

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ им. В.С. Соболева
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

На правах рукописи

Мамедов Гусейн Мамед оглы

**ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОГО
ПОТЕНЦИАЛА ДЖУНГАРСКОЙ ВПАДИНЫ**

25.00.25 – геоморфология и эволюционная география

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата географических наук



Новосибирск 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|------------|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| ГЛАВА 1.ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ДЖУНГАРИИ..... | 12 |
| ГЛАВА 2. ФИЗИКО- ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЖУНГАРСКОЙ ВПАДИНЫ..... | 23 |
| ГЛАВА 3.ГЕОЛОГИЯ, НЕОТЕКТОНИКА И СЕЙСМИЧНОСТЬ ДЖУНГАРИИ..... | 34 |
| ГЛАВА 4.МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ РЕЛЬЕФА ДЖУНГАРСКОЙ ВПАДИНЫ..... | 61 |
| ГЛАВА 5 ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЖУНГАРИИ..... | 86 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 115 |
| ЛИТЕРАТУРА..... | 120 |
| СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ..... | 136 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ..... | 139 |

ВВЕДЕНИЕ

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. км². Днище впадины, занимает около 224 тыс. км². 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 Джунгарская впадина расположена на стыке границ четырех государств. Это часто служило препятствием при изучении ее территории. Но 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 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 простирания. 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

Проведенное нами 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**).

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликованы **10** печатных работ из них **4** - статьи в журналах из списка ВАК, а также оформлено **3** патента.

Патенты:

1. Патент 2 502047С 1 Российская Федерация, МПК⁷ 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. Патент 2 548389С 1 Российская Федерация, МПК⁷ 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.- 12с.: ил.

3. Патент 2 564826С 1 Российская Федерация, МПК⁷ 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.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из 157 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.

ГЛАВА 1. ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ДЖУНГАРИИ

Хотя Джунгарская впадина была хорошо известна географам с древнейших времен, поскольку вдоль ее южной границы проходил Великий шелковый путь, но еще в первой половине XIX в научных кругах бытовали самые фантастические представления о географии и геоморфологии Джунгарии. Так, например, Китайский Тянь-Шань считался областью широкого проявления современного вулканизма, формирующего основные хребты (**Humboldt, 1844**). Интенсивное географическое изучение Джунгарии началось в начале 1870-х годов, а геологическое – только в конце 1930-х. Причем в обоих случаях исследования проводились преимущественно российскими и советскими специалистами. Это связано с бурной политической историей региона в XIX и первой половине XX вв. Территории Джунгарии (Джунгарская впадина) и Кашгарии (Таримская впадина) были присоединены Цинской империей только в XVIII в (1758 г), получив название Синьцзян (Xinjiang) (кит. «синь» - новая, «цзян» - граница). Однако 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 [**Бармин, 1999; Обухов, 2007**]. В начале 1940-х русское население Джунгарии стало массово призываться в китайскую армию, кардинально повысив ее боеспособность и стабилизировав ситуацию.

Вследствие политической нестабильности и удаленности региона от университетских центров Пекина и Нанкина китайские геологи не имели целостных представлений о геологии Синьцзяна вплоть до 50-х годов XX века [**Ли, 1952**]. Одной из немногих крупных исследовательских программ

первой половины XX века, в которой участвовали китайские геологи, была Шведско-Китайская экспедиция под руководством Свена Гедина. В 1927-28гг. Шведско-Китайская экспедиция прошла по караванной дороге из Бао-Тоу в Урумчи через Ала-Шань, низовья Эцзинь-Гола, равнину юго-западной МНР и Притяньшанскую впадину.

В состав этой экспедиции входил шведский геолог Э.Норин, который в течение двух лет (1928-1930гг.) занимался исследованиями Западного Курук-Тага и смежных с ним частей Тянь-Шаня. Геологическое описание Э.Норин иллюстрирует большим числом стратиграфических разрезов, химических анализов и литологических характеристик главнейших пород. Этот труд Э. Норина до настоящего времени является единственным, крупным произведением по геологии Курук-Тага. [**Hedin, 1929; Norin, 1937**].

К востоку от города Урумчи, у северного подножия Тянь-Шаня, в красноцветной толще пермо-триаса профессором Юаном был обнаружен череп триасовой рептилий. Именно с этого времени территория Джунгарии известна как одно из крупнейших местонахождений останков мезозойских рептилий. [**Yuan, Young, 1934**].

Детальное географическое изучение Синьцзяня было начато российскими исследователями при подготовке присоединения к Российской империи пограничного с ним Западного Туркестана реализованного в 1867 г. [**Влангали, 1853**]. 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. Большинство таких путешественников остались неизвестными науке и лишь только двое: австрийский купец Мандаль и русский приказчик Н.С. Ерзовский передали свои путевые наблюдения ученым исследователям. Научное изучение областей Восточного Тянь-Шаня начато экспедицией

Сосновского, посетивший Китай в 1875г., с целью выяснения возможностей развития торговых отношений с этим государством. К экспедиции был прикомандирован топограф З. Матусовский, произведший съемку ее маршрута. Научные итоги экспедиции Сосновского невелики и географических сведений она прибавила очень мало. Двумя годами позже Восточный Тянь-Шань посетил Г.Н. Потанин. Маршрутами из Кобдо в Хами и обратно в Улястай он пересек хребет Мечин-Ула в его западном и восточных окончаниях, прошел по Баркульской долине и дважды через Кошеты-Даван перевалил Карлык Таг. В отчете Потанина заключены первые полноценные географические сведения о восточном продолжении Джунгарской впадины, о хребте Мечин-Ула, Баркульской долине и хребте Карлык-Таг, а также некоторые данные геологического характера.

В 1887 году вышла сводка Л.Ф.Костенко подводившая промежуточный итог начального этапа изучения территории и учитывавшая все доступные на тот момент материалы [**Костенко, 1887**].

Вскоре после рекогносцировки Потанина состоялось третье путешествие Н.М. Пржевальского, начатое из Зайсана. Местами маршрут Пржевальского совпадал с маршрутом Потанина, а на другом отрезке с маршрутом Сосновского. Если по северному отрезку пути наблюдения Пржевальского явились лишь некоторым дополнением к сведениям Г.Н. Потанина, то по южному отрезку они дали освещение территории, о которой до того не имелось даже самого общего представления. Пржевальский впервые установил. Бей-Шань имеет характер обширного вздутия, несущего небольшие кряжи и группы холмов с широтным удлинением.

В 1889 г. Русское географическое общество, продолжая научные рекогносцировки, начатые Пржевальским, снарядило для исследования ее западных областей экспедиции Г.Е. Грум-Гржимайло и М.В. Певцова.

Экспедиция братьев Грум-Гржимайло провела большие маршрутные съемки, сопровождавшиеся определением высот, собрало богатые

коллекции местной флоры и фауны. Одним из наиболее важных географических результатов экспедиции явилось открытие ею впадины у Люкчуна. Экспедиция М.В. Певцова изучала данный район лишь в конце своих работ, при следовании по тракту из Курли в Урумчи. В трудах ее, помимо общего, весьма содержательного, орографического описания этого пути, автором которой является М.В. Певцов, имеется превосходная карта озеро Баграшкуль, составленная В.И. Роборовским и П.К. Козловым.

[Сосновский, 1875, 1883; Пясецкий, 1882; Пржевальский, 1883; Потанин, 1887; Обручев, 1895, 1901; Певцов, 1895; Грум-Гржимайло, 1896; Козлов, 1899; Роборовский, 1900]. Итогом этого этапа можно считать составление топографической службой РККА карт масштаба 1:100 000 на территорию Джунгарской впадины, завершено в конце 1940-х годов.

Одновременно с экспедициями РГО Российской империи в регионе со сходными целями действовали аналогичные организации Британии (Trigonometrical Survey, базировавшаяся в Индии) и Германии. Результаты их исследований носили преимущественно закрытый характер и за редкими исключениями **[Merzbacher, 1910, 1916; Carruthers, 1914; Stein, 1923]** не опубликованы до настоящего времени. В объяснительной записке к атласу карт Китайского Туркестана и Гань-Су, составленных группой А.Стейна за время трех экспедиции, содержится краткое описание хода топографических работ группы, морфологические характеристики основных районов съемок, и пояснения к отдельным листам. Все они мало затрагивали Джунгарию, поскольку обычно не простирались на север далее Китайского Тянь-Шаня.

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 и в начале 1940-х годов. В этих публикациях автор описывает границы, пути сообщения,

населения, орография, геологическое строение и дислокации Пограничной Джунгарии и подробно рассматривает месторождения металлических и неметаллических полезных ископаемых, минеральные источники и экономическое значение этой страны [Обручев, 1932, 1940]. В его работе подробно рассмотрены 172 статьи и книги, вышедшие из печати с 1634-1930 гг., т.е. за 300 лет.

В 1930-х, 40-х и начале 50-х годов в Синьцзяне проходили полномасштабные геолого-съёмочные и поисковые работы, проводившиеся силами советских специалистов. В начале 1940-х в СССР создано Управление по геологическому изучению Синьцзяна с несколькими экспедиционными геологическими группами, перед которыми ставились задачи проведения рекогносцировочных, геолого-съёмочных и поисковых на цветные металлы работ. В короткое время была начата и реализована обширная программа советско-синьцзянских договоренностей, включавшая, прежде всего, важнейшие дорожно-строительные работы, промышленные организации и т.д. В Южной Джунгарии у северного подножия Восточного Тянь-Шаня удалось открыть первое промышленное месторождение нефти Душанцзы.

Уже первые результаты геологических исследований, приведшие к открытию, в том числе и новых полиметаллических месторождений, а также более полной оценке перспектив поисков и разработки ранее известных месторождений, показали, что, Синьцзянь может стать очень важной сырьевой и промышленной базой, но характеризуется исключительно низким уровнем общей геологической изученности. Синьцзянь своих профессиональных геологов не имел, а немногочисленные (несколько сотен на всю страну), хотя и очень высококвалифицированные, геологи университетских центров Восточного Китая (Пекин, Нанкин и др.), объединявшиеся Геологическим обществом Китая, никаких научных геологических исследований на западе страны в те годы не производили.

Базовые представления о структуре Центральной Азии (орографической, ландшафтной, геологической) опирались во многом на результаты географических экспедиции знаменитых русских путешественников (М.П. Пржевальский, Г.Н. Потанин, В.А. Обручев, М.В. Певцов, Г.Е. Грум-Гржимайло, П.К. Козлов, В.И. Роборовский и др.), аналогичных экспедиций Мерцбахера, Свена Гедина и немногих других европейцев. Наиболее результативными в геологическом отношении были экспедиции И.В.Мушкетова, К.Н.Богдановича, В.А.Обручева и Э.Норина. Но даже суммарный результат этих многолетних и блестящих рекогносцировок совершенно не может сравниться с результатами хотя и прерывавшихся, но целенаправленных советских региональных геологических исследований, проводившихся в 30-х, 40-х и в начале 50-х годов. Новый этап геологического изучения Центральной Азии открылся только с победой революции формированием нового поколения китайских геологов, особенно окрепшего после создания Академии геологических наук Министерство геологии КНР и формирования Геологической службы Синьцзяна в Урумчи. Советско-китайское сотрудничество в начале этого этапа получило самую высокую оценку со стороны китайского руководства. В Кульдже (Инин) располагалась база Управления по геологическому изучению Синьцзяна (руководители Ф.А. Карпенко и М.П.Ложечкин) в составе которых действовали следующие экспедиции: Кашгарская (Н.А.Белявский), Куньлуньская (В.И.Серпухов), Тянь-Шаньская (Б.С.Соколов, при участии А.М. Обута, А.Ф. Ильина), Алтайская (В.М. Сеницин) и Джунгарская (А.Х. Иванов) [Соколов, 1991].

Кроме того, с середины 1930-х годов, после согласованной с местными властями зачистки северного Синьцзяна силами НКВД [Обухов, 2007] здесь действовала экспедиция «Наркомнефти», состоявшая из геологов-нефтяников Москвы и Ленинграда (М.Н.Саидов, Н.П.Туаев). Сотрудники этой экспедиции открыли и разведали месторождение нефти в

районе г. Душанцы, где уже к 1941 г. были налажены добыча нефти и построен первый нефтеперерабатывающий завод в регионе.

Значительным событием этого времени явился приезд в Душанцы большой группы китайских геологов из Чунцина, во главе которой был профессор Хуан Цзицин. Они знакомились с промыслом и геологическими материалами по заданию центрального аппарата правительства и были вообще первой специальной геологической группой отправленной для оценки материально-сырьевых ресурсов Синьцзяна, ранее не привлекавших особого внимания Китая [Соколов, 1991].

Результаты их исследований были опубликованы в виде кратких заметок [Синицын, 1957].

В результате проведенных исследований был открыт целый ряд месторождений полиметаллических руд, наиболее крупные из которых начали активно эксплуатироваться советско-китайскими предприятиями. Результаты этих исследований были опубликованы в открытой печати лишь в небольшой своей части, не связанной с месторождениями полезных ископаемых [Синицин, 1954, Саидов, 1956]. Итогом этого этапа геологического изучения региона помимо открытия месторождений редких и цветных металлов (в т.ч. урана) стали открытия ряда нефтяных месторождений [Саидов и др., 1958], разведка многочисленных месторождений каменного угля и составление в начале 1950-х годов под руководством В.М. Синицина первой геологической карты Синьцзяна масштаба 1 :1 000 000.

В 1950-е годы на территории Синьцзяна совместно с китайскими исследователями работала большая группа советских географов, и результаты исследований этого периода опубликованы достаточно полно [Селиванов, 1965; Мурзаев, 1966].

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 съемкой. Вливание огромных денежных потоков в геологическую отрасль региона в последнее десятилетие XX и, особенно, в первое десятилетие XXI века привели к открытию множества новых месторождений. Большая информационная открытость современной КНР приводит к опубликованию данных о вновь открытых месторождениях даже тех типов, о которых ранее в открытой печати никогда не сообщалось. Агентство Синьхуа регулярно сообщает о завершении разведки и начале эксплуатации месторождений редких и цветных металлов, угля, нефти, а в феврале 2008 г. поступило сообщение об открытии в бассейне р. Или на северо-западе Джунгарской впадины месторождения урана (предварительная геологическая оценка запасов - 10 тыс. т U_3O_8).

В 1980-90-е годы в англоязычной печати начинают массово появляться публикации китайских геологов и статьи западных исследователей, впервые с начала XX века получивших доступ в этот регион. С середины 1990-х в открытой печати опубликованы геологические карты региона в масштабе 1 : 1 000 000 – 1 : 2 500 000 [Map..., 1995; Tectonic..., 2003; Геологическая..., 1997] и сводные данные о стратиграфическом расчленении чехла Джунгарской впадины [Atlas..., 2002, World..., 2005]. Новая система местных стратиграфических подразделений Джунгарской впадины пришла в конце 1980-х [Kamen-Kaye et al., 1988] на смену прежней, разработанной еще советскими геологами в 1940-е годы, которая, с небольшими изменениями, использовалась в регионе вплоть до начала 1980-х годов [Russel, Zhai, 1987].

Проводимые в регионе исследования преимущественно носят выраженный прикладной характер. Палеогеографические и неотектонические исследования ведутся только на территориях месторождений нефти и газа. Вопросы истории развития рельефа до сих пор остаются слабо разработанными. В то же время имеющиеся данные о

геологическом строении пермокарбонных и мезозойско-кайнозойских толщ, образующих чехол Джунгарской впадины позволяют достаточно точно реконструировать основные орогенные события территории на континентальном этапе ее развития.

Активные этнополитические процессы XVIII-XX веков в пределах рассматриваемой территории нашли отражение ее топонимике. В названиях орографических объектов и населенных пунктов Джунгарии, упоминаемых в публикациях разных лет существует сильный разнобой, связанный с многочисленными переименованиями объектов и особенностями записи исходных тюркских названий иероглифами, а иероглифов - кириллицей. Во избежание топонимической путаницы мы во всех случаях используем названия с советских топографических карт масштаба 1 : 500 000. Используемые ранее в русскоязычных публикациях аналоги современных топонимов приводятся в скобках при первом упоминании объекта в тексте.

Подводя итоги рассмотрения истории геолого-геоморфологических исследований Джунгарии можно отметить, что собственно в геоморфологическом отношении данная территории изучена достаточно слабо. Первой и единственной обзорной специализированной работой в этом направлении является монография советского исследователя Е.И.Селиванова [1965]. Она дает весьма невнятное представление о рельефе территории. Из ее содержания ясно, что автор не всегда имел доступа к геологическим и топографическим картам и к аэрофотоснимкам территории. Эта единственная в своем роде монография использовалась нами в полной мере, но обилие современных материалов (геологические и топографические карты, трехмерные модели рельефа, крупномасштабные космоснимки) позволяют решить вопросы геоморфологического районирования, классификации рельефа, определение возраста и генезиса крупных форм рельефа на совершенно новом уровне.

Со второй половины 1930-х по конец 1950-х годов проводилось интенсивное геологическое изучение Синьцзяна силами советских геологов. В этот период на его территории действовало Синьцзянское геологическое управление, объединявшее экспедиции Наркомнефти, Наркомугля и Наркомцветмета (Соколов, 1991). Основной задачей исследований были поиски и разведка полезных ископаемых на базе мелкомасштабной геологической съемки. До того как в 1948 г. были опубликованы, составленные Топографической службой РККА карты региона в масштабе 1:100000, основой при геологической съемке служили отечественные дореволюционные карты. Результаты этих исследований опубликованы крайне скупо (Саидов, 1956; Туаев, 1963), географических и геоморфологических данных они практически не содержат. Именно в это время в исследованиях региона сформировался перекоп в сторону геологии, характерный для многих богатых природными ресурсами районов при котором геологический сектор полностью отвлекает силы и средства, выделяемые на научные исследования. Попытка преодолеть этот перекоп предпринималась в 1950-е годы совместными усилиями советских и китайских географов. Обобщающие публикации по итогам этих исследований (Селиванов, 1965, Мурзаев, 1966) являются последними крупными работами, освещающими вопросы геоморфологии региона. Наиболее детально в них проработаны вопросы геоморфологии песчаных пустынь. Детализированного представления о строении и эволюции других форм рельефа региона упомянутые публикации не дают. Судя по предельно схематичному изображению всех типов рельефа региона кроме эоловых пустынь на современных тематических картах, составленных китайскими географами (Wang, 2005, 2006) в целом эта ситуация сохраняется и сейчас.

Относительно геоморфологии Джунгарской равнины в современной научной и справочной литературе содержится совсем немного сведений, а те которые приводятся, во многом неверны. Даже такой легко

определяемый параметр как площадь Джунгарской равнины по разным источникам указывается неверно: от 700 тыс км² (Зайчиков, 1972; Джунгарская, 2004) до 380 тыс км² (Фортыгина, 2007). Абсолютные высоты днища также приводятся неверно: от 600-800 м (Зайчиков, 1972) до 400-1000 м (Фортыгина, 2007), причем Е.А.Фортыгина в своем очерке ссылается на современные китайские источники. Удивительно, что при расширении диапазона высот вдвое, она приводит площадь вдвое меньшую.

Занимаясь вопросами транспортной доступности Центральной Азии, мы столкнулись с нехваткой геоморфологической информации для территории Джунгарской равнины. В процессе поиска в специальной литературе недостающих данных мы убедились, что большинство научных сведений по этому вопросу содержится в разрозненном виде в публикациях конца XIX, начала и середины XX века и после обзорных работ советских географов середины 1960-х годов в отечественной и зарубежной литературе они почти не встречаются. Это касается именно вопросов геоморфологии, геологическая литература, посвященная региону более чем обильна. Она постоянно пополняется новыми результатами детальных исследований, публикуемыми в международных журналах. Для получения недостающих данных мы были вынуждены провести геоморфологическое изучение данной территории.

Геолого-геоморфологическая изученность Джунгарской впадины очень неравномерна и по пространству и по тематике. Хорошо изучено строение. Геологическое строение мезозойско-кайнозойского чехла впадины изучено детально, также как и геология рудных полей, а стратиграфия палеозоя - нет. В геоморфологическом отношении хорошо изучена песчаная пустыня в центральной части впадины и районы с ледниковым рельефом, а по всем остальным вопросам опубликованные сведения обрывочны и противоречивы.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЖУНГАРСКОЙ ВПАДИНЫ

Джунгария занимает северо - западную часть Центральной Азии (рис. 2.1). Она удалена от океана на тысячи километров, поэтому представляет преимущественно бессточный бассейн. В административном отношении Джунгария входит в состав Синьцзян - Уйгурский автономный район Китайской народной республики. Территория котловины вместе с примыкающими хребтами составляет около 370 тыс. км². Территория дна котловины составляет около 224 тыс. км². Протяженность Джунгарии с севера на юг 500 км, с запада на восток 900 км. Наименьшая абсолютная высота 190 м над уровнем моря, наивысшая – 5500 м.

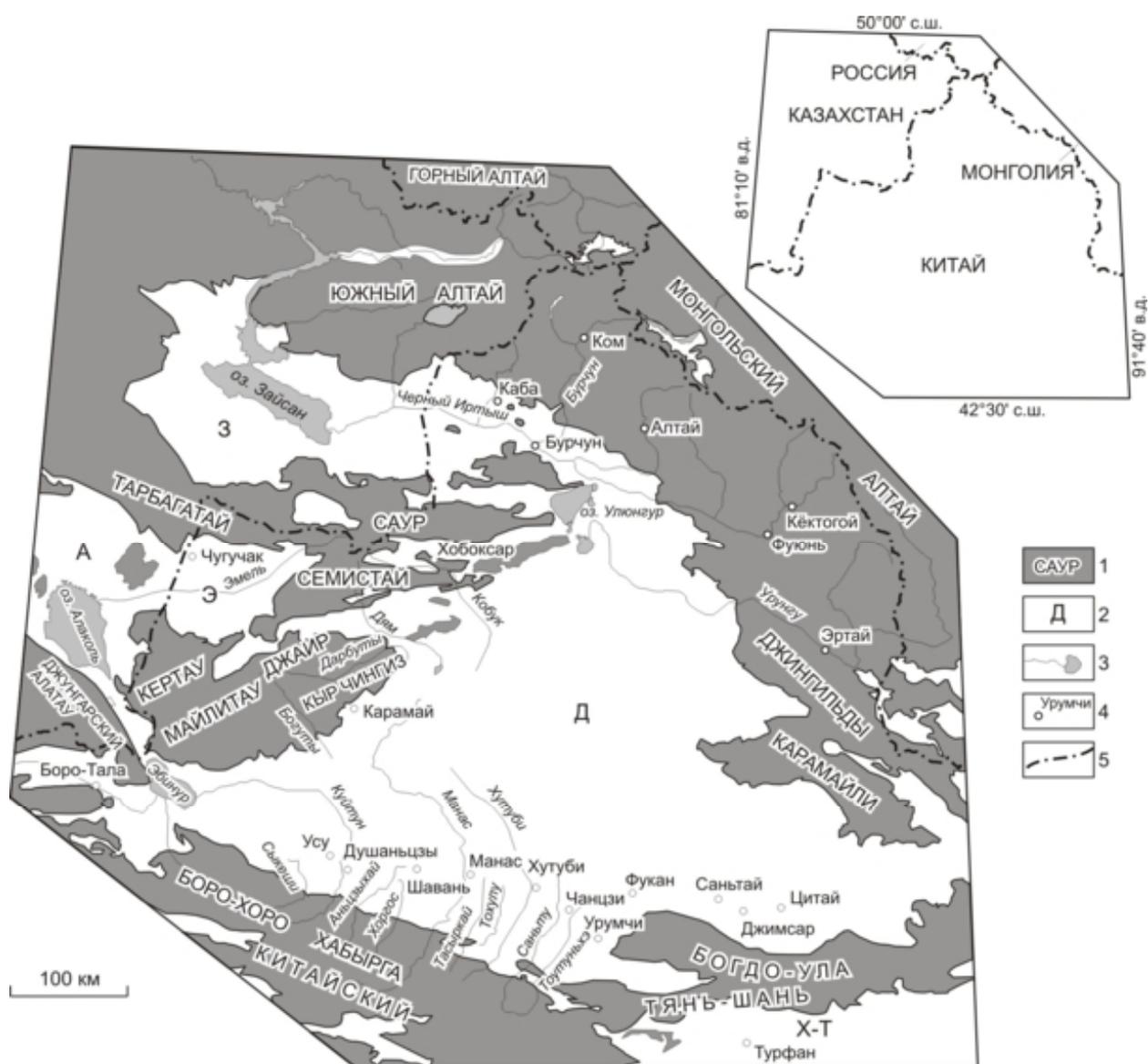


Рис 2.1. Географическое положение Джунгарской впадины.

1 – горы, 2 – равнины: З – Зайсанская, А – Алакольская, Э – Эмельская, Д – Джунгарская, Х-Т – Хами-Турфанская, 3 – реки и озера, 4 – населенные пункты, 5 – государственные границы.

Оро- гидрография

Обширная равнина площадью 223,5 тыс. км² имеет треугольную форму и занимает центральную часть Джунгарии. Со всех сторон она обрамлена горными хребтами. Е.И.Селиванов выделяет в пределах Джунгарии четыре морфологические области: центральную равнину и горное обрамление каждой из трех ее сторон.

Восточный Тянь-Шань (северные склоны хребтов Боро-Хоро, Ирен-Хабирга, Богдо-Шань и др.) и *Джунгарский Алатау* образуют южное обрамление Джунгарской равнины. Восточный Тянь-Шань является наиболее высокими в Джунгарии и простирается почти широтно. Вершины этих гор достигая абсолютной высоты 5500 м почти на 2000 м ниже высшей точки Тянь-Шаня и примерно на 1000 м выше Монгольского Алтая или на 2000 м выше гор Пограничной Джунгарии. Цепь высоких хребтов расположенных почти на одной водораздельной линии ограничивает Джунгарскую равнину с юга. Прямые линии главных водоразделов свидетельствуют об относительно одновременных и мощных поднятиях. В зависимости от этих поднятий глыбовые структуры, выступая в рельефе, в отличие форм, связанных с другими факторами рельефообразования, дают линейность форм на большом протяжении. Эрозионная деятельность ещё не изменила направления водораздельной линии. Вследствие интенсивно протекающей эрозии вдоль склонов основных хребтов перпендикулярно к их оси образуются боковые отроги.

Имеется ряд горных хребтов, вытянутых параллельно основным грядам этой горной страны. Кроме них имеются другие хребты (Когурчик, Боро-Хоро, Кара-Узень, и др.), отделяющие Джунгарскую впадину от плато Юлдус.

Зубчатые вершины в виде пиков и современное оледенение характерны для высокогорного рельефа. Высокогорный рельеф с ледниковыми формами максимальное развитие имеет в хребтах Боро-Хоро и Ирен-Хабырга. В других хребтах к данному типу рельефа относятся только самые верхние части гор. Северный склон Восточного Тянь-Шаня, обращенный к Джунгарской равнине, в отличие от обращенного к Кульджинской впадине имеет большую ширину и более глубокий эрозионный врез.

Многочисленные реки, пересекая поперек высокие передовые хребты, образуют среднегорный рельеф, с крутыми склонами и сквозными долинами. Это особенно ярко выражается к востоку от р. Манас, где горы сложены трудно поддающимся эрозии кремнистыми сланцами и туфами палеозоя. Он располагается между главной цепью и передовыми хребтами. Здесь же расположена полоса, сложенная юрскими отложениями. Эта полоса имеет ширину от 5 до 15 км, поверхность ее носит следы довольно сильного расчленения.

В рельефе хребта Богдо-Ула отчетливо проявляются черты молодой тектонической структуры. Они выступают в уплощенных формах горных вершин, представляющих останцы изогнутого и поднятого на большую высоту мел-палеогенового пенемена, в резко очерченных продольных ступенях, которыми хребет спускается к предгорным равнинам, и в крутых прямолинейных уступах, пересекающих хребет поперек его простирания, - являющихся результатом крупных глыбовых смещений по разломам **Синицын, 1954]**. Водораздельная линия хр. Богдо-Ула как в плане, так и в профиле представляет собой плавно-изогнутую линию на протяжении более 250 км. Более резкий поперечный профиль приходится на западную часть хребта, где возвышается самая высокая вершина хребта гора Богдо-Ула (5445м). Более плавный профиль имеет средняя по простиранию часть хребта, где расположены редко встречающиеся перевалы. Если посмотреть карту более крупного масштаба, то увидим, что линия склона на хребте

Богдо-Ула круто спускается к равнине, по северному склону нет резко выраженных хребтов, разделенных межгорными впадинами. Этот хребет понижается к Джунгарской впадине уступами. По осевой части хребта расположено множество крупных вершин, которые круглый год покрыты снегом и фирновыми полями. От заснеженных вершин Богдо-Улы спускаются в долины несколько ледников.

Находящийся гипсометрически ниже среднегорный рельеф покрыт лесом и кустарниковой растительностью. В данном районе формы гор имеют относительно мягкие контуры. Проанализировав склоны вышеописанных хребтов можно сделать вывод, что существует четкое разграничение высокогорной части от среднегорной и низкогорной частей и последней от равнины.

Джунгарский Алатау крупный хребет северо-западной части Джунгарии. К нашему району обращены только его южные склоны, с характерным ступенчатым строением. Каждая ступень состоит из участков древних денудационных поверхностей. Выше денудационных поверхностей на ограниченной площади встречается типично альпийский рельеф. Поверхности выравнивания хорошо выражены на высоте около 2000 м. между этими и более высокими выровненными поверхностями расположены участки глубоко расчлененного крутосклонного рельефа. Ниже располагается низкогорье, сложенные третичными отложениями, где они образуют сплошной пояс и сильно расчленены.

Горы Пограничной Джунгарии образуют северо-западное обрамление Джунгарской равнины и составляют особую морфологическую область, в которую входит ряд сходных между собой небольших по длине низко- и средневысотных хребтов широтного и северо-восточного простирания. Они образованы в результате глыбово-сводных поднятий.

Горные массивы Пограничной Джунгарии разделяются обширными равнинами и долинами (Эмельской, Кобукской, Куп-Мукуртайской), расположенными на высоте до 1500 м.

В гидрографическом плане насчитывается пять основных областей стока: бассейн оз. Эби-Нур, оз. Ала-Куль, р. Черный Иртыш, оз. Улюнгур и оз. Ихэ-Хак. Наличие многочисленных бассейнов стока, указывает на орографическую разобщенность территории, обусловленную тектоническими причинами.

Горная область представляет собой пологие, иногда ступенчатые возвышенности. Ступени гор расчленены до глубины несколько десятков метров. На вершинах свыше 2500 м в летнее время наблюдается снежники. Формы нескольких хребтов входящие в Пограничную Джунгарию представляют собой изолированные поднятия, ограниченные равнинными пространствами. Для примера хр. Барлык имеет в плане неправильную форму: в западной половине он расширяется до 60 км, а к востоку резко сужается. На основании особенностей морфологии хребта Барлык **В.А. Обручев [1932]** сделал заключение о том, что хребет этот представляет собой горст, состоящих на западе из нескольких, а на востоке из одной ступени. Наиболее высокими в хребте Барлык являются горы Кертау. Холмистое, мелкосопочное понижение отделяет хребет Барлык с юга от гор Майли. Последний хребет похож по своей морфологии на горы Барлык. Остальные возвышенности Пограничной Джунгарии, расположенные к востоку от вышеописанных, имеют аналогичное строение.

Хребет Тарбагатай представляет собой обрывистую ступенчатую возвышенность тектонического происхождения с относительной высотой 500-900 метров и абсолютной высотой до 2992м.

В отличие от Тарбагатай хребет Саур примерно на высоте 3300м, на вершинах имеет снеговую границу. В основном верхняя часть хребта Саур представляет собой ровную, слегка выпуклую поверхность. Средняя часть

данного хребта сильно расчленена. По направлению к юго-востоку (Прииртышская и Джунгарская равнины) хребет Саур переходит в мелкосопочник.

Параллельно Монгольскому Алтаю простирается хр. Байтаг, который юго-западными склонами выходит к Восточной Джунгарии. Хребет Байтаг имеет похожие черты с Сауром и представляет собой серию параллельно расположенных скалистых гряд с асимметричным строением.

От Монгольского Алтая горы Пограничной Джунгарии отделены Прииртышской впадиной, являющейся восточным продолжением Зайсанской впадины. По ней протекает единственная река, выходящая за пределы бессточных впадин Джунгарии – Черный Иртыш.

Монгольский Алтай является крупной горной страной, ограничивающей Джунгарскую равнину с северо-востока. Господствующие западные воздушные потоки способствует выпадению большого количества атмосферных осадков на юго-западный склон Монгольского Алтая. Во время новейших поднятий рельеф остался в основных формах унаследованным от этой эпохи, в результате которой большое развитие получили поверхности выравнивания. На это указывает также небольшая разница высот между вершинами и перевалами. Со стороны Джунгарской равнины Монгольский Алтай делится на высокогорную и среднегорную части, следующие одна выше другой с простираем на сотни километров.

Относительные превышения вершин в высокогорной части по отношению к днищам крупных долин составляют около 900-1600 м. Здесь очень широко развиты курумы и моренные отложения. Почти на всю высокогорную часть свой отпечаток наложила древняя ледниковая эпоха. Здесь высокие вершины изъедены карами, особенно около главного водораздела Монгольского Алтая, где горы имеют альпинотипный рельеф.

На юго-западном склоне находится более десяти ледников. Самый крупный из них ледник Пржевальского, длиной около десяти километров

при ширине около 1500 м. Этот ледник находится среди вершин высотой около четырех тысяч метров. Другие ледники по размерам сильно ему уступают. Вершинный пояс хребтов представляет собой ровные платообразные поверхности, над которыми возвышаются отдельные вершины и цепи вершин. Абсолютные высоты района альпийских форм составляют от 3500 до 4362 м (Мунх–Хайрхан).

Среднегорный рельеф также как и высокогорный тянется с северо-запада на юго-восток и состоит из ряда горных массивов. Обнаженность среднегорного района хуже, чем высокогорного. Все склоны задернованы, лишь кое-где из-под рыхлого покрова обнажаются выходы коренных пород. Данный район в отличие от высокогорья отличается обилием леса, который растет преимущественно по северным и северо-западным склонам. Среднегорный рельеф имеет абсолютные высоты от 1700 до 2500 м. Максимальный эрозионный врез достигает 1000 м. В пределы среднегорной области входят горы с отметкой от 2300 м до 2550 м.

Водораздельная часть среднегорных возвышенностей представляет собой платообразные и мелкосопочные пространства в виде групп невысоких вершин. По долинам наблюдаются фрагменты аккумулятивных и эрозионных террас. Горные массивы среднегорья характеризуются крутыми, сильно расчлененными склонами, входящими к межгорным впадинам и долинам крупных рек, таких как Каба, Бурчум, Черный Иртыш и других. Крупные долины являются водосбором многочисленных мелких речек и ручьев, некоторые из них берут свое начало на водораздельных пространствах среднегорных массивов.

В низкогорную часть юго-западного склона Монгольского Алтая входят горы Серкасан, Чилим-Тал, Саир и ряд других, различно ориентированных возвышенностей, не имеющих собственных названий. Она образует полосу шириной 15-20 км и тянется в направлении с запад-северо-запада на восток-юго-восток. Здесь характерны небольшие относительные превышения до 600 м, а чаще всего до 400 м.

Возвышенности расчленены густой сетью логов. Растительный покров разряженный, поэтому обнаженность хорошая. Абсолютные высоты самой юго-западной части полосы равны 700-1200 м, а северо-восточной 1500-2000 м.

По границе с среднегорным рельефом, в средней части полосы в направлении с севера-запада на юго-восток простирается цепочка небольших впадин, которую составляют Куджиртинская, Колгутанская, Чунгурская, Коктогойская и ряд других, площади которые не превышают 150 квадратных километров. Для них характерно их общее простираие в направлении с северо-запада на юго-восток, что вероятно связано с разрывной тектоникой.

Южная часть низкогорья и среднегорья Монгольского Алтая характеризуется пустынным ландшафтом. Здесь значительную роль играют пролювиальные процессы. Склон, обращенный в сторону Джунгарской равнины, почти сплошь обнаженный, покрыт щебенистыми породами. После перевала первой гряды к северу-востоку открывается панорама сильно расчлененных гор с конусами выноса у подножия.

Юго-западная граница гор имеет тектоническое происхождение, так как в верхней части гор хорошо сохранился единый денудационный уровень, а наиболее глубокий эрозионный врез приходится на юго-западную часть гор и оставляет 150-200 м.

Речная сеть в основном развита в районе Прииртышской равнины. Прииртышская равнина, отделяющая хребет Саур от Монгольского Алтая, является клинообразным продолжением обширной Зайсанской впадины. Примерно среднюю часть ее занимает долина р. Черный Иртыш. Некоторые реки, пересекая равнину, образуют серии террас. Другим элементом рельефа равнины являются барханные и бугристые пески и останцы палеоген-неогеновых пород. Прииртышская равнина находится на высоте 450-600 м выше уровня моря.

Джунгарская равнина расположена между горными хребтами Тянь-Шань и Монгольским Алтаем. Равнина простирается с севера на юг около 300 км, с запада на восток около 500 км. Она наклонена в сторону оз. Манас (Ихэ-Хак) и Джунгарских ворот. Ее поверхность имеет полого-волнистую форму и абсолютные высоты в восточной части 800-1000м, наименьшие абсолютные высоты находятся на западе, вблизи Пограничной Джунгарии. Основную роль в образовании рельефа равнины сыграли ветры. В северо-западной части равнины расположены золотые пески. В северной части имеются столовые холмистые возвышенности. Между ними многочисленные бессточные котловины с такырами. Центральная часть и юг равнины заняты грядовыми сыпучими песками. У подошвы гор в южной части поверхность не имеет глубоких эрозионных врезов и сливается с такырами и солончаками, поросшими тростником и солянками. Эта территория имеет однообразную ровную песчано-суглинистую поверхность. Здесь же развиты различные виды зарослей кустарников.

На Джунгарской равнине многие из многочисленных рек Восточного Тянь-Шаня и Богдо-Ула прекращают свое существование, только некоторые из них доходят до центральной части равнины, постепенно теряя свои воды. В низовьях этих рек русла сухие и редко заполняются водой в период обильных дождей. Только четыре реки Джунгарской равнины не имеют сухих дельт Черный Иртыш, Урунгу, Манас и Дям. Географическое местоположения реки Манас позволяет ей часто менять русло, она является кочующей рекой, смещающейся иногда на десятки километров. Образованная ее блужданиями равнина простирается с юго-запада на северо-восток. В ее пределах находятся множество небольших озер. Проанализировав основные черты Джунгарской впадины можно увидеть, что они в основном определяются широким развитием аллювиально-пролювиальных равнин, конусов выноса, сыпучих и слабо закрепленных бугристых, грядовых и барханных песков и сухих дельт.

Климат

Физическая география страны оказывает большое влияние на характер климата отдельных районов Джунгарии. В наиболее увлажненных условиях находятся склоны высокогорных хребтов, на пути воздушных потоков, а именно: северный склон Восточного Тянь-Шаня и юго-западный склон Монгольского Алтая. Противоположные склоны этих хребтов отличаются повышенной сухостью и обычно лишены лесной растительности. Восточная часть Джунгарской равнины характеризуется пустынностью, особенно ближе к Джунгарской Гоби. Джунгарский Алатау и другие западные хребты защищают внутренние части Джунгарии от влажных западных и северо-западных ветров, способствуя пустынности этой территории.

Воздушные потоки через систему невысоких хребтов Северной Джунгарии как бы сквозным путем проходит через всю равнину, оставляя за собой на равнине след в виде линейно вытянутых грядовых песков. Начало все крупные реки берут с крупных гор, вершины которые покрыты снегом. Самые многочисленные реки и ручьи принадлежат бассейну реки Черный Иртыш. Много рек стекает также в бессточные котловины с северных склонов Восточного Тянь-Шаня. В своих верховьях крупные реки текут, как правило, по ледниковым долинам. Далее вниз по течению долины становятся узкими, с крутыми склонами, почти без террас и только при выходе расширяются и обретают террасированное днище.

Население

Распределение населения Джунгарии по плотности и национальному составу определяется физико-географическими особенностями территории. Ханьское население сосредоточено вдоль южной границы Джунгарской равнины, где занято в земледелии с использованием воды рек, стекающих с Китайского Тянь-Шаня. Высокогорья лишены постоянного населения. Среднегорья и низкогорья северо-запада и северо-

востока населены в основном казахами, занятыми преимущественно кочевым скотоводством. Уйгуры населяют в основном юго-западную часть Джунгарской равнины. основным их занятием является земледелие. Пустынная центральная часть Джунгарской равнины населения лишена. В этих условиях большое значение приобретает транспортная связность территории, развитие которой улучшает экономическую ситуацию в регионе и снижает социальную напряженность.

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

Геологическое строение

Джунгарский осадочный бассейн пространственно тесно связан с одноименной равниной. Он уникален тем, что с незначительными перерывами полномасштабное осадконакопление прибрежно-морских и озерно-аллювиальных осадков в нем происходило с середины карбонового до среднечетвертичного времени [Мамедов, Новиков, 2010; Mamedov, Novikov, 2010]. Также как и равнина, бассейн в плане имеет форму равностороннего треугольника (рис. 3.1) и оформился в границах, близких к современным, в позднем палеозое, когда в позднем карбоне и ранней перми вокруг него возникли горные сооружения. В позднем палеозое на фоне постепенного прогибания в бассейне отложилась толща богатых органикой мелководных морских глинистых осадков, сменившихся в поздней перми более грубыми морскими, а начиная с мезозоя – красноцветными континентальными терригенными осадками. Недавно была опубликована статья И.С.Новикова [Новиков, 2013], посвященная палеогеографической интерпретации разреза Джунгарской впадины, материалы которой мы использовали при написании данного очерка.

На фундаменте с несогласием залегают континентальные образования нижнего структурного этажа осадочного чехла впадины, сформировавшиеся в период с позднего карбона по конец триаса [Kamen-Kaye et al, 1988].

Северная часть региона – «Пограничная Джунгария» – детально охарактеризована в трудах В.А.Обручева [1932, 1940]. Лучше всего из комплекса отложений Джунгарии изучен мезо-кайнозойский покров, представляющий большой интерес с точки зрения его нефтегазоносности [Саидов, 1956].

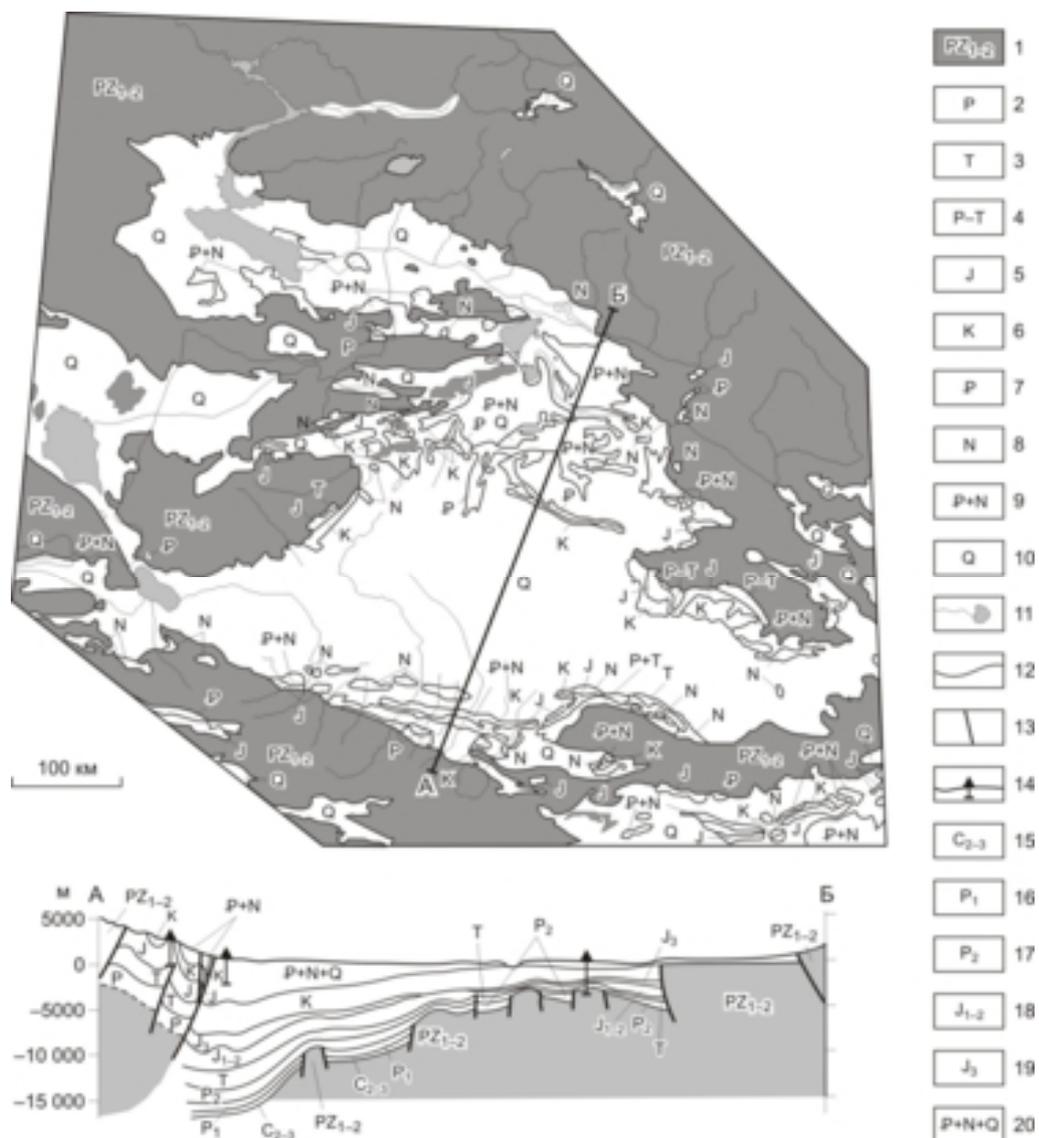


Рис. 3.1. Схема геологического строения Джунгарской впадины (по Tectonic ..., 2003; World..., 2005 с изменениями).

1 – ранне-среднепалеозойские породы фундамента; 2–10 – породы чехла впадины:

2-4 – нижний структурный этаж (2 - пермь, 3 – триас, 4 – пермь и триас нерасчлененные), 5-6 – средний структурный этаж (5 – юра, 6 – мел), 7-10 – верхний структурный этаж (7 – палеоген, 8 – неоген, 9 – палеоген и неоген нерасчлененные, 10 – квартал);

11 – реки и озера; 12 – геологические границы.

Дополнительные обозначения на разрезе: 13 – разломы, 14 – скважины, 15 – средний-верхний карбон, 16 – нижняя пермь, 17 – верхняя пермь, 18 – нижняя-средняя юра, 19 – верхняя юра, 20 – кайнозойские отложения нерасчлененные.

Основу стратиграфического расчленения мезо-кайнозойских отложений района были заложены еще **В.А.Обручевым [1901, 1932, 1940]**.

Первое сводное описание стратиграфии мезо-кайнозойских отложений района, сделанное на базе исследований экспедиций управления по геологическому исследованию Синьцзяна, опубликовал **М.Н.Саидов [1956]**. Мезозойские отложения развиты на всей территории впадины, но обнажаются преимущественно в зонах новейшей деформации по периферии впадины. Кайнозойские отложения имеют повсеместное распространение, но дочетвертичные осадки обнажаются в основном также в предгорных полосах дислокаций. Горные области Джунгарии сложены преимущественно палеозийскими отложениями

Как и все континентальные формации позднепалеозойские и мезозойско-кайнозойские толщи Джунгарии не выдержаны по мощности. При незначительности стратиграфических перерывов мощность отдельных свит может отличаться в 3-12 раз в разных частях бассейна. Профиль бассейна резко ассиметричен и максимальные мощности его осадков тяготеют к южной его части, где по сейсмическим данным подошва пермских осадков залегает на глубине до 16-17 км. В этой части бассейна стратиграфические перерывы практически отсутствуют и наблюдаемая мощность посткарбоновых осадков чехла соизмерима с суммой максимальных мощностей стратиграфических подразделений этого возрастного интервала, установленных на территории бассейна (22729 м) (**Atlas..., 2002**).

Верхний палеозой Джунгарской впадины

Континентальные осадки основания разреза Джунгарской впадины долгое время оставались слабо изученными. После того как была установлена нефтеносность пород позднекаменноугольного возраста (**Lawrence, 1990**) интерес к этому стратиграфическому уровню существенно вырос. По современным данным породы серии **шицианьтань (shiquontan) (C₂₋₃sh) (рис.3.2.)** с несогласием залегающие

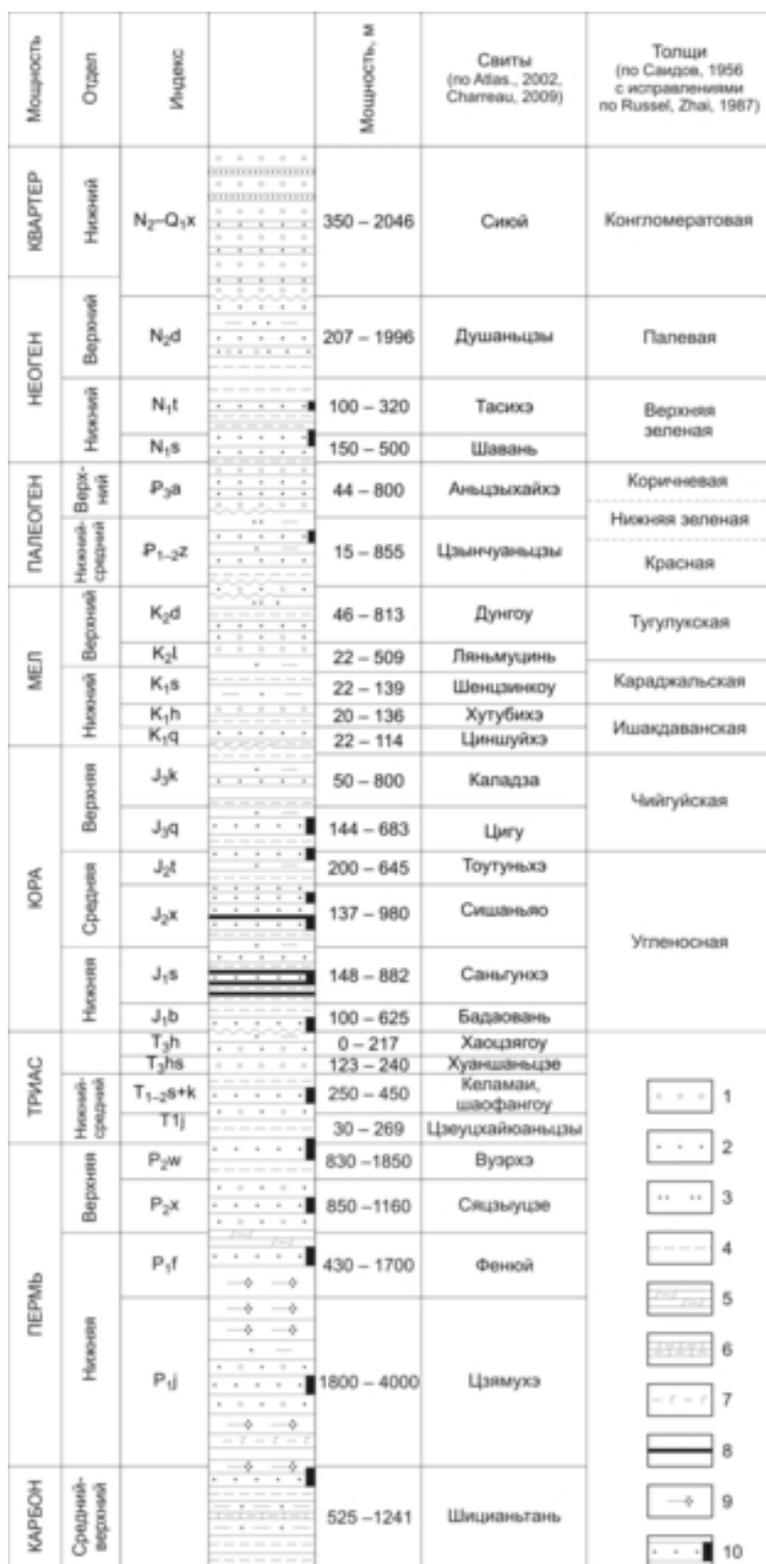


Рис. 3.2 Стратиграфическая схема отложений чехла Джунгарской впадины (по Atlas..., 2002, Russel, Zhai, 1987, Саидов, 1956 с изменениями).

Литологические обозначения стратиграфической колонки: 1 – галечники и конгломераты, 2 – песчаники, 3 – алевриты, 4 – алевролиты, глины, 5 – глинистые доломиты, 6 – глинистые известняки, 7 – туфы и базальты, 8 – каменные угли, 9 - горючие сланцы, 10 – нефтеносные песчаники.

на раннекарбонных морских известняках. Серия образована переслаиванием алевритов, алевролитов и редких пачек глинистых известняков. В верхней части серии залегают две сближенные пачки песчаников, служащие на отдельных участках нефтяными коллекторами – самым древними из многочисленных нефтяных коллекторов Джунгарской впадины. Мощность пород серии 525-1241 м (**Word..., 2005**). Она распространена практически на всей территории бассейна за исключением горстовых выступов фундамента северо-западного простирания, характерных для северо-восточной части впадины. Пермские осадки впадины представлены переслаивающимися грубообломочными русловыми и глинистыми пойменными аллювиальными фациями и битуминозно-глинистыми озерными отложениями (**Tang et al, 1997_a**). Пермская толща отделена местами от вышележащих относительно слабо дислоцированных верхнеюрских осадков небольшим угловым несогласием и размывом, связанным с раннеюрской эпохой тектонической активизации (**Hendrix et al, 1996**). Пермские озерные горючие сланцы Джунгарского бассейна отлагались преимущественно в виде дельтовых конусов выноса. Песчаники толщи служат коллекторами нефти, а переслаивающиеся с ними черные сланцы относятся к главной нефтематеринской толще (**Саидов и др., 1958, Carroll et al, 1990, 1992; Tang et al, 1997_b; Cao et al, 2005, 2007**).

Общая мощность толщи пермских осадков составляет 3910-8710 м (**Atlas..., 2002**). Пространственное распространение и фациальное строение пермских отложений Джунгарии указывает, что пермский бассейн был окружен горами, но пермские горы Алтая и Карамайли занимали большие площади [**Новиков, 2013**], Тарбагатай простирался на юго-восток до меридиана г. Фукан, а хребта Богдо-Ула еще не существовало и Джунгарская впадина составляла одно целое с Турфан-Хамийской (**Zhao, 1982**).

Мезозой Джунгарии

Триасовые осадки Джунгарии залегают на отложениях перми без видимого несогласия. Они включают пять свит суммарной мощностью 403-1176 м (**Atlas..., 2002**): Трассовая толща развита повсеместно в пределах бассейна в том числе и над линейными горстовыми выступами фундамента в северной его части. На поверхность она выходит в зонах новейших деформаций по периферии впадины: по северному подножью хребта Богдо-Ула между городами Джимсар и Урумчи и в горах Карамайли в восточной части впадины и в левобережье реки Урунгу. В разрезе триаса в представлены гравеллиты, песчаники, алевролиты, глины, конгломераты (**Саидов, 1956; Саидов и др., 1958**). В настоящее время в триасовых коллекторах нефтяных месторождений по периферии бассейна широко распространены аномально-высокие пластовые давления, которые связывают с молодыми тектоническими движениями (**Luo et al., 2006, 2007**).

Юрские отложения залегают со значительным угловым несогласием на пермо-триасовых и более ранних палеозойских образованиях фундамента впадины. Максимальная суммарная мощность стратиграфических подразделений юры достигает в Джунгарском бассейне 4615 м. (**Atlas..., 2002; World..., 2005**). Юрская толща образует непрерывный структурный ярус в пределах бассейна, максимальных мощностей достигает в южной его части и обнажается вдоль всех трех его границ. Все отложения юры континентального происхождения и принадлежат к аллювиальным и озерно-дельтовым фациям [**Hendrix et al, 1991, 1995**]. М.Н.Саидов подразделял юру Джунгарии на две толщи: ранне-среднеюрскую угленосную и верхнеюрскую чуйгуйскую [**1956**].

У восточной границы впадины к югу от гор Карамайли между Алтаем и Тянь-Шанем Чуйгуйская толща представлена разрезом красноцветных глин с прослоями зеленовато-серых глин, содержащих местами большое количество окаменевших обломков крупных деревьев.

Здесь обнаружен настоящий окаменевший лес, залегающий в виде двух горизонтов упавших деревьев и группы укорененных пней. Длина самого крупного дерева 25,3 м, диаметр самого крупного пня 2,5 м. Вмещающие отложения - речной ил, песок и гравий [McKnight et al, 1990]. В позднеюрских отложениях юго-восточной окраины Джунгарской впадины обнаружены ископаемые остатки динозавров (*Mamenchisaurus sp.*). Это наиболее древние находки фауны динозавров в регионе. [Russell, Zheng, 1993; Graham et al, 1997]. В других частях впадины в верхнеюрских отложениях также обнаружены древние крокодилы [Wu et al, 1996] и другие рептилии [Peng, Brinkman, 1993].

Меловые отложения Джунгарии залегают без значительного углового несогласия со стратиграфическим перерывом на юрских осадках. Они подразделяются на пять свит общей мощностью до 1711 м. Меловая толща образована переслаиванием глин, единичных прослоев известняков, алевроитов, песчаников и конгломератов. Меловые толщи Джунгарии наряду с четвертичными валунно-галечными отложениями являются единственными стратиграфическими горизонтами Джунгарии не содержащими нефтяных залежей. Н.М.Саидов выделял в меловых осадках Джунгарии три толщи: ишакдаванскую, караджальскую и тугулукскую [1956]. Меловые отложения на северо- западной границе впадины в районе города Карамай и реки Дям залегают с резким угловым несогласием на угленосной свите юры и породах палеозойского фундамента [Russel, Zhai, 1987]. Они представлены бурыми и коричневыми глинами с прослоями серых слоистых песчаников. В верхней части разреза присутствуют прослой галечников. Мощность мелового разреза здесь редуцирована и составляет 25-77 м.

Кайнозой Джунгарской впадины

Палеоген-неогеновые отложения Джунгарии залегают с угловым и стратиграфическим несогласием на мезозойских и палеозойских осадках и

наиболее полно обнажаются в зоне кайнозойских деформаций вдоль северных предгорий Тянь-Шаня, юго-западных предгорьях Монгольского Алтая, на востоке впадины в районе гор Карамайли, в эрозионных окнах в левобережье нижнего течения реки Урунгу, в северо-западной части впадины на междуречье рек Дям и Кобук и в районе хребта Саур [Atlas..., 2002; World..., 2005]. Палеогеновые и неогеновые отложения сплошь терригенно-глинистые. Свита цзыничуаньцзы начинающая разрез представлена переслаиванием глин, песчаников и алевроитов. Один из горизонтов песчаников в средней части свиты служит нефтяным коллектором. Залегающая выше с размывом и несогласием свита аньцзыхайхэ сложена переслаиванием песчаников, галечников и конгломератов и фиксирует начало первой фазы неотектонических деформаций в регионе (ориентировочно 23-33 Ma). Вышележащая свита шавань представлена песчаниками, верхняя часть которых местами нефтеносна. Она перекрывается глинистой свитой тасихэ, служащей региональным флюидоупором. В то же время в ней присутствует горизонт нефтеносных песчаников. Выше залегает мощная свита душаньцзы представленная переслаиванием песчаников и глин. Ни в ней, ни в вышележащих раннечетвертичных конгломератах залежей нефти не встречается. В стандартных стратиграфических схемах она показана как чисто плиоценовая, однако современные палеомагнитные исследования однозначно указывают на возраст ее подошвы порядка 16 Ma – т.е. средний миоцен [Charreau et al, 2009].

Отложения нижней части свиты цзыничуаньцзы были первоначально описаны М.Н. Саидовым как верхнемеловая красная свита [1956], однако позднее, после находок ископаемых остатков птиц вместе с вышележащей нижней зеленой свитой Н.М. Саидова отнесена к палеогену [Zhou et al, 1982].

Отложения верхней части свиты цзыничуаньцзы были первоначально описана как олигоценая нижняя зеленая свита,

впоследствии на основании новых находок палеонтологических остатков, был установлен ее позднеэоценовый возраст [Zhou et al, 1982]. Свита аныцзыхайхэ ранее была описана как коричневая свита, которая относилась к неогену, затем было установлено, что ее отложения имеют олигоценый возраст [Zhou et al, 1982]. Миоценовые свиты шавань и тасихэ ранее выделялись, как верхняя зеленая свита. Они широко обнажаются в южной части Джунгарской впадины. Свита душаньцзы (палевая свита по М.Н.Саидову [1956]) широко развита по всей территории Джунгарской впадины. В отложениях свиты распространена фауна моллюсков, остракод и отпечатки листьев деревьев и трав.

До последнего времени считалось, что вулканические проявления в регионе прекратились в позднем палеозое, а ближайšie базальты неогенового возраста находятся на северном борту Барун-Хурайской впадины Монголии к востоку от Джунгарии. Однако в последние годы близ Халакиола (Halaqiaola) – небольшого поселка вблизи города Фуюнь (Коктокай) на юге Монгольского Алтая миоценовые базальты были выявлены при Ar40/Ar39 датировании базальтов считавшихся ранее пермским [Huang et al, 2006; Zhang et al, 2007]. Расположен этот участок в 175 км западнее поля барун-хурайских базальтов. Пока известно только одно местонахождение базальтов с такими датировками, имеющее площадь менее 1 км кв.

Четвертичные отложения широко распространены в пределах Джунгарской впадины. На юго-востоке центральной части Джунгарской впадины расположен крупный массив эоловых песков (пустыня Гурбантунгут). Источником перемещаемого ветром материала служат аллювиальные и озерные осадки верхнего неогена. Северо-западную часть впадины занимают озерные равнины с остаточными озерными бассейнами, окруженные пролювиальными наклонными равнинами, которые образуют переход к горным сооружениям Алтая и Саура. Мощность четвертичных аллювиально-пролювиальных осадков у подножья Китайского Тянь-Шаня

вместе с верхнеплиоценовым пролювием превышает 4000 м. В пределах горных сооружений и в приграничных частях впадины (особенно вдоль южной границы) развиты ледниковые и водноледниковые отложения [**The Quaternary..., 1991**].

Основание разреза четвертичных отложений образует, **сиюй (xiyu)** (N_2-Q_{1x}), ранее описываемой под названием конгломератовой толщи [**Саидов, 1956**]. Они распространены преимущественно у подножий горных сооружений. Возраст основания свиты в утвержденных стратиграфических схемах совпадает с началом четвертичной эпохи, имеющим по принятой в Геологической службе КНР шкале возраст 2.48 млн.л. [**Atlas..., 2002; Word..., 2005**]. Однако к настоящему времени накоплено много более точных, но противоречивых данных о возрасте основания свиты сиюй. В настоящее время точный возраст основания свиты определяют с помощью магнитостратиграфии. В районе города Шавань граница между свитами душаньцзы и сиюй имеет возраст 7.6 млн.л. [**Charreau et al., 2009**]. Однако 60 км западнее в районе города Душаньцзы та-же граница датируется 4.2-4.8 млн.л. [**Charreau et al., 2005**], а на южном склоне Китайского Тянь-Шаня возраст основания свиты сиюй варьирует от 1.2 до 2.8 млн.л. [**Chen et al., 2002; Scharer et al., 2004**].

Отложения свиты сиюй представлены серыми и серовато-желтыми плохо сцементированными гравийниками с редкими прослоями песков и глин. Их мощность составляет 350-2046 м и быстро уменьшается по мере удаления от гор. Отложения свиты залегают с несогласием на нижележащих породах. Отложения свиты представляют собой предгорные пролювиальные осадки. В центральной части впадины они замещаются аллювиально-озерными фациями. Эти фации представлены желтыми, светло-коричневыми, серо-зелеными и зеленовато-желтыми глинами, супесями, илами, а также мелко-, средне- и грубозернистыми песками с увеличением роли песчаных отложений вниз по разрезу. Кровля озерных

фаций залегает обычно на глубине 150-320 м, а их мощность составляет 100-200 (редко до 500) м.

Среднечетвертичная свита **вусу (wusu) (Q_{2w})** развита в речных долинах на границе впадины и обнажаются по ее периферии. Породы свиты слагают наклонные предгорные равнины и речные террасы выше четвертой. Они представлены коричневато-желтыми галечниками, переслаивающимися с оранжево-желтыми супесями и суглинками в нижней части и серыми галечниками в верхней. Общая мощность отложений в предгорьях 20-50 м. В пределах бассейна они замещаются мелкообломочными фациями, кровля которых залегает на глубине около 100 м. Здесь отложения свиты представлены песками, галечниками, илами, мелкими песками и суглинками преимущественно аллювиального и частично озерного происхождения. Мощность отложений достигает 150 м.

Верхнеплейстоценовые отложения рассматриваемой территории включают в себя свиту синьцзян, лессовые отложения и верхнеплейстоценовые моренные горизонты, распределение которых жестко геоморфологически детерминировано.

Отложения свиты **синьцзян (xinjiang) (Q_{3xj})** обнажаются преимущественно по периферии Джунгарской впадины, где формируют широкие речные террасы с первой по третью, предгорные шлейфы и отдельные конусы выноса. Они состоят преимущественно из гравийников с подчиненным значением песков и глин пролювиального и аллювиально-пролювиального происхождения. Мощность отложений в предгорьях колеблется от 10 до 200 м. В пределах впадины отложения свиты залегают на глубине 4-60 м. Они представлены в основном аллювиальными желтовато-серыми галечниками, песками и супесями, имеются отдельные линзы озерных отложений, состоящие из илов, глин и мелких песков. Мощностью отложений этого типа разреза 20-70 м. Лессовые отложения перекрывают пролювиальные шлейфы и аллювиальные террасы у подножий Китайского Тянь-Шаня и Алтая. Их мощность местами

достигает 20-50 м. Верхнеплейстоценовые морены распространены в высокогорье в верховьях долин. Суммарная мощность верхнеплейстоценового моренного комплекса составляет до 60 м.

Голоценовые отложения (Q₄) широко представлены по всей впадине и горному обрамлению. Ледниковые отложения у окончаний современных ледников формируют моренные валы Малой ледниковой эпохи мощностью 20-50 м. В Джунгарском бассейне локально развиты маломощные пролювиальные, аллювиальные и озерные образования. Эоловые отложения формируют песчаную пустыню Гурбантунгут в центральной части бассейна. Есть упоминания, что высота барханов достигает здесь местами 100 м. (**The Quaternary..., 1991**), однако обычно их высота составляет 20-25 м, на северо-востоке до 40-50 м

Анализ геологического строения Джунгарской впадины позволяет сделать вывод, что сходная с современной палеогеографическая ситуация неоднократно возникала на протяжении последних 300 млн.л.

Существует несколько способов обозначить временные рубежи орогенных событий образывавших «раму» из горных сооружений вокруг жесткого Джунгарского блока с неизменно равнинным рельефом.

Палеогеографическая интерпретация стратиграфических данных, является наиболее старым и надежным [Саидов, 1956, Саидов и др., 1958], хотя и наименее точным методом, не утратившим своего значения до настоящего времени [Li et al., 2004, 2005; Zhu et al., 2006]. Анализ строения осадочного разреза Джунгарской впадины проведенный в предыдущем разделе позволяет с учетом всех новых стратиграфических данных выявить следующую последовательность эпизодов горообразования по ее периферии, сопровождавшихся интенсификацией эрозионных процессов и формированием валунно-галечных горизонтов в разрезе. Наиболее древним, первым на континентальном этапе был пермский орогенез, распадающийся на два эпизода 275 и 250 млн. л. На севере и востоке впадины он сопровождался вулканическими явлениями.

Геометрия впадины в это время несколько отличалась от современной, поскольку она распадалась на два бассейна, разделяемая горстом по линии горы Карамайли - хребет Саур. Вторым по счету был триасовый орогенез 215-230 млн. л. Вулканическими проявлениями он не сопровождался, конфигурация впадины была близкой к современной, горы существовали по ее периферии. Третьим по счету был юрский орогенез 160-200 млн. л. Судя по тому, что в пределах впадины в его ходе отлагались в основном песчаники, он носил умеренный характер и крупных горных сооружений по периметру впадины не возникало. Четвертой орогенной эпохой бала меловая 65-100 млн. л. Горные сооружения этого возраста формировались главным на границах южной части впадины, поскольку во впадинах Алтае-Саянской области в это время грубообломочные отложения не формировались [Новиков, 2004]. Ранний и средний палеоген был временем тектонического покоя и регионального выравнивания. В олигоцене начинается неотектоническая активизация региона, являющаяся пятой по счету на континентальном этапе. Новейшая активизация включает в себя две основные фазы: олигоценовую 23-33 млн. лет и неоген-четвертичную с 1.2-7.6 млн. лет по настоящее время. Неотектоническая активизация сопровождалась в неогене единичными излияниями базальтов в восточной части впадины.

Появившиеся в последнее время данные трекового анализа (apatite fission track) позволяют реконструировать термическая история пород горного обрамления Джунгарской впадины и указывает на раннеюрскую (200-180 млн. л), среднемеловую (115-95 млн. л) и постолигоценовую (начиная с 24 млн. л) эпохи орогенеза [Yuan et al, 2006; Chen et al., 2008 Li et al., 2008]. Аналогичным методом к северу от рассматриваемой территории устанавливаются мезозойская эпоха активизации и позднемиоценовая–плиоценовая [De Grave et al, 2007]. Эти данные в целом не противоречат результатам палеогеографической интерпретации разреза Джунгарской впадины. Магнитостратиграфические исследования,

получившие развитие в регионе в последнее десятилетие позволяют детализировать постмеловую историю деформаций южной окраины Китайского Тянь-Шаня. Здесь выделяются эпизоды интенсивного поднятия Китайского Тянь-Шаня (26-22.5, 13-11, 7 млн. л), разделенные периодами относительной тектонической пассивности [Ji et al, 2008]. По другим данным выделяются два эпизода поднятия Китайского Тянь-Шаня: 16-15 млн. л, 11-10 млн. л и моложе 7.6 млн. л, кроме того, отмечены молодые (<5 Ma) повороты блоков до 15-20° против часовой стрелки, что объясняется сдвиговыми перемещениями по разломным ограничениям блоков Тянь-Шаня [Charreau et al, 2009]. Анализ миграции и смещения нефти Джунгарского бассейна показывает, что миграции нефти имели здесь место в связи с тектоническими активизациями в поздне триасовое, юрское и меловое время, а газовые миграции происходили в основном в кайнозойе [Cao et al, 2006].

Таким образом, четыре независимых подхода дают сходную картину истории орогенных событий, проявившихся по периферии Джунгарской впадины на континентальном этапе ее развития.

Неотектоника и сейсмичность

Основные закономерности неотектонического строения и сейсмического процесса периода инструментальных наблюдений целесообразно рассматривать в пределах несколько более значительной территории, чем территория Джунгарской впадины и ее непосредственное горное обрамление для того чтобы иметь более полную картину неотектонической активизации территории.

Сейсмичность рассматриваемой территории является важнейшим источником информации о современном геодинамическом процессе, структурных и реологических особенностях литосферы. Для северной части исследуемого района (севернее 46° с.ш.) наиболее обоснованной фактическими данными обзорной работой является статья Н.Д.

Жалковского с соавторами [Жалковский и др., 1995], в которой по результатам наблюдений региональной сети сейсмических станций за 1963-1991 гг., исследуются основные закономерности пространственного распределения землетрясений Алтае-Саянской области. Сейсмичность Казахстана, охарактеризована в ряде работ, например, [Курскеев и др., 2000]. Общая характеристика сейсмичности китайской территории рассматривались в [Liu et al., 2007]. Основные особенности сейсмичности Монголии представлены в работах [Klyuchevskii, et al., 2007, Джурик и др., 2009].

В качестве основного исходного материала для анализа пространственного распределения землетрясений использовались каталоги инструментально зарегистрированных землетрясений России и Китая за период 1970-2011 гг. [Новиков и др., 2014]. Пограничное положение региона приводит к тому, что ни один из каталогов, поддерживаемых государственными сейсмологическими службами, не охватывает его целиком. Для обработки и анализа сейсмологической информации использовалась геоинформационная система EEDB [Dyadkov, Mikheeva, 2010].

Неотектоническая структура региона до настоящего времени остается очень неравномерно изученной. Ранние исследования базировались на фиксистой модели, но правильно выявили позицию наиболее ярких неотектонических структур [Моисеенко, 1969; Масарский, Рейснер, 1971]. После того как на новом витке тектонической мысли были востребованы идеи Э. Аргана о природе геологической эволюции Центральной Азии [Argand, 1924; Арган, 1935], современные неотектонические исследования рассматривают молодую активизацию региона как результат регионального сжатия, но остаются все еще очень схематичными [Хаин, 1990; Юань, 1990; Копп, 1997; Трифонов, 1999]. Для рассматриваемой территории имеется достаточно полный каталог активных в голоцене разломов [Трифонов и др., 2002], который мы

используем при своих построениях. Наиболее хорошо в неотектоническом отношении изучен район Горного и Монгольского Алтая [Новиков, 2004].

В настоящее время большинство исследователей кайнозойской тектоники региона разделяет точку зрения Э. Аргана [1935], которая принимает в качестве ведущей силы неотектонических деформаций Индо-Евразийскую коллизию [Хаин, 1990].

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 – обстановка горизонтального сжатия. Реологическая неоднородность проявлена в наличии двух классов объектов: крупных относительно жестких доменов и раздробленных зон, в которых происходят движения по основным новейшим разломам (рис. 3.3).

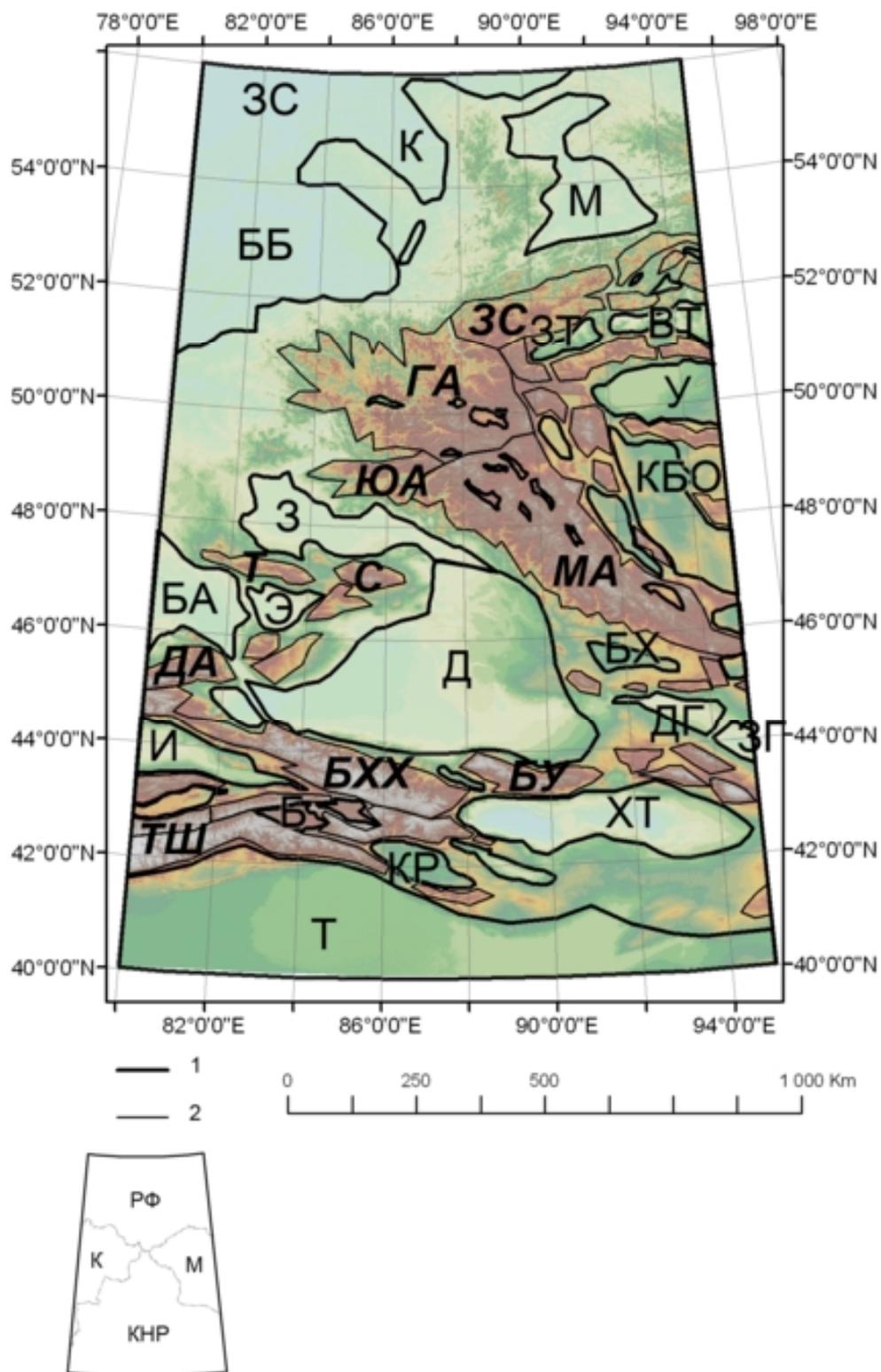


Рис. 3.3. Система жестких блоков и зон неотектонической раздробленности западной части Алтае-Саянской горной области, Китайского Тянь-Шаня и прилегающих территорий (по Новиков и др., 2014)

А. Схема блоковой делимости. 1 – Границы жестких блоков, выраженных в рельефе в виде равнин, 2 – границы раздробленных мобильных зон, выраженные в рельефе в виде высоких горных сооружений.

Основные жесткие блоки: Западно-Сибирская группа (ЗС): Бийско-Барнаульский (ББ), Кузнецкий (К), Минусинский (М). Монголо-Тувинская группа: Западно-Тувинский (ЗТ), Восточно-Тувинский (ВТ), Убсунурский (У), Котловины Больших Озер (КБО). Джунгаро-Балхашская группа: Балхашско-Алакольский (БА), Эмельский (Э), Джунгарский (Д), Зайсанский (З), Илийский (И), Баянбулакский (Б), Барун-Хурайский (БХ), Джунгаро-Гобийский (ДГ), Заалтайско-Гобийский (ЗГ), Хами-Турфанский (ХТ). Таримская группа: Таримский (Т), Карашарский (КР).

Основные мобильные зоны: Большой Алтай: Горный Алтай (ГА), Монгольский Алтай (МА), Южный Алтай (ЮА); Западный Саян (ЗС), Саур (С), Тарбагатай (Т), Джунгарский Алатау (ДА), Китайский Тянь-Шань: Боро-Хоро – Ирэн-Хабырга (БХХ), Богдо-Ула (БУ), Тянь-Шань (ТШ)

Б. Административная принадлежность: РФ – Россия, К – Казахстан, М – Монголия, КНР – Китай.

Жесткие домены объединяются в четыре основные группы. Западно-Сибирскую, Монголо-Тувинскую, Джунгаро-Балхашскую и Таримскую.

Центральные части блоков лишены существенных деформаций, на их краях под воздействием мобильных зон проявлены пликативные и в меньшей степени дизъюнктивные деформации. Проведенный геоморфологический и морфотектонический анализ с привлечением имеющихся опубликованных геологических данных позволил не только выявить основные мобильные зоны региона, но и построить модель их разломной сети и для большей части разломов дать кинематическую интерпретацию (**рис. 3.4**) [**Новиков и др, 2014**] Использовалась методика, разработанная на материале мобильной зоны Большого Алтая [**Новиков, 2004**]. Вертикальные перемещения оценивались по деформациям реперных поверхностей денудационной и осадочной природы, а горизонтальные по смещению геоморфологических и геологических элементов.

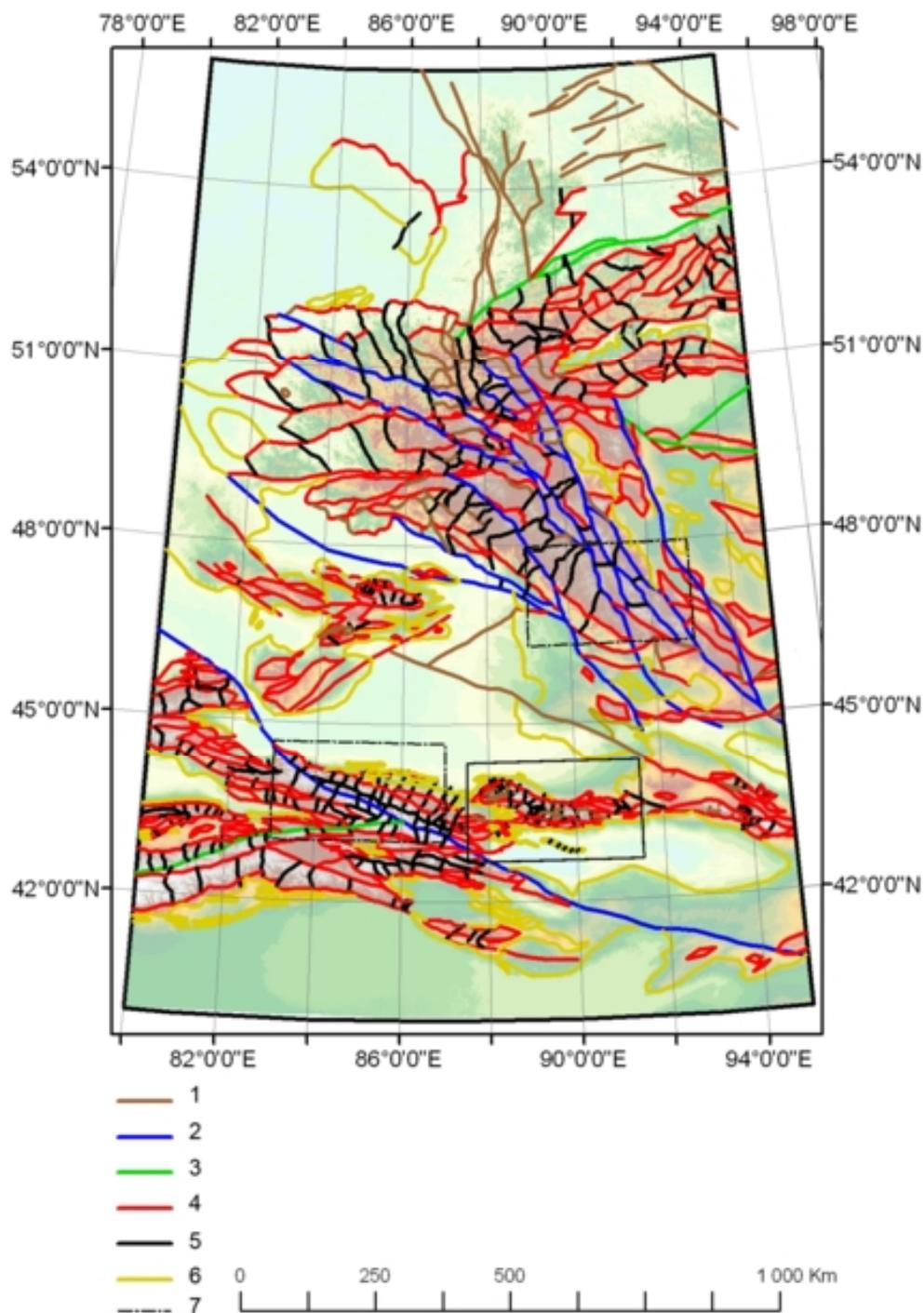


Рис. 3.4. Соотношение неотектонических разрывных нарушений разных кинематических типов западной части Алтае-Саянской горной области и прилегающих территорий (по Новиков и др., 2014).

В качестве подложки использована модель теневого рельефа по данным SRTM/ Разломные зоны (1-5): 1 – неясной кинематики, 2 – правые сдвиги и взбрососдвиги, 3 – левые сдвиги и взбрососдвиги, 4 – взбросы и надвиги, 5 – сбросы и грабены. Пликативные структуры: 6 – границы сводовых поднятий.

7 – границы участков, показанные на рис. 3.4.

По рисунку, образуемому неотектоническими нарушениями разного кинематического типа, мы выделяем три основных типа мобильных зон рассматриваемой территории (**Рис. 3.5**).

Первый тип образует система субпараллельных *правосдвиговых зон, ассоциированных со сжатием*. К этому типу относится мобильная зона Большого Алтая. Она имеет северо-западное простирание и ориентирована под углом около 30-40° к оси регионального сжатия. Основу рисунка ее новейших разрывных нарушений образуют от 5 до 7 правосдвиговых зон часто с выраженной взбросовой составляющей, краевые зоны образуют границы мобильной зоны, а осевые, протягиваются вдоль всего весь горного пояса и трассируются цепочками межгорных впадин. Оперяющие структуры северного простирания имеют сбросовый и раздвиговый характер, а оперения субширотного простирания - взбросовый.

Второй тип образуют *зоны чистого сжатия*. К этому типу относится большое количество мобильных зон и их отдельных частей: Западный Саян, Танну-Ола, Южный Алтай, Джунгарский Алатау, Богдо-Ула. Все они имеют субширотное простирание и ориентированы поперек оси регионального сжатия. Их главными структурами являются системы взбросов, образующих границы зон и формирующие уступы на склонах горных сооружений. В примыкающих к зонам этого типа впадинах наблюдаются наиболее интенсивные складчатые дислокации чехла. Помимо взбросов в структурном рисунке зон сжатия присутствуют поперечные сбросы, разбивающие надвиги на отдельные сегменты и осевые раздвиги, параллельные простиранию мобильных зон, связанные с

их растяжение по осевым линиям в связи расседанием при надвигании по краевым взбросам на блоки обрамления.

Третий тип образуют *зоны сжатия, ассоциированные со сдвигами*. Они характерны главным образом для южной части, рассматриваемой территории. Это переходный тип между двумя вышеописанными. К нему относятся мобильные зоны восточного окончания Тянь-Шаня и Боро-Хоро – Ирен-Хабырга. В первом случае осевую линию структуры занимает левосдвиговая зона Южного Тянь-Шаньского разлома, а во втором правосдвиговая зона Северного Тянь-Шаньского разлома.

Зоны сдвига ориентированы примерно под углом 45° к оси регионального сжатия. Они дополняются системами взбросов, субпараллельными или ориентированными под острым углом к сдвигам и поперечными зонами растяжения. В ходе сжатия в этих зонах реализуется как сдвигание блоков, так и их надвигание на блоки обрамления. Для этих зон характерны максимальные абсолютные и относительные высоты образуемых ими горных сооружений и, возможно, они являются крайними стадиями развития зон чистого сжатия, когда горизонтальное сжатие уже не может реализоваться исключительно надвиганием блоков мобильных зон друг на друга и на блоки обрамления.

Рассматриваемая территория характеризуется высокой и крайне неравномерно распределенной сейсмичностью. Сведения о сейсмичности западной части Алтае-Саянской горной области и прилегающих к ней с юга регионов анализируются в целом ряде работ [Хованова, 1961; Масарский и др., 1964, 1968, 1971; Жалковский, 1967; Жалковский и др., 1978, 1979; 1980; Рейснер, 1971; Благовидова и др., 1986]. Из-за большой удаленности станций наблюдения ошибка в определении эпицентров землетрясений могла достигать 100 км [Новый..., 1977].

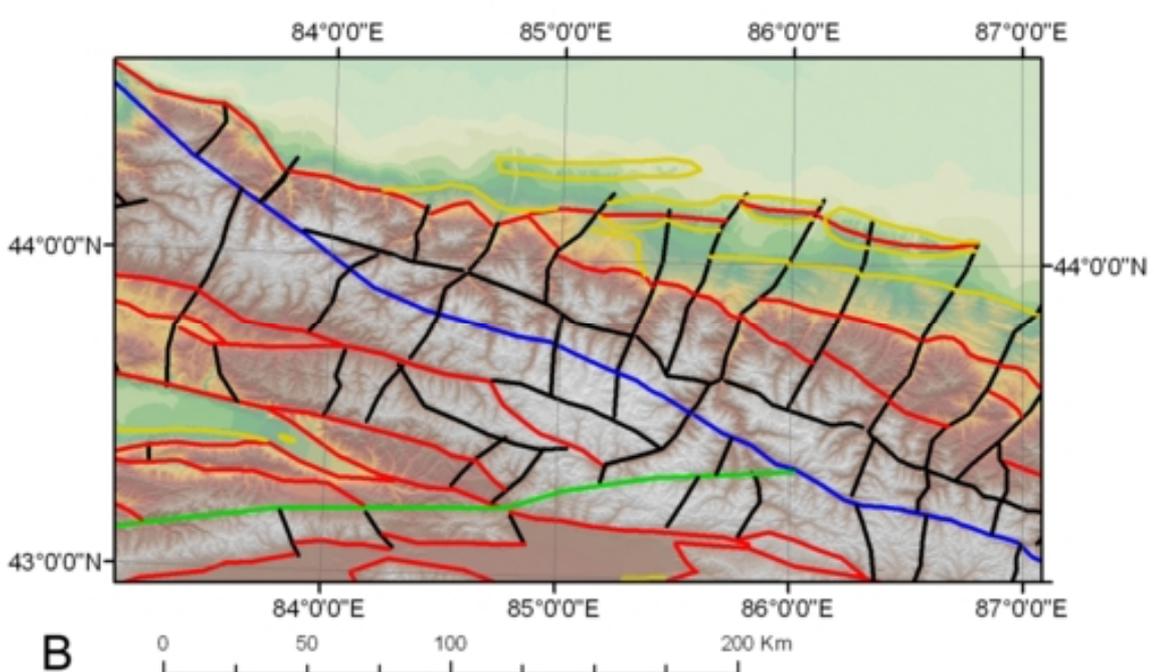
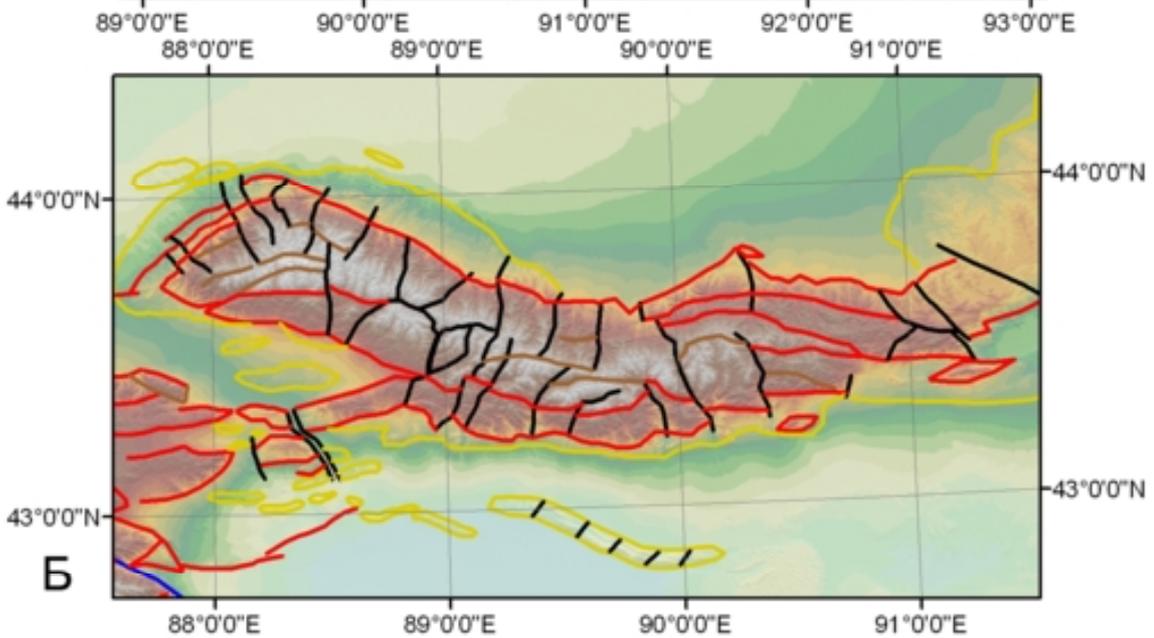
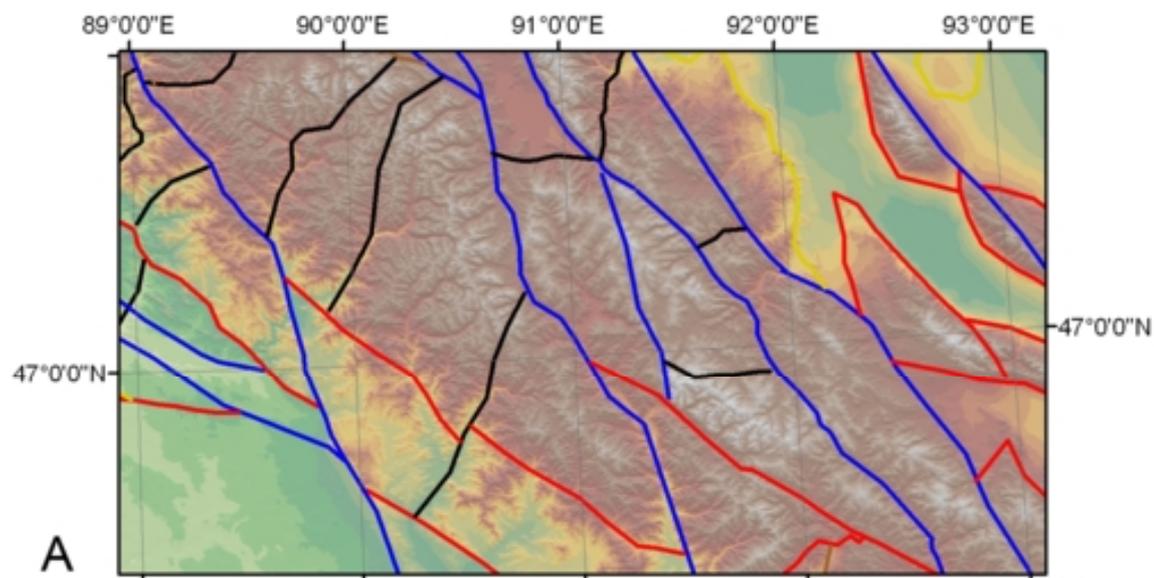


Рис. 3.5. Структурный рисунок новейших нарушений (по Новиков и др., 2014):

А - правосдвиговой зоны, ассоциированной со сжатием (на примере центральной части Монгольского Алтая), **Б** - зоны фронтального сжатия (на примере хребта Богдо-Ула),

В - зоны сжатия, ассоциированной с правым сдвигом (на примере хребтов Боро-Хоро и Хабырга). Условные обозначения разрывных нарушений см. рис. 2.4

Региональная сеть сейсмостанций начала создаваться в 1959-1962 гг. Большинство упомянутых выше исследований основывались на результатах кратковременных наблюдений, полученных на протяжении 60-х годов. Наиболее обоснованной фактическими данными обзорной работой является статья Н.Д.Жалковского с соавторами [1995], в которой по результатам наблюдений региональной сети сейсмических станций за 1963-1991 гг. исследуются основные закономерности пространственного распределения землетрясений Алтае-Саянской области и степень ее дифференциации по частоте возникновения землетрясений. Ряд особенностей развития сейсмического режима этого региона, в том числе связанных с подготовкой и реализацией Алтайского (Чуйского) землетрясения 27.09.2003, $M=7.3$, рассмотрены в работах [Еманов и др., 2005; Дядьков, Кузнецова, 2008].

Пространственное распределение представительности каталогов в 1990-е и 2000-е годы приводится в работе [Еманов и др., 2010]. Поскольку в китайском каталоге для всех событий использовалась локальная магнитуда M_L [CSN catalog], и только для части событий была приведена магнитуда M_s , то была определена зависимость между M_L и M_s как в линейной, так и в квадратичной форме. Линейная зависимость $M_s = 0.73 M_L + 0.89$ действующая для интервала $M_L = 3.9-5.5$ была использована для пересчета M_L в M_s . Используя формулу Т.Г. Раутиан ($M = (K-4)/1.8$) [Раутиан, 1960], энергетический класс событий в Алтае-Саянском каталоге был пересчитан в магнитуду [Новиков и др., 2014]. Для анализа

параметров сейсмического режима использовалась геоинформационная система «Expert Earthquake Data Base» [Dyadkov, Mikheeva, 2010].

На карте пространственного распределения землетрясений (рис. 3.6) показаны распределение землетрясений с $M > 3$, произошедших в период с 1970 по 2011 год, и сейсмическая активность $A_{10} M > 3,0$ за период 1985-2011 гг. К северу от Джунгарского блока крупнейшие активизации, начавшиеся в это время (Зайсанская, 1990 г., $M=6.9$; Чуйская, 2003 г., $M=7.3$), а также продолжения более ранних активизаций, например, Фуюньской (1931 г., $M=7.9$) приурочены к крупным сдвиговым границам мобильных зон или к их взбросовым оперениям 1-го порядка (Урэг-Нурская, 1970 г. $M=7$).

К югу от Джунгарской впадины трудно говорить об отдельных 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.

5

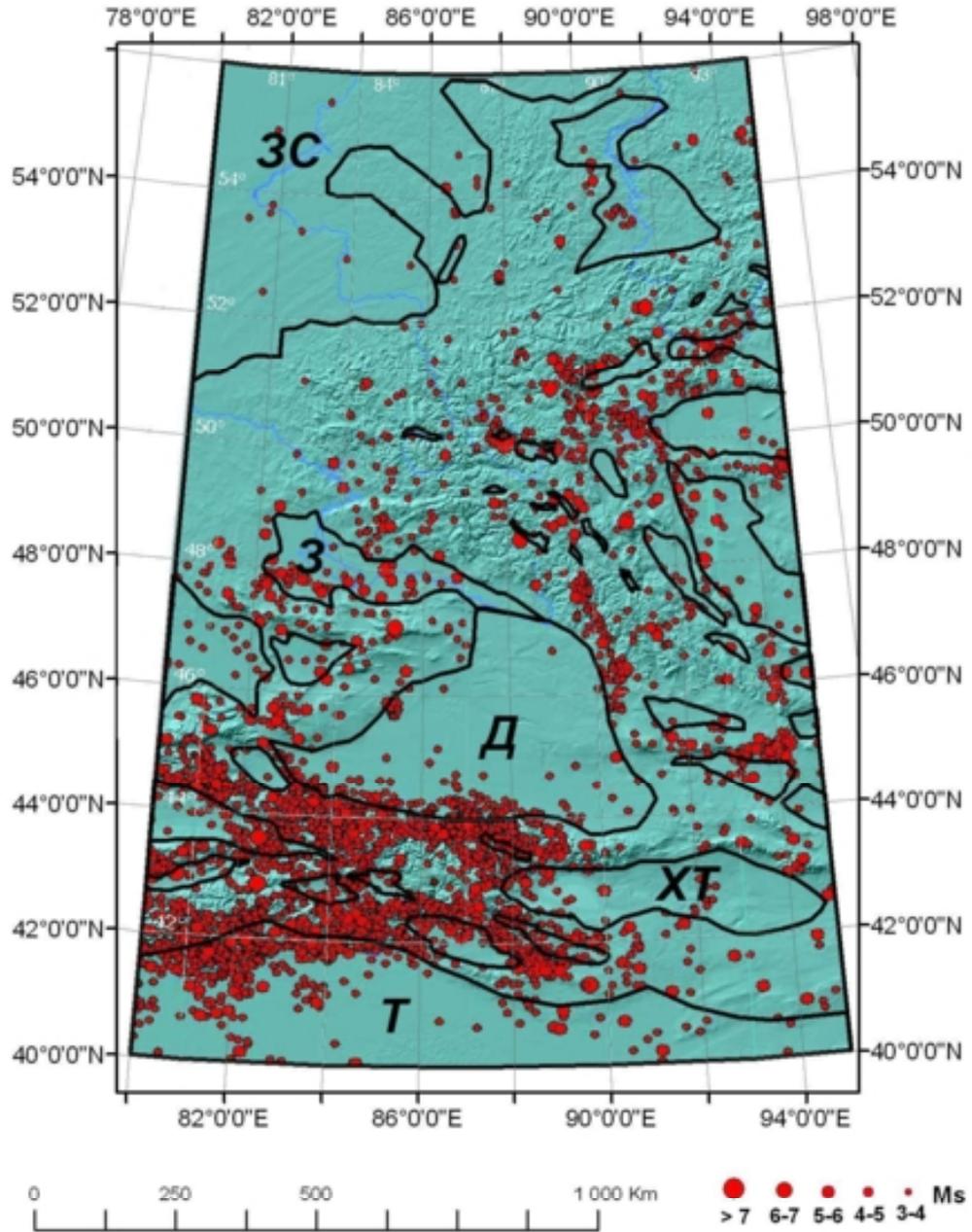


Рис. 3.6. Карта эпицентров землетрясений за период с 1970 по 2011 г.г. с магнитудами $M_s > 3$. Буквенные обозначения жестких блоков: Западно-Сибирский (ЗС), Джунгарский (Д), Зайсанский (З), Хами-Турфанский (ХТ), Таримский (Т)

Выдавливание коровых масс в нижнее полупространство вызывает утолщение земной коры под мобильными зонами Тянь-Шаня до 50-55 км, в то время как в пределах Таримского и Джунгарского блоков ее мощность не превышает 40-45 км [Wang, Chen, 2004]. Предполагается, что структура дислокаций Манасского землетрясения (1906 г., $M=7.7$) у южной границы Джунгарии формировалась в условиях близгоризонтального сжатия и включала как взбросовую составляющую, так и детачмент в северном направлении по близгоризонтальной поверхности на глубине ~ 20 км [Wang et al., 2004].

При изучении сейсмодислокаций на Фуюньском разломе определено, что кроме землетрясения 1931 года, $M_w=7.9$, их сформировали, по крайней мере, еще 3-5 сильных землетрясения, произошедших в более раннее время [Klinger et al., 2011]. Как было показано ранее [Molnar, Tapponnier, 1975; Зоненшайн, Савостин, 1979; Добрецов и др., 1995], и позже подтверждено результатами GPS наблюдений [Yang et al., 2005; Liu et al., 2007], основным источником геодинамического процесса в рассматриваемом регионе является Индо-Евразийская коллизия. Результаты численного моделирования с использованием 2D и 3D моделей литосферы Центральной Азии и Алтая подтверждают главенство этого энергетического источника для геодинамических процессов в деформационном поясе между Западно-Сибирским и Таримским блокам [Дядьков и др., 2004, 2009].

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]. В русскоязычной научной литературе данный подход обозначен как метод выделения «генетически однородных поверхностей», в англоязычной литературе аналогичное направление имеет общее обозначение «land systems».

Использование вышеупомянутого подхода удобно в практическом отношении, а также очень перспективно, поскольку позволяет в обозримом будущем вывести геоморфологическую теорию на новый уровень. На новом уровне появится возможность 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 с детальностью соизмеримой с детальностью картографических моделей текущего состояния рельефа. Как и любая полноценная теоретическая модель, данный подход имеет высокую практическую значимость. В настоящее время он находит применения в некоторых специфических областях практики, в частности в военном деле, где позволяет осмысленно проводить топографическую и инженерную разведку местности по дистанционным данным, представлять результаты в виде цифровых карт для использования во внедряющихся в автоматизированных системах управления [Мамедов, Новиков, 2013].

Принимается что отдельные грани рельефа образуют закономерные сочетания - морфогенетические типы рельефа. Анализ присутствия разных типов граней рельефа в характерных морфогенетических типах рельефа с установлением пороговые значений для каждого типа позволит в

перспективе формализовать их выделение. Это будет существенным шагом в развитии технологий автоматизированного составления прикладных карт на геоморфологической основе.

В рамках проводимых нами прикладных исследований проводится крупномасштабное картографирование набора эталонных участков, характеризующего основные типы местностей Джунгарии. Для этого на эталонных участках выявлены все типы элементарных поверхностей, проведен анализ их распространения, прогноз их инженерно-геологических свойств. Проведена первичная полевая заверка результатов. Разрабатываются легенды и структуры тематических слоев ГИС, содержащие детализированные блоки геоморфологических, инженерно-геологических данных высокого разрешения.

Геологические, геоморфологические и неотектонические структуры смежных районов России, Казахстана и Монголии имеют свое продолжение в Северном Синьцзяне. Отсутствие данных по этому району служит серьезным ограничением при построении геолого-геоморфологических моделей Центральной Азии. Поэтому скорейшее вовлечение в российский научный обиход сведений по геологии и геоморфологии данного района более чем актуально. Этот процесс уже начался и опубликованы данные о современных движениях по разломам в регионе [Трифонов и др., 2002] и результаты палеогеографического анализа геологического строения чехла Джунгарской впадины [Новиков, 2013]. Кроме того, данный район традиционно служащий северо-западными воротами Китая (через него в Средние века проходил Великий шелковый путь), в настоящее время является особой экономической зоной благоприятной для международного сотрудничества и на его территории планируется реализация крупных международных проектов в области транспортной инфраструктуры. Это делает актуальным анализ транспортной связности данной территории, как лимитирующего условия при реализации многих проектов.

За 50 лет прошедших с момента прекращения тесного научного сотрудничества между КНР и СССР китайские геологи успешно 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. 4.1.).

Джунгарская равнина со всех сторон окружена горами. Поскольку горные сооружения возникли на неотектоническом этапе в ходе блоковых движений, границы равнины однозначно распознаются на местности и проводятся по подножьям краевых тектоногенных уступов блоков обрамления (Новиков, 2013). В плане Джунгарская равнина имеет форму равностороннего треугольника со стороной около 530 км.

Площадь равнины составляет около **223,5 тыс. км²**, а площадь равнины вместе с окружающими ее горными хребтами (целиком, а не только обращенных к ней склонов) – около **360 тыс. км²**. Поверхность равнины в целом почти плоская, имеет небольшой наклон с востока на запад.

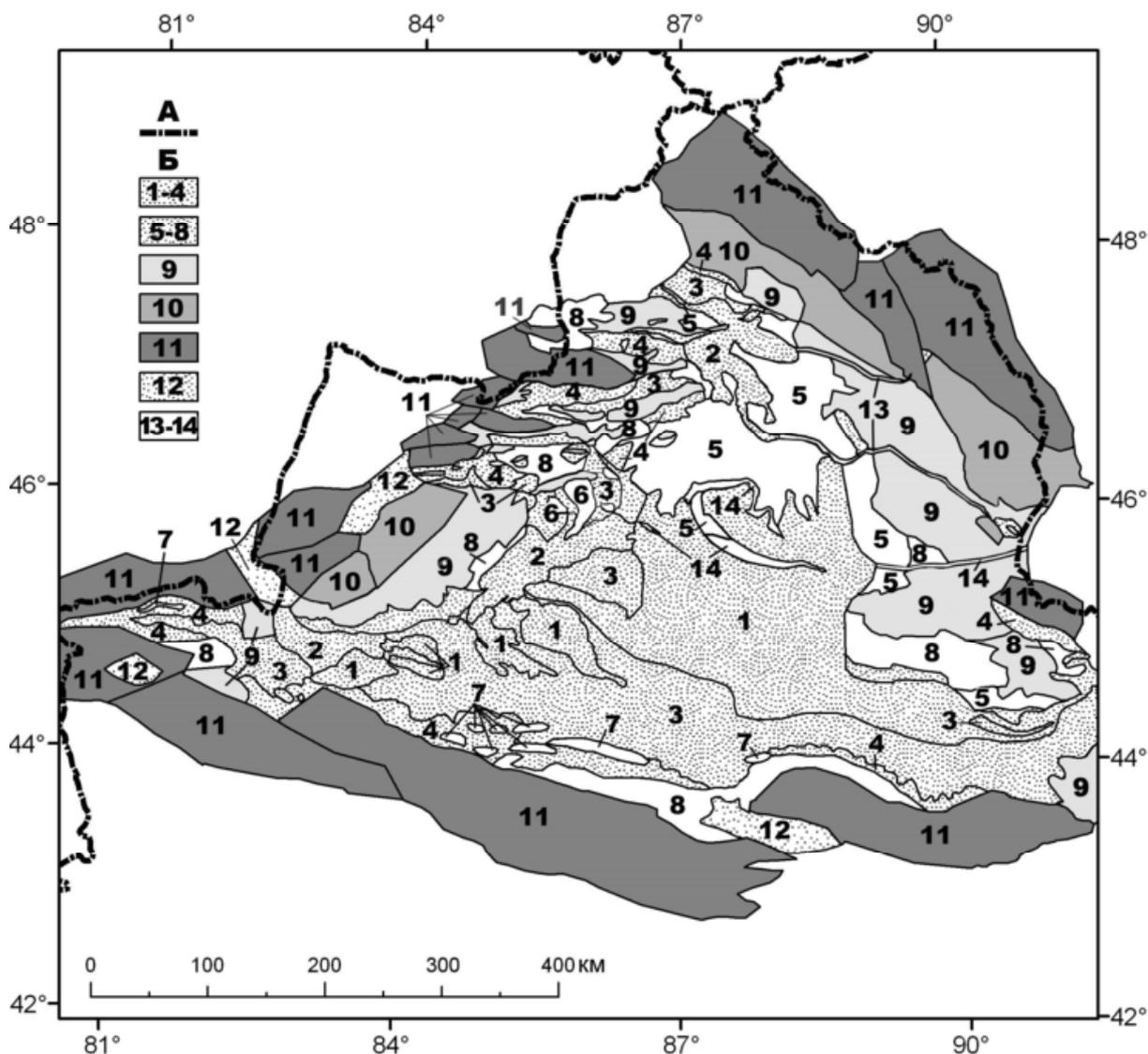


Рис. 4.1. Геоморфологическая карта Джунгарской впадины и прилегающих горных сооружений (по данным геоморфологической съемки масштаба 1:500 000 с упрощениями).

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 пенеппен, структурный микрорельеф с невысокими структурными возвышенностями

Денудационный рельеф горного обрамления Джунгарской впадины:

среднегорные (10) системы слабослаборасчлененных 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.

Масштаб составленной геоморфологической карты 1:500 000, что за редкими исключениями не позволяет выделять генетически однородные поверхности. Поэтому основной картографической единицей являлись морфогенетические типы рельефа, представляющие генетически

обусловленные закономерно-повторяющиеся сочетания генетически однородных поверхностей (рис. 1.5).

В пределах рассматриваемой территории выделяются три концентрически расположенных района: **днище впадины, предгорье (переходная зона), горное обрамление**, представленные сочетанием разных геоморфологических формаций. Первые два района образуют собственно Джунгарскую равнину.

РЕЛЬЕФ ДНИЩА ДЖУНГАРСКОЙ ВПАДИНЫ

Днище впадины разнородно в геоморфологическом отношении. Оно включает в себя следующие морфогенетические типы рельефа: эоловых равнин, озерных равнин, аллювиально-пролювиальных равнин, пролювиальных равнин, пластовых равнин и передовых хребтов.

Эоловые равнины занимают центральную часть Джунгарской равнины, образуя пояс, протягивающийся с запада на восток на 700 км. Максимальной ширины (240 км) он достигает в центральной части впадины. По нашим данным площадь эоловых равнин Джунгарии составляет 46,8 тыс. км² или около 21% от общей площади Джунгарской равнины. Близкие данные (46 тыс. км²) для площади эоловых равнин Северного Синьцзяна приводит Э.М.Мурзаев (1966). Им же достаточно подробно описаны формы рельефа эоловых равнин. Современные материалы (Wang, 2005, 2006) содержат карты типов рельефа эоловых равнин и подтверждают основные выводы Э.М.Мурзаева о том, что эта формация сформировалась в позднечетвертичное время в ходе ветровых перемещения и аккумуляции как автохтонных озерно-аллювиальных песков, так и песчаного материала, поступившего в ходе дефляции с севера Джунгарской равнины. В голоцене формирование равнин продолжалось и пески наступали на юг впадины, но в последнее время процесс сильно замедлился за счет закрепления песков растительностью (рис. 4.2, 4.3). Большая часть эоловых равнин Джунгарии представляет собой грядовые,

бугристые, лунковые и ячеистые полужакрепленные пески. Незакрепленные пески существуют в настоящее время только в западной части Джунгарской равнины, где наряду с перечисленными типами, развиты также барханные пески. Высота барханов и песчаных гряд 15-30 м, глубина песчаных лунок и ячей 12-25 м. Протяженность песчаных гряд местами достигает 6-10 км. Абсолютные высоты эоловых равнин плавно снижаются с 1100 до 200 м в западном направлении.



Рис. 4.2. Вид с севера на пески Гурбантюнгут. На переднем плане денудационная пластовая равнина. Фото И.С.Новикова.



**Рис. 4.3. Центральная часть пустыни Гурбантүнгүт.
Фото И.С.Новикова.**

Озерные равнины протягиваются вдоль западной границы Джунгарской равнины, образуя прерывистую полосу протяженностью 500 и шириной до 50 км. Озерные равнины Джунгарии сформировались в позднем плейстоцене и голоцене в ходе аккумуляции песчано-глинистого материала в озерных бассейнах, существовавших в зоне наименьших гипсометрических отметок этой этого бассейна внутреннего стока. Общая площадь озерных равнин Джунгарии 12,2 тыс. км², что составляет около 5% площади Джунгарской равнины. Выделяются три пространственно разобщенные равнины Эбинур, Манас, Улюнгур, названные по современным остаточным озерным бассейнам, занимающим сейчас около 20% площади озерных равнин. В позднем плейстоцене озерные бассейны занимали всю площадь озерных равнин, но в единый бассейн не объединялись. В голоцене произошло их поэтапное усыхание, зафиксированное в серии береговых уступов, разделяющих разные гипсометрические уровни озерных равнин. Высота отдельных уступов

обычно менее 10-15 м. Отдельные замкнутые понижения заняты солончаками и такырами. Наиболее высокие уровни долин расчленены редкой сетью эрозионных рытвин глубиной до 5 м. Абсолютные высоты равнины Эбинур (2,4 тыс. км²) составляют от 400 до 200 м, площадь современного озерного бассейна составляет около 40% площади равнины. Нижние уровни равнины заняты солончаками, верхние подвержены интенсивной дефляции. Абсолютные высоты равнины Манас (4,7 тыс. км²) ступенчато снижаются с 465 до 426 м. Значительная часть ее площади занята солончаками и болотами. Озера Манас и Айрык Нур занимают менее 5% площади равнины. Абсолютные высоты равнины Улюнгур (4,7 тыс. км²) составляют 750-660 м. Через северную часть равнины протекает Черный Иртыш, долина которого почти не врезана в поверхность равнины. Озера Урунгу и Бага Нур занимают около 30% площади равнины. В северной части равнины, к северу от Черного Иртыша осадки равнины местами преобразуются эоловыми процессами с формированием бугристых песков, на остальной площади поверхность равнины сильно заболочена. В настоящее время через систему каналов водой из Черного Иртыша производится пополнение озера Урунгу и обводнение озерной равнины Манас.

Аллювиально-пролювиальные равнины широкой полосой протягиваются вдоль южной границы Джунгарской равнины, обрамляя с юга эоловые равнины. Фрагментарно аллювиально-пролювиальные равнины развиты вдоль северо-западной границы Джунгарской равнины, занимая позицию между озерными равнинами и предгорьями. Для северо-восточной границы аллювиально-пролювиальные равнины не характерны. Формирование аллювиально-пролювиальных равнин происходило в позднем плейстоцене и раннем голоцене в ходе флювиальной эпохи, связанной вероятно с процессами дегляциации, когда большие объемы песчано-галечного материала выносились за пределы горных сооружений многочисленными временными и постоянными водотоками. Аллювиально-

пролювиальные равнины юга Джунгарской равнины перекрыты сплошным маломощным плащом голоценовых лессовидных суглинков, образованным пылевым переносом с эоловых равнин. Их аналоги, расположенные вдоль северо-западной границы, как правило, лишены лессового покрова. Аллювиально-пролювиальные равнины Джунгарии занимают около 47,6 тыс. км², что составляет 21% от площади Джунгарской равнины. Южная равнина протягивается на 650 км при максимальной ширине 90 км. Ее площадь 35,3 тыс. км², или 74% от общей площади распространения этой формации в Джунгарии. Аллювиально-пролювиальные равнины всегда имеют слабый наклон к центру впадины, составляющий 3-4 м/км (0°20'). Абсолютные высоты верхней границы южной равнины снижаются с востока на запад с 950 до 680 м, а нижней границы с 600 до 540 м. Она, за исключением заболоченной полосы вдоль северной границы, является наиболее населенной и используемой в растениеводстве частью Джунгарии. Микрорельеф аллювиально-пролювиальных равнин при наличии лессового покрова ограничивается слабо развитой сетью врезанных на первые меры эрозионных форм. При отсутствии лессового покрова микрорельеф несколько более контрастен и представлен реликтовыми русловыми ложбинами временных водотоков. Немногочисленные постоянные водотоки, стекающие с Тянь-Шаня на южную аллювиально-пролювиальную равнину, редко достигают ее границы с эоловой равниной, поскольку разбираются каналами многочисленных ирригационных систем. На крайнем востоке равнины, где отсутствуют современные постоянные водотоки, функционируют системы кяризов, что является редкостью для Джунгарской впадины.

Пролювиальные шлейфы представляют собой слившиеся между собой конусы выноса, сложенные грубообломочным валунно-галечным материалом, в основном сформировавшиеся в среднем и позднем плейстоцене в период значительно большей, чем сейчас водности временных потоков. В голоцене формирование продолжается на

отдельных участках. Современные водотоки врезаны в поверхность пролювиальных равнин на первые десятки метров. Суммарная площадь пролювиальных равнин составляет 22,9 тыс. км², или около 10% площади Джунгарской равнины. Пролувиальные равнины Джунгарии развиты вдоль южной и северо-западной границ Джунгарской равнины и окаймляют ограничивающие ее предгорья. Они протягиваются в виде полос протяженностью от 50 до 250 км, шириной от 10 до 25 км с уклоном к центру равнины 25-35 м/км (1°40' - 2°10'). Абсолютные высоты верхних границ пролювиальных равнин составляют 900-1200 м, редко до 1900 м, отметки нижних границ на 300-400 м меньше. Микрорельеф пролювиальных равнин представлен веерообразно расходящимися вниз по склону русловыми ложбинами и валами. Относительные перепады высот достигают 20-30 м на коротких расстояниях.

Пластовые равнины занимают большую часть территории севера Джунгарской равнины. Наиболее крупные равнины имеют протяженность 120-160 км при ширине 30-70 км. Суммарная площадь пластовых равнин около 24,7 тыс. км², что составляет 11% от площади Джунгарской равнины. Равнины выработаны в горизонтально залегающих породах озерно-аллювиального генезиса кайнозойского возраста. В отсутствие значительных неотектонических деформаций рельеф данной территории целиком сформирован вследствие воздействия комплекса денудационных процессов при ведущей роли дефляции на горизонтально-залегающую слоистую толщу неоднородного состава. Наличие в кайнозойской толще отдельных прослоев конгломератов, играющих роль бронирующих горизонтов, обусловило формирование ступенчатой равнины с системой плосковершинных столовых возвышенностей, обрамленных крутыми склонами – чинками, высота которых местами достигает 70-80 м. Столовые возвышенности, простирающиеся часто на десятки километров сложены породами неогена, равнина в их основании – породами палеогена. Абсолютные высоты базисной равнины вдали от горных сооружений

составляют 700 км на юге и 450-500 на севере, отметки вершинного плато столовых возвышенностей до 800 м на юге и около 600 м на севере. Поверхность равнины и вершинная поверхность столовых возвышенностей субгоризонтальны. Уклоны обычно не превышают 2 м/км ($0^{\circ}15'$). По мере приближению к северо-восточной границе равнины абсолютные отметки вершинного и базисного плато местами повышаются на 100-200 м за счет вовлечения толщи палеогеновых и неогеновых пород в четвертичное время в пологие пликативные неотектонические деформации. Поверхность равнин покрыта маломощным слоем валунно-галечного материала, оставшегося после выдувания мелкобломочных фракций. В западной части впадины, в долине реки Дям, на отдельных участках наблюдаются скопления столовых возвышенностей небольшой площади, названных В.А.Обручевым (1932) «эоловыми городами» (рис 4.4).



Рис. 4.4. Эоловые города в долине реки Дям. Фото И.С.Новикова.

В этих районах галечный материал на поверхности часто преобразован в ветрогранники. Общая площадь эоловых городов составляет около 1,4 тыс. км² (0,5 % от площади Джунгарской равнины).

Передовые хребты (форберги) характерны для всей Центральной Азии и достаточно широко проявлены в пределах Джунгарской равнины. Они представляют собой цепочки низкогорных сооружений, расположенных в южной части Джунгарской равнины недалеко от границы переходной зоны к Китайскому Тянь-Шаню. Молодые хребты длиной от 14 до 88 км и шириной 6-10 км, прорывают пролювиальные шлейфы и возвышаются над ними на 200-300 м. Общая площадь занятая горным форбергами составляет 1,9 тыс. км² или 0,85% площади территории Джунгарской равнины. В неотектоническом отношении формация передовых хребтов связана с узкими поясами новейших горст-антиклиналей, в которых, из под пролювиального чехла четвертичных отложений на поверхность выводятся неогеновые и местами палеогеновые породы. Реки, стекающие с северного склона Китайского Тянь-Шаня, прорезают в форбергах узкие ущелья. Склоны передовых хребтов изрезаны долинами временных водотоков и представляют собой образец типичного бэдленда. Поскольку с зоной предгорной деформации Китайского Тянь-Шаня связаны старейшие нефтяные месторождения региона, введенные в эксплуатацию специалистами Наркомнефти СССР еще в 1942 г и разрабатываемые до настоящего времени, геологическая изученность этого района очень высока. В многочисленных публикациях китайских специалистов, основанных на результатах сейсморазведки, убедительно доказано, что данная деформационная зона имеет своей природой надвигание блоков Китайского Тянь-Шаня на Джунгарскую равнину с формированием складок и систем взбросов в краевых частях чехла Джунгарской впадины (**Guan et al., 2009**).

РЕЛЬЕФ ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ

Переходная зона Джунгарской впадины представляет собой краевую денудационную часть равнины. На ее территории в период тектонического покоя в позднем мелу и раннем палеогены на разнородном в геологическом отношении субстрате была выработана поверхность выравнивания. В ходе неотектонической активизации эта часть равнины была слабо приподнята и искривлена пликативными деформациями в ходе роста горных сооружений на границах Джунгарской равнины. В зависимости от подстилающего геологического субстрата в переходной зоне сформировались области с рельефом двух морфогенетических типов, существенно отличающихся по многим параметрам.

Грядовый мелкосопочник представляет собой деформированную неотектоническими движениями область мел-палеогенового пенеппена, сложенную слабо литифицированными отложениями чехла Джунгарской впадины, включающими предгорные молассы верхней перми, триаса, юры и нижнего мела. Это денудационная равнина, фрагментарно развитая по периферии Джунгарской впадины, слабо наклоненная в ходе неотектонической активизации к центру впадины, неглубоко и дробно расчлененная долинами временных водотоков до состояния бэдлэнда. Общая площадь распространения грядового мелкосопосника составляет 18,7 тыс. км² или 8% от общей площади Джунгарской равнины. Сплошная полоса грядового мелкосопочника протягивается на 400 км вдоль северного подножья Китайского Тянь-Шаня. Ширина полосы от 15 до 35 км. Породы нижнего и среднего структурных этажей чехла Джунгарской впадины, в которых выработана эта равнина, собраны в складки, вытянутые вдоль подножья Тянь-Шаня. Данное складкообразование является следствием раннемеловой эпохи орогенеза, сценарий которой во многом напоминает протекание неотектонической активизации. Поверхность рассматриваемой равнины срезает геологические структуры, которые непосредственно в ней не выражаются, и имеет общий уклон на

север от 40 до 50 м/км (около 3°). Из-за малой устойчивости пород к денудации от исходной равнины остались только небольшие фрагменты на водоразделах, а большая ее часть преобразована короткими эрозионными V-образными долинами временных водотоков в бэдлэнд. Поскольку геологический субстрат представлен круто падающей слоистой толщей состоящей из чередования пластов относительно устойчивых конгломератов и неустойчивых глинистых пород, эрозионные формы закладываются как по общему уклону равнины, так и перпендикулярно ему. Глубина эрозионных форм обычно 50-100 м, редко до 150 м. Долины транзитных водотоков, берущих свое начало в Тянь-Шане, достигают по глубине 250-300 м, редко до 400 м. От горных сооружений Тянь-Шаня формацию грядового мелкосопочника отделяет крутой тектоногенный уступ высотой 300-500 м. Помимо предгорий Тянь-Шаня грядовый мелкосопочник распространен в западной и восточной частях Джунгарской равнины, где он отделен от горных сооружений полосой бугристого мелкосопочника. В этих районах грядовый мелкосопочник представлен равнинами протяженностью от 70 до 140 км и шириной от 10 до 30 км. Поскольку данные районы менее увлажнены, чем юг Джунгарской впадины, а падение слоистости позднепалеозойских и мезозойских пород более пологое, расчлененность здесь несколько ниже и преобладает куэстовый рельеф. Деформированы они в ходе неотектонической активизации несколько меньше и уклон вершинной поверхности составляет обычно 15-20 м/км (1°10' - 1°20'). Почвенный покров для данного типа рельефа не характерен, обнаженность достигает 75-80% и в ее пределах сосредоточены все стратотипические разрезы чехла Джунгарской впадины и многочисленные местонахождения мезозойской ископаемой флоры и фауны региона.

Бугристый мелкосопочник является по существу мало-измененными эрозионными процессами пенепленом, выработанными в осадочных, вулканогенных и интрузивных породах девона, карбона и

нижней перми. Эпигенетические изменения коснулись главным образом его высотного положения, которое было изменено с образованием пологих изгибов и наклонов его поверхности в ходе неотектонической активизации. Это, однако, не привело к его расчленению, и поверхность сохранила характерный для аридных пепленов структурный микрорельеф, в мельчайших деталях отражающий очертания геологических тел и границ субстрата в котором она была выработана в мел-палеогеновое время. Относительные высоты структурных возвышенностей обычно менее 10 м (рис. 4.5).



Рис.4.5. Бугристый мелкосопочник по палеозойским вулканитам в западной части Джунгарской впадины. Фото И.С.Новикова

Бугристый мелкосопочник отсутствует на юге Джунгарской равнины. Вдоль северо-западной границы он развита на всем протяжении в виде прерывистой полосы и образует предгорные пьедесталы или невысокие

выступы среди пролювиальных равнин. Протяженность отдельных участков бугристого мелкосопочника составляет от 35 до 200 км, а ширина от 8 до 40 км. Все они имеют устойчивый уклон в сторону впадины 15-20 м/км (около $1^{\circ}20'$). Вдоль северо-восточной границы Джунгарской впадины бугристый мелкосопочник образует полосу протяженностью шириной от 20 до 87 км и протяженностью 460 км, прерываемую лишь узкими долинами Черного Иртыша и Урунгу. От нижней ступени Монгольского Алтая область развития бугристого мелкосопочника отделена отчетливым тектоногенным уступом от 100 до 200 м высотой. В северной части она наклонена в сторону впадины с уклоном, возрастающим с севера на юг с 2 до 5 м/км ($0^{\circ}15' - 0^{\circ}25'$). В южной части поверхность собрана в две пологие антиклинальные складки субширотного простирания, разделенные синклиналью вдоль которой прослеживается начало крупной по меркам данного региона эрозионной палеодолины. Падение крыльев неотектонических складок составляет 6-8 м/км или примерно $0^{\circ}30'$. Общая площадь, занимаемая бугристым мелкосопочником составляет 45,1 тыс. км², или 20% от площади Джунгарской равнины. Высотные отметки полосы мелкосопочника, развитой вдоль Монгольского Алтая составляют для верхней границы от 900 м на севере до 1600 м на юге. Абсолютные отметки нижней границы меняются от 800 м на севере до 1300 м на юге. Для северо-западной периферии впадины аналогичные параметры составляют 1300-1800 м и 500-700 м.

РЕЛЬЕФ ГОРНОГО ОБРАМЛЕНИЯ ДЖУНГАРСКОЙ РАВНИНЫ

К горному обрамлению Джунгарской равнины мы относим горные хребты, примыкающие к ней хотя бы одной из границ и разделяющие их межгорные впадины, имеющие общие границы с Джунгарской равниной. Если принять суммарную площадь Джунгарской равнины и горного

обрамления (360,3 тыс. км²) за 100%, то площадь горного обрамления (136,8 тыс. км²) - 38% от общей площади.

Межгорные впадины имеют общую площадь 7,4 тыс. км², что составляет 5% от общей площади горного обрамления. Крупных впадин четыре. Впадины Джунгарские ворота и Куп-Муркатайская образуют проходы в северо-западном обрамлении Джунгарской равнины, Даванченская впадина (Турфанские ворота) является проходом в Китайском Тянь-Шане в крупную Хами-Турфанскую впадину. Сайрамнурская впадина расположена в западной части хребта Боро-Хоро (Китайский Тянь-Шань) и является частью прохода из Джунгарской равнины в Илийскую впадину. Джунгарская равнина имеет также сообщение с Зайсанской впадиной на севере и впадиной Джунгарская Гоби на востоке в виде коридоров шириной около 40 км. Границы Джунгарской равнины с последними проводятся нами по наиболее узким участкам этих коридоров, пересекаемым системами небольших неотектонических горстов в виде цепочек холмов, сложенных породами фундамента Джунгарской впадины. Протяженность крупных межгорных впадин от 50 до 110 км, ширина – 25-30 км. Абсолютные высоты днищ лежат в пределах 400-2000 м. Существует также серия мелких межгорных впадин, приуроченных к подножью тектоногенного уступа, разделяющего среднегорье и высокогорье Монгольского Алтая. Даже самая крупная – Кёктогойская имеет площадь 63 км², что не позволяет изображать их при использованном масштабе геоморфологической съемки. Сайрамнурская впадина практически полностью занята одноименным озером, рельеф остальных впадин образован обычным для Джунгарской равнины набором геоморфологических формаций, за исключением формаций эоловых и пластовых равнин, однако, площади занятые каждой из формаций недостаточно велики для нанесения на карту при принятом масштабе исследований.

Горное обрамление Джунгарской равнины имеет вид почти сплошных орографических преград в виде высоких гор с северо-востока и юга, дополняемых прерывистой цепочкой ребтов с северо-запада. Из-за безводности и малой хозяйственной освоенности Джунгарской равнины ее населенные пункты и дорожная сеть тяготеют к границе с горным обрамлением, которое в силу этого изучено намного лучше Джунгарской равнины (**Сапожников 1911; Merzbacher et al., 1916; Обручев, 1932; Нехорошев, 1941; Федорович, 1971, Новиков, 2004**), поэтому при его описании, ограничимся только самыми краткими сведениями.

На юге и на большей части северо-западной границы Джунгарской равнины высокие горные сооружения подступают вплотную к переходной зоне Джунгарской равнины, а вдоль северо-восточной границы их разделяет полоса среднегорного рельефа Монгольского Алтая. Аналогичная ситуация наблюдается на северо-западной границе между Джунгарскими воротами и Куп-Муркатайской впадиной. Все горные сооружения Джунгарии имеют в плане вытянутую ромбовидную форму, поскольку связаны с торшением земной коры на фоне субгоризонтального сжатия территории по оси меридионального простирания (**Новиков, 2003**).

Среднегорья характерны только для северо-восточной границы Джунгарской равнины, где она образует предгорную ступень Монгольского Алтая протяженностью 430 км и шириной до 70 км. Верхнюю и нижнюю границы ступени образуют тектоногенные уступы высотой от 100 до 300 и более м. Система долин глубиной до 500-800 м, дренирующих юго-западный склон монгольского Алтая, имеющих в пределах ступени эрозионный генезис, делит ступень на систему горных отрогов. В водораздельных частях отрогов сохранились обширные участки мел-палеогеновой поверхности выравнивания, приподнятой в северной части ступени до отметок 1000-2100 м, а в южной части до 1600-2500 м. Вдоль северо-западной границы Джунгарской равнины среднегорья

образуют полосу в средней ее части протяженностью 160 км длиной и 40 км шириной. Это слабо расчлененные хребты Джаир и Ашатологой, расчлененные пологосклонными долинами глубиной до 200-250 м. На водоразделах хребтов и их отрогов хорошо сохранились обширные фрагменты мел-палеогеновой поверхности выравнивания, собранной неотектоническими движениями в пологую складку северо-восточного простирания. Крылья складки осложнены серией тектоногенных уступов высотой не более 100-150 м. Абсолютные высоты поверхности выравнивания в осевой части складки 2100-2200 м, в нижних частях крыльев 1200-1700 м. Углы наклона поверхности пенеппена от 1°30' до 3°30'.

Высокогорья в обрамлении Джунгарской впадины представлена системами ромбовидных в плане хребтов со всех сторон ограниченных тектоногенными уступами. Размеры, простирания и высоты хребтов различаются в зависимости от их принадлежности к одной из трех границ Джунгарской равнины.

Южную границу Джунгарской равнины составляют с запада на восток хребты Китайского Тянь-Шаня Беджиньау, Боро-Хоро, Ирен-Хабырга, Богдо-Ула. Простирание водоразделов у них 90-105°, протяженность от 220 до 420 км и ширина от 50 до 80 км. Максимальные высоты водоразделов хребтов составляют 4200-5300 м. К краевым частям они снижаются ступенчато с высотами уступов по 300-400 м до 1800-1900 м. На водоразделах сохранились значительные участки мел-палеогенового пенеппена. На абсолютных высотах более 3800-4000 м они перекрыты ледниками. Глубина долин в приводораздельных частях хребтов достигает 900-1300 м. Долинные ледники достаточно редки, в настоящее время их языки сильно отступили и заканчиваются на отметках около 3500-3600 м. Судя по тому, что только самые верхние участки долин имеют характер трогов, даже в максимумы позднеплейстоценовых оледенений, долинные

ледники не только не выходили в предгорья, но не занимали и верхней трети протяженности долин горных хребтов.

С северо-запада Джунгарскую равнину ограничивает цепочка сравнительно небольших хребтов, достаточно различных по простиранию (45-90°), протягивающаяся в северо-восточном направлении. С юга на север ее составляют Джунгарский Алатау, Кертау, Майлитау, Уркашар, Семистай, Шаганоба, Саур и Сайкан. Джунгарский Алатау соприкасается с Джунгарской равниной только своим восточным окончанием. Остальные хребты значительно уступают ему размером. Их длина составляет от 50 до 130 км, ширина от 25 до 50 км. Абсолютные высоты осевых частей водоразделов максимальны у Саура (3816 м). В приводораздельной части Саура сохранилось современное оледенение, языки долинных ледников спускаются до отметок 3200-3330 м. Остальные хребты имеют в приводораздельных частях абсолютные отметки в пределах 2500-3200 м. Современного оледенения они лишены. Древние ледниковые долины в их пределах не имеют широкого распространения.

С северо-востока Джунгарская равнина ограничена хребтами, отделенными от нее формацией среднегорий и образующими главный водораздел Монгольского Алтая. Это кулисообразно расположенный хребты Северный Монгольский Алтай, Сайкумтау и Южный Монгольский Алтай, имеющие северо-западное простирание. Длина хребта Сайкумтау составляет 130 км, ширина 35 км. Абсолютная высота не превышает 2500 м. Он занимает промежуточное положение между Северным и Южным Монгольским Алтаем. Два других хребта имеет длину 190 и 230 км, ширину 65 и 85 км, максимальные высоты водоразделов 3876 и 3700 м. Существенного современного оледенения они лишены, лишь на севере на высотах с отметками 3700-3800 м имеются небольшие ледники, языки которых по долинам спускаются до отметок 2700 м. Следы древних оледенения достаточно развиты в верхних частях долин. Наиболее широко они проявлены в северной части Монгольского Алтая, где в расширениях

долин развиты конечно-моренные комплексы позднего плейстоцена (Селиванов, 1965). Глубина трогов Монгольского Алтая составляет здесь 1100-1200 м. На севере они образуют до 1/2 протяженности долин, на юге от 1/3 до 1/4. Водоразделы Монгольского Алтая, на которых сохранились достаточно большие фрагменты мел-палеогенового пенеппена, ступенчато снижаются по направлению к границам хребтов до абсолютных отметок 2300-2500 м. Глубина крупных долин в пределах хребтов практически не меняются от осевых частей хребтов в их периферии (рис 4.6 и 4.7).



Рис. 4.6. Высокогорная ступень Монгольского Алтая в районе озера Канас. Фото И.С.Новикова



Рис. 4.7. Среднегорная и высокогорная ступени Монгольского Алтая. Фото И.С.Новикова.

Транзитные морфогенетические типы рельефа. начинаются в горном обрамлении, пересекают переходную зону и заканчивающиеся в центральной части Джунгарской равнины. Это речные долины. Начинаясь в горном обрамлении, они пересекают зону перехода и заканчиваются на дне впадины на границах озерных равнин. В масштабе выражаются только самые крупные из них, дренирующие горные сооружения наиболее увлажненной северо-западной части рассматриваемой территории. Разделяются палеодолины и долины современных водотоков. Наиболее крупной палеодолиной территории является пересекающая формацию бугристого мелкосопочника между горами Джингильды и Карамайли у южного окончания Монгольского Алтая, субширотная палеодолина, превышающая по размерам современные долины Черного Иртыша и Урунгу, единственные, чьи размеры позволяют выделять их в масштабе геоморфологической съемки (рис. 4.8).



Рис. 4.8. Пойма и первая надпойменная терраса долины реки Урунгу среди денудационных пластовых равнин северной части Джунгарской впадины. Фото И.С.Новикова

В центре Джунгарской равнины сохранилось ее продолжение, по которой воды палеореки, в плейстоцене стекавшей с южного фаса Монгольского Алтая пополняли палеозеро, формировавшее озерную равнину Манас. Сейчас эта долина частично засыпана эоловыми песками. Длина сохранившегося участка долины составляет около 110 км, ширина по верхним бровкам бортов до 10 км, глубина увеличивается с востока на запад с 220 до 360 м. Палеодолина пререзает толщу горизонтально-залегающих озерно-аллювиальных осадков неогена, палеогена и вскрывает верхнемеловые отложения (**рис. 4.9**). В 25-50 км севернее нее, на краю эоловой равнины, сохранилась палеодолина ее крупного притока, имеющая глубину 100-150 м и прослеживающаяся на протяжении 120 км, по ней, как мы полагаем, еще в среднем плейстоцене тек Урунгу. Сумарная площадь крупных современных долин составляет 1,2 тыс. км², или 0,6% от

общей территории Джунгарской равнины. Для палеодолин эти параметры составляют 1.5 тыс. км² и 0,7% соответственно.



Рис. 4.9. Борт реликтовой эрозионной долины в центральной части пустыни Гурбантунгут, прорезающей горизонтально залегающую толщу пестроцветных палеогеновых и неогеновых осадков и вскрывающую верхнемеловые красные глины. Фото И.С.Новикова.

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

Составление цифровых карт прикладных свойств местности.

Основные понятия и методика

Геоинформационные технологии относятся в настоящее время получили широкое распространения. В западных странах распространены программные комплексы фирмы ESRI, например ArcViewGIS и ArcInfo. Для пространственной привязки и обработки широкого спектра геопривязанной информации применяются программные комплексы ENVI. Эти программы используются как в гражданской (ведение кадастров, землеустройство) так и в военной сфере. Существуют и специализированные военные геоинформационные системы (ГИС). В странах НАТО широко используется программный комплекс MicroDEM, разработанный в Военно-морской академии США (US Naval Academy). В нашей стране его аналогом служит ГИС Интеграция. Вне зависимости от конкретной фирмы и страны разработчика все геоинформационные системы имеют общие особенности и различаются только техническими деталями. 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. Тематические слои ГИС могут быть представлены двумя существенно отличающимися типами данных - векторными и растровыми. В векторной модели информация о точках, линиях и полигонах кодируется и хранится в виде набора координат X,Y. Местоположение точечного объекта описывается парой координат (X,Y). Линейные объекты сохраняются как наборы координат X,Y, сохраняемые с заданным шагом. Полигональные объекты хранятся в виде замкнутого

набора координат. Векторная модель особенно удобна для описания дискретных объектов (точек, линий и полигонов) и оптимальна для проведения их автоматизированного анализа. Растровая модель оптимальна для работы с непрерывными свойствами (например, модель высоты местности над уровнем моря или многоканальные цифровые космоснимки). Геоинформационные системы, как военного, так и гражданского назначения предусматривает четыре основных процедуры работы с данными: ввод, управление, анализ, визуализацию.

Ввод. Данные для использования в ГИС должны быть преобразованы в подходящий цифровой формат. Процесс преобразования данных с бумажных карт в компьютерные файлы называется оцифровкой. Данная процедура является ключевой для успеха последующего применения ГИС при решении различных задач. Сама оцифровка не представляет собой технически сложной задачи. Основным во вводе информации является разработка архитектуры ГИС проекта (типов и содержания тематических слоев) и способов получения исходной информации [Мамедов и др., 2012].

Управление. При большом объеме информации и числе пользователей для хранения, структурирования и управления данными эффективнее применять системы управления базами данных (СУБД) - специализированными компьютерными средствами для работы с интегрированными наборами данных (базами данных). В ГИС наиболее удобно использовать структуру, при которой данные хранятся в табличной форме. При этом для связывания таблиц применяются общие поля.

Анализ. При должном наполнении тематических слоев ГИС она оперативно предоставляет информацию применительно к любой точке на охватываемую ей территорию. Например, информация о развитии неблагоприятных и опасных геоморфологических процессов, об освещенности в зависимости от времени суток и сезона года, о прогнозируемой мощности снежного покрова на конкретную дату, о

проходимости и скорости перемещения для разных видов техники, о полях невидимости в том или ином секторе обзора, о сезонных маскировочных свойствах и т.д.

С помощью ГИС можно выявлять и задавать шаблоны для поиска, проигрывать сценарии развития тех или иных процессов, создавать модели развития инфраструктуры, прогнозировать антропогенные изменения природной среды при смене типов природопользования. Современные ГИС имеют множество мощных инструментов для анализа, среди них наиболее значимы два: анализ близости и анализ наложения. При использовании встроенных инструментов данные из разных слоев объединяются физически. Наложение, или пространственное объединение, позволяет, например, интегрировать данные о почвах, уклоне, растительности конкретного участка местности.

Визуализация. Для многих типов пространственных операций конечным результатом является представление данных в виде карты или графика. ГИС предоставляет новые инструменты, расширяющие возможности основы картографии. Например, интеграция оперативно поступающих спутниковых снимков с содержанием тематических слоев может в режиме реального времени отобразить информацию о площадях затопления, развития снежного покрова или лесных пожаров. Совмещение цифровых планов городов с базами данных по городскому хозяйству позволяют оперативно получать информацию о подземных коммуникациях или характере застройки вплоть до поэтажных планов. Совмещение с детальными космическими снимками позволяет оперативно отслеживать изменения в застройке в связи с их строительством, реконструкцией, разрушением. ГИС помогает сократить время получения ответов на запросы от органов управления; выявлять территории подходящие для требуемых мероприятий; выявлять взаимосвязи между различными параметрами.

Местность это локальный участок земной поверхности, рассматриваемой как арена практической деятельности. В этом значении термин используется только в военном деле и в географических науках не употребляется. В них ближайшим по значению аналогом является термин «территория». Совокупность неровностей местности называется ее рельефом, а все расположенные на ней объекты, независимо от происхождения, местными предметами. Местные предметы по признаку однородности их хозяйственного значения подразделяются на группы, называемые топографическими элементами местности. Они составляют содержание топографических карт. Основными топографическими элементами местности являются рельеф, гидрография, растительный покров, грунты, дорожная сеть, населенные пункты, промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты.

К прикладным свойствам местности относят те ее свойства, которые оказывают влияние на хозяйственную деятельность. Строго говоря, в определенной ситуации любые свойства местности имеют прикладное значение, однако практика выявила тот необходимый минимум, которого достаточно для решения абсолютного большинства тактических задач. Это **проходимость местности, условия ориентирования, наблюдения**. В отдельных, часто значительных по площади районах существенное влияние на ведение хозяйственной деятельности оказывают условия инженерного оборудования местности и источники водоснабжения. В первую очередь это районы с развитием высокогорного рельефа, экстремально засушливые или переувлажненные районы и районы распространения многолетнемерзлых пород.

Проходимость местности — это способность ее освоения транспортными средствами. В зависимости от характера транспортных средств, проходимость одной и той же местности существенно отличается. В недавнее время в период, когда для перемещения использовалась мускульная сила людей и животных местность была куда более

проходима. Для большинства видов современной хозяйственной деятельности она определяется наличием дорог с твердым покрытием. В лесисто-болотистой, горной, пустынной местности шоссейные дороги неизбежно приобретают значение важнейших направлений, вдоль которых сосредоточиваются основные виды хозяйственной деятельности и объекты инфраструктуры. Топографические карты крупных масштабов дают исчерпывающее представление о наличии и характере дорог с твердым покрытием. При создании слоя геоинформационной системы, характеризующий **дорожную сеть** не требуется привлечение специалистов и достаточно простой оцифровки топографических карт с уточнением и актуализацией характеристик, изменившихся за время, прошедшее с момента составления карт. Однако, при освоении территорий, транспортные средства передвигаются не только по дорогам, но и там, где это необходимо и позволяют условия местности. Поэтому определение возможности передвижения без дорог разных видов техники имеет особо важное значение. На проходимость местности без дорог большое влияние оказывает характер рельефа, грунтов и растительности, наличие естественных гидрографических (болота, реки, озера), геологических (скальные выступы, валуны, неустойчивые грунты) и искусственных (горные выработки, горные отвалы, дамбы, рисовые поля и т.п.) препятствий. Кроме того, при оценке проходимости местности учитываются технические характеристики техники [Бардачевский, 2009]. В большинстве случаев проходимость местности вне дорог зависит от времени года и погоды. Топографические карты крупных масштабов содержат достаточную информацию, касающуюся уклонов поверхности, элементов гидрографии и искусственных препятствий. При создании раздела геоинформационной системы, отвечающей за проходимость местности вне дорог одним тематическим слоем, обойтись невозможно и требуется создание серии слоев, организованных по генетическому признаку. Содержания топографических карт для создания основного

содержания тематического слоя **гидрография** достаточно, но необходимо привлечение специалистов (гидрографов и метеорологов) для определения сезонных изменений (время замерзания и освобождения ото льда на реках и озерах, толщина ожидаемого снежного покрова в разное время). Элементы гидрографии могут кардинально усложнить общую обстановку и ограничить возможность маневра силами и средствами при наличии широкой сети водных преград, сезонного нарушения водного и ледового режимов, а также искусственного затопления местности.

Растительный покров влияет на проходимость местности, ограничивает обзор и затрудняет ориентирование, управление, взаимодействие и обеспечение, способствует возникновению крупномасштабных пожаров и завалов. Данных на топографических картах о растительном покрове в целом достаточно для создания соответствующего тематического слоя растительный покров, но требуется получение от ботаников данных о периоде наличия листьев в широколиственных лесах и сезонном изменении окраски растительности.

Слой **искусственные объекты** может быть получен путем оцифровки соответствующей информации с крупномасштабных топографических карт с обновлением по космическим снимкам. Слой **крутизны ската** создается в виде производного слоя от трехмерной модели рельефа. Оцифровка рельефа с топографических карт для этой цели нецелесообразна в силу своей трудоемкости и применяется только для высоких широт. На остальных территориях используются данные радарной спутниковой интерферометрии, имеющие большую разрешающую способность. Для создания тематического слоя **грунты и микрорельеф** требуется привлечение специалистов в области геологии и геоморфологии, где имеются хорошо разработанные методики составления такого рода карт в разной степени детальности или оцифровка готовых геоморфологических карт крупных масштабов при их наличии.

На базе перечисленных слоев целесообразно составлять карты проходимости местности вне дорог, ранжированные по сезонам года и типам транспортных средств.

Условия ориентирования — это свойства местности, способствующие определению своего местоположения и нужного направления движения относительно сторон горизонта, окружающих объектов местности. Они определяются наличием на местности характерных элементов рельефа и местных предметов, отчетливо выделяющихся среди других объектов по своему внешнему виду или положению и удобных для использования в качестве ориентиров. Карты условий ориентирования составляются на основе тематических слоев: трехмерная модель рельефа, грунты и микрорельеф, дорожная сеть, искусственные препятствия. Особо выделяются территории характерных рельефа, растительности и их сочетания, полностью исключающие визуальное ориентирование (например, холмисто-грядовый моренно-ледниковый рельеф с лесной растительностью или без таковой, равнина с густой овражной сетью, равнина с густой растительностью, крупные болотные массивы, большие по площади такыры, песчаные поля, галечные предгорные шлейфы и т.п.). Дополнительно указываются районы магнитных аномалий.

Условия наблюдения — это свойства местности, способствующие получению сведений о происходящих на ней событиях. Условия наблюдения определяются степенью и дальностью обзора окружающей местности, зависят от характера рельефа, растительного покрова, наличия населенных пунктов и других объектов, препятствующих обзору местности, а также от метеорологических условий. Карты условий наблюдения специально не составляются, оперативно строятся средствами ГИС на конкретные сектора и дальность наблюдения на основе тематических слоев трехмерная модель рельефа, растительность и искусственные препятствия. Для этого, в базах данных двух последних

тематических слоев на стадии их составления, необходимо поместить информацию об относительной высоте растительного покрова и местных предметов.

Условия инженерного оборудования местности и водоснабжения зависят от углов наклона поверхности, типа и подвижности грунтов, уровня грунтовых вод, наличия, глубины залегания и сезонного оттаивания многолетнемерзлых пород, гидрографии, наличия местных строительных материалов (скальная порода, щебень, галька, песок, строительный лес), а также рельефа местности и имеющихся искусственных сооружений. Состояние грунтов и наличие или глубина залегания и сезонного оттаивания многолетнемерзлых пород определяет объем работ по подготовке колонных путей и подземных сооружений и коммуникаций. От глубины залегания грунтовых вод многолетнемерзлых пород зависит возможность строительства различных сооружений. Наличие на местности строительных материалов во многом определяет объем и сроки инженерных работ. Имеющихся на топографических картах данных недостаточно для определения условий инженерного оборудования местности. Карты условий инженерного оборудования местности создается на базе тематических слоев трехмерная модель рельефа, грунты и микрорельеф, растительность, гидрография с привлечением специалистов в области геокриологии (мерзлотоведения) или оцифровки геокриологических карт при их наличии.

ГИС - это надежное средство, позволяющее повысить эффективность процедуры принятия решений, за счет увеличения скорости принятия решения и привлечения более широкого набора исходной информации. Требуемая для принятия решений информация может быть представлена в картографической форме. Наличие доступной для восприятия и обобщения информации позволяет сконцентрировать усилия на поиске решения, не затрачивая значительного времени на сбор и систематизацию разнородных данных. Основным типом визуализации в ГИС является создание

тематических карт. Он начинается с создания исходной базы данных. В качестве источника получения исходных данных используется оцифровка тематического содержания имеющихся топографических и специальных карт, а также цифровых космоснимков. Основанные на ГИС картографические базы данных не делятся на отдельные листы и не связаны с конкретным масштабом. На основе таких баз данных можно создавать карты (в электронном или бумажном виде) на любую территорию, любого масштаба, с нужной нагрузкой, с ее выделением и отображением требуемыми символами. В любое время база данных может пополняться новыми данными (например, из других баз данных), а имеющиеся в ней данные можно оперативно корректировать по мере необходимости.

Прикладные свойства рельефа Джунгарии и их оценка

Анализ имеющегося материала по географии Джунгарии позволил найти закономерности в распределении почв, рельефа и растительности на территории этой обширной страны и составить карту проходимости местности в масштабе 1 : 500 000.

При составлении этой карты мы исходили из следующих соображений. Проходимость определяется всем комплексом природных и хозяйственных особенностей данной местности. Исходя из этого, мы разбили Джунгарию на ряд районов, более или менее однородных в отношении почв, рельефа, растительного покрова и проявлений хозяйственной деятельности человека. Очевидно, что они будут однородны и по проходимости. В качестве основы районирования была использована карта морфогенетических типов рельефа.

Бугристый мелкосопочник, среднегорье и высокогорье

Эти территории характеризуется горным рельефом, свойствами которого в значительной степени и определяется проходимость. Высокогорье доступно только для вьючного сообщения по отдельным направлениям. Более легко проходимо среднегорье, где по долинам в большинстве случаев имеются колесные дороги, хотя из-за очень крутых склонов вне долин передвижение затруднено. Значительно более доступна территория распространения бугристого мелкосопочника, которая допускает вьючное движение почти во всем направлениям и обычно пересекается колесными дорогами.

Высокогорье

К высокогорью относится большая часть хребтов Тянь-Шаня, Джунгарский Алатау, Тарбагай, Саур и Монгольский Алтай. Все они сложены плотными скальными и полускальными породами (гранитами, гнейсами, известняками и т.д.), дающими при разрушении в большинстве случаев остроугольные обломки. В строении большинства хребтов отмечается некоторая общая закономерность в распределении крутых и пологих участков. Самая верхняя часть хребта, пояс современного оледенения, голых скал и осыпей. Представляет собой комплекс острых скалистых пиков, осыпей, ледников и морен. Большинство перевалов расположено в этой зоне. Ниже идет зона горных лугов, которая характеризуется относительно пологими выровненными формами рельефа. Реки здесь текут сравнительно медленно по довольно широким долинам. Поверхность суглинистой почвы покрыта плотной дерновиной альпийского луга, являющегося великолепным летним пастбищем. По этой зоне вполне возможно вьючное сообщение почти во всех направлениях. Ниже описанной зоны располагается полоса с чрезвычайно расчлененным рельефом, где в глубоких ущельях текут бурные потоки нередкими водопадами. Такой характер долин крайне затрудняет движение по этой зоне. Местами долины совершенно недоступны, для какого-то ни было

передвижения, и сообщение между верхними зонами ледников и горных лугов и нижними зонами степей очень затруднено. В Тянь-Шане и Джунгарском Алатау, на северных склонах растут великолепные строевые еловые леса. Однако, практического использование леса местами затрудняется невозможностью сплава деревьев по порожистым, бурным рекам.

В Монгольском Алтае лес из лиственницы растет на южном склоне, в то время как южные склоны Джунгарского Алатау, Саура и Тянь-Шаня совершенно безлесны (луга, степи). Почвы этой зоны суглинистые, а наиболее крутых склонах каменистые. Дороги исключительно выючные. Для более полной характеристики следует отметить, что почти все горные хребты доступны только в безморозный период, так как зимой они заваливаются снегом и делаются непроходимыми.

Хребет Боро-Хоро представляет высокую трудно доступную горную страну со значительным современным оледенением. Гребень хребта носит типичный «альпийский» характер (сочетание снежных пиков, голых отвесных скал, острых гребней и т.д.). На север и на юг хребет обрывается очень круто, долины рек представляют узкие, трудно проходимые ущелья. К западу высота хребта понижается, и он становится более доступным. Как на северном, так и южном склонах имеются еловые леса, выше которых располагаются альпийские луга. Из-за трудной проходимости долин рек, выючные тропы большею частью лепятся по гребням отрогов, не опускаясь в ущелья. Хребет Ирен-Хабирга тянется к востоку от Боро-Хоро, являясь его продолжением. Центральная часть хребта несет мощный снеговой покров, питающий стекающие с хребта реки. Долины северного склона в верхней части довольно широки и доступны для выючного сообщения. В нижней и средней части они представляют собой глубокие и узкие ущелья и совершенно непроходимы как для выючного транспорта, так и для пешеходов. В связи с этим, сообщение в пределах хребта Ирен-Хабирга, из-за непроходимости нижних частей долин, возможно только по редким

вьючным тропам, которые идут от верховьев одной долины к другой. Спустившись в долину и пройдя по ней несколько километров, тропа поднимается по крутым скатам гор, часто по осыпям, иногда по ледникам. Высота перевалов из одной долины в другую около 3500 м, а относительная высота обычно 700-1000 м. На северном склоне, на высоте 1700-2500 м, тянутся еловые леса, выше которых (до 3200м) развиты альпийские луга. Выше 3200 м пояс голых скал и осыпей, сменяющийся вечными снегами и льдами. В летнее время ближайшие к предгорьям участки долин используются кочевым населением как пастбища.

Хребет Джунгарский Алатау в центральной, осевой части покрыт значительным снеговым и ледовым покровом, который на северном склоне спускается до высоты 3000-3500 м (высшие точки хребта 4500-5000 м.). Северный склон хребта покрыт густыми еловыми лесами (1500-2500 м.) и альпийскими лугами (2500-3200м.). Реки текут в глубоких узких ущельях. В целом надо отметить, что Джунгарский Алатау более доступен, чем соседние хребты Тянь-Шаня, Боро-Хоро и Ирен-Хабырга. Южная половина хребта безлесна.

Хребет Саур – характерны черты строения, отмеченные для Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау. Высшая точка Саура, горная группа Мустау, имеет типичный альпийский рельеф – голые отвесные скалы, цирки, каменные россыпи, морены, вечные снега и ледники. Ниже идет горно луговая зона, которая имеет сравнительно сглаженный рельеф и более спокойное течение рек по широким долинам. Ниже 2000 м на северном склоне появляются густые леса из сибирской лиственницы. Рельеф становится очень расчлененным. Реки текут в глубоких труднодоступных ущельях (в отдельных местах непроходимых). Южный склон хребта Саур безлесен и отличается очень большой крутизной.

Хребет Монгольский Алтай относится к описываемому району только своим южным склоном. Для него характерна резко выраженная высотная зональность.

Высокогорная зона более (2800-3000 м) характеризуется наличием вечных снегов, голых скал, осыпей, морен и т.д. Вследствие сильной расчлененности (узкие гребни) и крутизны склонов, эта зона трудно проходима (каменистые тропы).

Луговая зона (1800-2800 м) характеризуется волнистым рельефом, довольно широкими V образными долинами рек и т.д. Эта зона имеет большое хозяйственное значение, так как является великолепным летним пастбищем. Здесь расположены основные кочевые дороги. В верхней части луговой зоны на плоских возвышенностях встречаются труднопроходимые поля грубообломочного материала «курумы».

Лесная зона (1200-2800 м). Леса развиты только на западных и северных склонах. Граница леса с соседними зонами представляет собой прямую линию. Так, например, на границе с луговой зоной по ущельям лес заходит до 2600 м, а по водоразделам спускается до 2300 м. Рельеф этой зоны очень расчлененный, реки текут в глубоких ущельях, которые ниже 1600-1800 м становятся очень узкими и труднопроходимыми. Лес состоит, в основном из сибирской лиственницы и вполне пригоден для строительных целей. Сплав его по рекам затруднен, хотя по реке Крану организован лесоплав в город Шара-Суме. Средняя часть долин даже таких крупнейших рек Монгольского Алтая, как Канас, Черный Иртыш непроходима из-за узости ущелий и отсутствием бродов.

Среднегорье

К среднегорью относятся хребты Барлык, Майли, Джаир и Семистай. Общим для них является уплощенный характер водораздельной поверхности хребтов, прорезанных глубокими ущельями рек, и отсутствие современного оледенения. Всклопленная равнина располагается на различных высотных уровнях, так что хребты носят характер ступеней различной высоты. Ступени друг от друга, также как и вся горная страна от окружающей равнины, отделены крутыми уступами. Такое строение

делает эти горы сравнительно легкопроходимыми. Всклощенная поверхность гор покрыта травянистой растительностью, являющейся великолепными летними пастбищами. Почва каменистая и каменисто-суглинистая.

Бугристый мелкосопочник

Это низкие горы, сложенные рыхлыми породами. С севера и юга прерывистой полосой окружают высокогорную формацию Тянь-Шаня. Высота их колеблется от 1500 до 2500 метров и, следовательно, нигде не достигает снеговой границы. Все они прорезаны долинами рек, берущими начало в высокогорной области. Эти долины местами носят характер каньонов, хотя почти везде доступны для вьючного сообщения, а на южном склоне Тянь-Шаня местами и колесного. Все долины в горах северного склона Тянь-Шаня недоступны для колесного движения.

В условиях сухого и пустынного климата описываемые горы или совсем не несут растительного покрова, или же покрыты редкими кустарниками и травами. Все боковые долины сухи и бесплодны, характеризуется крутыми склонами, и расчленяют массивы на отдельные горы с острыми гребнями.

В целом рельеф носит чрезвычайно расчлененный характер и является серьезным препятствием для проходимости. Поэтому вне вышеописанных долин рек передвижение по подобным горам сопряжено с большими трудностями. Что делает район вне речных долин практически непроходимым.

Горные хребты Джунгарии нередко в своей окраинной части переходят в холмистую местность со щебнистой почвой (так называемой мелкосопочник). Для последнего характерно совершенно беспорядочное распределение отдельных холмов и сравнительная пологость всего рельефа. Растительность чаще всего представлена редкими пустынными полукустарниками, местами мелкосопочник абсолютно пустынен, как

например южной оконечности хребта Джаир (горы Чингиз). Наличие твердой почвы и сравнительная сглаженность рельефа позволяет передвигаться по мелкосопочнику на автомашине во всех случаях, даже без дороги. Местами среди отдельных холмов по понижению встречаются солончаки, которые серьезного препятствия для передвижения не представляют. Наиболее характерный мелкосопочник развит на южной окраине хребтов Майли и Джаир, к югу от реки Урунгу, на северной окраине хребта Манрак и в других местах. Кроме типичного мелкосопочника в Джунгарии встречаются низкие, сильно расчлененные, местами скалистые горы, также пустынные и покрытые каменистой почвой. Они труднопроходимы и допускают автодвижение в большинстве случаев только по дорогам. Они распространены на сравнительно небольшой территории и представляют собой передовые хребты – форбергов.

Грядовый мелкосопочник

В случае сравнительно слабо литифицированных пород в условиях пустынного климата нередко образуется прихотливо нарезанный рельеф, так называемых «дурных земель»-«бэдлэнда». Вся местность в этом случае представляет собой низкие, но сильно расчлененные холмы с очень крутыми склонами. Ровное пространство отсутствует.

Для описываемой местности очень характерно наличие по логом и долинам солончаков. Почва склонов собой обычно красноватый суглинок, нередко содержащий соли (гипс, известь) и гальку. Растительность представлена редкими пустынными полукустарниками по долинам и местами на склонах. Нередко встречаются участки абсолютной пустыни, лишенные всякой растительности. Все это придает ландшафту «дурных земель» характерный пустынный и к тому же очень пестрый колорит. Дороги, проходящие таким районами, поминутно «ныряют» из гребня в ложину, что в комбинации с крутыми склонами холмов создает

значительные неудобства для автодвижения. После дождя почва долин размокает и становится непроходимой. Передвижение по такому району без дороги еще более затруднено.

Межгорные впадины, аллювиально-пролювиальных равнины и пролювиальные шлейфы

На границах Джунгарской впадины предгорья ряда хребтов сложены лессами и лессовидными породами. Рельеф в этом случае носит холмистый, сглаженный характер, хотя местами долин рек имеют обрывистые склоны, что связано со свойством лесса образовывать вертикальные стенки. Такого типа предгорья характерны для северных склонов хребтов Джунгарский Алатау, Барлык, для южного склона хребта Боро-Хоро. Растительность подобных предгорий обычно носит степной характер и лишь иногда представлена лиственными лесами (береза, осина). Черноземная и пылеватая (лессовая) почвы в сухую погоду дают чрезвычайно пыльное дорожное полотно. После дождя и в распутицу на черноземах образуется вязкая непроходимая грязь. Весь район в сухую погоду вполне доступен для колесного сообщения, так как прорезан многочисленными грунтовыми дорогами, в большинстве случаев доступными для автотранспорта.

Многие хребты района опоясаны покатыми равнинами с каменистой почвой. Обычно подобные равнины расчленены на пологие холмы и увалы, что придает им волнистый характер. Количество и размер щебни в почве уменьшается по мере удалений от подножья хребта, так что постепенно почва приобретает характер суглинка с примесью щебенки. На подобных равнинах обычно произрастают скудные полупустынные травы и кустарник. Предгорные щебневые равнины южного склона Тянь-Шаня часто представляет собой абсолютные пустыни.

Полого - волнистый рельеф и твердая почва позволяет передвигаться на автомобилях по подобным равнинам во многих случаях и без дороги.

Однако, это относится главным образом к таким предгорным равнинам Джунгарии, как предгорья хребтов Барлык, Майли, Джаир. Каменистые равнины предгорий северного Тянь-Шаня гораздо труднее проходимы, так как они прорезаны глубокими (до 50 м.) узкими ущельями рек, переезд которые, вследствие отвесных стен ущелий, невозможен. В связи с этим северные предгорья Тянь-Шаня допускают движение только по направлению к подножью гор, но не параллельно ему, так как в последнем случае серьезным препятствием будут служить долины рек. Предгорные равнины южного склона Тянь-Шаня местами носит аналогичный характер, а местами легко проходимы во всех направлениях, так как долины рек врезаны не очень глубоко и имеют пологие склоны. Следует отметить, что предгорные равнины хребта Боро-Хоро в западной части Джунгарской впадины труднопроходимы во всех направлениях, так как здесь на поверхности беспорядочно лежат крупные камни, сильно препятствующие автодвижению.

Земледелие на территории описываемого района возможно только в условиях искусственного орошения, осуществляемого с помощью арычной системы. Все оазисы рассматриваемой территории располагаются в пределах аллювиальных пролювиальных равнин с лессовыми покровами. Они наиболее широко распространены вдоль южной границы Джунгарской впадины. Оазисы развиваются вдоль рек с ледниковым питанием, пересекающим аллювиально-пролювиальную равнину и теряющихся на границе с песчаной равнины центральной части впадины. Их площадь контролируется водностью потока. Почва во всех оазисах пылеватая в той или иной степени видоизмененная длительным поливом. Ввиду огромной важности значение свойств этой почвы, для оценки проходимости, остановимся несколько подробнее на этом вопросе. Пылеватая почва представляет собой тонкозернистую мучнистую на ощупь массу серого или желтоватого цвета. В этих почвах преобладают частицы пыли размером с 0,05 до 0,07 мм диаметром, от присутствия

которых и зависят основные свойства этой почвы. В сухом состоянии она представляет чрезвычайную пыльную массу, легко поднимающуюся в воздух. Ввиду малой связности эта почва в обрывах легко дает отвесные стенки, достигающие местами высоты нескольких метров. Дороги, проходящие по лессу, нередко врезаются в него на глубину нескольких метров, пролегая по узкому коридору с отвесными стенками. Для пылеватых почв характерны высокая водопроницаемость и легкая разжижаемость. После небольшого дождя они легко переходят в плывунное состояние, образуя грязь и промоины на дороге. В связи с этим дороги в оазисах, как правило, чрезвычайно пыльны, а в отдельных местах образуют грязные труднопроходимые лужи. Подобные грязные участки могут быть связаны с разливом арыков. Кроме того, дороги оазисов становятся непроходимыми после дождя. Неумеренное орошение часто приводит к заболачиванию и засолению ранее плодородных земель. В связи с этим во всех оазисах имеются значительные площади болот и солончаков. Заболоченные участки заняты зарослями тростников высотой до 3 метров. Частая запутанная сеть арыков в оазисах может затруднять движение или снижать его скорость. Большинство арыков в этом районе вполне доступны для проезда вброд, а через наиболее крупных из них проложены мосты.

Озерные, пластовые и эоловые равнины

Равнины представляют собой типы местности где, рельеф не затрудняет проходимость. Здесь ограничение движения обусловлено другими факторами, так в пределах озерных равнин широко развиты болота и солончаки, сильно затрудняющие или даже делающие невозможным передвижение. Наилучшей проходимостью характеризуются каменистые и глинистые пластовые равнины, которые местами представляют плотную плоскую поверхность, доступную для движения транспорта во всех направлениях. На этих равнинах значительные

площади, занятые пылеватыми почвами, чередуются с супесчаными и суглинистыми участками. Проходимость этих территорий определяется в основном характером почв. О свойствах пылеватых почв мы уже говорили выше. Супесчаные и суглинистые почвы также обычно содержат значительные количества пылеватых частиц, развитые на типичных лессах. Они обладают в дорожном отношении удовлетворительными свойствами, давая довольно ровное и устойчивое дорожное полотно. Передвижение по описанным равнинам возможно в ряде случаев без дорог по любым направлениям. Препятствием могут служить суглинистые и солончаковые участки, образующие в сыром состоянии вязкую грязь.

В Джунгарии пространства с глинистыми и суглинистыми почвами нередко развиты среди каменистой пустыни. В сухое время эти равнины представляют собой голую твердую ровную поверхность, являющуюся идеальной мостовой. Однако, после дождя почва размыкает, делая дорогу непроходимой. С последним случаем, практически приходится встречаться только в Джунгарии. Дорога, идущая по описываемой равнине, дает при движении очень много пыли, что затрудняет движение транспорта колонной.

Каменистые участки также очень широко развиты на территории пластовых равнин. Грунт этих равнин представляет собой суглинок с галькой или щебнем, который с поверхности покрыт сплошным слоем щебенки или гальки. Образование этого поверхностного слоя связано с сильными ветрами, выдувающими мелкие частицы и оставляющими на поверхности только крупный щебень и гальку. В связи с этим галечные и щебневые равнины представляет собой естественные шоссе, по которым возможно автодвижение во всех направлениях с большой скоростью.

Эоловые равнины

Песчаные пустыни и полупустыни широко развиты в центральной части Джунгарской впадины. Пески Джунгарии в большинстве случаев по

периферии представляет собой малоподвижные полузаросшие бугристые и грядовые пространства. Центральная часть песчаных пустынь представлена подвижными голыми барханами.

Вследствие рыхлости и сыпучести, пески являются труднопроходимыми для транспорта участками. Передвижение в пешем порядке по ним крайне утомительно, так как приходится все время подниматься и опускаться с высоких барханов, иногда достигающих высоты более 30 м. В большинстве случаев пески содержат большое количество пылеватых частиц, которые легко поднимается в воздух. С этим связаны песчаные бури, часто бывающие в пустынях.

На периферии эоловых равнин Джунгарии часто встречаются мелкие холмы, сложенные песчано-глинистым материалом и заросшие тамарисками. В отличие от вышеописанных песков эти холмики полностью заросли и находятся в неподвижном состоянии. Они имеют крутые склоны высотой до 10м. Образование этих холмов связано с процессами навевания и разневания частиц песка и глины. При навевания мелкозема на кусты тамариска, последний при этом частично засыпается, но выживает и растет вверх, скрепляя все новые и новые массы мелкозема.

Озерные равнины

Полоса озерных равнин протягивается вдоль северо-западной границы Джунгарской впадины. В целом она характеризуется плохой проходимостью из-за наличия остаточных озерных бассейнов и широкого распространения болот и солончаков. Наиболее широко солончаки развиты по пониженным местам – в долинах рек, по берегам озер, хотя и встречаются и на высоких террасах. В целом все солончаки представляют серьезную проблему с точки зрения проходимости.

Мокрые солончаки (хаки) постоянно мокры и почва представляет собой чрезвычайно вязкую массу, передвигаться по которой очень трудно.

Автомашины, попав на такой солончак, начинают буксовать, а при передвижении по нему пешем порядке очень портится обувь.

Такыры обычно находятся на плоских пониженных участках и летом представляет собой голую твердую поверхность, являющуюся естественной мостовой и прекрасной посадочной площадкой для самолета. Но весной такыр превращается в полное озеро или же в мокрый солончак, и проехать по нему в это время невозможно.

Пухлые солончаки (шоры) с поверхности покрыты слоем рыхлой соли, которая при передвижении поднимается в воздух (раздражает носоглотку и глаза). Под пухлым горизонтом залегает или твердая поверхность или сырая вязкая масса. После дождя их поверхность превращается в вязкую массу, что затрудняет проходимость для автомобильной техники.

Солонцы. В отличие от солончака содержат растворимые соли не с поверхности, а на некоторой глубине (обычно 20-30см.). На солонцах растут специфические растения черная полынь и др. В сухую погоду солонцы имеют очень твердую поверхность и легко проходимы, но после дождя они размокают, давая вязкую непроходимую грязь.

На большей части Синьцзяна болота отсутствуют. Наиболее крупные заболоченные участки приурочены к долинам рек и берегам озер, воды которых и производят заболачивание.

Крупнейшие озера озерной равнины Джунгарии Эби-Нор, Манас и Улюнгур имеют заболоченные берега, поросшие камышами. Поверхность данных участков представляет собой серую или черную илистую массу, столь пересыщенную водой, что она приобретает характер жидкого теста. В связи с этим большинство болот района в теплое время года совершенно непроходима. Часть болот до конца не замерзает и зимой, что снижает зимнюю проходимость формации озерных равнин.

Современные и древние долины

Долины рек Джунгарии имеют крутые эрозионные борта и плоское аккумулятивное днище. По мере продвижения в горы высота бортов увеличивается, а ширина днища уменьшается. В пределах днищ более увлажненные болотистые участки чередуются с менее сырыми луговыми и солончаковыми. Эти районы гораздо легче проходимы, чем болота и солончаки, что объясняется наличием повышенных луговых и степных участков. Для долин рек очень характерны кочковатые луговые пространства, заросшие чием.

Наиболее характерным и доминирующим растением чиевых лугов и степей является чий, который монголы называют дерису. Передвижение на автомобильной технике по чиевым лугам очень затруднительно, так как автомобили все время подпрыгивают на кочках, что изматывает пассажиров и быстро приводит к поломке ходовой части.

Берега реки Урунгу в нижнем течении заросли кустарниками, а в устьевой части высоким и густым тростником, перемежающиеся с песками и солончаками. На данных участках весной нельзя проехать из-за топкости почв и обилие воды.

Климат Джунгарской равнины как фактор ее проходимости

Для климата Джунгарии характерны сухость воздуха и сильная жара летом, но в отличие от Тарима зимой здесь бывают весьма значительные морозы. Летом почва нагревается до 50 градусов, что делает передвижение очень затруднительным для людей и всех видов животных. Летом температура ночью нередко опускается до 15 градусов, что воспринимается как холод. Для климата Джунгарии типичны сильные северо-западные ветры, дующие главным образом весной. Иногда они дуют неделями. Сила ветра бывает такова, что затрудняет или не дает возможность передвигаться. Особенно знаменит ветер «Эбе», идущий в

районе озера Эби-Нур и Джунгарского прохода. Он носит характер шторма и плохо отражается на здоровье людей и животных.

Также как и для Тарима, для Джунгарии характерны пыльные бури и туманы, но в этом районе они бывают не так часто. Осадков выпадает мало, но все же больше, чем в Таримской впадине. Значительные дожди бывают в конце мая и в начале июня, а снег выпадает в наибольшем количестве в октябре и ноябре.

Весна в Джунгарии начинается в конце марта, причем она не носит затяжного характера. С октября на юге Джунгарии начинается заморозки.

Лучшим временем для передвижения по Джунгарии вне дорог является август, сентябрь и октябрь. Весна из-за сильных ветров неблагоприятна для передвижения.

Карты прикладных свойств местности

Построение карт прикладных свойств местности на геоморфологической основе целесообразно производить средствами ГИС. Предложенная структура и содержание тематических слоев ГИС проектов, ориентированных на оперативное создание цифровых карт прикладных свойств местности, является минимально необходимой для решения большинства хозяйственных задач и в случае необходимости легко может быть дополнена необходимыми данными. Создание ГИС проектов интегрирующих необходимые исходные данные для решения тактических задач не представляет технической проблемы, поскольку использует готовые программные решения и базовую информацию. Возможность предоставления лицам, принимающим решения, карт на зону их ответственности, характеризующих необходимые в каждом конкретном случае прикладных свойства местности позволит повысить точность и адекватность принимаемых решений. Кроме того, такие карты позволяют быстро разработать наборы альтернативных вариантов решений, что

обеспечит более гибкие действия при изменении обстановки, позволит отойти от установившихся шаблонов и повысить результативность действий.

Рассмотрим схему проходимости района Джунгарской впадины (**рис. 1.6**), составленную нами на основе геоморфологической карты региона. Анализ приведенной схемы показывает, что в геоморфологическом отношении Джунгарская впадина разделяется на два резко различающихся района. Северная часть впадины преимущественно денудационная, южная аккумулятивная. Дорожная сеть на севере и на юге хорошо развита, а проходимость вне дорог позволяет перемещения колесных транспортных средств. Однако наличие труднопроходимых песчаных пустынь между северным и южным районами определяет их низкую естественную транспортную связность. Дорожная сеть длительное время была привязана к зонам естественной проходимости. Однако в последнее десятилетие в ее структуре произошла качественная перемена за счет новых дорог высокого класса, пересекающих пустыню Гурбантунгут и связывающих северный район с южным (**рис. 5.2**). Видно также стремление властных структур преодолеть низкую транспортную связность с Таримской впадиной за счет прокладки дорог через Китайский Тянь-Шань.

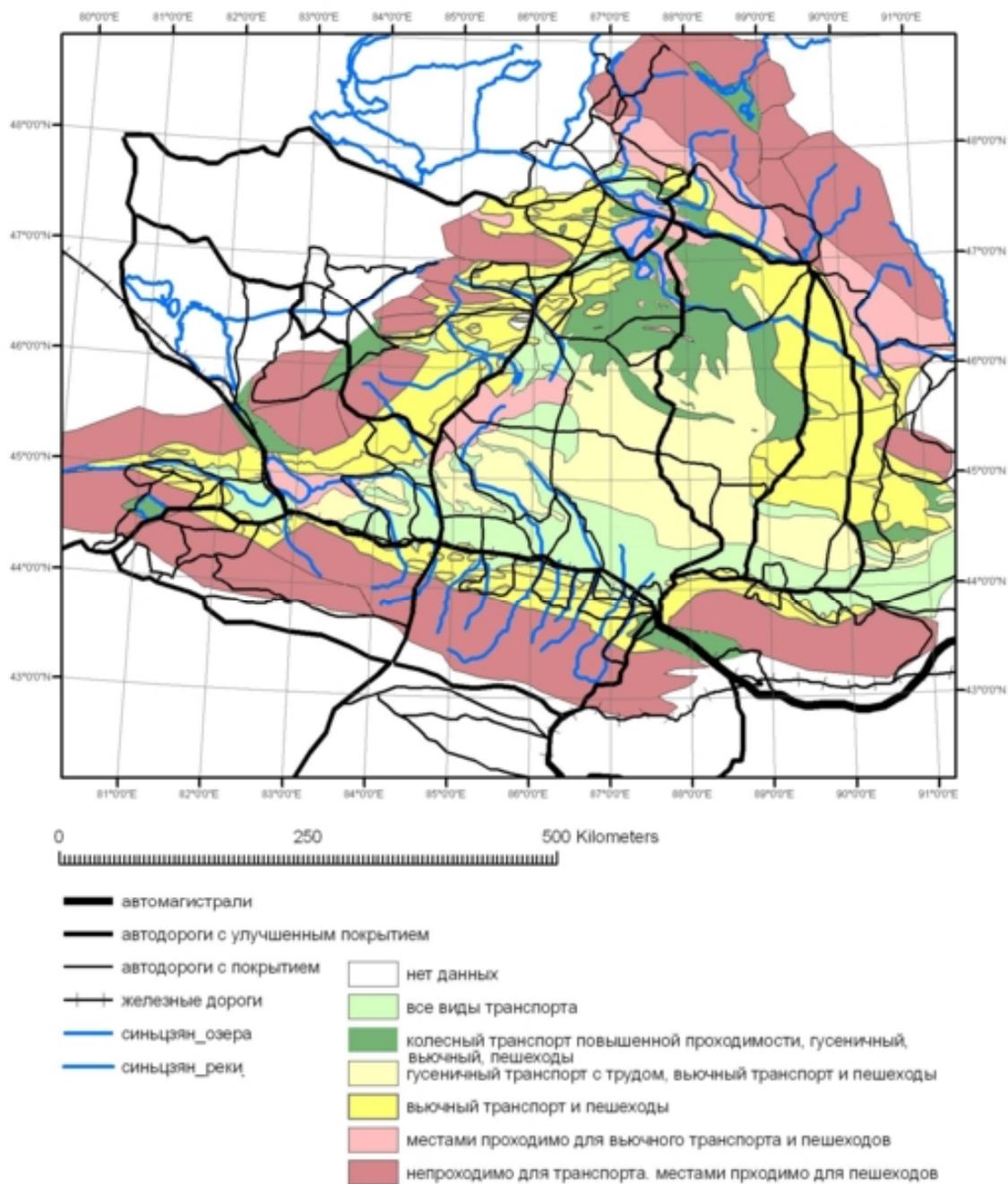


Рис. 5.1. Карта транспортной сети и внедорожной проходимости района Джунгарской впадины



Рис. 5.2. Новая автодорога через пустыню Гурбантюнгут. Фото И.С.Новикова

Для потребностей оперативного управления нами построена также карта транспортной проницаемости Джунгарской равнины и ее горного обрамления (рис 3.6).

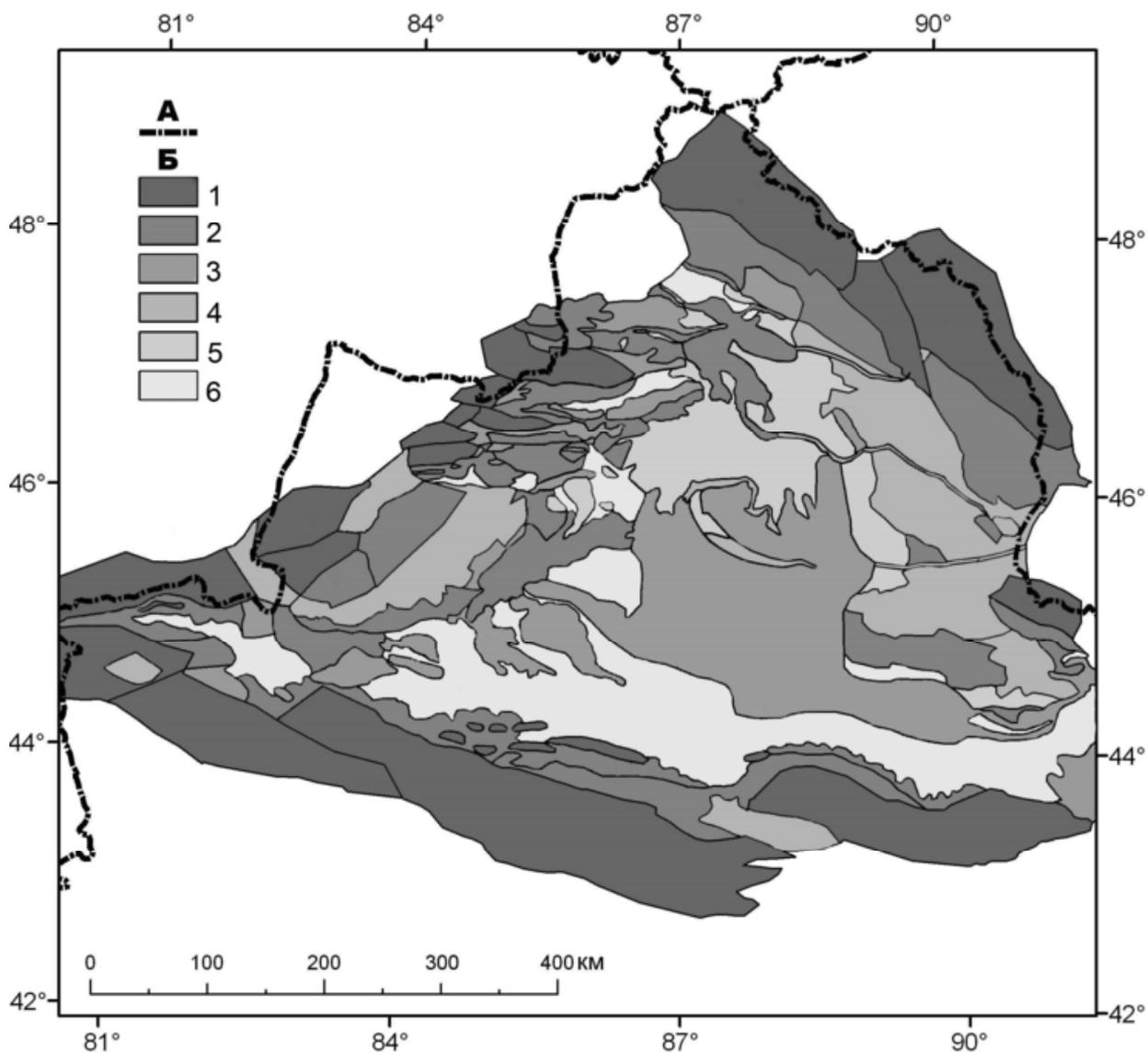


Рис. 5.3. Проницаемость Джунгарии для автотранспорта. А – государственные границы, **Б** – транспортная проницаемость в количестве проходов на 10 км^2 : 1 – 0; 2 – 0-0,1; 3 – 0,1 – 0,25; 4 – 0,35-1; 5 – 1-10, 6 – 1-100.

Примененный способ оценки местности вне дорог для групп движущихся объектов, включал следующие операции: построение карты геоморфологических формаций, группировка выделенные участки в классы близкие по транспортной проницаемости.

В **таблице 1** приводится информация о типах выделенных геоморфологических формаций Джунгарской равнины и ее горного обрамления.

| Номер | Формации | Абс. Высоты/ локальные перепады высот м. | Грунты | Количество проходов на 10 км ² |
|-------|--------------------------------------|---|--|---|
| 1 | эоловых равнин | 200-1100/ 15-30 | песок | 0,1-0,25 |
| 2 | озерных равнин | 200-750/10-15 | рыхлая глина, песок | 0-0,1 |
| 3 | аллювиально- пролювиальные равнин | 540-950/5-10 | суглинок, галечник | 10-100 |
| 4 | пролювиальных шлейфов | 300-1200/20-30 | галечник, песок | 0-0,1 |
| 5 | пластовых равнин | 450-800/70-80 | плотная глина | 1-10 |
| 6 | эоловых городов | 450-550/50-80 | плотная глина | 1-10 |
| 7 | передовые хребтов | 1000-1500/100- 200 | песчаник, плотная глина, конгломерат | 0 |
| 8 | рядовой мелкосопочник | 1500-1800/100- 300 | песчаник, плотная глина, конгломерат | 0-0,1 |
| 9 | бугристый мелкосопочник | 800-1600/5-10 | скальник | 0,25-1 |
| 10 | среднегорная | 1600-2500/200- 250 | скальник | 0-0,1 |
| 11 | высокогорная | 2500-5300/1100- 1200 | скальник | 0 |
| 12 | межгорных впадин | 400-2000/50-100 | галечник, скальник | 0,25-1 |
| 13 | долин крупных рек | 200-800/5-10 | галечник, песок | 0,25-1 |
| 14 | палеодолины | 500-800/5-10 | галечник, песок | 0,25-1 |

Таблица 1. Характеристики геоморфологических формаций Джунгарии.

Осуществлена полевая калибровка каждого из типов геоморфологических формаций транспортной проницаемости для разных типов соединений оперативного масштаба в зависимости от степени увлажнения грунтов, наличия и толщины снежного покрова. Объединены контуры с одинаковыми характеристиками транспортной проницаемости и осуществлено построение итоговой карты транспортной проницаемости.

Способ оценки прикладных свойств местности реализованный путем построения специальных карт масштаба 1 : 500 000, основанный на анализе контролирующих факторов по геоморфологической карте обеспечивает повышения надежности принимаемых управленческих решений путем исключения непроходимых и труднопроходимых участков местности, снижение времени на разработку маршрута, правильной оценки времени, необходимого для прохождения маршрута, а также оптимизацию маршрута по заданным параметрам и критериям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геологические, геоморфологические и неотектонические структуры смежных районов России, Казахстана и Монголии имеют свое продолжение в Северном Синьцзяне. Отсутствие данных по этому району служило серьезным ограничением при построении геолого-геоморфологических моделей Центральной Азии. Поэтому скорейшее вовлечение в российский научный обиход сведений по геологии и геоморфологии данного района более чем актуально.

Данный район традиционно служащий северо-западными воротами Китая (через него в Средние века проходил Великий шелковый путь), в настоящее время является особой экономической зоной благоприятной для международного сотрудничества и на ее территории планируется реализация крупных международных проектов в области транспортной инфраструктуры. Это делает актуальным анализ транспортной проницаемости данной территории, как лимитирующего условия при реализации многих проектов.

Хотя о существовании Джунгарской впадины было хорошо известно географам с древнейших времен, поскольку вдоль ее южной границы проходил Великий Шелковый путь, интенсивное географическое изучение Джунгарской впадины началось в начале 1870-х годов в рамках «Большой Игры», а геологическое – только с середины 1930-х в связи с вовлечением Синьцзяна в орбиту геополитических интересов СССР. Причем в обоих случаях исследования проводились в основном российскими и советскими специалистами, поскольку территория Джунгарии вдавалась клином в территорию Российской Империи/СССР. С середины XIX века российской стороной принимались комплексные меры к недопущению в регион Британской, Германской и Японской империй, а в XX веке и США.

Рассмотрев историю геолого-геоморфологических исследований Джунгарии можно отметить, что собственно в геоморфологическом отношении данная территория до сих пор изучена достаточно слабо.

Единственной обзорной специализированной работой в этом направлении является монография советского исследователя Е.И.Селиванова. Она дает некоторое представление о рельефе территории, но во многом устарела.

Основными чертами геоморфологии Джунгарии является наличие сплошных 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.

В геологическом отношении 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.

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. В олигоцене началась неотектоническая активизация региона, являющаяся пятой по счету на континентальном этапе. Новейшая активизация включает в себя две основные фазы: олигоценовую 23-33 млн. л. и неоген-четвертичную с 1.2-7.6 млн. л. по настоящее время.

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.

Система новейших деформаций рассматриваемой территории контролируется двумя основными факторами. Первым фактором является прочностная неоднородность верхней части земной коры в ее пределах. Вторым фактором является горизонтальное сжатие с юга. Проведенный геоморфологический и морфотектонический анализ с привлечением имеющихся опубликованных геологических данных позволил не только выявить основные мобильные зоны региона, но и построить модель их разломной сети и для большей части разломов дать кинематическую интерпретацию.

Анализ механизмов очагов землетрясений показал, что на границах Китайского Тянь-Шаня с жесткими тектоническими структурами – Таримом и Джунгарией, главные оси напряжений сжатия в большинстве случаев падают на север - на границе с Таримом и на юг - на границе с Джунгарией с углами наклона относительно горизонта до 45° . Подтверждением такого развития границ мобильных зон является формирование вдоль границ Таримского, Хами-Турфанского и Джунгарского блоков новейших горст-антиклиналей – форбергов.

Неотектонический процесс обусловлен в пределах рассматриваемой территории региональным сжатием, являющимся результатом Индо-Евразийской коллизии. Помимо выдавливания блоков земной коры в верхнее полупространство по взбросовым зонам в мобильных зонах наблюдаются правосдвиговые и реже левосдвиговые перемещения, часто имеющие существенную взбросовую составляющую.

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.

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.

При анализе транспортной проходимости Джунгарской впадины мы использовали ГИС технологии. Геоинформационные технологии относятся к технологиям двойного назначения и находят в настоящее время применение, как в различных отраслях хозяйства. Анализ приведенной схемы показывает, что в геоморфологическом отношении Джунгарская впадина делится на два резко различающихся района. Северная часть впадины преимущественно денудационная, южная аккумулятивная. Проходимость вне дорог в северном районе и южном дорогах достаточно высока. Дорожная сеть на севере и юге также хорошо. Однако наличие наложенных труднопроходимых геоморфологических элементов в виде

песчаных пустынь между северным и южным районами определяет их низкую естественную транспортную связность. Дорожная сеть длительное время была привязана к зонам естественной проходимости, однако в последнее десятилетие в ее структуре произошла качественная перемена за счет новых дорог высокого класса, пересекающих пустыню Гурбантунгут и связывающих северный район с южным.

Трансформация дорожной сети региона за последние 7-8 лет демонстрирует также стремление преодолеть низкую транспортную связность с Таримской впадиной за счет прокладки дорог через Китайский Тянь-Шань.

Рассмотренная структура и содержание тематических слоев ГИС проектов, ориентированных на оперативное создание цифровых карт прикладных свойств местности, является минимально необходимой для решения большинства практических задач и в случае необходимости легко может быть дополнена необходимыми данными. Возможность предоставления руководителям разного уровня карт на зону их ответственности, характеризующих необходимые в каждом конкретном случае прикладные свойства местности должно повысить точность и адекватность принимаемых решений.

Использованная методика позволяет детально изучить районы и при необходимости создать специальные карты.

ЛИТЕРАТУРА

- Арган Э.** Тектоника Азии (доклад на Брюссельской XIII сессии МГК в 1922 г.). - М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, **1935.**- 192 с.
- Бардачевский Н.Н.** Геоморфологический анализ транспортной проницаемости Юго-Восточного Алтая: Автореф. дис. геогр. наук/ Сиб. отд Российской академии наук. Институт геологии и минералогии. - Новосибирск, 2009. - 18 с.
- Бармин В.А.** Синьцзян в советско-китайских отношениях 1941-1949 г. – Барнаул: Изд-во БГПУ, **1999.** - 200 с.
- Благовидова Т.Я., Жалковский Н.Д., Мучная В.И. и др.** Сейсмичность Алтае-Саянской области по инструментальным данным// Геология и геофизика. - **1986.** - № 1.- С. 140-147.
- Влангали [А.Г.]** Геогностические поездки в восточную часть Киргизской степи в 1849 и 1851 годах// Горный журнал, **1853.** - Кн.IV. - С.1-63.
- Геологическая карта Юго-Западного Алтая/ Беспаяев Х.А., Гадженко Г.Д., Полянский Н.В., Дьячков Б.А., Евтушенко А.П.** Масштаб 1 : 1 000 000.- Алма-Ата: Институт геологических наук, **1997.**- 1 лист.
- Грум-Гржимайло Г.В.** Описание путешествия в Западный Китай. - СПб: Изд-во РГО, **1896.** - Т. 1.- 547 с.
- Джунгарская равнина** // Большая энциклопедия. Т.15/ Ред. Кондратов С.А.- М.: Терра, **2004.** - С.229.
- Джурик В.И., Ключевский А.В., Серебренников С.П., Демьянович В.М., Батсайхан Ц., Баяраа Г.** Сейсмичность и районирование сейсмической опасности территории Монголии. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, **2009.** 420 с.
- 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 - 19.

Дядьков П.Г., Кузнецова Ю.М. Аномалии сейсмического режима перед сильными землетрясениями Алтая // Физическая мезомеханика, 2008.- Т. 11, № 1. - С. 19-25.

Дядьков П.Г., Назаров Л.А., Назарова Л.А. Трехмерная вязкоупругая модель литосферы Центральной Азии: методология построения и численный эксперимент // Физическая мезомеханика, 2004. Т. 7, № 1. С. 91-101.

Дядьков П.Г., Назаров Л.А., Назарова Л.А. Трехмерная геомеханическая модель литосферы района подготовки Алтайского землетрясения 2003 г. // Физическая мезомеханика, 2009. - Т. 12, № 1. - С. 25-28.

Еманов А.Ф., Еманов А.А. Филина А.Г, Лескова Е.В. Пространственно-временные особенности сейсмичности Алтае-Саянской складчатой зоны // Физическая мезомеханика, 2005. - Т.8, № 1.- С. 49-64.

Еманов А.Ф., Лескова Е.В., Филина А.Г., Еманов А.А., Фатеев А.В. Алтай и Саяны / Землетрясения Северной Евразии 2004, Обнинск, ГС РАН, 2010. - С. 142-152.

Жалковский Н.Д. Некоторые результаты исследований сейсмичности Алтае-Саянской горной области// Региональные геофизические исследования в Сибири. - Новосибирск, 1967. - С. 170-183.

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

Жалковский Н.Д., Мучная В.И. Алтае-Саянская область // Сейсмическая сотрясаемость территории СССР. - М., 1979.- С. 125-128.

Жалковский Н.Д., Мучная В.И., Чернов Г.А. Алтай и Саяны //

Сейсмическое районирование территории СССР. – М: Наука, 1980. - С. 204-211.

Жалковский Н.Д., Чернов Г.А., Мучная В.И. Сейсмическое районирование территории Алтае-Саянской горной области // Сейсмогеология восточной части Алтае-Саянской горной области. - Новосибирск, 1978. - С. 72 - 90.

Зайчиков В.Т. Джунгарская равнина // Большая советская энциклопедия. Т.8. - М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1972. - С.215.

Зоненшайн Л.П., Савостин Л.А. Введение в геодинамику. - М.: Недра, 1979. - 311 с.

Козлов П.К. Отчет помощника начальника экспедиции. Труды экспедиции РГО по Центральной Азии, совершенной в 1893-1895 гг. под начальством В.И. Роборовского. Ч.2. - СПб: Изд-во РГО, 1899. - 265 с.

Костенко Л.Ф. Чжунгария. Военно Статистический очерк // Сборник географических, топографических и статистических материалов по Азии. Вып. XXVIII. –СПб.: Изд.военно-ученого комитета Главного штаба, 1887.- 341 с.

Копп М.Л. Структуры латерального выжимания в Альпийско-Гималайском коллизийном поясе. - М.: Научный мир, 1997. - 314 с.

Курскеев А.К, Тимуш А.В., Шацлов В.И., Сыдыков А., Горбунов П.Н., Садыкова А.Б. Сейсмическое районирование Республики Казахстан. Алматы: Эверо, 2000. 220с.

Ли Сы-гуан. Геология Китая. - М.: Изд-во Иностран. лит-ры, 1952.- 519 с.

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

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.

Мамедов Г.М., Новиков И.С. Геоморфология Джунгарской равнины и ее горного обрамления // Геоморфология. – **2015**. - №1.- С.88-100.

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.

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.

Масарский С.И., Горбунова И.В. Сейсмичность Джунгарии и Алтае-Саянской области// Экспериментальная сейсмика. - М., **1964**.- С. 94—137.

Масарский С.И., Моисеенко Ф.С., Семакин В.П. Алтае-Саянская область// Сейсмическое районирование СССР. - М., **1968**.- С. 343—357.

Масарский С.И., Рейснер Г.И. Новейшие тектонические движения и сейсмичность Западного Саяна и Западной Тувы. - М.: Наука, **1971**. - 155 с.

Моисеенко Ф.С. Некоторые черты неотектоники, результаты и возможности сейсмогеологических исследований в Алтае-Саянской области// Геология и геофизика. – **1969**. - № 2. - С. 84 - 94.

Мурзаев Э.М. Природа Синьцзяна и формирование пустынь Центральной Азии. - М.: Наука, **1966**. - 382 с.

- Нехорошев В.П.** Хребет Саур. Очерки по геологии Сибири. Вып. 9. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, **1941.** - 212 с.
- Новиков И.С.** Морфотектоника Алтая - Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», **2004.** - 313 с.
- Новиков И.С.** Морфотектоника Алтая // Геоморфология. - **2003.**- № 3.- С.10 – 25.
- Новиков И.С.** Реконструкция этапов горообразования обрамления Джунгарской впадины по литостратиграфии позднепалеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений // Геология и Геофизика, **2013.** - № 2.- Т. 54. - С. 184-202.
- 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.
- 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.
- Новый каталог сильных землетрясений** на территории СССР (с древнейших времен до 1975 г.) / Под ред. Н.В. Кондорской, Н.В. Шебалина. М: Наука, **1977.** - 535 с.
- Обручев В.А.** Орография Центральной Азии и ее юго-восточной окраины // Изв. РГО. - **1895.**- Т.31, вып. 3.- С.253-344.
- Обручев В.А.** Пограничная Джунгария. Т.3. Географическое и геологическое описание. Вып. 1. Обзор литературы, орография, гидрография. - М.-Л. Изд-во АН СССР, **1932.** - 311с.
- Обручев В.А.** Пограничная Джунгария. Т.3. Географическое и геологическое описание. Вып. 2. Геологический очерк. - М.-Л. Изд-во АН СССР, **1940.** 292с.

Обручев В.А. Центральная Азия, Северный Китай и Нань-Шань. Отчет о путешествии в 1892-1894 гг. Т.2. - СПб.: Изд-во РГО, **1901.**-687 с.

Обухов В.Г. Схватка шести империй. Битва за Синьцзян. - М.: Вече, **2007.** - 512 с.

Патент 2 502047 С 1 Российская Федерация, МПК⁷ 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.

Патент 2 548389 С 1 Российская Федерация, МПК⁷ 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.

Патент 2 564826 С 1 Российская Федерация, МПК⁷ 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.

Певцов М.В. Путешествия по Восточному Туркестану, Куэнь-Луню, северной части Тибетского нагорья и Чжунгарии в 1889 и 1890 гг.- СПб: Изд-во РГО, **1895.** - Часть 1.- 423 с.

Петровский Н.Ф. Отчет о Кашгарии // Сборник географических, топографических и статистических сведений по Азии. Вып. XXII. -

СПб, "Издание Военно-ученого комитета Главного Штаба", 1886. - С.1-61.

Потанин Г.Н. Расспросные сведения между Нань-Шанем, Хангаем, Хами и Утай-Шанем // Известия РГО, 1887. - Т.23, вып. 4. - С. 519-568.

Пржевальский Н.М. Из Зайсана через Хами в Тибет и на верховья Желтой реки. Третье путешествие по центральной Азии. - СПб.: Изд-во РГО, 1883.- 473 с.

Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений / Методы детального изучения сейсмичности. Труды ИФЗ АН СССР, № 9(176). М.: ИФЗ АН СССР, 1960. С. 75–114.

Рейснер Г.И. О тектонике и сейсмичности Горного Алтая// Физика Земли. - 1971. - № 5. - С. 18 - 31.

Роборовский В.И. Отчет начальника экспедиции Русского географического общества по Центральной Азии, совершенной в 1893-1895 гг.- СПб: Изд-во РГО, 1900. - 610 с.

Саидов М.Н. Мезо-кайнозойские континентальные отложения Джунгарской впадины (Основные черты стратиграфии) // Изв. АН СССР. Сер.геол.- 1956. - №10.- С.85-97.

Саидов М.Н., Багирян Г.В., Мосякин П.Ф. О генетической связи нефти в Центральной Азии с озерно-континентальными отложениями (геологические критерии) // Сборник авторефератов научных работ, законченных в 1957 г.- Л.: Гостоптехиздат, 1958. - С. 123 – 135.

Сапожников В.В. Монгольский Алтай в истоках Иртыша и Кобдо: Путешествия 1905—1909 гг. Томск: Типолитогр. Сибирского Г-ва Печатного дела, 1911. - 408 с.

Селиванов Е.И. Геоморфология Джунгарии.- М., Недра, 1965. - 155 с.

Синицын В.М. Восточный Тянь-Шань и Бей-Шань. - М.: Изд-во АН СССР, 1954. - 271 с.

Синицын В.М. Турфан-Хамийская впадина и Гашуньская Гоби. - М: Изд-во АН СССР, 1957. - 107 с.

- Соколов Б.С.** Далеко от войны // Геологи АН СССР в годы Великой Отечественной войны на трудовом фронте/ Отв. ред. В.В. Тихомиров. - М.: Наука, 1991. - С. 72-90.
- Сосновский Ю.А.** Отчет Булун-тохойской экспедиции // Записки РГО по общей географии. Т.5. СПб, 1875. - С.
- Сосновский Ю.А.** Экспедиция в Китай 1874-1875 гг. Т.1, Ч.1, М., 1883. - 894с.
- Тимофеев Д. А.** Элементарные морфологические единицы как объект геоморфологического анализа // Геоморфология, 1984, № 1, С.19-29.
- Трифонов В.Г.** Неотектоника Евразии. - М.: Научный мир, 1999. - 252 с.
- Трифонов В.Г., Соболева О.В., Трифонов Р.В., Востриков Г.А.** Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизийного пояса. М., Геос, 2002, 224 с.
- Туаев Н.П.** К стратиграфии Джунгарии // Советская геология. - 1963, № 5.- С.76 – 92.
- Федорович Б.А.** Высотно-поясное разделение долин Тянь-Шаня Геоморфология. - 1971.- №2. - С. 87-95.
- Фортыгина Е.А.** Джунгарская равнина // Большая российская энциклопедия. Т.8. - М.: Изд-во Большая российская энциклопедия, 2007. - С.685.
- Хаин В.Е.** Происхождение Центрально-Азиатского горного пояса: коллизия или мантийный диапиризм? // Геодинамика внутриконтинентальных горных областей. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990.- С. 5-8.
- Хованова Р. И.** Землетрясения Алтае-Саянской зоны// Землетрясения в СССР. - М., 1961.- С. 349—352.
- Юань М.С.** Тектонические процессы, отраженные на карте динамики литосферы Китая// Геодинамика внутриконтинентальных горных областей. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990.- С. 341-351.

Argand E. La tectonique de l'Asie// Congr. Géol. Int. 13ème. Sess. Belg., 1re Fasc.- **1924.** - P. 171–372.

Atlas of China's Petroliferous Basins/ Ed. Li Goyu.- Beijing: Petroleum Industry Press, **2002.**- 492 p.

Cao J., Jin Z.J., Hu W.X., Xie X.M., Wang X.L., Yao S.P. Integrate GOI and composition data of oil inclusions to reconstruct petroleum charge history of gas-condensate reservoirs: example from the Mosuowan area, central Junggar basin (NW China) // Acta Petr Sin.- **2007.**- Vol. 23, Iss. 1. - P. 137-144.

Cao J., Yao S.P., Jin Z.J., Hu W.X., Zhang Y.J., Wang X.L., Zhang Y.Q., Tang Y. Petroleum migration and mixing in the northwestern Junggar Basin (NW China): constraints from oil-bearing fluid inclusion analyses // Org Geochem.- **2006.**- Vol. 37, Iss. 7. - P. 827-846.

Cao J., Zhang Y.J., Hu W.X., Yao S.P., Wang X.L., Zhang Y.Q., Tang Y. The Permian hybrid petroleum system in the northwest margin of the Junggar Basin, northwest China // Mar Petrol Geol. - **2005.** - Vol. 22, Iss. 3. - P. 331-349.

Carroll A.R., Liang Yunhai, Graham S.A., Xiao Xuchang, Hendrix M.S., Chu Jinchi, McKnight C.L. Junggar basin, northwest China: trapped Late Paleozoic ocean// Tectonophysics, **1990**, V.181, № 1-4- P. 1-14

Carroll, A.R.; Brassell, S.C.; Graham, S.A. Upper Permian Lacustrine Oil Shales, Southern Junggar Basin, Northwest China// Bull. Amer. Assn. Petrol. Geol. - **1992.**- Vol. 76, Iss. 12. - P. 1874-1902.

Carruthers D. Unknown Mongolia A Record of Travel and Exploration in North-West Mongolia and Dzungaria. Vol. I-II, London: Hutchinson, **1914.** - 659 p.

Charreau J., Chen Y.; Gilder S., Barrier L., Dominguez S., Augier R., Sen S., Avouac J.P., Gallaud A., Graveleau F., Wang Q.C. Neogene uplift of the Tian Shan Mountains observed in the magnetic record of the Jingou

River section (northwest China) // *Tectonics*.- **2009**.- Vol. 28.-TC2008, doi: 10.1029/2007TC002137.

Charreau J., Chen Y.; Gilder S., Barrier L., Dominguez S., Augier R., Sen S., Avouac J.-P., Sen S., Sun D., Li Y., Wang W.-M. Magnetostratigraphy and rock magnetism of Neogene Kutuinho section (northwest China): Implications for late Cenozoic uplift of Tianshan mountains observed // *Earth Planet. Sci. Lett.*- **2005**.- Vol. 230.-P. 177-192.

Chen J., Burbank D.W., Scharer K.M., Sobel E., Yin J., Rubin C., Zhao R. Magnetostratigraphy of upper Cenozoic strata in south-western Chinese Tian Shan: Rates of Pleistocene folding and thrusting // *Earth Planet. Sci. Lett.* -**2002** – Vol. 195, № 1-2.- P. 113-130.

Chen Z.L., Li L.; Liu J.; Gong H.L., Jiang R.B., Li S.X., Zheng E.J., Han X.Z., Li X.G., Wang C., Wang G.R., Wang G., Lu K.G. Preliminary study on the uplifting-exhumation process of the western Tianshan range, northwestern China // *Acta Petr Sin.*- **2008**.- Vol. 24, Iss. 4.- P. 625-636.

CSNcatalog

(http://www.csndmc.ac.cn/wdc4seis@bj/earthquakes/csn_catalog_p002.jsp)

De Grave J.; Buslov M.M.; Van den Haute P. Distant effects of India-Eurasia convergence and Mesozoic intracontinental deformation in Central Asia: Constraints from apatite fission-track thermochronology // *J Asian Earth Sci.*- **2007**, Vol. 29, Iss. 2-3. - P. 188-204

Dyadkov P.G., Mikheeva A.V. The expert earthquake database (EEDB) for seismic-geodynamic research // *Bull.Nov.Comp.Center, Math.Model. in Geoph.*, **2010**, v.13, p. 15-30.

Global CMT Catalog (<http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>)

Graham S.A., Hendrix M.S., Barsbold R., Badamgarav D., Sjostrom, D.; Kirschner W., McIntosh J.S. Stratigraphic occurrence, paleoenvironment, and description of the oldest known dinosaur (Late Jurassic) from Mongolia// *Palaios*.- **1997**.- Vol. 12, Iss. 3. - P. 292-297.

Guan S., Li B., He D., Shaw J. H., Chen Z. Recognition and Exploration of Structural Wedges—A Case Study in the Southern Margin of Junggar Basin, China // *Earth Science Frontiers*, **2009**.- V.16, Iss.3.- P. 129–137.

Hedin S. Auf grosser Fahrt. Meine Expedition mit Schweden, Deushen und Chinesen durch Wüste Gobi 1927-1928.- Leipzig, **1929**.- 347 s.

Hendrix M.S., Brassell S.C., Carroll A.R., Graham S.A. Sedimentology, organic geochemistry, and petroleum potential of Jurassic coal measures: Tarim, Junggar, and Turpan Basins, Northwest China // *Bull.Amer.Assn.Petrol.Geol.*, **1995**, Vol.79, № 7.- P. 929-959.

Hendrix M.S., Graham S.A., Amory J.Y., Badarch G. Noyon Uul syncline, southern Mongolia: Lower Mesozoic sedimentary record of the tectonic amalgamation of central Asia// *Geol Soc Amer Bull.*- **1996**, Vol. 108, Iss. 10.- P. 1256-1274

Hendrix, M.S.; Graham, S.A.; Carroll, A.R.; Sobel, E.R.; Mcknight, C.L.; Jerzykiewicz T., Russell D.A. Late Mesozoic stratigraphy and vertebrates of the Gobi Basin// *Cretac. Res.* - **1991**.-Vol. 12, № 4. - P. 345-377

Huang B.C.; He H.Y.; Zhang C.X.; Zhu R.X. Paleomagnetic and geochronological study of the Halaqiaola basalts, southern margin of the Altai Mountains, northern Xinjiang: Constraints on neotectonic convergent patterns north of // *J Geophys Res Solid Earth.* - **2006**. - Vol. 111, Iss. 1. - P. 1101.

Humboldt A. Central-Asien: Untersuchungen uber die Gebirgsketten und die vergleichende Klimatologie. - Berlin: C. J. Klemann, **1844**. – V. I. - 688 p; V. II. - 448 p.

Ji J.L., Luo P., White P., Jiang H.C., Gao L., Ding Z.L. Episodic uplift of the Tianshan Mountains since the late Oligocene constrained by magnetostratigraphy of the Jingou River section, in the southern margin of the Junggar Basin, China // *J Geophys Res Solid Earth.*- **2008**.- Vol. 113, Iss. B5. - P. 5102-5102.

- Kamen-Kaye M., Meyerhoff A.A., Taner I.** Junggar basin. A Permian to Cenozoic intermontane complex in northwestern China // *Senckenbergiana lethaea*. - **1988**. - Vol.69, № 3-4. - P. 289-313.
- Klinger Y., Etchebes M., Tapponnier P., Narteau C.** Characteristic slip for five great earthquakes along the Fuyun fault in China // *Nature Geoscience*, **2011**, v. 4, p. 389-392.
- Klyuchevskii A. V., Bayart G., Demjanovich V.M., Dugarmaa T.** Basic parameters and characteristics of seismicity in Mongolia // *Шинжлэх Ухааны Академийн Мэдээ*, **2007**. - № 04. - P. 36-49.
- Lawrence S.R.** Aspects of the petroleum geology of the Junggar Basin, Northwest China // *Class. Petrol. Provinces Pap. Geol. Soc. Spec. Two-day Meet., London, May, 1988*. - London, **1990**. - P. 545-557.
- Li L., Chen Z.L., Qi W.X., Wang S.X., Chen X.H., Wu Y.P., Gong H.L., Wei X.C., Yang Y., Li X.Z.** Apatite fission track evidence for uplifting-exhumation processes of mountains surrounding the Junggar basin // *Acta Petr Sin.* - **2008**. - Vol. 24, Iss. 5. - P. 1011-1020.
- Li Z., Guo H., Wang D.X., Lin W.** Mesozoic-Cenozoic tectonic transition in Kuqa Depression-Tianshan, northwest China: Evidence from sandstone detrital and geochemical records // *Sci China Ser D.* - **2005**. - Vol. 48, Iss. 9. P. 1387-1402.
- Li Z., Song W.J., Peng S.T., Wang D.X., Zhang Z.P.** Mesozoic-Cenozoic tectonic relationships between the Kuqa subbasin and Tian Shan, northwest China: constraints from depositional records // *Sediment Geol.* - **2004**. - Vol. 172, Iss. 3-4. - P. 223-249.
- Liu M., Yang Y., Shen Z., Wang S., Wang M., Wan Y.** Active tectonics and intracontinental earthquakes in China: The kinematics and geodynamics // *The Geological Society of America, Special Paper 425*, **2007**. - P. 299-318.
- Luo X.R., Liu L.J., Li X.Y.** Overpressure distribution and pressuring mechanism on the southern margin of the Junggar Basin, Northwestern China // *Chin Sci Bull.* - **2006**. - Vol. 51, Iss. 19. - P. 2383-2390.

Luo X.R., Wang Z.M., Zhang L.Q., Yang W. Liu L.J. Overpressure generation and evolution in a compressional tectonic setting, the southern margin of Junggar Basin, northwestern China // AAPG Bull.- **2007**. - Vol. 91, Iss. 8, P. 1123-1139.

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.

Map of tectonism-formation in the Northern Xinjiang and it's neighboring area. Scale 1 : 1 500 000.- Urumqi: Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources/ State Project 305 Office, **1995**.- 3 sheet.

McKnight C.L., Graham S.A., Carroll A.R., Gan Q., Dilcher D.L., Zhao Min Liang Yun Hai Fluvial sedimentology of an Upper Jurassic petrified forest assemblage, Shishu Formation, Junggar Basin, Xinjiang, China// Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeocol., **1990**.- Vol. 79, № 1-2.- P. 1-9.

Merzbacher G. Die Gebirgsgruppe Bogdo-Ola im östlichen Tian-Schan. Aus den wissenschaftlichen Ergebnissen der Merzbacherschen Tian-Schan-Expeditionen. Unter Mitarbeit von P. Groeber und mit Beiträgen von G. Glungler, Fr. Lex, J. Schuster, Maurice Leriche, Otto M. Reis u. Boris Fedtschenko.- München: Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, **1916**. - 330 S

Merzbacher G. Von meiner Tian-Schan Expedition 1907 und 1908. Zeitschr. d. Ges. Erdkunde.- Berlin, **1910**. - № 4- S.225-244; №5. - S.303-322.

Molnar P, Tapponnier P. Cenozoic tectonics of Asia: effects on a continental collision // Science, **1975**, 189: 419–426.

Norin E. Geology of western Qurugtagh (Eastern Tie-Shan). Reports from the scientific expedition to the north-western provinces of China under leadership of dr. Sven Hedin. - Stockholm, **1937**.- 184 p.

Peng J.H., Brinkman D.B. New Material of Xinjiangchelys (Reptilia, Testudines) from the Late Jurassic Qigu Formation (Shishugou Group) of the Pingfengshan Locality, Junggar Basin, Xinjiang// Can J Earth Sci. - **1993**. - Vol. 30, Iss. 10-11.- P. 2013-2026.

Russell D.E., Zhai R.-j. The Paleogene of Asia: mammals and stratigraphy. - Paris: Editions du muzeum, **1987**.- 488 p.

Russell D.E., Zheng Z. A Large Mamenchisaurid from the Junggar Basin, Xinjiang, People's Republic of China// Can J Earth Sci. - **1993**. - Vol. 30, Iss. 10-11, P. 2082-2095.

Scharer K.M., Burbank D.W., Chen J., Weldon R.J., Zhao R., Shen J. Detachment folding in southwestern Tian Shan – Tarim foreland, China: Shortening estimates and rates // J. Struct. Geol. - **2004**. - № 26. - P. 2119 – 2137.

Stein A. Memoir on Maps of Chinese Turkistan and Kansu. From Sir Aurel Stein's explorations 1900-1901, 1906-1908, 1913-1915, with Appendices by K. Mason and J. de Graaff Hunten. Atlas 1 : 500 000.- India, Dehra Dun: Trigonometrical survey Office, **1923**.- 47 sheets.

Tang Z.H., Parnell J., Longstaffe F.J. Diagenesis and reservoir potential of Permian-Triassic fluvial/lacustrine sandstones in the southern Junggar basin, northwestern China// Bull. Amer. Assn. Petrol. Geol. - **1997_a**, Vol. 81, Iss. 11. - P. 1843-1865.

Tang Z.H., Parnell J., Longstaffe F.J. Diagenesis of analcime-bearing reservoir sandstones: The Upper Permian Pingdiqian Formation, Junggar Basin, Northwest China // J. Sediment. Res. - **1997_b**.- Vol. 67, № 3.- P. 486-498.

Tectonic map of Xinjiang and adjacent areas, China. Scale 1 : 2 500 000.- Beijing: Geological Publishing House, **2003**.- 1 sheet.

The Quaternary of China/ Ed. Zhang Zonghu. -Hebei: China Ocean Press, **1991**.-575 p.

Wang C.-Y., Yang Z.-E., Luo H., Mooney W.D. Crustal structure of the northern margin of the eastern Tien Shan, China, and its tectonic implications for the 1906 M~7.7 Manas earthquake // *Earth and Planetary Science Letters*, **2004**, v. 223, p. 187– 202.

Wang T. Ed. Map of Deserts and Aeolian Desertifikation in China. Scale 1:4000000/ Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute Chinese Academy of Sciences. - Hebei: SinoMapsPress, **2005**. - 2 sheet.

Wang T. Ed. Map of Glaciers, Frozen Ground and Deserts in China. Scale 1:4000000/ Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute Chinese Academy of Sciences. - Hebei: SinoMapsPress, **2006**. - 2 sheet.

Wang W.F.; Chen Y.Q. Tectonic evolution and petroleum systems in the Junggar Basin // *Acta Geol. Sin. Eng. Ed.* - **2004**. - Vol. 78, Iss. 3. - P. 667-675.

World Atlas of Oil and Gas Basins/ Ed. Li Goyu. - Beijing: Petroleum Industry Press, **2005**.- 853 p.

Wu X.C., Brinkman D.B., Russell A.P. Sunosuchus junggarensis sp nov (Archosauria: Crocodyliformes) from the Upper Jurassic of Xinjiang, People's Republic of China// *Can J Earth Sci.* - **1996**, Vol. 33, Iss. 4. - P. 606-630

Yan P.L., Young C.C. On the occurrence of Lystrosaurus in Sikiang // *Bull. Geol. Soc. China.*- **1934**.- V. XIII.- №4.- P. 575-580.

Yang S.-m., Wang Q., You X.-z. Numerical analysis of contemporary horizontal tectonic deformation fields in China from GPS data // *Acta Seismologica Sinica*, **2005**. - V. 18, № 2. - P.135-146.

Yuan W.M.; Carter A.; Dong J.Q.; Bao Z.K.; An Y.C.; Guo Z.J. Mesozoic-tertiary exhumation history of the Altai Mountains, northern Xinjiang, China: New constraints from apatite fission track data // *Tectonophysics.* - **2006**. - Vol. 412, Iss. 3-4. - P. 183-193.

Zhang Y.Y., Guo Z.J., Liu C., Xu W.Q. Geochemical characteristics and geologic implications of Cenozoic basalts, east Altai, Xinjiang // *Acta Petr Sin.* - **2007.** - Vol. 23, Iss. 7. - P. 1730-1738.

Zhao B. The prospects of petroleum exploration of Permo-Carboniferous in Junggar basin // *Oil and Gas Geology.* - **1982.** - Vol. 3, Iss. 1. - P. 75-80.

Zhou M., Rich P.V., Qi T. A late Eocene- early Oligocene Bird and Mammal from Usu (Wusu), Xinjiang, Northwestern China// *Memoirs Beijing Nat. Hist. Mus.* - **1982.** - Iss. 1. - P. 1-11.

Zhu W.B.; Shu L.S.; Sun Y.; Wang F.; Zhao Z.Y. Mesozoic-Cenozoic deformation of the central structure belt in the Turpan-Hami Basin, northwest China: Tectonic evolution of an intracontinental basin, central Asia // *Int Geol Rev.* - **2006.** - Vol. 48, Iss. 3.- P. 271-285.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

- Рис 2.1. Географическое положение Джунгарской впадины.....24**
- Рис.3.1. Схема геологического строения Джунгарской впадины.....35**
- Рис.3.2. Стратиграфическая схема отложений чехла Джунгарской впадины (по Atlas..., 2002, Russel, Zhai, 1987, Саидов, 1956 с изменениями).....37**
- Рис. 3.3. Система жестких блоков и зон неотектонической раздробленности западной части Алтае-Саянской горной области, Китайского Тянь-Шаня и прилегающих территорий (по Новиков и др., 2014).....50**
- Рис. 3.4. Соотношение неотектонических разрывных нарушений разных кинематических типов западной части АССО и прилегающих территорий (по Новиков и др., 2014).....52**
- Рис. 3.5. Структурный рисунок новейших нарушений (по Новиков и др., 2014).....56**
- Рис. 3.6. Карта эпицентров землетрясений за период с 1970 по 2011 г.г. с магнитудами $M_s > 3$58**
- Рис. 4.1. Геоморфологическая карта Джунгарской впадины.....64**
- Рис. 4.2. Вид с севера на пески Гурбантюнгут. На переднем плане денудационная пластовая равнина67**

| | |
|--|------------|
| Рис. 4.3.. Центральная часть пустыни Гурбантюнгут..... | 68 |
| Рис.4.4 Эоловые города в долине реки Дям..... | 72 |
| Рис. 4.5. Бугристый мелкосопочник по палеозойским вулканитам в западной части Джунгарской впадины..... | 76 |
| Рис. 4.6. Высокогорная ступень Монгольского Алтая в районе озера Канас..... | 82 |
| Рис. 4.7. Среднегорная и высокогорная ступени Монгольского Алтая. | 83 |
| Рис.4.8.. Пойма и первая надпойменная терраса долины реки Урунгу среди денудационных пластовых равнин северной части Джунгарской впадины..... | 84 |
| Рис. 4.9. Борт реликтовой эрозионной долины в центральной части пустыни Гурбантюнгут, прорезающей горизонтально залегающую толщу пестроцветных палеогеновых и неогеновых осадков и вскрывающую верхнемеловые красные глины..... | 85 |
| Рис. 5.1. Схема транспортной сети и внедорожной проходимости района Джунгарской впадины..... | 110 |
| Рис. 5.2. Новая автодорога через пустыню Гурбантюнгут..... | 111 |
| Рис. 5.3. Транспортная проницаемость Джунгарии для автотранспорта..... | 112 |

| | |
|---|------------|
| Таблица 1. Характеристики геоморфологических формаций Джунгарии..... | 113 |
|---|------------|

ПРИЛОЖЕНИЕ

Первый геолого-географический аэровизуальный маршрут в истории изучения Синьцзяна.

При работе в фондах ВНИГНИ (г. Москва) нами был обнаружен текст с описанием первого аэровизуального исследования Джунгарской впадины [Наркомнефть ГГУ. Особая нефтяная экспедиция. От истоков Иртыша до верховий Тарима /Геологические исследования 1940 г. В Центральной Азии/ Книга 1-я. О.С.Вялов, Ленинград, 1941 (Фонды ВНИГНИ, Инв.№10365, н/с, стр. 319-347.)

*[начало текста] Перелет через Джунгарскую впадину
[Участники перелета: пилот майор А.Я.Лизогуб, военный советник полковник П.Ф.Ратов, геолог-нефтяник, доктор геолого-минералогических наук О.С.Вялов. Орфография и пунктуация первоисточника сохранены. Примечания по тексту даны курсивом. Текст дается с небольшими сокращениями]*

В сентябре 1940 года мне удалось дважды пересечь на самолете Джунгарскую впадину – из Урумчи в сел. Кок-Тогай, находящееся в верховьях Иртыша и обратно перелет был совершен совместно с советским военным советником генералом П.Ф.Ратовым *[Петр Филипович получил звание генерал-майора только в конце 1942 г., да и звания такого в РККА в сентябре 1949 г. еще не было, но О.С.Вялов не ошибается: советские военные специалисты в Синьцзяне в это время изображали из себя белоиммигрантов и пользовались дореволюционными званиями и знаками различия]*; вел самолет майор А.Я.Лизогубов *[Лизогуб]*. Путь из Урумчи на север проходил над восточной окраиной Джунгарской впадины, уже за пределами песков. На обратном пути мы летели над центральной частью впадины, над песками Дзосотын Элисун. *[...]* Длина пути в один конец около 450 км.

[Маршрут туда]

1. Из Урумчи [26.IX 8ч. 45мин.] самолет шел сначала на СВ над сильно расчлененными юрскими предгорьями г. Богдо-ола, сложенными юрскими породами. Пестроокрашенные юрские отложения собраны в довольно крутые складки с углами падения, часто превышающими 45°.

2. Вблизи подножия юрских гор появились длинные гряды, вытянутые в меридиональном направлении и отдаленные одна от другой почти прямыми долинами с короткими боковыми притоками. Гряды эти также сложены юрской толщей.

3. Вскоре самолет вышел на пологую предгорную равнину. На ней сначала было видно множество сухих русел, на которые разветвляются саи сразу по выходе из предгорий и которые образуют для каждого из них как бы подгорную сухую дельту, сливающуюся в сплошное поле, сплошной фронт сухих русел.

4. Дальше вся эта масса мелких русел исчезает и на тянущейся затем равнине и на сменяющей ее вскоре гладкой, ровной буровато-серой пустыне виднеются уже только немногочисленные отдельные неширокие плоские русла.

На равнине имеется несколько родников, вытекающих из четвертичных отложений. Таковыми являются галечники и пески, мощность которых от гор к равнине вероятно постепенно уменьшается. Некоторые сухие русла покрыты солями и резко выделяются на буровато-серой поверхности своим белым цветом.

На поверхности пустыни можно различить множество мелких темных пятен - степных растений, разбросанных отдельными, разрозненными кустиками.

5. Через 40 мин. После вылета мы вступили в неширокую (около 30 км.) полосу песков Ходжинельсын (Гурбан-Тунгут), которую пересекли вкось с ЮЗ на СВ в ее крайней западной части. На всем протяжении этой

полосы пески имеют однообразный характер. Это барханы, потерявшие самостоятельность и слившиеся в сплошные длинные цепи, вытянутые в широтном (или СЗ) направлении. Цепи тянутся зигзагообразно извиваясь. Но в общем параллельно друг другу, то разветвляются, то сливаются одна с другой. Перед нами, таким образом, барханные гряды – промежуточная форма между барханными и грядовыми песками. Мне думается, что это форма промежуточная не только морфологически, но и генетически. Барханы обладают крутыми северными склонами и пологими южными. Промежутки между цепями небольшие, причем пониженные их части покрыты как бы черным налетом. Вероятно это медная щебенка, покрытая пустынным загаром.

6. После 10 минут над песками характер их изменяется. Вместо сплошных частых рядов барханов с ясными острыми гребнями перед нами появляется спокойная ровная песчаная степь, по которой пробегают невысокие пологие узкие грядки, разделенные широкими плоскими промежутками. Они уже не имеют вида слившихся барханных гряд, а это ровные, однообразные на всем своем протяжении, почти прямые, вытянутые в линию выпуклости. Если барханную гряду по ее морфологическому характеру можно было бы сравнить с серией бархантиклиналей и куполов, расположенных на одной оси, то эти песчаные гряды напоминали бы длинные ровные антиклинали.

Уместно еще отметить, что песчаные гряды неподвижны, на них склонах имеется растительность, они обладают пологой осевой частью, широкой по сравнению с довольно крутыми симметричными склонами. Вдоль самой оси наверху протягивается узкий гребень сыпучего песка, лишенный растительностью.

7. Еще через 5 минут началась песчаная степь с разбросанными на ней мелкими песчаными бугорками, на которых видны отдельные кустарники.

8. Вскоре появились первые, после окрестностей Урумчи, коренные выходы. В бортах сухого лога ясно видны красноватые породы – вероятно песчаники и глины.

9. Еще немного дальше под нами оказалась небольшая бессточная котловина, в бортах которой также повсюду выходят коренные породы, залегающие повидимому горизонтально. В ее центральной части находится останец, сложенный теми же породами. Это розовые и желтоватые, очевидно песчано-глинистые отложения. В глинах очень много крупных кристаллов гипса. Это может быть пестроцветная свита, развитая в Бортень-Гоби.

До сих пор характер полосчатости на поверхности земли, вызванной перемежаемостью пород различных оттенков, находился в зависимости от рельефа, т.е. в котловине полосы имели замкнутый характер, а в ложбинах следовали очертаниям берегов – одним словом представляли собой естественные горизонталы, доказывая горизонтальное залегание пород.

10. Дальше показался яркокрасный мелкосопочник. Вместо как-то ориентированной полосчатости мы видим сплошное красное поле с разбросанными по нему оранжевыми и черными пятнами. Морфологический характер мелкосопочника указывает, что здесь вряд ли развиты горизонтальные отложения, которые даже при сильной расчлененности даюи иной рельеф – именно останцы с плоскими вершинами. Это может быть либо дислоцированная юрская или меловая толща, /например горелый юрский горизонт/, либо верхне-полеозойские породы.

11. Через несколько минут снова появляется полосчатость, которая здесь становится линейной, строго ориентированной и вытягивающейся почти независимо от рельефа. Это доказывает сильную дислоцированность пород. Наблюдается тонкая перемежаемость белых, серых, красноватых и желтоватых слоев, по возрасту скорее всего относящихся к юре.

12. Еще через несколько минут полета мы вступаем в полосу развития темного почти черного местами красноватого мелкосопочника, очевидно сложенного палеозоем. Среди мелкосопочника кое-где протягиваются неглубокие сильно ветвящиеся долины, направленные на юг.

13, 14. Вдали слева /на западе/ виднеется светлая полоска – обрывистый чинк, вероятно образованный горизонталями слоями. Под нами тянется черный палеозойский мелкосопочник.

15. Затем это мелкосопочник отходит на восток, но еще виден вблизи линии маршрута, правее нее. Слева же к нему примыкает светлая розово-желтая мелкорасчлененная поверхность, представляющая собой несомненно область распространения мезозойских или, скорее, третичных отложений. Очень скоро, однако, появились темные, красные, желтые и белые полосчатые слои, имеющие широтное простирание и падающие, повидимому на север под углом 30-50°.

16. В свою очередь они вскоре сменились черными палеозойскими очень мелкими сопочками, едва выраженными в рельефе. Это довольно широкая полоса представляет собой западное погружение гор Байтык, но хребет, показанный на 40 в. карте здесь отсутствует. *[40 верст в английском дюйме (1 : 1 680 000) – Карта военно-топографического управления Российской империи – наиболее детальная карта данной территории на момент проведения рекогносцировочного полета]*

17. Миновав палеозойскую полосу, мы еще раз увидели тонкополосчатые слои, окрашенные в светлые розовые, желтоватые и серые тона, имеющие северное или северо-западное простирание. Далее показали красные породы.

18. Через 5 минут снова появился очень слабо развитый темный палеозойский мелкосопочник. Сплошные выходы палеозоя тянутся вплоть до р. Урунгу, образуя то едва заметные холмики, то небольшие грядки. Восточнее видны палеозойские горы.

19. Возле бассейна р. Урунгу, которая будучи окаймлена палеозойскими возвышенностями, течет здесь среди низкой террасы, покрытой зеленью. Русло ее весьма сильно извилистое, с многочисленными старицами. Последний отрезок пути - между р. Урунги и сел. Кок-Тогай проходил над сильно расчлененной горной местностью, сложенной палеозоем.

20. В 11ч.20 мин. Самолет сел около сел Кок-Тогай на берегу р. Кара-Ирцыс [*в современной транскрипции Кёктогой и Черный (Кара) Иртыш*]. В этом районе советскими геологами было открыто крупнейшее месторождения лития и бериллия, инспектировать разведку которого, и летал полковник П.Ф.Ратов. На момент проведения полета это была *сов.секретная информации*. В окрестностях сел. Кок-Тогай имеется мощная гранитная интрузия, южнее которой протягивается полоса габбро, прорезанная аплитовыми жилами. Еще южнее развита серия метаморфических сланцев силура.

[Маршрут обратно, к номерам точек наблюдения впереди добавлена цифра 2 в квадратных скобках, чтобы не было повторения номеров]

[2]1. На другой день /27.IX/ в 13 ч. 45 мин. Мы вылетели обратно в Урумчи. Обратный маршрут проходил несколько западнее и расстояние между линиями обоих маршрутов достигало в их средней части 100-120 км.

[2]2. Около выхода р. Кара-Ирцыс из глубокого палеозойского ущелья и резкого ее поворота на запад горный рельеф сразу кончился. Южнее пролетаем над довольно ровной красноватой поверхностью, имеющей сверху вид широкой сухой долины.

[2]3. Начинается черный слабо выраженный мелкосопочник, сложенный палеозоем.

[2]4. Среди мелкосопочника иногда видны ровные плоские участки, по одному из которых идет дорога на Шаре-Сумэ.

[2]5. Миновав после мелкосопочника выровненную красновато-желтоватую поверхность с извивающимися на ней сухими руслами, принадлежащему, очевидно, уже к бассейну р. Урунгу. Вступили в новую полосу развития очень мелких черных палеозойских сопочек. Дальше наблюдается чередующиеся красноватые и черноватые участки, причем первые обычно более ровные, а вторые представляют с собой мелкосопочник, хотя и слабо развитый. Очевидно первоначально выровненная палеозойская поверхность была покрыта горизонтальными третичными отложениями, но в результате эрозии третичная покрывка в ряде мест уничтожена и из под нее пятнами выступают палеозойские породы. Впрочем, этот участок имеет незначительную ширину.

[2]6. За ним показалось ровная темно-серая поверхность, напоминающая западную часть плоского междуречья р. Кара-Ирцыс и р. Урунгу, где горизонтальные третичные отложения прикрыты мелкой щебенкой,

[2]7. В правобережных обрывах р. Урунгу обнажаются желтоватые, белые и серые третичные породы. Но дальше на запад на правом берегу виднеются темные палеозойские сопки.

[2]8. Перелетаем через сухую долину левого притока р. Урунгу. В их междуречьи на сглаженной поверхности можно различить крутопадающие черные, черные и зеленоватые слои.

Ниже по течению, по обоим берегам р. Урунгу, виден темный палеозойский мелкосопочник, как будто бы поднимающийся выше третичного плато. Дальше тянется слабо всхолмленная равнина, на которой разбросаны мелкие черные и красноватые сопочки и грядки.

[2]9. Начинается очень интересный участок. С запада подходит третичное плато, обрывающееся чинком, в котором прекрасно обнажены горизонтально лежащие третичные слои, окрашенные в пестрые, но блеклые, розовые, желтоватые и серные тона. От подножия чинка на

восток спускается широкий пологий шлейф, а за ним, еще восточнее тянется черный палеозойский мелкосопочник.

[2/10. К чинку ближе подошел более отчетливо выраженный в рельефе язык палеозоя, вскоре затем снова отступающий на восток.

[2/11. В этом месте, в 15 минутах полета от р. Урунгу, чинк третичного плато резко повернул на запад.

[2/12. Через 3 минуты появился новый чинк, тянувшийся с запада и резко здесь поворачивающий на юг. Впечатление такое, что между этой и предыдущей точками имеется либо широкий, глубоко вдающийся в плато залив пониженного подчинкового пространства, либо, что вероятнее, здесь протягивается широкая сухая долина, прорезающая плато, ограниченная с обеих сторон чинками и открывающаяся на восток, в это пониженное пространство.

В днище долины между обоими чинками видны красные и темные пятна. Это, очевидно, преимущественно также третичные отложения, но быть может кое-где из под них проглядывает палеозой.

В южном чинке обнажены песчано-глинистые породы. Местами они покрываются белыми слоями. Различия между этими породами и теми, которые тянулись в обрыве плато севернее поперечной долины, показывают, что здесь обнажаются разные горизонты. Таким образом либо залегание третичной толщи не вполне горизонтальное, а слабо наклонное, либо не вполне горизонтальна поверхность самого плато и подчинкового пониженного пространства.

Справа от линии маршрута, за чинками, расстилается пустынная равнина, очевидно, примыкающая к пескам Коббэ.

[2/13. Еще 4 минуты мы летели вдоль чинков, т.е. вдоль границы третичного плато и подчинкового понижения, а затем, здесь, чинки стали отклоняться на юго-восток и самолет пошел над поверхностью плато. Сразу же появились несколько длинных узких прямых песчаных гряд. Затем эти гряды исчезли и на некотором протяжении мы видели лишь ровную серую

поверхность с слабым розоватым оттенком – вследствие как бы просвечивания красных третичных пород. Справа эта равнина тянется насколько хватает глаз; справа довольно близко виднеются пески.

[2]14. Мы, наконец, вошли в окраинную часть песков Коббэ. Мы видим здесь неподвижные бесформенные песчаные бугры, сливающиеся друг с другом и образующие неровные гряды. Они почти симметричные, с плоскими вершинами, и сверху имеют вид неправильных, удлиненных сот. Отмечу также, что эти пески производят впечатление состоящих из двух генераций. Более древние уже застывшие, слившиеся песчаные бугры, образующие основной неправильно волнистый рельеф, и более молодые узкие вытянутые грядки, почти гривки, перебегающие с бугра на бугор и иногда даже пересекающие их.

[2]15. После 10 мин полета снова увидели очень высокий обрывистый чинк и обнажающиеся в нем коренные породы. К моему изумлению среди сплошного громадного поля песков /как это изображено на карте/ оказалась глубокая сухая долина с сплошными обнажениями полосчатых красных и белых – вероятно песчано-глинистых третичных отложений в ее северном обрывистом борту. Чинка здесь нет. Действительное ее [долины] простираение повидимому близко к широтному, а направление стока скорее всего на запад /?/. [Автор был первым из географов, кто увидел огромную реликтовую долину в центре Джунгарской впадины, прорезающую кайнозойские толщи и вскрывающую меловые отложения]

За этой долиной снова начались пески, над которыми мы летели. Это очевидно уже массив Дзосотын-Элисун.

Пески эти представляют собой длинные гряды, вытянутые почти в меридиональном направлении. Параллельные гряды соединяются поперечными перемычками, иногда разветвляются или сливаются.

Слияние /или разветвление/ гряд происходит двумя способами. В одних случаях – как будто бы более редких, к одной песчаной гряде под

острым углом подходит другая и сливается в ней. В других случаях две песчаные гряды тянутся параллельно, затем вдруг оканчивается поперечной, перпендикулярной к ним обоим перемычкой; по другую сторону, от середины перемычки начинается новая гряда, как бы упирающаяся на нее. Помимо этих конечных перемычек имеются еще промежуточные, которые только связывают соседние гряды друг с другом. Миновав такую промежуточную перемычку, обе гряды сохраняют свою самостоятельность. Они имеют вид, напоминающий бархан, но не свободный, а втиснутый между двумя грядами. Южные склоны этих барханов – перемычек всегда более крутые и сильнее вогнутые, чем северные.

В то время, как перемычки имеют несимметричное строение, склоны самих песчаных гряд примерно одинаковые, а осевая часть – весьма пологая.

Все наблюдения как под этими песками, так и над полосой песков Ходжинельсын (Гурбан-Тунгут) позволяют высказать следующее предположение о генезисе песчаных гряд. Песчаные гряды возникают в результате сначала слияния барханов, образующих неправильные извилистые барханные гряды, а затем под действием ветров, продувающих и выравнивающих как самые барханные гряды, так и промежутки между ними. В самом деле, в песках Ходжинельсын мы видели промежуточные формы между барханами и грядами. Это уже не разбросанные в беспорядке барханы, а слившиеся в сплошные, в общем параллельные, хотя и извилистые, неправильные гряды. Вместе с тем здесь уже начинается переход от неподвижных песков к подвижным. Если направления главных ветров изменяется, произошедшее уже слияние барханов затрудняет их перестройку и тогда эти новые ветры не вызывают поворота барханов, а лишь выравнивают и линии барханных гряд и их поверхность. Впрочем может быть последовательность здесь несколько иная и слияние барханов происходит не до изменения направления ветров,

а как раз и обуславливается этим изменением. Нужно предполагать тогда, что первоначальная устойчивость барханов вызвана не слиянием их в гряды, являющимся уже дальнейшей стадией, а, например, большим развитием растительности, закрепляющей пески. Так или иначе, барханные гряды возникли из обычных барханов.

Перед нами типичные песчаные гряды на ровном плоском песчаном основании, являющемся зачатком будущей песчаной степи. Длинные песчаные гряды постепенно обдуваются, подтачиваются с обоих боков, вместе с тем осевая часть выположивается, уплотняется – вследствие чего в поперечном профиле они даже несколько напоминают сундучные складки. Полное уничтожение барханов приводит к превращению местности в плоскую песчаную степь или песчаную равнину.

Итак, мы вкратце проследили один из путей развития, вернее, изменения барханных песков. Несомненно, вообще существует и другой – обратный путь, вызывающий рост песков, увеличение их подвижности и их наступание на новые свободные от песков площади. [...] Вернемся к пескам центральной части Джунгарской впадины. Преимущественное развитие грядовых форм, окаймление их песчаной степью с редкими и расположенными только вблизи массива песчаными грядками и валами, свидетельствует, что Джунгарские пески находятся сейчас на пути к отмиранию, не получая новых запасов материала. Откуда же поступал этот материал раньше и почему принос его прекратился? Мы можем говорить о четырех источниках материала. Это во-первых продукты разрушения третичного плато, на котором покоятся пески. Однако в настоящее время главная, подавляющая часть этого плато покрыта песками, предохраняющими его от дальнейшего разрушения. Крайние части плато, выступающие из под песков, по своей площади слишком малы, и в ряде мест прикрыты слоем щебенки, не допускающим развевание коренных пород. Легче поддающиеся разрушению третичные обрывистые чинки, окружающие плато, все же могут дать лишь незначительное

количество материала и конечно, неспособны питать песчаный массив. Единственная обширная площадь распространения горизонтальных третичных пород - междуречье р.р. Кара-Ирцыс и Урунгу. Однако они покоятся под достаточно мощным слоем щебня и подвергаются развеванию. Только в самых низовьях р. Урунгу имеются открытые третичные площади и большое количество останцов. Но получаемого от них материала хватает только для образования незначительных песчаных скоплений около озера Улюнгур. В создании этих скоплений и прибрежных песчаных дюн участвует не только указанный материал, но и аллювиальные выносы р. Урунгу, и озерные осадки Улюнгура. Итак, третичное плато и его подножия не могут питать центральные пески.

Второй путь - разрушение окружающих палеозойских массивов. Однако палеозойские породы достаточно устойчивы против действия ветра, а кроме того находятся и достаточно далеко от песков, чтобы снабжать их, путем переноса ветром, песчаным материалом. Что же касается возможности переноса его водой, т.е. по существу питания песков аллювием и пролювием, то это, казалось бы, наиболее естественный способ, которым может осуществляться и получение, и транспортировка материала. Нужно сказать, однако, что возвышенности, ограничивающие впадину с востока, совершенно лишены постоянных водных артерий, а временные потоки выносят настолько мало материала, что не могут им прикрыть коренные отложения - 1-й летный маршрут дает возможность говорить об этом.

С гор, ограничивающих Джунгарскую впадину на западе, вытекает только две более или менее постоянные, но все же летом пересыхающие речки Дям и Кобук. Они настолько невелики, что если выносимые ими в половодье осадки и имеют какое-нибудь значение, то лишь самое ничтожное, чисто местное, принимая участие в образовании небольших песчаных площадей в устьевых частях этих речек.

Все реки, которые стекают с Алтая - северного ограничения впадины - перехватываются р.Ирцыс и р.Урунгу. Перехватываются таким образом, и выносимые ими осадки. Река Ирцыс транспортирует их дальше вниз по течению и отлагает во всяком случае за пределами досягаемости их до Джунгарской впадины. Кое-где еще и в той части Ирцыса, которая находится в Джунгарской впадине, образуются небольшие песчаные скопления, как, например, на его правобережье около Бурчума. Но все же они слишком малы, носят местный характер и не могут питать центральный массив, отдаленный к тому же от них широким и лишенных песков междуречьем р.р. Кара-Ирцыс и Урунгу. На севере единственным источником питания может быть аллювий р.Урунгу.

Обратимся теперь к южной окраине впадины, к тем речкам, которые стекают с северных склонов Тянь-Шаня. Сейчас их значение невелико - очень скоро по выходе их гор они исчезают и выносят свои воды, а вместе с ними и осадки, сравнительно недалеко на север. Во всяком случае полосы основных - центральных песков они не достигают. Только одна р.Манас является более значительной и постоянной. Она обходит пески с запада и, вполне возможно, доставляет и в настоящее время большее или меньшее количество материала для питания западной окраины песков Шобугур-бугрэ.

Совсем иная картина была, очевидно, в сравнительно недавнее время, когда все эти реки были неизмеримо более мощными и переносили обломочный материал гораздо дальше на север. Об этом свидетельствуют хотя бы накопления четвертичных галечников, образующих широкий подгорный шлейф. Теперь галечники не образуются. Если в древне - четвертичное время между подножием Тянь-Шаня и песками не существовало какой-нибудь большой реки, которая, подобно Ирцысу, перехватывала бы весь доставляемый с гор обломочный материал и выносила его, например, через Джунгарские ворота, то очевидно, основное питание песков происходило из аллювиальных отложений. Прекращение

поднятий Тянь-Шаня и уменьшение мощности рек привело к тому, что аллювиальные и пролювиальные выносы стали делаться все более и более скудными и, наконец, перестали достигать полосы песков. Питание их прекратилось, они начали отмирать.

Вопрос о глубине залегания, распространении на север и мощности неогеновых и четвертичных галечников чрезвычайно важен для геологов - нефтяников. От этого зависит и успех применения некоторых геофизических методов, и проектная глубина скважин, и вообще практическая возможность осуществления бурения. Иначе говоря, от поведения галечников под поверхностью земли зависит ширина той подгорной полосы вдоль Тянь-Шаня, которая может иметь практическое значение для разведки на нефть.

Путем анализа истории Джунгарской впадины можно надеяться хотя бы в первом приближении подойти к решению этих вопросов. Скудность вообще материалов по Джунгарской впадине заставляет крайне дорожить всяким отдельным фактом, всякими, на первый взгляд, даже не имеющими цены сведениями, сообщаемыми старыми путешественниками, каждой высотной отметкой и астрономическим пунктом. В этом отношении совершенный перелет дал мне очень много.

Что же касается затронутого выше вопроса о конгломератах, то его нельзя решать оторвано; правильный ответ может быть получен только, если рассматривать их в связи с общей историей развития Тянь-Шаня и прилежащей впадины. Сейчас можно лишь сказать, что конгломератовый шлейф развит только по южной окраине впадины. На севере, северо-востоке и северо-западе конгломератов и галечников нет. К северу от Тянь-Шаня четвертичные галечники выклиниваются вероятно быстро, а неогеновые должны продолжаться на глубине несколько дальше.

[2]16. Перелетев через пески, мы шли в течение 12 минут над серой песчаной степью, поросшей вероятно саксаулом. Встречаются единичные песчаные грядки, пологие, застывшие, покрытые растительностью и

лишенные свежего сыпучего гребешка. Многочисленные сухие русла вытянуты поперек линии маршрута.

[2/17. В 15 ч. 45 мин. самолет достиг культурной полосы - показали первые посевы, перерезанные паутиной арыков.

[2/18. Через 2 м. мы пересекли большую дорогу, за которой началась равнина с множеством плоских, длинных, в общем прямых, но сильно ветвящихся сухих русел. Затем снова появились посевы, разделенные на бесчисленные мелкие участки.

[2/19. В 15 ч. 53 мин. мы достигли предгорий Богдо-Ола и пошли на запад вдоль их подножия, затем постепенно отклонились на юго-запад и на последнем участке перед Урумчи летели над предгорными юрскими возвышенностями. Юрские отложения здесь являются угленосными и хорошо видны выработки и черные кучи выданного на поверхность угля. Эти кучи вытягиваются почти непрерывно то по двум, то по трем линиям

[2/20. В 16 ч. 16 мин самолет сел на аэродроме в г. Урумчи. [...]

В географическом и геоморфологическом отношении также имеются некоторые результаты. У северо-восточной окраины песков и, что особенно интересно, почти в срединной их части открыты высохшие русла, глубоко врезающиеся не только в пески, но и в подстилающее их третичное плато. Установлено платообразное строение внутренней части впадины и развитие песков именно на поверхности этого плато; обнаружены ограничивающие его обрывистые чинки; получен далее материал для морфологического районирования Джунгарской впадины и именно тех ее частей, которые до сих пор еще никем не были посещены. Открытие сухой долины, прорезающей пески Кобэ быть может, прольет свет на загадочный вопрос об области стока в центральной части впадины, о продолжении речных систем Манаса, Дяма и Кобука внутри впадины и.т.д. [...]

29. IV.1941

О. Вялов [конец текста]

Схема маршрута с точками наблюдений в тексте отчета не сохранилась, но О.В.Вялов дал настолько точное описание увиденного, что идентифицировать точки наблюдения не составляет проблемы. Наблюдения О.В.Вялова очень точны, но кое-где он все же ошибся. В точках 210 и 211 он принял бронирующие горизонты валунных конгломератов с черным пустынным загаром на вершинах столовых возвышенностей за выходы палеозоя, а в точках 212 и 213 – северный крутой борт реликтовой долины принял за чинк, но уже в точке 215 исправил свою ошибку. В приведенном ниже рисунке в качестве подложки использованы космоснимки LANDSAT с разрешением 30 м, приведенные к масштабу 1 : 1 680 000, соответствующему масштабу полетной карты маршрута. Участники перелета были решительными людьми (см. биографии ниже) – полет туда проходил большую часть времени над территорией контролируемой повстанцами, а обратно над безжизненными песками. В случае вынужденной посадки шансы на выживание у участников маршрута были минимальными. На обратном пути выяснилось, что карта не соответствует местности, ориентировка была утрачена, и пилот просто летел строго на юг по компасу, пока не уперся в северный склон Китайского Тянь-Шаня.

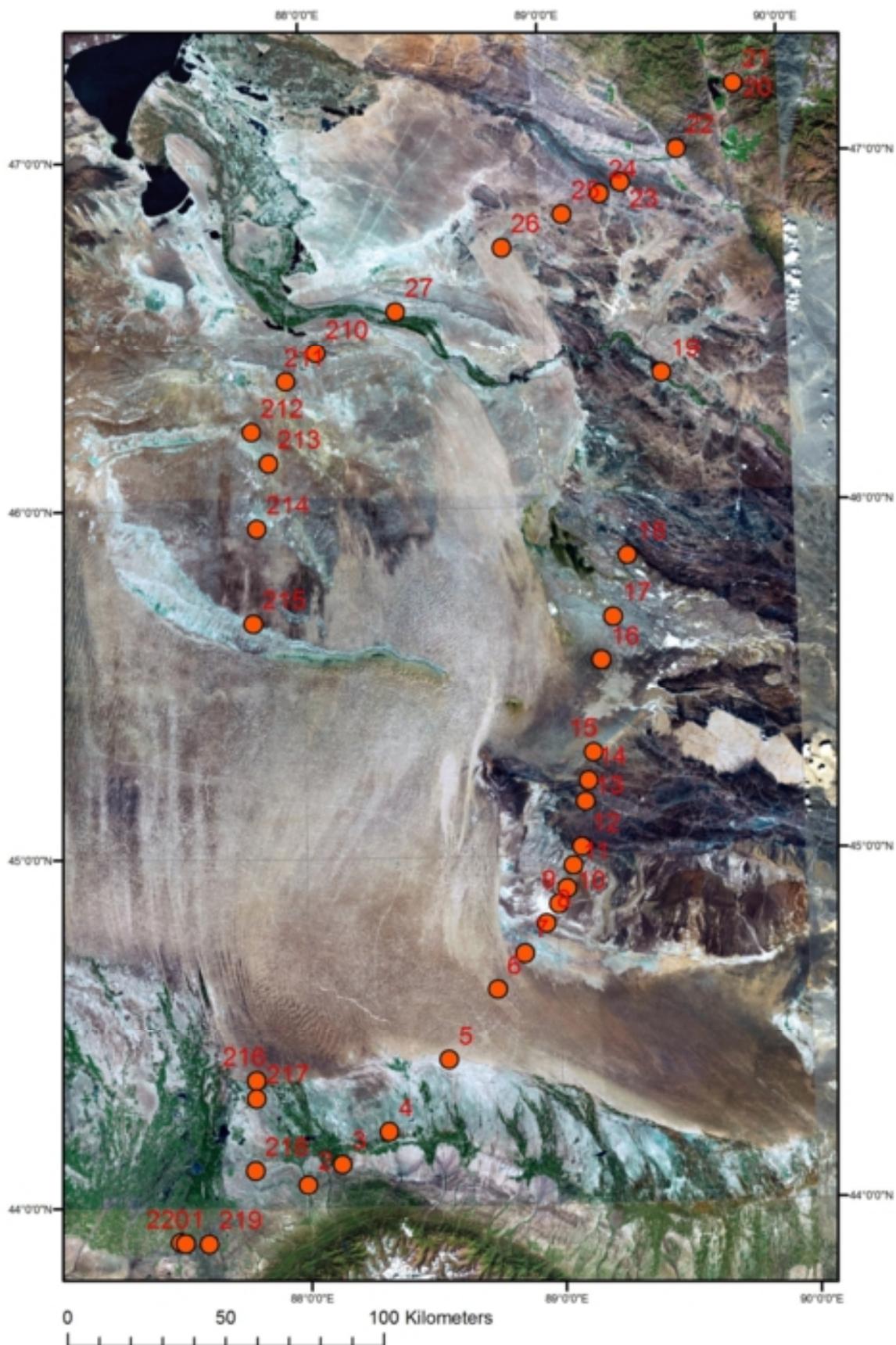


Схема аэровизуального маршрута 26-27. 09.1940 г.



Вялов Олег Степанович родился 23 Января 1904 в г. Ташкенте в семье офицера. Среднее образование получил в Петербурге в реальном училище, а затем в Кадетском корпусе.

Высшее образование получил, учась с перерывами, в Туркестанском университете, Московской горной академии и Ленинградском университете, который окончил в 1928 г. На выбор профессии повлияли сестра его матери – известный палеонтолог З.Ф. Гориздо-Кульчицкая и профессор Ленинградского горного института Д.И. Мушкетов, у которого О.С. Вялов работал ассистентом.

В 1927—1933 гг. работал в Геологическом комитете (впоследствии Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт), в 1933—1948 гг. — во Всесоюзном научно-исследовательском нефтяном геологоразведочном институте (ВНИГНИ). В 1937 г., не имея степени кандидата наук, он защищает докторскую диссертацию на тему "Материалы к познанию третичных отложений Средней Азии". Лауреат Сталинской премии второй степени (1947)

После избрания О.С. Вялова в 1948 действительным членом АН УССР, он переехал на постоянную работу во Львов в Институт геологии и геохимии горючих ископаемых АН УССР.

С 1949 по 1988 гг. работал в Институте геологии и геохимии горючих ископаемых АН Украинской ССР. Одновременно в 1945—1961 гг. преподавал во Львовском университете. Научные работы посвящены стратиграфии, палеонтологии, тектонике и региональной геологии, а также геологии нефтяных месторождений. Исследования производил в Средней и Центральной Азии, Крыму, на Кавказе, в Карпатах, на Камчатке. Разработал тектоническую схему Карпат. Составил карту прогнозов нефтеносности западных областей Украины, разработал схему стратиграфии карпатского флиша и неогеновых моласс Предкарпатского и Закарпатского прогибов. Работал также в области палеоихнологии. Автор труда «Следы жизнедеятельности организмов и их палеонтологическое значение» (1966). Участник 1-й Антарктической экспедиции АН СССР (1955—1956). Президент Украинского

палеонтологического общества, вице-президент Международной палеонтологической ассоциации (с 1972), почетный член Геологического общества Польши (с 1967), член Сербского геологического общества (с 1968).

Олег Степанович Вялов умер 1 июня 1988 в г. Львове. Похоронен на Лычаковском кладбище.

Источник: Краснопольский А. В. Отечественные географы (1917—1992): Биобиблиографический справочник (в 3-х томах) / Под ред. проф. С. Б. Лаврова; РАН, Русское географическое общество. — СПб.: Б.и., 1993. — Т. 1 (А—К). — 492 с.