

*На правах рукописи*



Мамедов Гусейн Мамед оглы

**ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОГО  
ПОТЕНЦИАЛА ДЖУНГАРСКОЙ ВПАДИНЫ**

25.00.25 – геоморфология и эволюционная география

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
на соискание ученой степени  
кандидата географических наук**

**Новосибирск 2018**

**Работа выполнена** в лаборатории литогеодинамики осадочных бассейнов ФБГУН Института геологии минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук

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

**Официальные оппоненты:**

Лоскутов Юрий Иванович, доктор географических наук, главный научный сотрудник АО «Сибирский научно исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья», г. Новосибирск;

Борсук Олег Анатольевич, кандидат географических наук, доцент ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», географический факультет, г. Москва

**Ведущая организация:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

Защита состоится 19 октября 2018 г. в 11-00 на заседании диссертационного совета Д 002.046.03 при ФБГУН Институте географии РАН по адресу: 119017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 29. Телефон +7 (495) 959-00-32, e-mail: d00204603@igras.ru

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке и на интернет-сайте Института географии РАН: <http://www.igras.ru/1350>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,

кандидат географических наук



Е. А. Белоновская

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Джунгария, обширная территория в северо-западной части Центральной Азии, удалена от океана на тысячи километров и представляет собой преимущественно бессточную впадину. В административном отношении Джунгария входит в состав Синьцзян-Уйгурского автономного района Китайской Народной Республики. Территория впадины вместе с обрамляющими хребтами составляет около 370 тыс. км<sup>2</sup>. Днище впадины, занимает около 224 тыс. км<sup>2</sup>. В данном районе отмечается несколько этапов тектонической активизации, приводивших к формированию горного рельефа вокруг Джунгарской впадины. В разрезе осадочных отложений полностью сохранилась не только осадочная летопись всех орогенных событий континентального этапа, но и отражены этапы тектонических активизаций в виде обломочных горных пород, образовавшихся при разрушении как существующих, так и давно исчезнувших горных сооружений. Сложная геологическая история находит выражение в разнообразии морфогенетических типов рельефа территории.

**Актуальность работы** определяется тем, что в настоящее время Российская Федерация активно сотрудничает с Китайской Народной Республикой на этой территории и планируемые в рамках сотрудничества проекты развития трансграничной транспортной сети нуждаются в надежном геолого-геоморфологическом обосновании. Рельеф территории является лимитирующим фактором реализации потенциала ее транспортного развития и учет его влияния необходим при планировании крупных инфраструктурных проектов.

### **Степень разработанности темы исследования**

Рассматриваемая территория в административном отношении принадлежит России, Казахстану, Монголии и Китаю. Геолого-геоморфологические и неотектонические исследования региона, как правило, проводились в пределах одного государства. Вследствие этого изученность ее неравномерна и опубликованные сведения противоречивы. Геолого-

геоморфологическое строение территории крайне разнообразно и представляет собой природный музей под открытым небом. Изучение рельефа Джунгарии позволяет внести вклад в развитие теории внутриконтинентального горообразования. До проведения наших исследований наиболее детальными геоморфологическими картами региона являлись карты масштаба 1:4000000, составленные китайскими геологами.

Неотектоническая структура региона до настоящего времени остается также мало изученной. Ранние исследования базировались на фиксистой модели. После того, как на новом витке тектонической мысли были востребованы идеи Э. Аргана, современные неотектонические исследования рассматривают молодую активизацию региона как результат регионального сжатия, но остаются все еще очень схематичными. Геоморфологические исследования региона последний раз проводились в середине 1960-х годов и не могут служить основой для достоверной оценки инженерных условий региона в целом и в частности для создания транспортной сети.

**Целью работы** является геоморфологическая оценка транспортного потенциала Джунгарской впадины.

Для достижения этой цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Проведено исследование геолого-геоморфологической изученности Джунгарской впадины;
2. Описаны физико-географические условия региона по опубликованным материалам.
3. Определено влияние геологического строения и новейшей тектоники на формирование рельефа Джунгарской впадины.
4. Выделены и описаны морфогенетические типы рельефа и проведено районирования региона на их основе.
5. Проведена оценка транспортного потенциала морфогенетических типов рельефа и составлена схема "транспортной связности" Джунгарской впадины.

## **Теоретическая и практическая значимость**

В работе впервые проведено геоморфологическое районирование с использованием новейших цифровых моделей рельефа, материалов дистанционного зондирования и моделей геологического строения. Результаты исследований подтвердили обоснованность современных теоретических представлений о формировании линейных горных хребтов Центральной Азии в результате дробления земной коры в мобильных зонах под воздействием единого фактора – регионального сжатия по оси меридионального простираения. На основе карты морфогенетических типов рельефа построены схемы транспортной проницаемости Джунгарской впадины, которые являются основой при составлении схемы транспортных коридоров региона, выборе новых трасс для строительства и совершенствования существующей дорожной и трубопроводной сети.

## **Научная новизна работы**

Впервые проведенное картографирование данной территории в масштабе 1:500 000 позволило существенно уточнить ее геоморфологическое строение.

Представленное исследование – первое изучение влияния рельефа Джунгарской впадины на его транспортный потенциал.

Впервые для региона детально рассмотрена морфология составляющих их элементов и ее связь с геологическим строением.

Проанализирован транспортный потенциал местности в пределах разных морфогенетических типов рельефа и проведено районирование территории по этому критерию.

## **Методология и методы исследования**

Земную поверхность можно описывать и анализировать с помощью ~~самых~~ разных подходов, в том числе и рассматривая ее как топологическое образование, состоящее в разных своих участках из характерных наборов элементов с дискретными свойствами по признакам морфологии, времени формирования и генезиса [Тимофеев, 1984]. В русскоязычной научной литературе данный подход обозначен как метод выделения «генетически

однородных поверхностей». Масштаб проводимых исследований не позволяет выделять отдельные генетически однородные поверхности, поэтому мы используем в качестве основной съемочной единицы их закономерные сочетания – морфогенетические типы рельефа или «landsystems» как в англоязычной литературе обозначаются аналогичные объекты.

При составлении геоморфологической карты территории использованы современные ГИС-программы, аналоговые карты, цифровые модели рельефа, цифровые космические снимки и результаты полевых исследований.

Использованный метод выделения генетически однородных поверхностей позволяет не только фиксировать и объяснять структуру современного рельефа, но и на базе динамических моделей производить исторические и прогнозные реконструкции с представлением результатов в картографическом виде. Как и любая полноценная теоретическая модель, разрабатываемая модель имеет высокую практическую значимость. В настоящее время она находит применение в некоторых специфических областях практики, где позволяет осмысленно проводить инженерную оценку местности по дистанционным данным, представлять результаты в виде цифровых карт для использования в системах автоматизированного управления [Мамедов, Новиков, 2013; Патенты 2 502047С 1; 2 548389С 1; 2 564826С 1].

### **Защищаемые положения**

1. Формирование рельефа горного обрамления Джунгарской впадины определяется неотектоническими блоками палеозойского основания, в пределах ее днища в равной степени представлены области позднекайнозойской аккумуляции и денудационные равнины, выработанные в ранне-среднекайнозойских, мезозойских и палеозойских породах.

2. Комплексное изучение рельефа Джунгарской впадины позволило выделить в ее пределах 14 морфогенетических типов рельефа с различными инженерно-геологическими свойствами и, в частности, различных по транспортной проницаемости. Северный и южный районы характеризуются высокой проницаемостью. Наличие слабо закрепленных эоловых песков

центрального района впадины определяет низкую транспортную связность между северным и южным районами.

3. Разнообразие и пространственное распределение морфогенетических типов рельефа Джунгарской впадины является фактором, определяющим потенциал ее транспортного развития.

### **Материалы, использованные в работе**

Необходимый фактический материал получен в результате анализа широкого спектра опубликованных источников по геологии и геоморфологии Джунгарской впадины, с использованием топографических карт масштаба 1: 100 000 и 1: 500 000, цифровой модели рельефа, цифровых космических снимков и материалов полевых исследований, проведенных на территории РФ, КНР, Казахстана и Монголии.

### **Апробация и степень достоверности результатов**

Достоверность полученных научных результатов основывается на применение современных методов исследований, с использованием пространственно привязанных объектов (ГИС-технологии, космические снимки), 3D моделей рельефа, результатов полевых обследований. Полнота и высокое качество использованного фактического материала также являются обоснованием высокой достоверности полученных результатов. Также в работе использовались множество источников опубликованной и фондовой литературы зарубежных, советских и российских авторов по теме диссертации. Результаты исследований докладывались на международных (**Новосибирск, 2010; Ховд, 2015**) и всероссийских научных конференциях (**Иркутск, 2010; Миасс, 2012; Саратов, 2013; Киров, 2014**).

### **Объем и структура работы**

Диссертация состоит из 155 страниц текста, введения, пяти глав, заключения и списка литературы из 140 наименований, содержит 19 иллюстраций.

**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 считает своим долгом принести благодарность научному руководителю д.г.м.н. Новикову И.С., выразить признательность академику, Б.С. Соколову за подробные консультации по истории изучения Джунгарии, а также поблагодарить весь коллектив лаборатории геоморфологии ИГ РАН и отдельно д.г.н. Чичагова В.П. и д.г.н Буланова С.А. за большую помощь в ходе работы над текстом диссертации. Отдельная благодарность к.г.н. Симоновой Т.Ю. за рекомендации по совершенствованию структуры и содержания диссертационной работы.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **ГЛАВА 1. ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ДЖУНГАРИИ**

Джунгарская впадина была хорошо известна географам с древнейших времен, но ее интенсивное топографическое изучение началось в начале 1870-х годов, а геологическое – только в конце 1930-х. В обоих случаях исследования проводились преимущественно российскими и советскими специалистами. Вплоть до образования в 1949 г. КНР, из-за слабости центрального правительства контроль над этой территорией часто утрачивался при восстаниях местного населения. В 1920-30 гг. дополнительным дестабилизирующим фактором стало присутствие в Синьцзяне крупных организованных соединений Белой армии, отступивших в него после поражения в Гражданской войне.

Детальное географическое изучение Синьцзяня было начато российскими исследователями при подготовке присоединения к Российской империи пограничного с ним Западного Туркестана. Особенно активно оно развернулось в последней трети XIX века, в рамках экспедиций, организованных Императорским Русским географическим обществом. Первыми европейцами,

посетившими данный регион, были посланцы торговых фирм, искавшие в Центральной Азии новые рынки.

Целенаправленно занимался геологическими исследованиями региона в начале XX века лишь В.А. Обручев, результаты экспедиций которого, затрагивающие северо-восток Джунгарской впадины, были окончательно обработаны и опубликованы лишь в 1930-х, начале 1940-х годов.

В 1930-х, 40-х и начале 50-х годов в Синьцзяне проходили полномасштабные геолого-съёмочные и поисковые работы, проводившиеся силами советских специалистов. С начала 40-х годов в регионе работало Управление по геологическому изучению Синьцзяна с несколькими экспедиционными геологическими группами, перед которыми ставились задачи проведения рекогносцировочных, геолого-съёмочных и поисковых работ.

С конца 1950-х годов и до начала 1990-х в Джунгарии работали преимущественно китайские специалисты. Они сосредоточили свое внимание на разведке ранее открытых рудных, нефтяных и угольных месторождений с сопутствующими поисками и геологической съёмкой. Вливание огромных денежных потоков в геологическую отрасль региона в последнее десятилетие XX и, особенно, в первое десятилетие XXI, привели к открытию множества новых месторождений.

Подводя итоги рассмотрения истории геолого-геоморфологических исследований Джунгарии можно отметить, что собственно в геоморфологическом отношении данная территории изучена достаточно слабо. До проведения наших исследований единственной обзорной специализированной работой в этом направлении является монография советского исследователя Е.И.Селиванова [1965]. Она дает самое общее представление о рельефе территории. Из ее содержания ясно, что автор не всегда имел доступа к геологическим и топографическим картам и к аэрофотоснимкам территории. Обилие современных материалов (геологические и топографические карты, трехмерные модели рельефа, крупномасштабные космоснимки) позволяют решить вопросы геоморфологического

районирования, классификации рельефа, определение возраста и генезиса геоморфологических формаций на совершенно новом уровне [Мамедов, Новиков, 2015].

## **ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЖУНГАРСКОЙ ВПАДИНЫ**

Джунгария занимает северо - западную часть Центральной Азии. Она удалена от океана на тысячи километров, поэтому представляет преимущественно бессточную страну, окруженную высокими горами. Протяженность Джунгарии с севера на юг 500 км, с запада на восток 900 км. Наименьшая абсолютная высота 190 м над уровнем море, наивысшая – 5500 м.

Обширная впадина площадью 224 тыс. км<sup>2</sup> занимает центральную часть Джунгарии. По своим размерам она является крупнейшей в Центральной Азии после Таримской.

Основными чертами физической географии Джунгарии являются: Сплошные орографические преграды в виде высоких гор с северо-востока и юга, цепочка невысоких хребтов северо-запада. Центральную часть впадины занимает равнина, она имеет денудационное происхождение на севере, эолово-аккумулятивное в центре и пролювиально-аккумулятивное на юге. Вдоль северо-западной границы равнины в зоне наименьших гипсометрических отметок находятся области озерной аккумуляции.

## **ГЛАВА 3.ГЕОЛОГИЯ, НЕОТЕКТОНИКА И СЕЙСМИЧНОСТЬ ДЖУНГАРИИ**

Джунгарский осадочный бассейн интересен тем, что с небольшими перерывами полномасштабное осадконакопление прибрежно-морских и озерно-аллювиальных осадков в нем происходило с середины карбонового до среднечетвертичного времени [Мамедов, Новиков, 2010; Mamedov, Novikov, 2010]. Бассейн в плане имеет форму равностороннего треугольника и

оформился в границах, близких к современным, в позднем палеозое, когда в позднем карбоне и ранней перми вокруг него возникли горные сооружения.

Исследовав четыре независимых подхода в реконструкции орогенных событий региона, мы получили сходную картину истории орогенных событий, проявившихся по периферии Джунгарской впадины на континентальном этапе ее развития. Первым на континентальном этапе был пермский орогенез. Вторым по счету был триасовый орогенез. Третьим по счету был юрский орогенез. Четвертой орогенной эпохой была раннемеловая. Пятой является неотектоническая эпоха орогенеза основная фаза, которой происходит с позднего неогена по настоящее время.

Сейсмичность рассматриваемой территории является важнейшим источником информации о современном геодинамическом процессе, структурных и прочностных особенностях литосферы. В качестве основного исходного материала для анализа пространственного распределения землетрясений нами использовались каталоги инструментально зарегистрированных землетрясений России и Китая за период 1970-2011 гг.

Используя морфотектонические методы выявления неотектонических структур, были проведены работы по созданию базы данных по жестким блокам, мобильным зонам и кинематическим характеристикам основных разломных зон западной части Алтае-Саянской и восточной части Тянь-Шаньской горных областей и пограничных с ними структур Северной и Центральной Азии. Все данные, полученные в результате интерпретации материалов дистанционного зондирования, топографических, геологических и геоморфологических исследований хранятся в цифровом виде в интегрированной базе геоданных, организованной под управлением программного комплекса ArcGIS.

Система новейших деформаций рассматриваемой территории контролируется двумя основными факторами. Первым фактором является реологическая неоднородность верхней части земной коры в ее пределах. Вторым – горизонтальное сжатие территории.

К югу от Джунгарской впадины трудно говорить об отдельных сейсмических активизациях. Здесь можно говорить о практически постоянной активности северных и южных взбросовых границ как Китайского Тянь-Шаня (Боро-Хоро – Богдо-Ула), так и западного окончания Тянь-Шаня. Данные GPS мониторинга перемещений микроплит территории легко позволяют объяснить этот феномен. По отношению к Западно-Сибирскому блоку Таримский блок смещается к север-северо-западу на 10-14мм в год, Джунгарский лишь на 2-4 мм в год [Liu et al., 2007]. Таким образом, ширина мобильной зоны между этими блоками сокращается на 8-10 мм в год. Этот процесс сопровождается выдавливанием блоков верхней части земной коры по взбросовым границам в верхнее полупространство, что и генерирует непрерывную сейсмическую активность. Поскольку амплитуда вертикального перемещения фрагментов поверхности выравнивания в осевых частях горных сооружений мобильных зон составляет не более 5000 м относительно поверхности выравнивания Джунгарского блока, а главная фаза активизации по современным магнитостратиграфическим данным началась в Китайском Тянь-Шане 5-10 млн. лет назад [Charreau et al., 2005], максимальную скорость роста горных сооружений Тянь-Шаня можно оценить как 0.5-1 мм/год.

Геологическое строение Джунгарии тесно связано с ее орографией. Горное обрамление Джунгарской равнины полностью сложено палеозойскими породами, сама равнина кайнозойскими. Переходная зона в равной степени образована палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими породами. Неотектонические и сейсмические проявления подчиняются другой закономерности. их интенсивность максимальна на южной границе Джунгарской равнины и умеренно проявлена на ее северо-восточной и северо-западной границах. Сама Джунгарская равнина несейсмична и не подвергалась неотектонической активизации. Эти закономерности позволяют утверждать что источником неотектонических деформаций является горизонтальное сжатие генерируемое источником, расположенным к югу от Джунгарии, а геологическое строение фундамента Джунгарской впадины отличается от

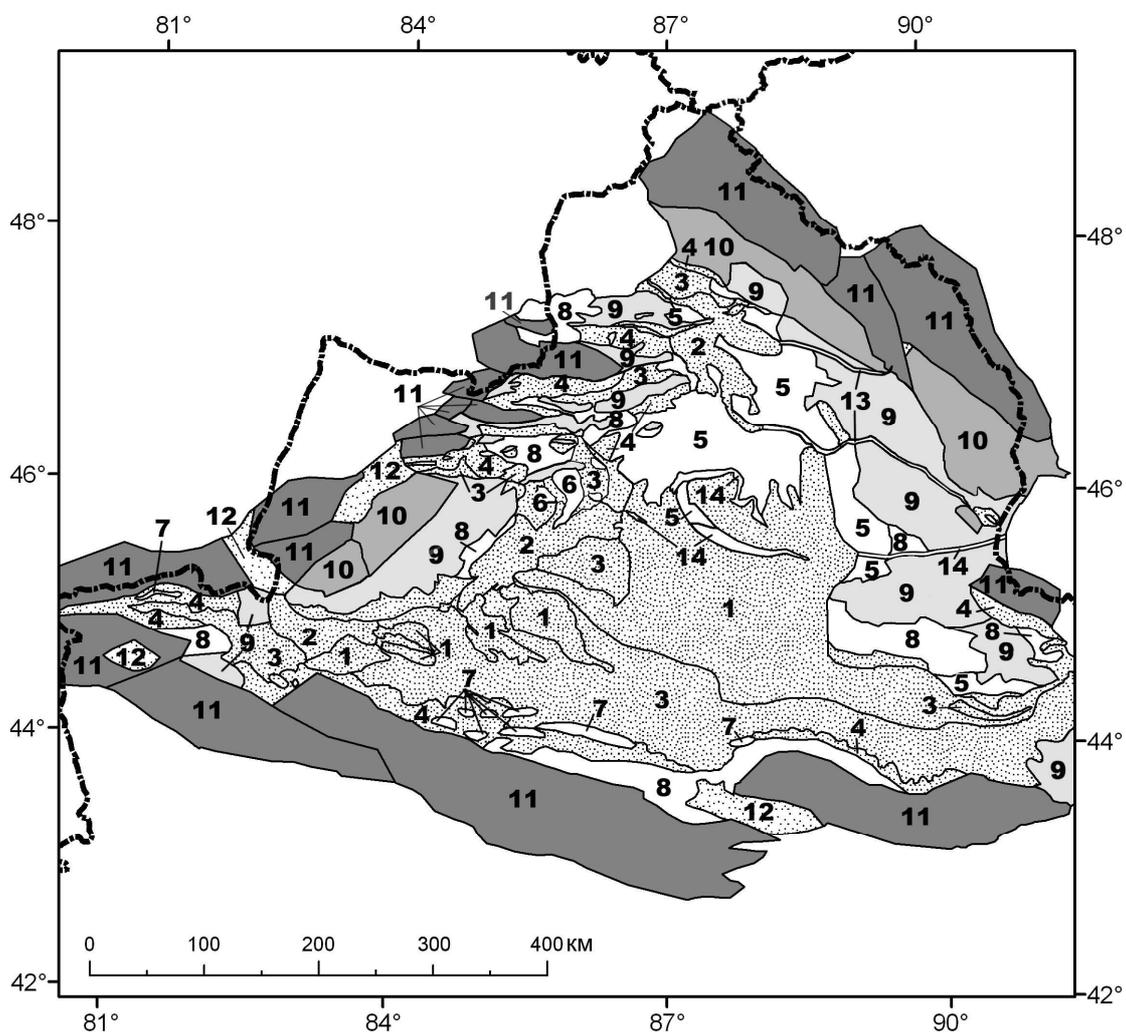
строения горного обрамления и содержит жесткий блок не позволяющий неотектоническим деформациям реализовываться в пределах Джунгарской равнины и предопределяющий равнинный рельеф в ее пределах.

#### **ГЛАВА 4. МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ РЕЛЬЕФА ДЖУНГАРСКОЙ ВПАДИНЫ**

Земную поверхность можно описывать и анализировать с помощью самых разных подходов, в том числе и рассматривая ее как топологическое образование, состоящее в разных своих участках из характерных наборов элементов с дискретными свойствами по признакам морфологии, времени формирования и генезиса [Тимофеев, 1984]. Использование современных ГИС-технологий при выделении генетически однородных поверхностей дают возможность не только фиксировать и объяснять структуру современного рельефа, но и производить исторические и прогнозные реконструкции. Как и любая полноценная теоретическая модель, данный подход имеет высокую практическую значимость. В настоящее время он находит применения в некоторых специфических областях практики, где позволяет осмысленно проводить топографическую и инженерную разведку местности по дистанционным данным, представлять результаты в виде цифровых карт для использования в системах автоматизированного управления [Мамедов, Новиков, 2013].

За 50 лет прошедших с момента прекращения тесного научного сотрудничества между КНР и СССР китайские геологи реализовали научный задел советских геологов в области региональной, рудной и нефтяной геологии, но существенного прогресса в области геоморфологии за эти годы со времени работ Е.И.Селиванова [Селиванов, 1965] не произошло. Хотя принципы геоморфологического картирования мало изменились с 1960-х годов, технологическая база, особенно за последнее десятилетие революционно преобразилась. В настоящее время на рассматриваемый регион имеются геологические и топографические карты, материалы дистанционного

зондирования (цифровые космоснимки) среднего (Landsat) и высокого (QuickBird) разрешения, а также трехмерные модели рельефа высокого разрешения на основе радарных съемок (SRTM). Имеется и широкий ГИС инструментарий для обработки и использования современных данных о геолого-геоморфологическом строении территории. Все это позволяет на совершенно новом уровне достоверности решать вопросы геоморфологического районирования, что и было нами реализовано при составлении геоморфологической карты Джунгарской впадины (рис. 1).



**Рис. 1. Геоморфологическая карта Джунгарской впадины и прилегающих горных сооружений (по данным геоморфологической съемки масштаба 1:500 000 с упрощениями).**

**А – государственные границы,**

**Б – Морфогенетические типы рельефа**

### **Аккумулятивный рельеф днища Джунгарской впадины:**

эоловые равнины (1), грядовые, бугристые, лунковые и ячеистые полужакрепленные пески, незакрепленные барханные пески.

озерные равнины (2) с отдельными замкнутыми понижениями, занятыми озерами, солончаками и такырами, с редкой сетью эрозионных рытвин на высоких уровнях, подверженных интенсивной дефляции

аллювиально-пролювиальные равнины (3), перекрытые маломощным плащом голоценовых лессовидных суглинков, со слабо развитой сетью малых эрозионных форм.

пролювиальные шлейфы (4), сложенные валунно-галечным материалом, с веерообразно расходящимися русловыми ложбинами и валами.

### **Денудационный рельеф днища Джунгарской впадины:**

пластовые равнины (5), ступенчатые, с системой плосковершинных столовых возвышенностей, обрамленных крутыми склонами (чинками), покрытые маломощным слоем валунно-галечного материала, оставшегося после выдувания мелкообломочных фракций.

«эоловые города» (6), скопления столовых возвышенностей небольшой площади.

### **Денудационный рельеф низкогорных окраин Джунгарской впадины (переходная зона):**

передовые хребты «форберги» (7), цепочки низкогорных сооружений, прорезанные узкими ущельями, со склонами, изрезанными долинами временных водотоков (бедленд).

грядовый мелкосопочник (8), приподнятая денудационная равнина, неглубоко и дробно расчлененная долинами временных водотоков до состояния бедленда.

бугристый мелкосопочник (9), малоизмененный эрозионными процессами пенеплен, структурный микрорельеф с невысокими структурными возвышенностями

### **Денудационный рельеф горного обрамления Джунгарской впадины:**

среднегорные (10) системы слаборасчлененных горных отрогов с плоскими водораздельными поверхностями, разделенные глубокими речными долинами,

высокогорные (11) системы хребтов (более 3000 м), с современными ледниками или следами древнего оледенения, расчлененные глубокими долинами

### **Денудационно-аккумулятивный рельеф:**

межгорные впадины (12);

долины крупных рек (13),

долины палеорек (14), частично засыпанные эоловыми песками.

Днище впадины почти плоское, имеет в плане треугольную форму, понижается с востока на запад с 650 до 200 м. С севера на юг по осевой линии впадины высоты слабо меняются, оставаясь в диапазоне 400-500 м. Протяженность дна впадины с востока на запад около 650 км, с севера на юг – 350 км. Ширина переходной зоны на юге 10-35 км, на западе 10-80, а на востоке 20-60 км.

Днище впадины включает в себя: аккумулятивные: эоловые песчаные равнины, озерные равнины, аллювиально-пролювиальные равнины, пролювиальные равнины, денудационные: пластовые равнины и передовые хребты «форберги».

Зона перехода включает в себя только денудационные формы. Это грядовый мелкосопочник и бугристый мелкосопочник.

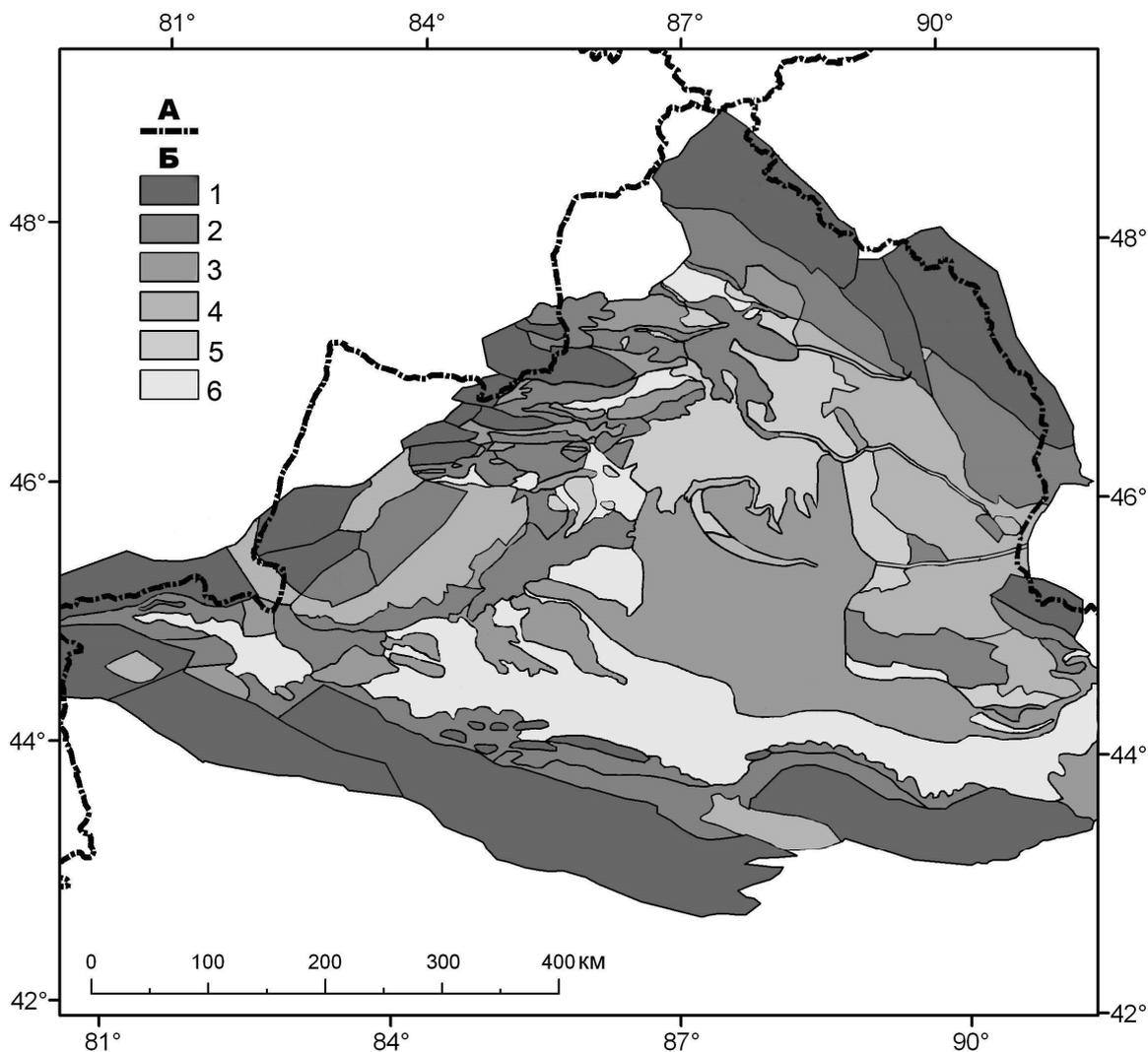
Горное обрамление включает в себя денудационные среднегорную и высокогорную ступени, а также аккумулятивные аллювиально-пролювиальные днища межгорных впадин.

Рельеф Джунгарии представлен 14 морфогенетическими типами. В его формировании приняли участие все известные рельефообразующие процессы за исключением карстования, морской абразии/аккумуляции и вулканизма. Такое разнообразие привело к исключительной неоднородности инженерно-геологических условий территории и в большинстве случаев делает геоморфологический фактор решающим при определении стратегии хозяйственного использования территории.

## **ГЛАВА 5 ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЖУНГАРИИ**

Геоинформационные системы хранят информацию в виде набора тематических слоев, которые объединены на основе географического положения. Грамотный выбор структуры этого набора и характера информации, содержащихся в тематических слоях обуславливает эффективность применения ГИС для решения поставленных задач.

ГИС - это надежное средство, позволяющее повысить эффективность процедуры принятия решений, за счет увеличения скорости принятия решения и привлечения более широкого набора исходной информации. Карта проходимости района Джунгарской впадины вне дорог построена на основе геоморфологической карты региона (рис. 2).



**Рис. 2.** А – государственные границы, Б – транспортная проицаемость в количестве проходов на 10 км<sup>2</sup>: 1 – 0; 2 – 0-0,1; 3 – 0,1 – 0, 25; 4 – 0,35-1; 5 – 1-10, 6 – 1-100.

Поскольку в геоморфологическом отношении Джунгарская впадина делится на два резко различающихся района и северная часть впадины преимущественно денудационная, а южная – аккумулятивная, это решающим образом влияет на условия проходимости. Дорожная сеть на севере и на юге хорошо развита, а проходимость вне дорог позволяет перемещения техники.

Наличие наложенных труднопроходимых геоморфологических элементов в виде песчаных пустынь между северным и южным районами определяет их низкую естественную транспортную связность. Карты проходимости позволяют быстро разработать наборы альтернативных вариантов логистических решений, что обеспечит более гибкие действия при планировании маршрутов.

### **Заключение**

Основными чертами геоморфологии Джунгарии является наличие орографических преград в виде высоких гор с северо-востока и юга, проницаемая преграда из невысоких хребтов с северо-запада. Центральную часть впадины занимает равнина, она имеет денудационное происхождение на севере, эолово-аккумулятивное в центре и пролювиально-аккумулятивное на юге. Вдоль северо-западной границы равнины в зоне наименьших гипсометрических отметок находятся области озерной аккумуляции.

Система новейших деформаций Джунгарии контролируется двумя основными факторами. Первым фактором является прочностная неоднородность верхней части земной коры в ее пределах. Вторым фактором является горизонтальное давление с юга.

Геоморфологическая съемка позволила составить геоморфологическую карту и карту транспортной проницаемости на ее основе. Анализ карты транспортной проницаемости показывает, что в геоморфологическом отношении Джунгарская впадина делится на территории, резко отличающиеся друг от друга по этому параметру. Северная и южная части Джунгарии равнинные и проходимость местности вне дорог достаточно высока. Однако наличие песчаных пустынь между северным и южным районами определяет их низкую естественную транспортную связность.

Использованная методика позволяет нам при необходимости не только оперативно создавать карты транспортной проницаемости, но и другие специальные карты.

### Публикации по теме диссертации:

#### Статьи в журналах из списка ВАК (4):

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.
2. Новиков И.С., Дядьков П.Г., Козлова М.П., Мамедов Г.М., Черкас О.В., Михеева А.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.
3. Мамедов Г.М., Новиков И.С. Геоморфология Джунгарской равнины и ее горного обрамления // Геоморфология. – **2015**. - №1.- С.88-100.
4. Новиков И.С., Мамедов Г.М. Карты транспортной проницаемости на геоморфологической основе (методика и реализация на примере территории северного Сынцзяна) // Вестник академии военных наук, **2018**, №2 (63) .- (в печати)

#### Материалы конференций (6):

1. Мамедов Г.М., Новиков И.С. Осадочная летопись мезозоя и кайнозоя в отложениях Кузнецкого и Джунгарского угольных бассейнов // Теория геоморфологии и её приложение в региональных и глобальных исследованиях: Мат. Иркутского геоморфологического семинара (20-24 сентября 2010 г.). - Иркутск: Институт земной коры СО РАН, **2010**. - С.69-70.
2. Mamedov G.M., Novikov I.S. Orogenic events in western portion of the Altai-Sayany folded area at continental stage of its development // International Workshop on «Geodynamic Evolution, Tectonics and Magmatism of the Central Asian Orogenic Belt» (June 20-30, Novosibirsk, Russia). – Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, **2010**. - P. 73-74.
3. 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, Миасс - 2012. - М.: РАН, **2012**. - С. 138 - 145.

**4. Мамедов Г.М.,** Новиков И.С. Геоморфология Джунгарской впадины // Геоморфология и картография – Мат. XXXIII Пленума Геоморфологической комиссии РАН (Саратов, 17-20 сентября 2013 г.). - Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, **2013**. - С.404-408.

**5. Мамедов Г.М.** Отечественные исследователи в изучении геологии и географии северного Сибиряка // Мат. Всероссийской научной конференция с международным участием «Прошлое, современное состояние и прогноз развития географических систем». - Киров: Изд-во ВятГГУ, **2014**. - С.10-13.

**6. Новиков И.С., Мамедов Г.М.** Рельеф западного обрамления Монгольского Алтая // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов - Материалы XII международной научной конференции (Ховд, 2015) – Томск: Изд-во ТГУ, **2015**. С. 110-116.

### **Патенты (3):**

**1. Патент 2 502047 С 1** Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> G01С 21/00, (2006.01). Способ оценки проходимости местности вне дорог [Текст] / Новиков И.С., **Мамедов Г.М.,** Безсуднов Е.Ю.; заявитель и патентообладатель Институт геологии и минералогии СО РАН. - № 2012129777/28; заявл. 13.07.2012; опубл. **20.12.2013**, Бюл. № 345. - 11 с. : ил.

**2. Пат. 2 548389 С 1** Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> G01С 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.

**3. Пат. 2 564826 С 1** Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> G09В 29/00, (2006.01). Способ оценки транспортной проницаемости местности вне дорог [Текст] / Новиков И.С., **Мамедов Г.М.,** Валов В.В., Черкас О.В.; заявитель и патентообладатель Институт геологии и минералогии СО РАН; Военный учебно-научный центр Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооруженных сил Российской Федерации - № 2014121409/28; заявл. 27.05.2014, опубл. **10.10.2015**, Бюл. № 28.- 9 с.: ил.