходимая – категория №2; труднопроходимая – категория №3; непроходимая – категория №4. По мере продвижения на юг в пределах Кузбасса происходит ограничение возможности маневра и применения тяжелой техники, что накладывает серьезные ограничения на возможности оперативной ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Тип территории Кузнецкой впадины можно в целом охарактеризовать как «сужающийся мешок с дыркой на дне». Вход с юга через «игольное ушко» единичных дорог, проходящих в сложных инженерно-геологических условиях, лишенных дорог дублеров. Вход с севера свободный через систему многократно дублированных дорог. Коммуникации с севером очень устойчивы и все нештатные ситуации на них легко могут быть ликвидированы. Южные линии, напротив, очень уязвимы и в случае их нарушения восстановительные работы будут затруднены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кузнецкая межгорная впадина представляет собой обширное межгорное понижение, практически лишенное чехла новейших отложений. В ходе новейшей активизации ее территория оказалась разбита сетью новейших разрывных нарушений, которые были использованы водотоками при формировании дренажной сети. Возникшая решетчатая сеть речных долин стала системой естественных границ, разделяющих территорию на участки, отличающиеся сразу по многим практически значимым параметрам. Нами было проведено морфоструктурное районирование территории с выделением морфоструктурных блоков и их характерных групп, образующих высотные ярусы.

Нами проведено сравнение морфоструктурного строения территории с более древней тектонической структурой, основными чертами которой являются складчатые деформации, осложненные зонами разломов. Было установлено, что степень унаследованности границ при формировании морфоструктурного плана

не превышает 35% и представлено разрозненными активизированными участками древних разломов.

Выявленная в ходе морфотектонического анализа модель новейшей блоковой делимости была использована в качестве основы при построении различных прикладных карт. Разработанный алгоритм, основанный на экспертной оценке свойств местности с использованием нерегулярной сети зон новейших разрывных нарушений в качестве границ оценочных полигонов, оказался достаточно универсальным. Он позволил составить прикладные карты проходимости, пересеченности, условий наблюдения, дорожной сети.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах из списка, рекомендованного ВАК:

1. Новиков И.С., **Черкас О.В.**, Мамедов Г.М., Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю., Наставко В.Г. Основные черты новейшей блоковой делимости Кузбасса // Геология и Геофизика, **2013**. - № 3.- Т. 54. - С. 424-437.

Проведены морфоструктурное районирование территории кузнецкой впадины и проанализированы морфометрические характеристики морфоструктурных блоков

2. Новиков И.С., Дядьков П.Г., Козлова М.П., Мамедов Г.М., Михеева А.В., **Черкас О.В.** Неотектоника и сейсмичность западной части Алтае-Саянской горной области, Джунгарской впадины и Китайского Тянь-Шаня // Геология и Геофизика, **2014**. - Т. 55. - №12. – С. 1802 – 1814.

Выделены основные разрывные нарушения района Кузнецкой впадины

3. **Черкас О.В.** Морфоструктурное районирование Кузнецкой впадины как основа при создании прикладных карт // Геоморфология. – **2015**. - №3. - С. 91-101.

Проведена экспертная оценка территорий морфоструктурных блоков и составлены карты прикладных свойств Кузнецкой впадины и прилегающих территорий.

Патенты:

1. Патент 2 548389 С 1 Российская Федерация, МПК⁷ G01C 21/00, (2006.01). Способ оценки местности по тактическим свойствам [Текст] / Новиков И.С., Мамедов Г.М., **Черкас О.В.**; заявитель и патентообладатель Институт геологии и минералогии СО РАН. - № 2013149578/28; заявл. 06.11.2013; опубл. **20.04.2015**, Бюл. № 11.- 12 с.: ил.

Прочие публикации:

1. Мамедов Г.М., **Черкас О.В.**, Новиков И.С. Структура и содержание тематических слоев ГИС-проектов, ориентированных на оперативное создание цифровых карт тактических свойств местности // Новые технологии. Том 2. – Материалы IX Всероссийской конференции. - М.: РАН, **2012**. - С. 138 - 145.

2. Новиков И.С., **Черкас О.В.** Основные черты новейшей блоковой делимости Кузбасса // Геоморфология и картография – Мат. XXXIII Пленума Геоморфологической комиссии РАН (Саратов, 17-20 сентября 2013 г.). - Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, **2013**. - С. 419-423.

3. Черкас О.В. История освоения и геолого-геоморфологического изучения Кузбасса // Мат. Всероссийской научной конференция с международным участием «Прошлое, современное состояние и прогноз развития географических систем». - Вятка: Изд-во ВятГГУ, **2014**. - С.31-36.