

1110 370

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СТРОИТЕЛЬСТВА, ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ**

**ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ Д 05.02.184**

**На правах рукописи  
УДК 624.19:625.711.812**

**КАРТАНБАЕВ  
Райкан Соодалиевич**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ  
ОСОБЕННОСТЕЙ ГОРНО-СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЕЙ**

**05.23.11 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов,  
аэродромов, мостов и транспортных тоннелей**

**05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук**

**Бишкек 2002**

Работа выполнена в Кыргызском Государственном университете строительства, транспорта и архитектуры, Министерства образования и культуры Кыргызской Республики.

Научный консультант: доктор технических наук, профессор  
академик НАН КР **Айтматов И.Т.**

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
**Жунусов Т.Ж.**  
доктор технических наук, профессор  
**Исаханов Е.А.**  
доктор технических наук, профессор  
**Исаков О. А.**

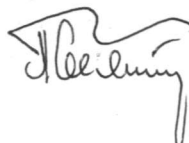
Ведущая организация: **АК «Казахстан жолдары»**

Разовая защита диссертации состоится « **12** » декабря **2002** года в **14<sup>00</sup>** часов на заседании диссертационного Совета **Д.05.02.184** Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры, по адресу: **720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34 б, ауд. 2/201 (конференц-зал).**

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского Государственного университета строительства, транспорта и архитектуры.

Автореферат разослан « **11** » ноября **2002** г.

Ученый секретарь  
диссертационного Совета,  
к.т.н., доцент



**Белинская Т.И.**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Анализ норм проектирования СНГ и зарубежных стран показал, что практически во всех странах подземные сооружения в горно-складчатых областях находятся в неудовлетворительном состоянии. Наиболее важным этапом, где закладывается высокий технический уровень подземных сооружений, является проектирование. Именно на этой стадии особенно важно и необходимо учесть специфические особенности горно-складчатых областей. Для удовлетворения этих требований необходимо дальнейшее совершенствование и разработка надежных методов оценки вариантов принимаемых проектных решений, особенно подземных сооружений.

Дальнейшее совершенствование методов проектирования подземных сооружений должно быть направлено на максимальный учет последних достижений научно-технического прогресса.

Одним из таких новых перспективных направлений является использование и развитие методов автоматизации при изысканиях и проектировании подземных сооружений на автомобильных дорогах в их технико-экономическом обосновании, учитывающих характерные особенности наиболее сложных перевальных участков.

Дешифрирование аэрокосмофотоснимков различной разрешающей способности наряду с использованием географических информационных систем в настоящем позволяет производить трехмерное моделирование рельефа горной местности, что существенно повышает эффективность разрабатываемых систем автоматизированного проектирования подземных сооружений.

**Цель диссертационной работы** заключалась в развитии основ автоматизации проектирования подземных сооружений с учетом характерных особенностей горно-складчатых областей и использованием аэрокосмической съемки, новых компьютерных технологий, трехмерного моделирования.

**Основная идея работы** состоит в теоретическом обосновании и практическом использовании методов аэрокосмической съемки, компьютерного трехмерного моделирования для разработки основ автоматизации проектирования подземных сооружений, проложенных в сложных условиях горно-складчатых областей, имеющих характерные особенности, учет которых позволяет значительно повысить надежность, качество и эффективность принимаемых решений путем многовариантного проектирования подземных сооружений.

Для ее реализации были поставлены и решены следующие задачи:

1. Осуществить исследования по дешифрированию аэрокосмофотоснимков различной разрешающей способности для выявления особенностей проектирования линейно-протяженных подземных сооружений.

2. Провести комплексные натурные экспериментальные наблюдения на тоннельных участках и дорогах для сбора полевых данных, используемых при дешифрировании аэрокосмофотоснимков, и исходной информации данных для автоматизации проектирования подземных сооружений.

3. Экспериментально изучить режимы движения автомобилей на тоннельных участках и подходах к ним.

4. Предложить принципы математического моделирования, учитывающие особенности рельефа местности горно-складчатых областей, трехмерных моделей и сплайн-функций в практике пространственного проектирования подземных сооружений.

5. Разработать практические предложения по совершенствованию методов автоматизированного проектирования подземных сооружений с учетом опасных природных явлений, на стадии технико-экономического обоснования.

**Методы исследований и аппаратура.** Теоретические исследования базируются на использовании концепции системного анализа сложной системы «водитель – автомобиль – горная дорога – подземное сооружение – окружающая среда», теории вероятностей, теории распознавания образов, теории погрешностей, теории сплайн-функций, теории трехмерных моделей, математических и компьютерных методов моделирования на ПЭВМ.

Экспериментальные исследования включали работу с фотограмметрическими приборами, комплексное дешифрирование снимков различной разрешающей способности, математическое и компьютерное моделирование трехмерных моделей реальных перевальных участков.

Значительное внимание уделялось комплексному обследованию подземных сооружений на автомобильных дорогах где участки, расположены на различных высотах над уровнем моря.

**Научные положения, выносимые на защиту:**

1. Разработанная методология компьютерного и математического моделирования дизъюнктивных и пликативных дислокаций горно-складчатых областей для проектирования подземных сооружений.

2. Предложены методики практического использования аэрокосмофотоснимков различной разрешающей способности и географических информационных систем для проектирования подземных сооружений на автомобильных дорогах.
3. Практические рекомендации по повышению качества принимаемых проектных решений подземных сооружений на стадии технико-экономического обоснования.
4. Результаты комплексного обследования подземных сооружений на горно-долинных и перевальных участках горных дорог, расположенных на различных высотах над уровнем моря.
5. Новые принципы сбора достоверной исходной инженерно-геодезической и геологической информации, используемой в САПР-АД при проектировании подземных сооружений.
6. Результаты изучения режимов движения и пропускной способности на тоннельных участках различной длины и подходах к ним.
7. Принципы проектирования подземных сооружений с использованием сплайн-функций и трехмерных моделей для пространственного проектирования.

**Личный вклад автора:**

- поставлена цель и сформулирована идея работы, решены задачи, заключающиеся в использовании основных положений теории автоматизации проектирования подземных сооружений на автомобильных дорогах учитывающих характерные особенности в горно-складчатых областях;

- разработаны практические рекомендации по использованию аэрокосмофотоснимков различной разрешающей способности и географических информационных систем при изучении земной поверхности, обоснованию и выбору подземных сооружений в горно-складчатых областях;

- обоснованы теоретически и реализованы практически предложения по повышению качества проектных решений подземных сооружений в горно-складчатых областях;

- проведены комплексные обследования и экспериментальные наблюдения на подземных сооружениях, проложенных в горно-складчатых областях;

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации подтверждается:**

- теоретическими разработками, базирующимися на фундаментальных положениях изучения сложной системы «водитель – автомобиль – горная дорога – окружающая среда», теории вероятностей,

математической статистики; теории распознавания образов; теории сплайн-функций;

- сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований автора и других ученых, работающих в этой области;

- опытом реального проектирования отдельных подземных сооружений дорог в горно-складчатых областях (тоннельные варианты трассы Север – Юг).

**Научная новизна работы** состоит в следующем. В результате проведенных теоретических разработок, натурных наблюдений, обработки и дешифрирования аэрокосмических снимков различной разрешающей способности с использованием ГИС-технологий, решена проблема автоматизации проектирования на базе применения трехмерного компьютерного моделирования для проектирования подземных сооружений на автомобильных дорогах в горно-складчатых областях, а также:

- выявлены характерные особенности долинных и перевальных участков дорог, где построены подземные сооружения;
- для проектирования и оценки пропускной способности подземных сооружений транспортных тоннелей установлены зависимости скоростей движения от различных факторов (габаритов, протяженности);
- разработана методика практической оценки пропускной способности тоннельных участков;
- предложены более совершенные цифровые математические модели рельефа местности, учитывающие выявленные особенности горно-складчатых областей, позволяющие оценить подземные сооружения на автомобильных дорогах в сейсмически активных горно-складчатых областях в системах автоматизированного проектирования;
- создана новая методика пространственного трассирования на подходах к тоннелям с использованием сплайн-функций и трехмерных моделей;
- установлены закономерности распределения дизъюнктивных и пликтивных дислокаций в сейсмически активных горно-складчатых областях, позволяющих учесть их при проектировании подземных сооружений;
- разработана и внедрена методика применения многослойных цифровых карт различного назначения при проектировании подземных сооружений с использованием географических

информационных систем позволяющая учесть сейсмичность района проектирования;

- для перевальных участков дорог развиты методы оценки проектных решений, в том числе и на стадии технико-экономического обоснования, позволяющие проводить многовариантное проектирование подземных сооружений.

**Практическая ценность**, а также значимость для теории и практики поставленных и решенных в работе проблем для транспортного строительства состоит: в разработке научно обоснованных методов автоматизации проектирования подземных сооружений в горно-складчатых областях с использованием аэрокосмической съемки, трехмерного компьютерного моделирования, что позволяет решать широкий круг технических и технико-экономических задач при обосновании и выборе вариантов подземных сооружений; разработаны и освоены практические методы использования результатов компьютерного и математического моделирования при многовариантном проектировании подземных сооружений, что существенно повышает качество и надежность принимаемых проектных решений.

Использование внедренных практических результатов данной работы позволяет добиться снижения затрат путем выбора наиболее целесообразных вариантов проектных решений подземных сооружений в горно-складчатых областях.

**Практическая реализация** результатов работы обеспечена: включением их в следующие нормативно-технические документы Кыргызской Республики и стран СНГ, а также в учебный процесс при подготовке специалистов:

1. Рекомендации по использованию аэрокосмической съемки для решения задач транспортного строительства. Бишкек: МО и Н КР, КАСИ, 1994. - 19 с.
2. Рекомендации по проектированию и размещению транспортных тоннелей в горной местности. Бишкек: МТ и С КР, 1996. - 24 с.
3. Рекомендации по использованию математических методов при решении задач изысканий и проектирования автомобильных и железных дорог в горной местности. Бишкек: МТ и С КР, 1996. - 42 с.
4. Рекомендации по применению аэрокосмофотоснимков при проектировании автомобильных и железных дорог. Алматы: МОК и З РК, КазАТК, 1998. - 12 с.

Автор выражает искреннюю благодарность научному консультанту, академику НАН КР Алматы Ю.И. Садырбаеву за оказание помощи в получении результатов и ценные советы.



5. Рекомендации по сбору исходных данных для систем автоматизированного проектирования автомобильных и железных дорог. Алматы: МОК и З, КазАТК, 1998. - 26 с.

6. Рекомендации по составлению объемных моделей для военных и гражданских объектов. Бишкек: МО КР, ВНИЦ, 1998. - 28 с.

Рекомендации диссертации были использованы при проектировании ряда крупных объектов в стесненных условиях горно-складчатых областей и при разработке реальной трехмерной модели военного полигона в Ошской области для учений «Центразбат-98» по программе НАТО «Партнерство во имя мира», нормативные документы внедрены в дорожных организациях Кыргызской Республики и Республики Казахстан, а также в в/ч МО КР.

Материалы диссертации используются в курсовом, дипломном проектировании специальности «Автомобильные дороги и аэродромы», «Строительство железных дорог» КГУСТА, КазАТК, ТАДИ, СибАДИ и др.

**Апробация работы.** Основные положения и практические рекомендации по мере их разработки обсуждались на совещаниях и конференциях как всесоюзных, так и международных: Всесоюзной межвузовской конференции «Пути повышения безопасности дорожного движения» (Вильнюс, 1985 г.); III Всесоюзной конференции «Управление большим городом» (Москва, 1985 г.); VI Всесоюзной научно-технической конференции «Пути повышения безопасности дорожного движения» (Тбилиси, 1987 г.); Всесоюзном научно-техническом семинаре «Методы и технические средства получения и обработки аэрокосмической информации при геологических исследованиях» (Москва, 1988 г.); VII Всесоюзном совещании дорожников (Москва, 1988 г.); Всесоюзной научно-технической конференции «Пути совершенствования эксплуатационных качеств автомобильных дорог и повышения безопасности дорожного движения» (Волгоград, 1989 г.); Московского государственного автомобильно-дорожного института (Технического университета) (1984-1985 гг.); Фрунзенского политехнического института (1982-1992 гг.); 1-5 научно-технических конференциях КАСИ - КГУСТА; включены в доклад комиссии Эскато ООН для Азиатского банка развития, Бангкок, Таиланд; Международной научно-технической конференции «Механизация строительства и совершенствование горных дорог» (Бишкек, 1996 г.); заседании

кафедры «Изыскания и проектирование автомобильных дорог» МГАДИ(ТУ), протокол № 5 от 28 ноября 1996 г.; Международной научно-практической конференции, посвященной проблемам горных дорог (Бишкек, 1998 г.); научном семинаре Казахской академии транспорта и коммуникаций, проблемы проектирования, строительства и эксплуатации транспортных сооружений, протокол № 3 от 24.03.98 г. и протокол № 11 от 25.01.01; заседании научно-технического совета КАСИ, протокол № 3 от 05.12.96 г.; заседании научно-технического совета КГУСТА, протокол № 2 от 29.04.98 г., протокол № 3 от 08.12.99 г., протокол № 16 от 23.06.00, протокол № 17 от 27.09.01 г.; Международной научно-технической конференции «Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог» (Алматы, 1998 г.); VI Генеральной ассамблее Федерации инженерных институтов исламских стран по теме «Новые технологии в исламских странах» (Алматы, 1999 г.); Межвузовской научно-технической конференции «Проблемы развития дорожного хозяйства Казахстана» (Алматы, 1999 г.); Международной конференции «Повышение эффективности эксплуатации строительно-дорожных машин в условиях высокогорья» (Бишкек, 1999 г.); Международной конференции «Геодинамика и напряженное состояние земных недр» (Россия, Новосибирск, Академгородок, 14-17 октября 1999 г.); Международной конференции «Современное состояние и перспективы развития строительной науки» (Бишкек, 1999 г.); I научно-практической конференции «Проблемы военной науки» (Бишкек, МО КР, 1999 г.); Международных научных конференциях «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030»» (Караганда, 2000-2001 г.г.); Международной научно-технической конференции «Проблемы геомеханики и геотехнического освоения горных территорий» (Бишкек, 2000 г.); Первой международной научно-практической конференции «Транспорт Евразии: взгляд в XXI век» (Алматы, 2000 г.); I-м Центральноазиатском геотехническом симпозиуме (Астана, 2000 г.) и др.

**Публикации по теме.** По теме диссертации опубликовано 60 научных работ, в том числе четыре монографии. **Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, семи глав, заключения, содержит 220 страниц текста, 58 рисунков, 2 таблицы. Библиография охватывает 240 источников.

Работа, представленная автором, выполнена самостоятельно. Автор выражает искреннюю благодарность научному консультанту академику НАН КР Айтматову И.Т. за обсуждение научных результатов и ценные советы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении кратко обоснована актуальность проблемы использования основных положений автоматизации при проектировании подземных сооружений в массивах горных пород расположенных в сейсмически активных горно-складчатых областях.

### 1. Состояние проблемы развития транспортных коммуникаций и проектирования подземных сооружений в горно-складчатых областях

Ранее были выполнены многочисленные исследования, направленные на учет особенностей горно-складчатых областей при проектировании, строительстве и эксплуатации транспортных сооружений: Братцев Л.А. (1937 г.), Бируля А.К. (1943 г.), Макаридзе В.Я. (1959 г.), Муртазин Б.С. (1969 г.), Варлашкин В.П. (1971 г.), Макарян Р.Г. (1972 г.), Середяк Я.И. (1973 г.), Трескинский С.А. (1974 г.), Мчедишвили К.А. (1977 г.), Лиханов В.А. (1980 г.), Дуонов П.К. (1981 г.), Фортуна Ю.А. (1981 г.), Шилакадзе Т.А. (1982 г.), Картанбаев Р.С. (1983 г.), Крбциян В.Г. (1983 г.), Чванов В.В. (1984 г.), Магомедов М.М. (1985 г.), Порожняков В.С. (1986 г.), Токарев А.А. (1982 г.), Мириманов Н.М. (1988 г.), Тургунбаев А.Т. (1988 г.), Киншаков В.Н. (1989 г.), Петросян С.С. (1989 г.), Каримов Б.Б. (1987, 1993 гг.), Чыбыев Б.Д. (1991 г.), Байнатов Ж.Б. (1993 г.), Мурадов Х.Я. (1994 г., 2000г.) и др.

Однако в перечисленных работах вопросы автоматизации при проектировании подземных сооружений (тоннельных вариантов автомобильных дорог в горно-складчатых областях) в полном объеме не затрагивались и не рассматривались. Практика транспортного строительства 60-90-х годов прошлого века богата примерами недостаточного учета особенностей горно-складчатых областей при проектировании подземных сооружений, что приводило к негативным последствиям.

Одной из важных задач, решаемых при проектировании подземных сооружений, является выбор трассы в горных районах. Особые сложности возникают перед проектировщиками при трассировании дорог и подземных сооружений в зонах высокой сейсмической активности. Ранее были выполнены исследования, направленные на уточнение особенностей проектирования подземных сооружений при пересечении трассой автомобильных дорог горных массивов.

Существенный вклад в изучение этих вопросов внесли А.Х.Абдужабаров, И.Т. Айтматов, Ш.М.Айтиев, М.И.Евдокимов-Рокотовский, Ж.С.Ержанов, Л.И.Васильев, В.П.Волков, М.И.Дандуров,

И.Я.Дорман, Т.Ж. Жунусов, С.А. Компаниец, М.В. Курленя, А.А.Ишанходжаев, С.И.Малинин, В.Е. Миренков, Ч.Джегер, Е.М.Пашкин, Д.П.Прочухан, Т.Р. Рашидов и др.

При проектировании подземных сооружений наиболее важным этапом является изыскание и проектирование, включающее в себя следующее: изучение трассы и сбор необходимой достоверной информации, собственно проектирование подземных сооружений на трассе и оценка различных вариантов. Результаты имеющихся вариантов являются основой для принятия решения о необходимости рассмотрения и оценки нового варианта. Важность этого этапа проектирования заключается в том, что допущенные ошибки, практически невозможно исправить, поэтому необходимо использовать методы аэрокосмической съемки (рис. 1).

### 2. Применение аэрокосмических снимков для проектирования подземных сооружений в горно-складчатых областях

Заметный вклад в теорию и практику использования аэрокосмической информации в транспортном строительстве внесли В.И.Аковецкий, А.Л.Ревзон, А.В.Садов, В.В.Космин, В.А.Козлов, С.А.Сладкопевцев, В.К.Кучай, В.С.Чучаев, Г.К.Макдональдс, Р.С.Гробс и др.

На аэрокосмических снимках в явном виде не выделены характеристики объектов земной поверхности. В каждом конкретном случае для использования в практике проектирования подземных сооружений необходимо дешифровать снимки.

В работе отмечается, что дешифрирование аэрокосмических снимков – сложный процесс, требующий определения с необходимой достоверностью классификационных, качественных и количественных характеристик с помощью прямых и косвенных признаков.

При визуальном дешифрировании выделяют три способа:

1. Камеральный, когда изображения дешифрируются с использованием прямых и косвенных признаков, снимков-эталонов, простейших процессов преобразования изображений, привлечением картографических, литературных и других справочных материалов.

2. Полевой, выполняется путем сличения изображения с местностью, когда дешифровальщик может находиться на борту самолета (вертолета). Изображение используется как основа для регистрации натуральных определений объектов и их характеристик.

3. Комбинированный, в котором сочетаются процессы камерального и полевого дешифрирования в разной их последовательности.

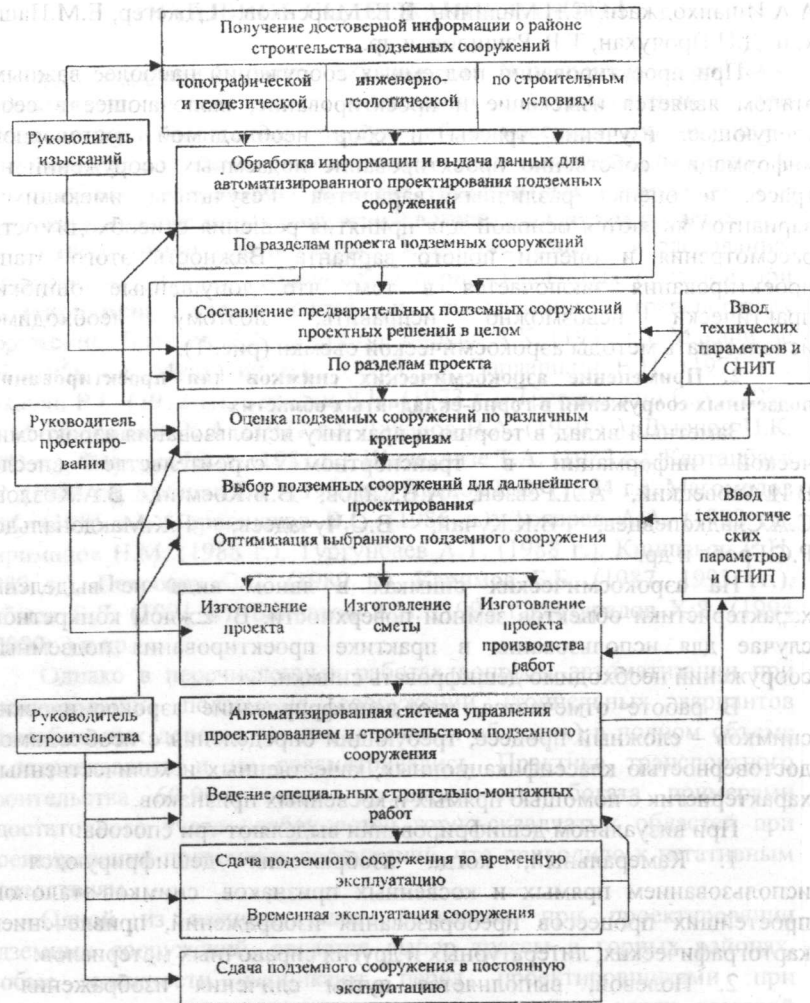


Рис. 1 Структурная схема комплексной технологии изысканий, проектирования и строительства подземных сооружений в горно-складчатых областях

Для распознавания необходимых элементов рельефа горно-складчатых областей в диссертации используются следующие теоретические предпосылки.

В соответствии с характером распознаваемых образов можно выделить два основных типа:

- 1) распознавание конкретных линейных объектов;
- 2) распознавание абстрактных объектов.

При этом для повышения достоверности распознавания необходимых элементов горного рельефа в системах автоматизированного проектирования использована формула Байеса:

$$p\left(\frac{w_i}{x}\right) = \frac{p(w_i)p\left(\frac{x}{w_i}\right)}{p(x)} \quad (1)$$

где  $p\left(\frac{x}{w_i}\right)$  - функция правдоподобия для класса  $w_i$ , представим  $r_j(x)$  в виде:

$$r_j(x) = \frac{1}{p(x)} \sum_{i=1}^m L_{ij} p\left(\frac{x}{w_i}\right) p(w_i). \quad (2)$$

Оказалось, что использования при дешифрировании байесовского классификатора позволяет значительно повысить достоверность распознавания и идентификации различных образов по сравнению с другими методами.

Приведены данные по оценке погрешностей при работе с аэрокосмофотоснимками, при этом в качестве математического обоснования использовался метод наименьших квадратов.

### 3. Разработка многослойных цифровых карт для проектирования подземных сооружений в горно-складчатых областях

К многослойным цифровым картам предъявляются определенные требования независимо от того, какими методами и техническими средствами они создавались д.т.н. Халугин Г.И. считает, что: "...По содержанию, проекции, системе координат и высот, точности и разграфке по номенклатуре цифровые карты должны полностью отвечать требованиям, предъявляемым к традиционным образно-знаковым картам".

Например, цифровая карта К-43-88-А-6-3 по содержанию, проекции в системе координат и высот, точности должна полностью



соответствовать топографической карте масштаба 1:10000 и охватывать территорию в соответствии с разграфкой, предусмотренной номенклатурой.

К примеру, Россия использует и предлагает на коммерческой основе программное обеспечение для изготовления карт цифровым способом в масштабе 1:200 000. Для Кыргызской Республики в масштабе 1:500 000 это 10 листов, а в масштабе 1:10 000 - 174 листа.

Исследования показали криволинейные контуры содержат на единицу длины больше информации, чем геометрически простые, к примеру, сравнивая карту с аэроснимком, исследователи отмечают, что карта отличается высокой избыточностью информации, а снимок - большей плотностью информации, но малой избыточностью. Необходимо стремиться к оптимальному сочетанию избыточности информации и ее энтропии.

Цифровые модели рельефа горно-складчатых областей получают тремя способами:

1) оцифровывая изолинии рельефа с топокарт и затем интерполируя их на регулярную сеть точек;

2) полевыми геодезическими работами, например, с использованием GPS приемников, и интерполяцией на регулярную сеть данных по замерным точкам;

3) используя стереопару снимков и фотограмметрические методики.

Обычно используют третий способ в сочетании со вторым.

Сегодня существуют фотограмметрические методики построения рельефа двух типов:

а) с использованием оптико-механической аппаратуры (аналитического стереоплоттера в сочетании с компьютером);

б) полностью компьютерные методики, основанные на методах цифровой фотограмметрии.

Концепция создания многослойной цифровой карты на территорию Кыргызской Республики различных масштабов для проектирования подземных сооружений определяет необходимость использования современных новых компьютерных технологий картографирования, позволяющих решать широкий круг задач обновления данных и построения карт учитывающих особенности горного рельефа. Карты третьего поколения создаются и реализовывается в виде многоуровневой информационно-аналитической сложной системы, которая включает и увязывает существующую базу картографической фактографической информации и позволяет в большинстве случаев осуществлять

справочные, так и аналитические функции, в первую очередь дает возможность приступить к дальнейшей модернизации карт с использованием результатов дистанционного зондирования для до изучения территорий горных районов. Основу комплексной методики составления цифровых карт составляет операция «генерализации материалов», а также данные крупномасштабной съемки и аэрофотокосмического картирования последних лет.

В соответствии с основными тенденциями развития современной картографии в мире, создание карты третьего и последующих поколений осуществляется на базе специализированных современных компьютерных технологий, функционирующих в среде ГИС. Разработана технология создания карт третьего поколения, реализуемая в ГИС и апробируемая на примере одного районов Кыргызской Республики для нужд проектирования подземных сооружений.

Повсеместное использование компьютерных и GPS технологий в последние десятилетия постепенно, но неуклонно воздействует как на саму картографию, ее правила и стандарты, так и на дисциплины, в той или иной мере опирающиеся на картографические данные или использующие их. Все чаще в качестве базовой информации о территории при проведении проектных или аналитических работ используется не топографическая карта (или ее электронный образ в растровом или векторном формате), а цифровая модель местности (ЦММ).

#### 4. Экспериментальные наблюдения режимов и скоростей движения на тоннельных участках в горно-складчатых областях

Комплексные детальные обследования тоннелей показали, что устройство тоннелей значительно расширяет возможности получения трассы с хорошими транспортно-эксплуатационными показателями и позволяет значительно сократить общую длину дороги. Так, устройство тоннеля на перевале Тоо-Ашу позволило сократить путь между северными и южными районами республики в 2-2,5 раза, обеспечив возможность круглогодичного движения автомобилей. В Армении устройство тоннелей на старом участке перевальной дороги, проходящей через Базумский хребет, сократило продолжительность проезда на 30 мин, а длину дороги - на 16 км. Обычные методы проложения трассы на перевальных участках с применением серпантин снижают пропускную способность дороги и безопасность движения, а движение по таким дорогам сильно утомляет водителей.



На автомобильных дорогах в горных районах СНГ имеется большое количество тоннелей, имеющих различные характеристики: длину, высоту над уровнем моря, габариты и особенности подходов. Режимы движения в этих тоннелях существенно различаются (таблица 1).

В целях детального исследования влияния параметров тоннелей и подходов к ним на безопасность движения и пропускную способность были изучены режимы движения на ряде тоннельных участках горных дорог. Выезды из тоннеля располагаются на различных сочетаниях пространственных криволинейных элементов трассы. Особенности восприятия водителями часто меняющейся дорожной обстановки и недостаточная видимость на участках дорог, прилегающих к тоннелям, не всегда позволяют правильно ориентироваться (рис. 2, 3, 4).

Проведенные исследования показали, что режимы движения потоков автомобилей существенно изменяются вдоль тоннеля. Средняя скорость движения транспортного потока в тоннеле снижается, увеличивается его плотность, изменяются траектории движения автомобилей относительно кромки проезжей части. При этом режимы движения автомобилей при проезде длинных, более 1 км, тоннелей существенно отличаются от режимов движения в коротких и средних тоннелях длиной от 300 до 100 м, что в значительной степени объясняется различным психологическим воздействием на водителей и более резким изменением дорожных условий.

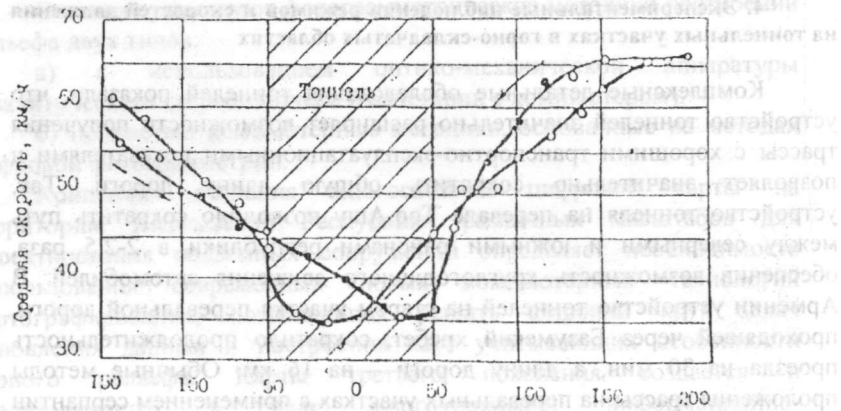


Рис. 2. Эпюра скоростей движения в коротком тоннеле длиной 100 м и на подходах к ним

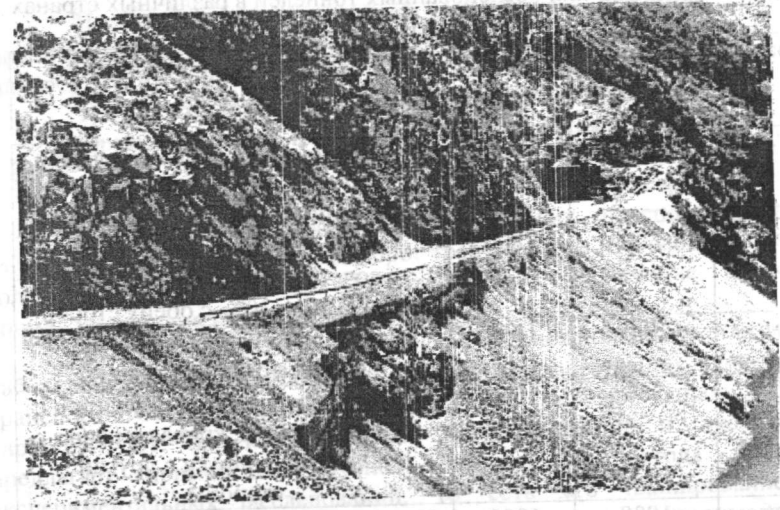


Рис. 3. Использование тоннелей значительно повышает безопасность и удобство движения на горных дорогах

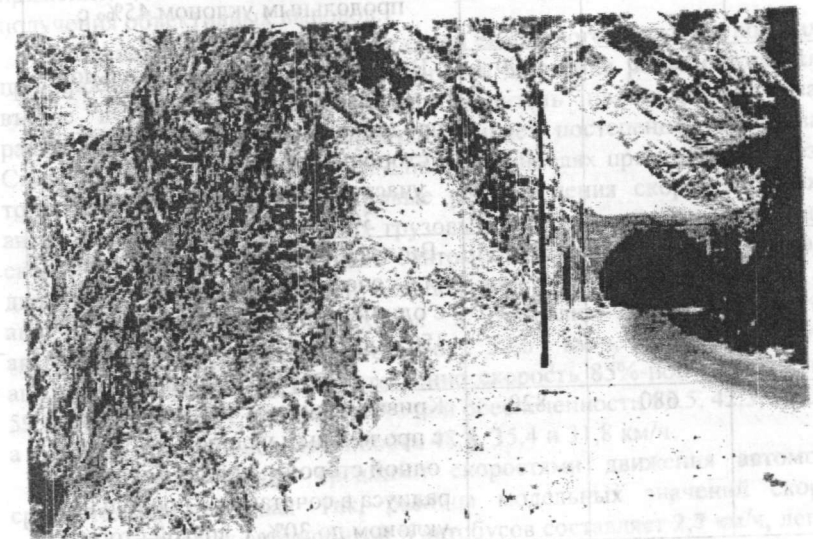


Рис. 4. Средний по длине тоннель на одном из участков горных дорог

Таблица 1  
Характеристики обследованных тоннелей в различных странах СНГ

Габарит	Длина тоннеля, м	Высота над у.м.	Характеристики подходов к тоннелю
Г-6	100	1720	Кривые малых радиусов в плане и в сочетании с продольными уклонами до 40% с обеих сторон
Г-7,5	200	1800	Смежные обратные кривые в сочетании с продольными уклонами до 30% с обеих сторон
Г-6	300	1860	Вертикальные кривые большого радиуса с обеих сторон
Г-7,5	366	1500	Прямой горизонтальный участок с одной стороны, кривая в плане большого радиуса с другой стороны
Г-6	1808	1900	Участок с продольным уклоном до 40% с одной стороны, кривая большого радиуса в плане с продольным уклоном 45% с другой стороны
Г-6	2650	3200	Восходящая ветвь вертикальной кривой большого радиуса с продольным уклоном 50% с одной стороны тоннеля, 200-метровый участок с продольным уклоном 30% с другой стороны
Г-8	300	800	Внутренняя кривая радиусом 150 м в сочетании со спуском до 50% с одной стороны, кривая радиусом 350 м в сочетании со спуском 30% с другой стороны
Г-8	680	820	Кривая радиусом 400 м в сочетании с продольным уклоном до 35% с одной стороны, кривая большого радиуса в сочетании с продольным уклоном до 30% с другой стороны

Непосредственной задачей изучения режимов движения транспортных потоков на участках подходов к тоннелям горных дорог являлось исследование:

- 1) скорости движения автомобилей разных типов в потоке;
- 2) распределения интервалов между автомобилями одного за другим;
- 3) статистических характеристик выполнения маневров.

Исследование закономерностей движения транспортных потоков на извилистых участках горных дорог требует сбора и обработки большого количества данных о его характеристиках в течение длительных промежутков времени.

Поэтому необходимо тщательное обоснование продолжительности наблюдений. Учет многообразия факторов, существенно влияющих на транспортно-эксплуатационные показатели горных дорог, которые характеризуют их качество при проектировании и эксплуатации, предлагает применение научно обоснованного метода проведения экспериментальных исследований, то есть его планирование. Под планированием эксперимента понимается организация экспериментальных исследований, позволяющая получить и собрать необходимые данные и применить для их анализа методы математической статистики с целью получения объективных выводов.

Анализ эпюр средних скоростей свободного движения показал, что при проезде коротких тоннелей скорость движения резко снижается при въезде в тоннель, а затем, если водитель просматривает участок, расположенный впереди, скорость начинает постепенно увеличиваться. Скорость движения в средних и длинных тоннелях при въезде и выезде из тоннелей резко снижается. Кривые распределения скоростей движения автобусов, легковых и тяжелых грузовых автомобилей позволили оценить скорости определенных типов автомобилей в условиях свободного движения. Скорость 95%-ной обеспеченности при интенсивности в 200 авт./ч при несложных подходах к тоннелю составляет: легковых автомобилей 63,5 км/ч, автобусов 52,6 км/ч, тяжелых грузовых автомобилей 47,5 км/ч, соответственно скорость 85%-ной обеспеченности 59,3, 48,6, 44,7 км/ч, скорость 50%-ной обеспеченности 55,5, 42,3, 38,0 км/ч, а скорость 15%-ной обеспеченности 48,8, 35,4 и 31,8 км/ч.

Разница между средними скоростями движения автомобилей сравнительно невелика. Так, разница модельных значений скоростей движения легковых автомобилей и автобусов составляет 2,7 км/ч, легковых и тяжелых грузовиков - 2,6 км/ч. Такое незначительное

Значительно возросшие возможности ПЭВМ и достижения в развитии численных методов решения дифференциальных уравнений позволяют с новых позиций подойти к решению данной задачи, применяя более сложные математические модели, совсем недавно казавшиеся нереализуемыми из-за чрезвычайно большого объема вычислительной работы.

Воздействие различных факторов на подземное сооружение и ее поведение в процессе эксплуатации являются случайными процессами. Поэтому объективная оценка возможна лишь с привлечением теории случайных функций.

К примеру случайный характер воздействий климатических факторов является важнейшей предпосылкой для использования математической моделирования процессов влияния климатических факторов на подземные сооружения.

#### **б. Учет сейсмичности при проектировании подземных сооружений в горно-складчатых областях**

Учет сейсмических условий при проектировании подземных сооружений глубокого заложения целесообразно представить следующей последовательностью:

- обоснованным выбором из множества вариантов подземных сооружений, наиболее целесообразного обеспечивающий ее расположение в наиболее благоприятных в сейсмическом отношении при сложных инженерно-геологических условиях;

- установление вероятной с высокой степенью обеспеченности расчетной сейсмичности трассы на основании сейсмомикрорайонирования конкретных горно-складчатых участков;

- назначение расчетной сейсмостойкости отдельных элементов комплекса подземного сооружения, исходя из значимости объектов, и глубины их заложения;

- выбор общей схемы подземного сооружения и подходов, его компоновка, а также назначение генеральных размеров с учетом требований сейсмостойкости;

- расчет обделок на основные сейсмические нагрузки, установление размеров поперечных сечений, определение сейсмических напряжений в горном массиве.

- Информационное обеспечение комплексной методики учета сейсмичности включает следующие элементы:

- базу данных естественных сейсмических событий и методики оценки состояния массива горных пород по результатам регистрации его сейсмической активности;

- базу данных о проведенных технологических взрывах и расчетные процедуры оценки влияния взрывов на состояние массива (для взрывов определяются размеры зон наведенной трещиноватости и необратимых локальных проявлений в массиве и вероятное количество взрывов, воздействие которых может вызвать появление мощного сейсмического события);

- базу данных горно-технологической информации, в которой содержатся данные о конфигурации фронта отбойки, развитии подготовительных и нарезных работ, положении границы обрушенных пород, изрезанности массива выработками;

- базу данных геомеханической информации, которая содержит данные о естественном напряженном деформированном состоянии массива, а также данные о напряжениях, определенных методами и на основе визуального контроля состояния подземного сооружения;

- базу данных тектонического строения горного массива, которая содержит данные о пространственном расположении тектонических нарушений в районе контроля и зон их влияния;

- базу данных распределения горных пород, слагающих контролируемый массив и прочностных свойств.

Существенным общим свойством перечисленных выше видов данных является их зависимость от пространственных координат. Подземные сооружения представляет собой протяженные пространственные объекты со сложной структурой, основой которой является система горных выработок. Поэтому применение такого мощного и удобного средства интеграции пространственно-распределенных данных как ГИС является оправданным и перспективным.

Анализ зарубежного опыта строительства показывает, что надлежащий выбор подземных сооружений в благоприятных инженерно-геологических условиях во многих случаях может привести к снижению сейсмичности площадки строительства на 1-2 балла по сравнению с исходной сейсмичностью района в целом. Соответственно, в такой же степени снижается и расчетная сейсмостойкость.

Оптимизация выбора местоположения подземного сооружения в горной местности с учетом сейсмических условий является одним из наиболее существенных мероприятий по повышению эффективности сейсмостойкого строительства в горных районах, и нередко он играет существенную роль, чем совокупность всех остальных предлагаемых и рекомендуемых мероприятий (рис. 5).



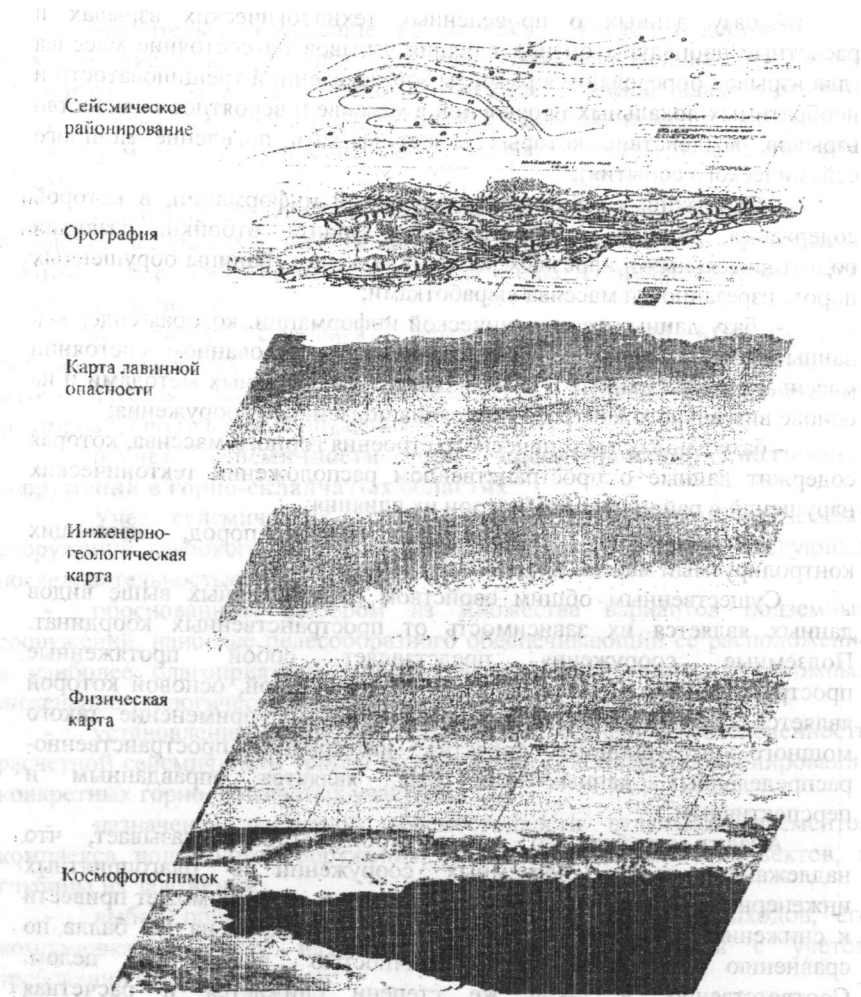


Рис.5. Фрагмент многослойной цифровой карты для сравнения тоннельных вариантов.

## 7. Основы проектирования подземных сооружений с учетом особенностей горно-складчатых областей

Изыскания в горно-складчатых условиях показывают, что не каждый разлом опасен для строительства подземных сооружений. Известны многие случаи, когда преодолевались значительные мощности зоны дробления скальных и полускальных пород, а скорость проходки была высокой. Однако исследования показывают, что когда зоны тектонического дробления заполнены водонасыщенными породами, вероятность возникновения аварийных ситуаций возрастает. Причем последние не только зависят от мощности зоны дроблений, протяжения и порядка разлома, но и определяются инженерно-геологическими и гидрогеологическими характеристиками горных пород, связанными с их обводненностью и разуплотненностью (крепкость, пластичность, водонасыщенность, величина гидростатического напора).

При этом важно разработать классификационные признаки, позволяющие разграничить опасные и неопасные в инженерно-геологическом, в том числе и сейсмическом отношении разломы. Решение этой задачи осуществляется на основе комплекса данных наземных полевых изысканий и дешифрирования материалов аэрокосмических изображений различной разрешающей способности.

Наибольшую опасность для подземных сооружений глубокого заложения сооружений представляют активные разломы, которые характеризуются:

- деформацией горного рельефа, в частности, орогидрографии местности (по ней удастся не только идентифицировать и картировать активный разлом, но и определить его кинематические и отчасти – режимные параметры);
- гидрогеологическими особенностями и изменениями, проявляющимися в степени и распределении увлажнения почв и изменении растительности;
- газогидрогеохимическими аномалиями;
- локализацией форм проявления экзогенных процессов;
- проявлением сильных землетрясений прошлого.

Методами комплексного дешифрирования в сочетании с наземным обследованием удастся распознать и классифицировать разлом, определить его параметры и оценить возможные воздействия на окружающую среду и сооружения (рис. 6).



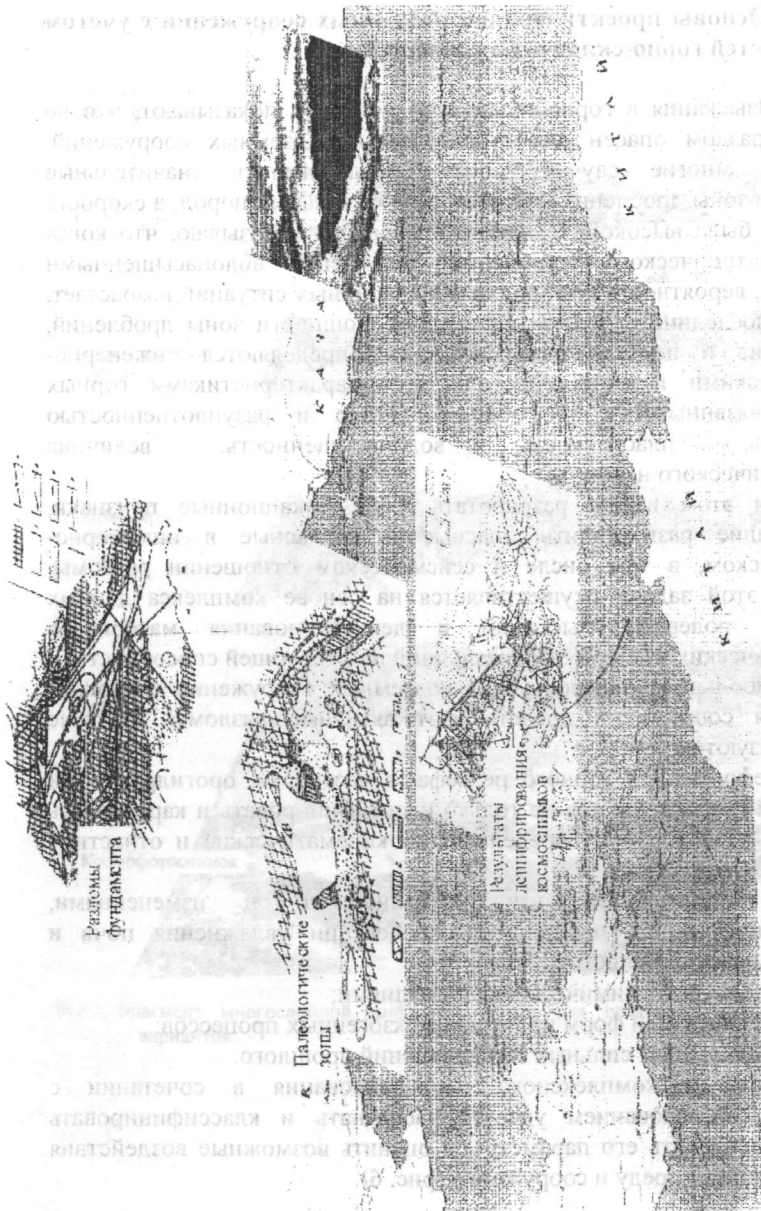


Рис.6. Фрагмент анализа различных факторов для технико-экономического обоснования тоннельных вариантов на Ферганском хребте.

При трассировании подземного сооружения глубокого заложения в горной местности следует отдавать предпочтение вариантам, предусматривающим заложение тоннелей в однородных по сейсмической жесткости грунтах, избегать участков повышенной трещиноватости, зон тектонических разломов, а также склонов, особенно сложенных слабыми и несцементированными грунтами.

Обоснованный выбор плана и продольного профиля трассы существенно сокращает расходы на антисейсмические мероприятия. К более благоприятным условиям строительными нормами отнесены скальные породы и плотные маловлажные крупноблочные грунты, а к неблагоприятным – глинистые и песчаные ненасыщенные водой грунты, а также просадочные и текучие. Опыт показывает, что при сейсмических воздействиях в большинстве случаев происходит некоторое изменение физико-механических характеристик и состояния грунтов. В зависимости от балльности сейсмического воздействия возникают осадки грунтовых масс, вместе с ними – и сооружений, возможны явления разжижения водонасыщенных грунтов, самопроизвольные осадки.

Анализ многослойных цифровых тематических карт проводят параллельно с дешифрированием аэрокосмофотоснимков. Непосредственные измерения по картам дают важную количественную информацию о глубине эрозионного вреза речных долин, глубине седловин водоразделов, крутизне и высоте структурных уступов, об абсолютных и относительных высотах в пределах исследуемой территории. Эти данные в комплексе с результатами дешифрирования служат исходными для дальнейших картометрических построений, создания модели неотектонического строения рельефа, отражающей динамику его развития.

Исследования, проведенные на ряде объектов в пределах Ферганского хребта, позволяют сделать вывод о том, что величина и результирующее направление горного давления в значительной мере изменяются в зависимости от многих характеристик разрывных нарушений. Среди них глубинность, степень раскрытия, ширина, длина тектонической зоны, характер и степень проникновения ее в массив горных пород, кинематика подвижек вдоль зоны (сбросовые, сдвиговые, раздвиговые и т.д.), их интенсивность (рис.7.).

Разработана и внедрена методология определения пространственных координат местности с использованием новых компьютерных технологий и трехмерных моделей, позволяющая существенно повысить надежность и качество принимаемых проектных решений.

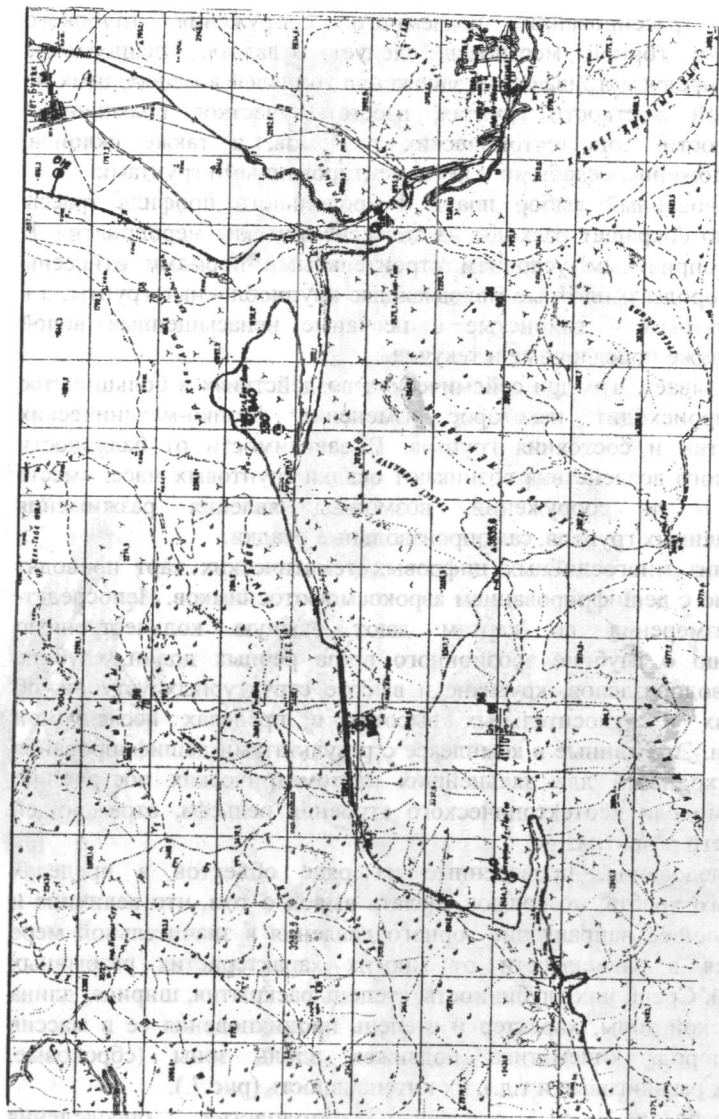


Рис. 7. Один из наиболее целесообразных тоннельных вариантов объектов Север-Юг, полученных в результате трехмерного компьютерного моделирования и анализа космофотоснимков

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации на основе проведенных исследований разработан и предложен комплекс научно-обоснованных технических проектных решений по обоснованию и выбору подземных сооружений учитывающий характерные особенности сейсмически опасных горно-складчатых областей, практическое внедрение которых вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса в транспортном строительстве путем существенного повышения надежности и качества принимаемых проектных решений.

Основные научные и практические результаты, полученные в диссертационной работе заключаются в следующем:

1. Комплексные теоретические и экспериментальные исследования проблемы совершенствования автоматизации проектирования подземных сооружений с использованием методов аэрокосмической съемки, математического моделирования и современной вычислительной техники позволили выявить и установить универсальность и перспективность нового направления в практике проектирования подземных сооружений — применения и использования аэрокосмической съемки, географических информационных систем, новых компьютерных технологий и трехмерного моделирования.

2. Применение разработанных методов автоматизации проектирования подземных сооружений на автомобильных дорогах позволяет учесть весь комплекс воздействующих факторов, определяющих обоснованный выбор вариантов проектных решений в сложных природно-климатических условиях сейсмически активных горно-складчатых областей.

3. Разработана доступная для использования инженерами-проектировщиками методика практического применения результатов математического моделирования состояния горного массива, которая может применяться при обосновании вариантов подземных сооружений и их проектных решений на перевальных участках, что позволяет существенно снизить народнохозяйственные издержки.

4. Дифференцированный учет особенностей горно-складчатых областей при проектировании подземных сооружений, в том числе микроклимата придорожной полосы, обусловленных постройкой дороги или сооружения, ее экспозицией по отношению к сторонам света, высоты над уровнем моря, гидрогеологическим условиям дает возможность принимать оптимальные проектные решения.

5. Природно-климатические условия горно-складчатых областей Кыргызской Республики существенно влияют на состояние подземных сооружений, расположенных на ее территории, подверженных многим опасным явлениям природы: землетрясениям, снежным обвалам и заносам, паводкам и др. Для практического использования предложены методы расчета количества осадков, учета сейсмичности при проектировании подземных сооружений.

6. Для повышения эффективности принимаемых проектных решений по подземным сооружениям в дальнейшем необходимо продолжить использование широких возможностей специальных методов съемок, позволяющих оценить толщину слоев грунта, уровень грунтовых вод и другие характеристики, важные для выбора трассы. Наряду с этим целесообразно использование новых геофизических методов разведки геологических напластований и определение на месте в условиях залегания прочностных характеристик грунтов без взятия образцов.

7. Существенное повышение обоснованности и качества принимаемых проектных решений подземных сооружений оказалось возможным при использовании разработанных методик многослойного цифрового тематического картографирования позволяющих учитывать характерные особенности сейсмически активных горно-складчатых областей.

8. Экспериментальные исследования показали, что режимы и скорости движения автомобилей на подходах и в зоне подземного сооружения зависят от габаритов. Необходимо больше внимания уделять проектированию подходов к подземным сооружениям в сложных условиях горно-складчатых областей.

9. Дальнейшая автоматизация многовариантного проектирования подземных сооружений на основе полученных результатов исследований позволяет решать широкий круг вопросов начиная от технико-экономического обоснования, уточнения технических нормативов на элементы трассы применительно к перспективному составу движения, пространственного трассирования по цифровой математической модели местности.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

### I. Нормативно-технические документы и рекомендации:

1. Картанбаев Р.С. Рекомендации по использованию аэрокосмической съемки для решения задач транспортного строительства. - Б.: МО и Н КР, КАСИ, 1994. - 19 с.
2. Картанбаев Р.С. Рекомендации по проектированию и размещению транспортных тоннелей в горной местности. - Б.: МТиС КР, 1996. - 24 с.
3. Картанбаев Р.С., Маданбеков Н.Ж., Егемкулова Б.А. Рекомендации по использованию математических методов при решении задач изысканий и проектирования автомобильных и железных дорог в горной местности. - Б.: МТ и С КР, 1996. - 42 с.
4. Картанбаев Р.С. Рекомендации по применению аэрокосмофотоснимков при проектировании автомобильных и железных дорог в горной местности. - Алматы: КазАТК, 1998. - 12 с.
5. Картанбаев Р.С. Рекомендации по сбору исходных данных для систем автоматизированного проектирования автомобильных и железных дорог. - Алматы: КазАТК, 1998. - 26 с.
6. Картанбаев Р.С. Рекомендации по составлению объемных моделей для военных и гражданских объектов. - Б.: МО КР, ВНИЦ, 1998. - 28 с.

### II. Отдельные издания

7. Картанбаев Р.С., Работяга М.Т. Автоматизация проектирования автомобильных дорог. - Фрунзе: Илим, 1990. - 176 с.
8. Картанбаев Р.С. Проектирование горных дорог с использованием космической фотосъемки и применением вычислительной техники. - Бишкек: Илим, 1997. - 300 с.
9. Картанбаев Р.С. Математическое моделирование при проектировании транспортных тоннелей. - Бишкек: Технология, 1998. - 126 с.
10. Картанбаев Р.С. Проектирование тоннельных вариантов дорог в горно-складчатых областях. Бишкек.: Кыргызстан, 2002. - 190 с.



### III. Статьи в периодических изданиях и сборниках

11. Петросян С.С., Картанбаев Р.С. Режимы движения на тоннельных участках в горной местности //В кн.: Обеспечение безопасности движения на автомобильных дорогах /Сб. научных трудов МАДИ. – 1981, с.95-103.

12. XVII world Road Congress. Report of the USSR. Sundeу, 1983, Australia. Question III Interurban Roads and Motorshays. S.499-532.

13. Картанбаев Р.С., Петросян С.С. Метод оценки пропускной способности тоннельных участков горных дорог /Инф. листок КиргизИНТИ, №192(3597). – Фрунзе, 1984. - 4 с.

14. Картанбаев Р.С., Работяга М.Т. Достижения и перспективы развития САПР-АД. //Известия АН Киргизской ССР. Физико-технические и математические науки, 1989, № 3, с.44-51.

15. Картанбаев Р.С. Особенности сбора первичной информации для использования в САПР-АД //Развитие методов и средств использования ЭВМ для оценки проектных решений автомобильных дорог /Труды СоюздорНИИ. М., 1989, с.122-127.

16. Картанбаев Р.С. Выбор тоннельных вариантов горных дорог //Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации горных дорог /Сб. научных трудов КАСИ. – Бишкек, 1996, вып.4, с.3-22.

17. Картанбаев Р.С. Сплайн-функции и их применение для пространственного проектирования подходов к тоннелям //Проблемы проектирования строительства и эксплуатации горных дорог /Сб. научных трудов КАСИ. - Бишкек, 1997, вып. 5, с.6-19.

18. Картанбаев Р.С. Обоснование тоннельного варианта при проектировании автомобильных и железных дорог в горной местности //Проблемы горных дорог /Сб. научных трудов ИФМГП НАН КР. - Бишкек: Технология, 1998, с.49-58.

19. Картанбаев Р.С. Особенности проектирования тоннелей в сейсмических районах //Математические методы и моделирование при проектировании горных дорог /Сб. научных трудов КГУСТА, вып.7. - Бишкек, 1998, с. 96-102.

20. Картанбаев Р.С. Объемное макетно-модульное проектирование тоннелей на ПЭВМ //Проектирование, строительства и эксплуатация транспортно-коммуникационных сооружений /Сб. научных трудов, вып.7. - Алматы: КазАТК, 1999, с.12-16.

21. Картанбаев Р.С., Егемкулова Б.А., Сулайманов Н.Ч., Тультемиров Ж.А. Особенности технико-экономического обоснования строительства тоннелей //Проблемы проектирования, строительства и

эксплуатации автомобильных и железных дорог в горной местности /Сб. научных трудов КГУСТА, вып.8. - Бишкек, 1999, с.27-32.

22. Картанбаев Р.С. Проектирование тоннеля глубокого заложения в пределах горного хребта //Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных и железных дорог в горной местности /Сб. научных трудов КГУСТА, вып.8. - Бишкек, 1999, с.5-14.

23. Картанбаев Р.С. Использование космофотоснимков для проектирования горных дорог и выбора тоннельных вариантов. //Материалы Международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития строительной науки». - Бишкек, 2000. часть №2. с 19-23.

24. Картанбаев Р.С. Компьютерное моделирование при проектировании тоннелей //В кн.: Труды Международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии» /Казахстан-2030 – Караганда, 2000, с.448-450.

25. Картанбаев Р.С. Методические основы дешифрирования аэрокосмофотоснимков для проектирования тоннельных вариантов. //Математическое и компьютерное моделирование при проектировании горных дорог /Сборник научных трудов КГУСТА, вып.9. Бишкек, 2000, с.4-11.

26. Картанбаев Р.С., Егемкулова Б.А., Досалиев А.А., Тультемиров Ж.А. Разработка многослойных цифровых карт для проектирования дорог и тоннелей. //Математическое и компьютерное моделирование при проектировании горных дорог /Сборник научных трудов КГУСТА, вып.9. Бишкек, 2000, с.55-61.

27. Картанбаев Р.С. Диагностика состояния горного массива при строительстве тоннелей в горно-складчатых областях. //Математическое и компьютерное моделирование при проектировании горных дорог /Сборник научных трудов КГУСТА, вып.9. Бишкек, 2000, с. 62-70.

28. Айтматов И.Т., Картанбаев Р.С. Основные принципы проектирования и трассирования тоннелей в горно-складчатых областях с учетом сейсмичности. /Труды Международной научно-технической конференции ИФМГП НАН КР. Бишкек, 2001, с.214-222.

29. Картанбаев Р.С., Тультемиров Ж.А., Сулайманов Н.Ч. Подготовка информации для принятия стратегических решений при выборе тоннельных вариантов дорог в горной местности. В кн.: Повышение эксплуатационной эффективности транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций в горных условиях.



Материалы Международной научно-практической конференции. Б.: с.41-44.

30. Картанбаев Р.С. Основные принципы трассирования тоннелей в сейсмических районах с использованием аэрокосмических методов /Материалы конференции, посвященной 1 съезду инженеров Кыргызстана и 10 образования Инженерной академии Кыргызской Республики. Б.: Технология, 2001, с. 182-191.

31. Картанбаев Р.С. Особенности выбора тоннельных вариантов в сейсмически опасных районах горной местности /Материалы Конференции, посвященной 1 съезду инженеров Кыргызстана и 10 образования Инженерной академии Кыргызской Республики. Б.: Технология, 2001. – с. 191-197.

32. Картанбаев Р.С. Особенности проектирования тоннельных вариантов. В кн.: Труды Международной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии», посвященный 10 летию независимости Республики Казахстан. Караганда 2001. Том 2, с. 404-406.

33. Тентиев Ж.Т., Картанбаев Р.С. Аэрокосмические методы оценки сейсмоопасных районов при проектировании транспортных тоннелей. //Математическое и компьютерное моделирование при проектировании строительстве горных дорог /Сборник научных трудов КГУСТА, вып.10. Бишкек, 2001, с. 6-12.

34. Картанбаев Р.С. Выбор тоннельных вариантов автомобильных и железных дорог в сейсмически активных горно-складчатых областях. //В кн.: Повышение эксплуатационной эффективности транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций в условиях высокогорья и жаркого климата /Материалы Международной научно-практической конференции посвященной 10 летию образования КГУСТА и Международному "Году Гор". Б.: 2002, с. 192-198.

35. Картанбаев Р.С. Системный подход к проектированию тоннелей в горно-складчатых областях. //Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных и железных дорог в горной местности /Сборник научных трудов КГУСТА, вып. II. Б.: 2002, с 64-83.

36. Картанбаев Р.С. Учет инженерно-геологических условий при изысканиях и проектировании тоннельных вариантов в горно-складчатых областях //Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных и железных дорог в горной местности / Сборник научных трудов КГУСТА, вып. II. Б.: 2002, с 97-119.

37. Картанбаев Р.С. Использование данных о климатических условиях при проектировании тоннельных вариантов в горно-складчатых областях //Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных и железных дорог в горной местности /Сборник научных трудов КГУСТА, вып. II. Б.: 2002, с 154-163.

38. Картанбаев Р.С., Сматав Т.Ш., Маданбеков Н.Ж. Сулайманов Н.Ч., Тультемиров Ж.А., Шаршеналиев У.А. Высотное дорожно-климатическое районирование территории Кыргызстана для проектирования, строительства дорог и тоннельных вариантов //Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных и железных дорог в горной местности /Сборник научных трудов КГУСТА, вып. II. Б.: 2002, с 22-39.

39. Картанбаев Р.С., Тультемиров Ж.А. Режимы движения на тоннельных участках в горно-складчатых областях //Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных и железных дорог в горной местности /Сборник научных трудов КГУСТА, вып. II. Б.: 2002, с 47-63.

40. Картанбаев Р.С., Саткыналиев К.Т., Тультемиров Ж.А. Учет требований охраны окружающей среды и безопасности движения на тоннельных участках //Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных и железных дорог в горной местности /Сборник научных трудов КГУСТА, вып. 12. Б.; 2002, с 27-32.

41. Картанбаев Р.С. Учета опасных природных явлений при эксплуатации подземных сооружений в горно-складчатых областях //Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных и железных дорог в горной местности /Сборник научных трудов КГУСТА, вып. 12. Б.; 2002, с 43-49.

42. Картанбаев Р.С., Стасенко Л.Н. Оценка ценности земельных участков при проектировании подземных сооружений //Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных и железных дорог в горной местности /Сборник научных трудов КГУСТА, вып. 12. Б.; 2002, с 94-100.

43. Картанбаев Р.С. Влияние разломов на проявление сейсмической опасности в горно-складчатых областях при проектировании подземных сооружений //Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных и железных дорог в горной местности /Сборник научных трудов КГУСТА, вып. 12. Б.; 2002, с 50-57.

### АННОТАЦИЯ

Разработан и предложен комплекс научно-обоснованных технических проектных решений по обоснованию, выбору и проектированию подземных сооружений в сейсмически опасных горно-складчатых областях, внедрение которых вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса в транспортном строительстве, путем повышения надежности и качества принимаемых проектных решений.

Изложены основы совершенствования средств и методов изысканий и проектирования подземных сооружений на автомобильных дорогах в горной местности с использованием основных методов аэрокосмической съемки и трехмерного компьютерного моделирования.

Разработаны теоретические положения и практические методы применения трехмерного компьютерного моделирования при выборе подземных сооружений на автомобильных дорогах, которые способствуют значительному улучшению надежности и качества принимаемых проектных решений на различных стадиях проектирования, в том числе технико-экономического обоснования.

Особое внимание уделено использованию и применению цифровых карт, являющихся базой для многовариантного проектирования подземных сооружений в горной местности.

### АННОТАЦИЯ

Сейсмикалык кооптуу кагмарланган тоолуу аймактарда транспорттук тоннелдерди негиздоодо, тандоодо жана долбоорлоодо илимий негизделген техникалык долбоорлорунун чечимдеринин комплекстери иштелип чыккан жана сунушталган. Бул кабыл алынган долбоордук чечимдердин сапатын жана ишенимдуулугун жогорулатуу менен транспорт крулушундагы илимий-техникалык прогрессти ылдамдатууга чон оболгон тузот.

Аэрокосмостук сурот жана уч олмочдуу моделдоонун негизги методдорун пайдаланым тоолуу жердеги автомобил жолдорунун тоннелдуу варианттарын иликтоо жана долбоорлоо каражаттарын жана методдорун оркундотуунун негиздери келтирилген.

Автомобил жолдорунун тоннелдуу варианттарын тандоодо долбоорлоонун ар турдуу стадиясында, анын ичинде технико-экономикалык негиздоодо да кабыл алынуучу долбоордук чечимдердин ишенимдуулугун сапатын кыйла жогорулатууга жондом беруучу уч олчомдуу компьютердик моделдоону колдонуунун теориялык жоболору жана практикалык методдору иштелип чыкты.

Негизги коңул тоолуу жердеги коп варианттуу тоннелдерди долбоорлоонун негизи болгон цифралык карталарды колдонууга жана пайдаланууга бурулду.

### ANNOTATION

The complex of scientifically and founded of engineering design solutions on basing, choosing and designing of underground developed in the seismically, dangerous maintain and placated fields is designed and proposed. The introduction which make the considerable contribution into speeding up scientifically and technical progress in transport building by a reliability augmentation and duality of accepted design solutes.

Fundamentals of perfecting of facilities both methods of sewers and designing of tunnel alternatives of automobile and ferrous roads in mining terrain with upscale of the base methods of aerospace shooting and three dimensional simulation are stated.

The theoretical position and practical methods of applying of three dimensional computer simulation at a choice of tunnel variants of automobile and ferrous roads are designed, which will promote considerable meliorating of reliability and quality of accepted design solutions on different design stages, including feasibility report.

The special notice is divan to use and applying of digital maps being base for multivariate designing of tunnels in mining terrain.