

**80-летию института
«Севкавгипроводхоз»
посвящается**

**Сборник
научных трудов
Северо-Кавказского института
по проектированию
водохозяйственного
и мелиоративного строительства
(ОАО «Севкавгипроводхоз»)**

Выпуск 17

Пятигорск 2007

**Сборник научных трудов
Северо-Кавказского института по проектированию
водохозяйственного и мелиоративного строительства
(ОАО «Севкавгипроводхоз»)**

В мае 2007 г. коллектив института «Севкавгипроводхоз» отмечает 80-летие своей производственной деятельности. За прошедшие годы институт из небольшой проектной группы в составе Терстроя, первой специализированной водохозяйственной организации на Северном Кавказе, вырос до одной из самых известных многоотраслевых проектно-изыскательских организаций России, не только по проектированию водохозяйственных и мелиоративных объектов, но и по таким затребованным временем направлениям, как исследования и разработка мероприятий защиты от неблагоприятных природных и техногенных процессов и проявлений – наводнений, эрозии, селей, оползней и ряда других.

Благодаря инициативе института в 2005 году начало функционировать профессиональное объединение специалистов – Межрегиональная селевая ассоциация.

В настоящем юбилейном сборнике научных трудов института публикуются материалы о его производственной деятельности за прошедшее время, новых подходах к изысканиям и проектированию объектов, оригинальных решениях в проектах, в том числе и разработанных для территории Чеченской Республики, где возобновилось функционирование Чеченского отделения института.

Редакционная коллегия:

Председатель – генеральный директор, академик Международной академии минеральных ресурсов и Академии подъема экономики России, член-корреспондент Российской инженерной академии, заслуженный мелиоратор России

Константин Николаевич Носов

Члены: заместитель технического директора, начальник технического отдела

Михаил Борисович Дуэль;

заместитель технического директора, кандидат геолого-минералогических наук

Эдуард Валентинович Запорожченко;

директор мемориального музея, главный специалист технического отдела

Леонид Шаевич Каганович.

Оглавление

1. Носов К.Н.,
Дуэль М.Б.,

Каганович Л.Ш. Новые технические решения в проектах института «Севкавгипроводхоз»
2. Носов К.Н.,
Дуэль М.Б.,

Каганович Л.Ш. Крупные проекты института «Севкавгипроводхоз» последних лет
3. Запорожченко Э.В. Селевым потокам – инженерно обустроенный путь
4. Носов К.Н.,

Сейнова И.Б.,

Запорожченко Э.В. Изменение условий пропуска паводков на реках Геналдон и Гизельдон после быстрого продвижения, ледника Колка (Северный Кавказ, Россия)
5. Тумсоев Е.В. О современном состоянии и перспективах водохозяйственного комплекса Чеченской Республики
6. Политов С.И.,

Политова А.Д. Современные способы контроля качества бетонных изделий неразрушающим методом
7. Басова О.Ю. Современные приборы, оборудование и технологии, применяемые в инженерно – геодезических изысканиях, обследовании сооружений и обеспечении качества строительства
8. Громов В.А.,

Никулин А.С. Трансформация селей. Расчет объемов селевых выносов в условиях распада селевой массы (на примере бассейна р. Лядон Северная Осетия)
9. Запорожченко Э.В.,

Черноморец С.С. Селевая ассоциация: цели, задачи, планы
10. Дуэль М.Б.,
Каганович Л.Ш.,
Донченко В.З.,
Беляев В.И. Типография института в прошлом и настоящем
11. Гнездилов Ю.А.,
Иващенко Е.Н.,
Красных Н.Ю. Оценка гипотетического прорыва озера Башкара
12. Кондюрина Г.А.,
Флоринский О.С. Восстановление и охрана малых рек

- | | |
|--|--|
| 13. Кондюрин М.А.,
Вишняков В.М.,
Флоринский О.С. | Проблема водозабора из рек с обильными
донными наносами |
| 14. Запорожченко Э.В.,
Никитин М.Ю.,
Галушкин И.В.,
Галушкина Е.Ю. | Дистанционные методы, цифровая аэросъемка
в проектировании |
| 15. Дуэль М.Б.,
Юрченко И.Ф. | Оценка эффективности инвестиционного
проекта по обеспечению безопасности ГТС |
| 16. Носов К.Н.,
Запорожченко Э.В.,
Черноморец С.С.,
Тутубалина О.В. | Исследования селевых потоков в России и
бывшем СССР: история и перспективы |
| 17. Тутубалина О.В. | Возможности высокодетальной космической
съемки для информационного обеспечения
гидротехнического строительства |
| 18. Гнездилов Ю.А. | Погода интересует всех
(Исследование периодичности осадков) |
| 19. Никулин А.С.
Земцев В.П. | Гранулометрический состав пород селевых
очагов в бассейне р. Баксан |
| 20. Тамбиев З.Х.
Тамбиев А.З. | Использование самоотечных водозаборов для
обеспечения питьевой водой населения
Карачаево-Черкесской Республики |

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ПРОЕКТАХ ИНСТИТУТА «СЕВКАВГИПРОВОДХОЗ»

За 80-летний период производственной деятельности института «Севкавгипроводхоз» его сотрудниками были разработаны и реализованы многие новые, оригинальные технические решения по конструкциям гидротехнических сооружений, каналов и оросительной сети.

В этой статье нами сделана попытка в краткой форме дать обзор наиболее существенных из них.

В 1927-1929 годах впервые в практике ирригационного строительства в нашей стране сотрудниками института (тогда проектная группа «Терстрой») был разработан проект и по нему возведена плотина Курганенского водохранилища на реке Куре в Ставропольском крае с напором до 9 м на торфяном основании без его удаления (авторы М.М. Скиба и И.К.Федичкин, рис.1).

Сущность принятых тогда по этой плотине решений заключалась, по существу, в следующих особенностях: отсыпка грунта с учетом повышенной осадки торфа под нагрузкой тела плотины, устройство в основании плотины деревянной шпунтовой стенки, прорезающей толщу торфа, увеличение размеров врезки тела плотины в борта балки.

В 1928-1932 годах по проекту сотрудников института был построен головной водозабор в канал Малка – Кура с пропуском паводкового расхода до 350 м³/с через отстойник без устройства водосливной плотины (автор В.М. Домбровский, рис.2).

Фильтрационный контур этого сооружения был предусмотрен целиком в пределах понура, в конце которого была запроектирована галерея с обратным фильтром.

Такое решение позволило снять напор на дно отстойника и значительно снизить его толщину. Исключение из состава гидроузла водосливной плотины позволило сэкономить значительный объем бетона и железобетона.

В 1930-1932 годах на канале Малка – Кура в зоне распространения просадочных грунтов большой интенсивности (ПК ПК 19,236, 266 и 326) проектной группой Терстроя под руководством В.М. Домбровского, впервые в стране были разработаны и реализованы на практике специальные конструкции одно, двух и трехступенчатых контрфорсных железобетонных перепадов, применительно к повышенным просадочным деформациям (рис.3).



Рис. 1. Курганенская плотина на реке Куре, построенная на торфяном основании в 1929 г. (во время и после окончания строительства)



Рис.2. Головной водозабор на реке Малке в канал Малка – Кура

Эти сооружения, в качестве рекомендуемых для применения в аналогичных условиях, были помещены профессором Е.А. Замариным в его учебнике «Гидротехнические сооружения», Москва, 1965 г.

До этого во всех регионах нашей страны при возведении гидротехнических сооружений на каналах в зоне распространения просадочных грунтов вначале строили

временные деревянные сооружения и только через несколько лет (3-5), после стабилизации просадок, их заменяли на постоянные – железобетонные.



Рис.3. Трехступенчатый перепад контрфорсной конструкции на канале Малка – Кура

В 1936-1945 гг. – на головном сооружении Невинномысского канала было внедрено новое техническое решение – трехслойный водозабор вместо ранее применявшихся двухслойных (автор В.М. Домбровский, рис.4).

Нижний слой воды, насыщенный крупными донными наносами, в новой конструкции водозабора пропусклся в нижний бьеф через донные промывные галереи, средний, наиболее осветленный, подавался в канал. Верхний слой сбрасывал в нижний бьеф разнородные плавающие тела (шугу, мелкий лед, растительность и т.д.). На Невинномысском канале, впервые в практике ирригационного строительства в нашей стране, был построен гидротехнический тоннель длиной 6 км.

Часть тоннеля (1946-1947 гг.), также впервые, Метростроем выполнялась щитовой проходкой, а облицовка – из сборных железобетонных блоков (рис.5).

В концевой части Невинномысского канала был построен консольный сброс на расход $75 \text{ м}^3/\text{с}$ падением около 10 м на 20-метровых опорах, выполненных горным способом (устройство вертикальных шахт с заполнением их бетоном и установкой арматуры, рис.6).

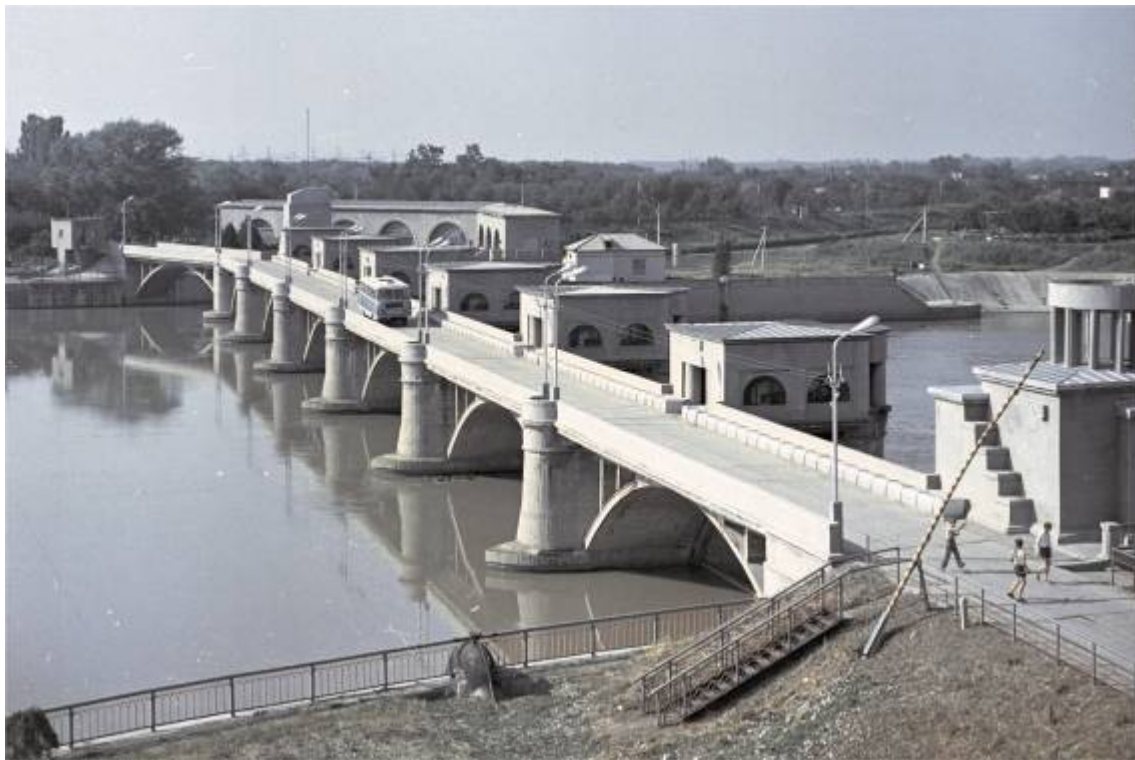


Рис. 4. Головной гидроузел на реке Кубани у г. Невинномыска для водозабора в Невинномысский канал

В 40-х годах сотрудниками института под руководством В.М. Домбровского были разработаны и внедрены новые подходы к гидравлическому расчету нижнего бьефа гидротехнических сооружений.

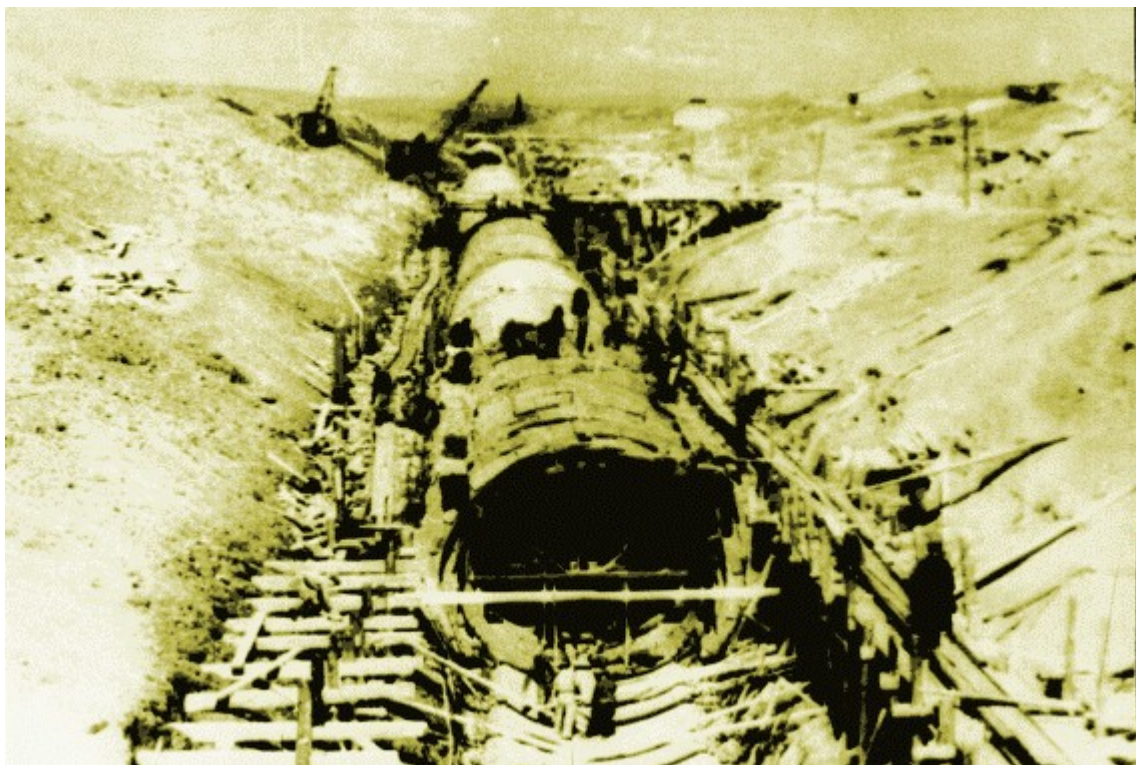


Рис. 5. Строительство гидротехнического тоннеля на Невинномысском канале в 1938-1940 гг.



Рис. 6. Концевой консольный водосброс Невинномысского канала

Предложение сводилось к тому, чтобы учитывать в расчетах соотношение удельных расходов в выходном отверстии сооружения и отводящем русле канала, а также средние скорости в конце рисбермы и размывающие скорости в отводящем канале.

В.М. Домбровским был также предложен новый метод расчета толщины бетонных конструкций быстотоков в зависимости от скорости и глубины движущегося потока воды.

Эти предложения по гидравлическим расчетам также вошли в учебник профессора Е.А. Замарина «Гидротехнические сооружения» Москва, 1965 г.

Сотрудниками института в тот период была разработана и нашла широкое применение на практике экономичная конструкция выходного оголовка ГТС по типу ныряющих стенок, обеспечивающая хорошее растекание потока при переходе его от сооружений к руслу канала.

В 50-х годах, на Правоегорлыкском магистральном канале, впервые в практике ирригационного строительства на Северном Кавказе, были разработаны проекты и осуществлено строительство гидротехнических сооружений из сборного железобетона (до этого сооружения возводились из монолитного бетона и железобетона). Переходы балок на этом канале были осуществлены в высоких (до 25-35 м) насыпях со сборными железобетонными трубами под ними для пропуска ливневых вод. Такое решение позволило отказаться от сложного исполнения акведуков или дюкеров с неизбежными потерями напора.

На этом же канале, при разработке проекта Ташлинского дюкера, была применена методика упрощенного, но вполне точного, способа расчета конструкций круглых труб с

прямой вставкой в основании. Экономия при этом составила около 10% объема железобетона.

Оголовок Кугультинского дюкера на этом канале, размещенный на склоне балки, сложенной лессовыми просадочными грунтами, был запроектирован специальной конструкции с усилением контрфорсами (рис.7).

Подготовка основания оголовка выполнялась методом предварительного замачивания под нагрузкой (специально отсыпанной насыпи).

Подход к оголовку осуществлен лотком прямоугольного сечения также усиленного контрфорсами.

Секции лотка отделены друг от друга водонепроницаемыми швами.

Оголовок соединен с трубой дюкера металлическим шарниром, позволяющим компенсировать разность просадки (осадки) тяжелого оголовка и трубы.

На сбросе левой ветви Правоегорлыкского канала в реку Калаус, впервые был запроектирован и построен быстроток, затопляемый в паводки с нижнего бьефа, когда горизонты в реке поднимались до 8÷10 метров.

Автором всех этих оригинальных технических решений и конструкций гидротехнических сооружений на Правоегорлыкском канале являлся И.П. Кричевцов.

В 50-х годах при строительстве колхозных прудов сотрудниками института были разработаны и внедрены в практику строительства консольные водосбросы из сборных железобетонных мостовых и гидротехнических блоков.

Такие конструкции были экономичными и легко исполнимыми, особенно при высоких горизонтах грунтовых вод и дефиците (в то время) водоотливных средств.

В 1958 году по проекту института (авторы К.И. Севастьянов и Э.И. Меликопуло) было построено Сенгилеевское водохранилище с земляной плотиной из суглинков, с волногасящим откосом 1:16 при высоте волн до 2,5 м.

В 1960 году был построен головной гидроузел Терско-Кумского канала (автор И.П. Кричевцов), где водозаборная часть гидроузла с промывными отверстиями и сбросами для плавающих тел, полностью использовалась для пропуска паводков, чем достигалась значительная экономия бетона и железобетона (рис.8).

Такая конструкция применялась институтом в дальнейшем на многих других аналогичных объектах.

В 1965 г. при строительстве Отказненского водохранилища на реке Куме было запроектировано водосбросное сооружение с автоматическим водосливом (авторы К.И.Севастьянов и Э.И. Меликопуло, рис.9).

В 1961-1975 годах при строительстве Надтеречной ООС в Северо-Осетинской и Чечено-Ингушской республиках (авторы проекта Р.В. Яковкин и М.Е. Черненко) в зоне распространения лессовых просадочных грунтов большой (1,5-2,0 м) интенсивности были разработаны и осуществлены комплексные мероприятия, учитывающие специфику таких грунтов (предварительное замачивание, ударное уплотнение основания, конструктивные приспособления и т.д.).

На магистральном канале этой системы (инженер Л.Ш. Каганович) были разработаны и внедрены гидротехнические сооружения сборно-монолитной конструкции, приспособленные к остаточным просадочным деформациям (рис.10).

Объект экспонировался на ВДНХ СССР.

В 1972-1984 годах на Старотеречной оросительной системе в Дагестанской Республике (автор М.А. Андрюшин) была разработана и внедрена в производство рисовая карта с двухсторонним затоплением и сбросом воды, отдельными сбросной и дренажной сетью (до этого сбросная и дренажная сеть на рисовых системах проектировались, как правило, совмещенными, рис. 11)



Рис. 8. Головной гидроузел Терско-Кумского канала на реке
Терек у станции Павлодольской Северо-Осетинской Республики



Рис. 9. Совмещенный водосброс с автоматическим водосливом
на Отказненском водохранилище

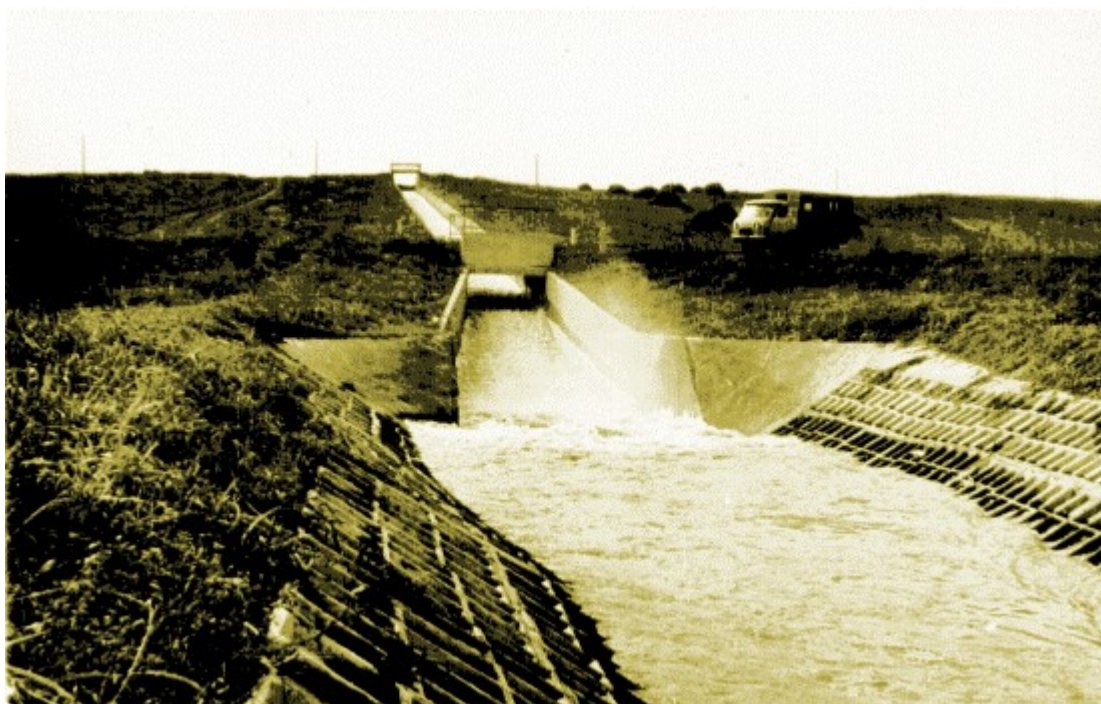


Рис. 10. Гидротехнические сооружения сборно-монолитной конструкции, приспособленные к остаточным просадочным деформациям на Надтеречном канале в Чеченской Республике



Рис. 11. Рисовая карта с двухсторонним затоплением и сбросом воды на Старотеречной ОС в Дагестанской Республике

Преимуществом такой конструкции явилось значительно более быстрое осушение поверхности чеков и возможность приступить к уборке урожая риса на 5-8 дней раньше, что на 10-15% снижало потери зерна от осыпания, а также уменьшало площади возможных вымочек других (сопутствующих) культур, особенно люцерны. Объект экспонировался на ВДНХ СССР.

В 1971-1981 годах на Чегемской оросительной системе в Кабардино-Балкарской Республике (автор С.П. Флоринский) на площади около 3 тыс. га была запроектирована и

построена комбинированная оросительная сеть, на которой вода, подаваемая на орошение из поверхностного источника, пополнялась дренажной водой, откачиваемой из скважин вертикального дренажа. На открытых каналах этой системы совместно с ЮЖНИИГиМ были внедрены автоматические регуляторы уровней верхнего и нижнего бьефа.

На насосных станциях Чегемской системы, обеспечивающих работу дождевальных машин «Фрегат», была разработана и внедрена конструкция группового фильтра, взамен устанавливаемых ранее перед опорой каждого «Фрегата». Объект экспонировался на ВДНХ СССР.

В 70-х годах при возведении насыпей и плотин на магистральном канале системы Большого Ставропольского канала (автор Ю.А. Максимов) впервые в практике ирригационного строительства в стране были использованы (при специально разработанной методике их укладки) местные делювиальные глины, обладающие повышенной набухающей способностью, а также грунты песчаных карьеров с прослойками камня (рис. 12). При строительстве гидротехнических тоннелей на Большом Ставропольском канале нашел применение метод монолитно-прессованной бетонной отделки с покрытием их внутренней поверхности эпоксидно-сланцевыми смолами, что значительно ускоряло строительство тоннелей и улучшало качество их отделки (снижало шероховатости), что, в свою очередь, позволило повысить пропускную способность тоннелей (рис.13)

Изоляция металлических трубопроводов дюкеров диаметрами 3,2-4,0 м на канале БСК выполнялась с использованием преобразователей ржавчины и катодной защиты.

Объект экспонировался на ВДНХ. Ему была присуждена Государственная премия СССР. А трое сотрудников института: Н.Н. Михеев, С.В. Попов и Ю.А. Максимов – стали лауреатами Государственной премии СССР.

В 1984-1990 годах при строительстве поселка Терский, возводимого на площадке в зоне распространения просадочных грунтов Кумской оросительной системы взамен центральной усадьбы совхоза «Терский», попадающего в зону затопления Горькобалковского водохранилища, (автор В.Т. Василенко), впервые в практике ирригационного строительства на Северном Кавказе, был разработан и осуществлен комплекс противопросадочных мероприятий, включающий в себя предварительную замочку основания всей территории поселка на площади 82 га, и уплотнение тяжелыми трамбовками после предварительной замочки грунтов основания, всех объектов жилищного и культурно-бытового назначения.



Рис. 12. Уплотнение катками насыпи из местных делювиальных глин на магистральном Большом Ставропольском канале.



Рис. 13. Выходной портал тоннеля № 3 на магистральном Большом Ставропольском канале

Для особо ответственных объектов вместо уплотнения тяжелыми трамбовками предусматривалась замена грунта на глубину до 7 м (устройство подушки из переработанного и уплотненного грунта).

Кроме того, предусматривалось внесение в конструкции типовых проектов зданий дополнительных элементов: железобетонных монолитных поясов, а под емкости с водой – устройство еще пластового дренажа.

Начиная с 70-х годов институтом (авторы Н.Н. Михеев, Ю.А. Максимов, К.Н. Носов, В.С. Ковалев, Н.Г. Сардак, А.В. Нагорских, М.Е. Черненький, Л.Ш. Каганович, С.П. Флоринский и другие) с учетом специфики природных условий зоны деятельности и последних достижений научно-технического прогресса в области мелиорации и водного хозяйства были разработаны и реализованы принципиальные подходы к строительству водохозяйственных и мелиоративных объектов.

- На системах предусматривалось внутрисистемное перерегулирование стока в водохранилищах, расположенных на территории систем. Это позволяло наиболее полно использовать водные ресурсы и сокращать габариты каналов.
- Конструкция магистральных и распределительных каналов предусматривалась в облицовке сборными плитами по пленке или монолитным бетоном, укладываемым бетоноукладочными машинами.
- Строительство оросительной сети на просадочных грунтах выполнялось в основном в подземных трубопроводах из металлических и полиэтиленовых труб. Полив сельскохозяйственных культур на таких грунтах осуществлялся широкозахватной дождевальной техникой «Фрегат» и «Днепр» при групповой работе этих машин на массивах площадью до 2000-2500 га (рис. 14).

- На непросадочных землях предусматривалось строительство открытых каналов в облицованных руслах.

Полив сельскохозяйственных культур на таких землях осуществлялся дождевальными машинами «Кубань», а в восточных районах – по широким длинным полосам.

- Насосные станции проектировались и строились в основном стационарные, сборной конструкции, а также блочно-комплектные отечественных и зарубежных фирм.

Подготовка основания под насосные станции на просадочных грунтах предусматривалась и осуществлялась методами поверхностного и глубинного взрыва (рис.15).



Рис.14. Полив ДМ «Фрегат» из закрытой оросительной сети на оросительной системе Большого Ставропольского канала в зоне распространения лессовых просадочных грунтов



Рис. 15. Использование надземного взрыва для уплотнения основания насосной станции в зоне БСК

- Строительство дренажа (в основном закрытого, горизонтального) осуществлялось из полиэтиленовых, гофрированных дренажных труб, обернутых защитно-фильтрующими материалами, подобранными применительно к специфике грунтов зоны.

Устройство дренажа осуществлялось механизированным способом с помощью отечественных и зарубежных дреноукладчиков (рис. 16).

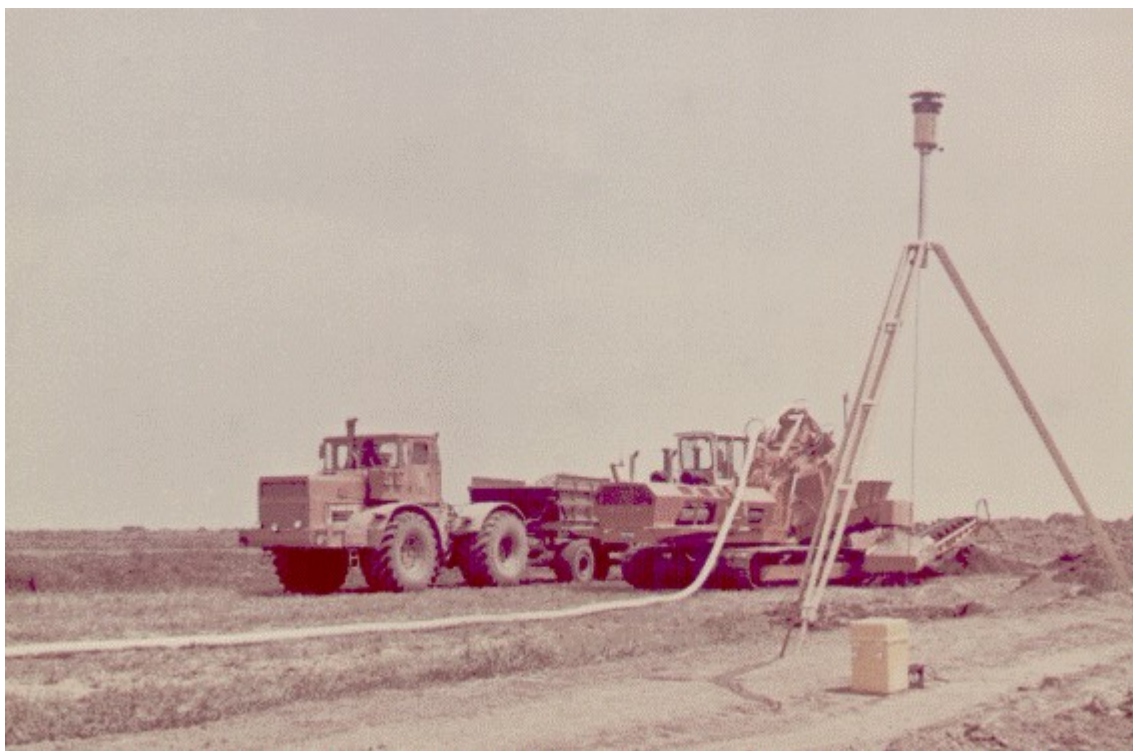


Рис. 16. Строительство закрытого дренажа из полиэтиленовых гофрированных труб с помощью дреноукладчика «Хайконс» на Правоегорлыкской ООС

Для повышения эффективности строительства дренажа дреноукладчиками и надежности дрен в эксплуатации институтом (автор С.И. Тарханов) было разработано и реализовано предложение об устройстве взамен смотровых колодцев наблюдательных скважин.

Указанные принципиальные подходы были использованы в институте при разработке крупнейших на Северном Кавказе и Российской Федерации оросительно-обводнительных систем: Большого Ставропольского канала, Правоегорлыкской, Терско-Кумской, Левоегорлыкской и других. Проекты по этим системам получали высокую оценку в утверждающих инстанциях Минводхоза РСФСР, СССР, Госплана и Госстрое РСФСР и СССР.

Около 20 объектов института экспонировались на выставках достижений отрасли у нас в стране и за рубежом. Коллектив института неоднократно награждался переходящими Красными знаменами и дипломами ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦПС и ЦК ВЛКСМ, Минводхоза СССР и РСФСР; краевых и городских организаций. 17-ти сотрудникам института были присуждены высокие звания «Заслуженный

мелиоратор РСФСР и РФ», трое стали лауреатами Государственной премии СССР, более 60-ти награждены трудовыми орденами и медалями, 51 – медалями ВДНХ.

В период перехода к рыночным отношениям институт сохранил позиции ведущего специализированного предприятия отрасли.

Высококвалифицированные кадры специалистов и оснащение подразделений института необходимым компьютерным оборудованием, а также другой новейшей техникой, приборами и оборудованием позволяет коллективу и в наше нелегкое время разрабатывать проекты различного назначения, отвечающие лучшим отечественным и зарубежным образцам.

КРУПНЫЕ ПРОЕКТЫ ИНСТИТУТА «СЕВКАВГИПРОВОДХОЗ» ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ

Коллектив института «Севкавгипроводхоз» готовится к своему 80-летнему юбилею, который будет отмечаться в мае 2007 года.

За прошедшие годы из небольшой проектной группы в составе специализированной водохозяйственной организации «Терстрой» превратился в крупнейшее в России многоотраслевое проектно-изыскательское предприятие.

В годы перестройки коллектив института не только сохранил, но и упрочил свои позиции на рынке проектных работ, значительно расширив ассортимент своих услуг.

В настоящее время институт является ведущим предприятием России, как по разработке проектов традиционных водохозяйственных и мелиоративных объектов, так и объектов специального назначения, предназначенных для защиты территорий, в том числе и населенных пунктов, от затопления, подтопления, селей, оползней, и других неблагоприятных природных техногенных явлений.

Характеристика некоторых таких наиболее значимых объектов, запроектированных институтом в последние годы, приводится нами ниже в кратком изложении.

Национальная программа действий по совершенствованию и развитию водохозяйственного комплекса России на перспективу «Вода России. XXI век».

Подпрограмма по Ставропольскому краю

ГИП М.Б. Дуэль

В программе разработаны неотложные мероприятия, обеспечивающие совершенствование системы управления, внедрение эффективного экономического механизма водопользования, обеспечение потребности в водных ресурсах, предотвращение вредного воздействия вод, защита водных объектов от загрязнения, обеспечение безопасности ГТС на территории Ставропольского края.

Осуществление целевой программы намечено осуществить в три этапа:

I этап – 2003-2004 гг.

II этап – 2006-2010 гг.

III этап – 2011-2015 гг.

Путем реализации 6-ти инвестиционных проектов.

1. Внедрение экономического механизма водопользования, основанного на реализации платы за воду; целевого использования амортизационных отчислений, обеспечение взаимодействия водопользователей и специально создаваемых водохозяйственных эксплуатационных предприятий, развитие системы страхования.
2. Совершенствование государственного управления водным фондом на основе полной и достоверной гидрометеорологической и гидрометрической информации.
3. Обеспечение потребности в водных ресурсах (строительство и реконструкция головных водозаборов, водоочистных станций и систем водоснабжения, мероприятия по рациональному использованию поверхностных и подземных вод).
4. Предотвращение вредного воздействия вод (противопаводковые мероприятия, защита от подтопления населенных пунктов путем строительства и реконструкции дамб обвалования, мероприятия по предупреждению наводнений и паводков, осуществление берегозащитных противооползневых и противоэрозийных мероприятий).
5. Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений путем организации государственного надзора за безопасностью ГТС и введение российского регистра ГТС, разработки деклараций безопасности ГТС, ликвидация бесхозных водоемов, зонирование паводковых территорий.
6. Защита водных объектов от загрязнения путем строительства и реконструкции очистных сооружений и канализационных сетей в городах, поселках и сельских населенных пунктах.

Общий объем потребных капитальных вложений по программе «Вода России. XXI век» по Ставропольскому краю определен в размере 65,2 млрд.руб., в том числе из федерального бюджета 19,6 млрд.руб.

**Мероприятия по реконструкции первой очереди
магистрального Большого Ставропольского канала
ГИП Падня А.М.**

Водохозяйственная система Большого Ставропольского канала – одна из крупнейших ирригационных систем в Российской Федерации.

Она охватывает территорию в 2,6 млн.га и является ключевой не только в обеспечении высоких и устойчивых урожаев с/х культур, но и надежной базой обеспечения кормами животноводства, многих других отраслей хозяйства и, прежде всего, таких важных, как электроэнергетика, водоснабжение, рекреация и ряда других, в КЧР и Ставропольском крае.

Первая очередь БСК протяженностью 156 км является основной частью всей системы. Она введена в эксплуатацию в 1967 г. и с тех пор работает в круглосуточном

напряженном режиме, что привело канал и сооружения на нем в неудовлетворительное техническое состояние. На канале идут активные эрозионные и оползневые процессы, вызывающие его деформацию.

В 2001 году институтом были составлены обосновывающие материалы, а затем и ТЭО реконструкции БСК-1, которые предусматривали:

- реконструкцию существующего водосборного головного сооружения и также строительство дополнительного водосброса с доведением их общей пропускной способности до $2140 \text{ м}^3/\text{с}$ (рис.1);
- реконструкцию закладных частей и гидромеханического оборудования;
- работы по восстановлению акватории верхнего бьефа головного водозаборного гидроузла;
- мероприятия по обеспечению надежной работы канала на оползневых и эрозионных участках (рис. 2);
- усиление конструкций высоких насыпей и водопропускных труб под ними в связи с увеличением расчетной сейсмичности;
- мероприятия по ликвидации подтопления фильтрационными водами канала прилегающих территорий, в том числе городов и населенных пунктов;
- реконструкцию и строительство новых гидротехнических сооружений и автодорожных мостов, гидрометрических постов и наблюдательных скважин.



Объекты реконструкции магистрального канала I очереди

Рис.1. Водосброс головного водозаборного гидроузла на реке Кубани максимальной пропускной способностью $1440 \text{ м}^3/\text{с}$ при расчетном паводковом расходе $2140 \text{ м}^3/\text{с}$



Рис. 2. Оползневые участки на магистральном канале

Проработки института показали, что без выполнения намеченных мероприятий, дальнейшая эксплуатация канала БСК - 1 практически невозможна, а выход его из строя приведет к тяжелым последствиям с возможным годовым ущербом около 26,4 млрд.руб. В целом проблема реконструкции I очереди БСК оценивается в размере 12,0 млрд. руб., в том числе первоочередные мероприятия в – 3,6 млрд.руб.

С 2001 года по БСК-1 ведутся работы по реализации намеченных мероприятий. Однако выделение средств на эти цели осуществляется крайне неудовлетворительно.

Так за 2001-2004 гг. из федерального бюджета было выделено на эти цели всего 214 млн. руб., в том числе на восстановление объектов, пострадавших от катастрофических паводков 2002 г. – 111,3 млн. руб. В 2005 г. – 73,0 млн. руб.

Институт совместно с заказчиком (ФГУ «Управление эксплуатации БСК») в 2005 г. вышли с предложением в МПР РФ о значительном увеличении в последующие годы средств из федерального бюджета на реконструкцию БСК-1, а также привлечения для этих целей средств РАО ЕЭС и региональных бюджетов КЧР и Ставропольского края. В 2006 г. институтом разработан проект «Реконструкция и восстановление отдельно расположенных ГТС и проведение берегоукрепительных работ по I очереди БСК (2 этап).

Новая система водозаборов и водоподачи для водоснабжения г. Ставрополя

Необходимость строительства новой системы водоснабжения г. Ставрополя из Сенгилеевского водохранилища была вызвана постоянной аварийной ситуацией, возникавшей в связи с оползневыми подвижками грунта склонов всей юго-восточной части Сенгилеевского котлована, полностью выведшей из строя одну из существовавших («Озерную») линию водоподачи и большими деформациями на другой оставшейся линии.

Рабочая документация новой системы водоснабжения осуществляется в развитие ранее составленных и утвержденных двух ТЭО:

- строительство новой системы водоподачи – ГИП Алдошин В.И. (рис. 3);
- строительство противооползневых мероприятий – ГИП Дюмин В.И.

ТЭО новой системы водоподачи предусматривало обеспечение г.Ставрополя водой на современном уровне в объеме 220-230 тыс.м³ в сутки и на уровне перспективного развития (2015г.) – 459 тыс.м³ в сутки.



Рис.3. На объекте строительства новой системы водоснабжения г. Ставрополя
из Сенгилеевского водохранилища

Подачу воды из Сенгилеевского водохранилища намечалось осуществить на высоту 437 м одной насосной станцией с бустерным подъемом. На насосной станции намечалась установка шести насосов типа НРДМ 600-890 – 2 d/23 производства немецкой фирмы «Зульцер» с подачей воды непосредственно к очистным сооружениям, расположенным в г. Ставрополе.

В качестве бустерной была предусмотрена заглубленная насосная станция с 6-ю агрегатами, с насосами отечественного производства типа Д 6300-80.

Строительство бустерной намечалось осуществить методом опускного колодца диаметром 30 м, глубиной 18,0 м.

Подвод воды к бустерной предусматривался двумя подводящими трубопроводами диаметром 1600 мм, заглубленными под минимальный горизонт Сенгилеевского водохранилища.

Для рыбозащиты водозабора в начале подводящих трубопроводов намечалась установка «рыбных зонтиков».

Регулирование подачи воды к насосной станции намечалось осуществлять в водобойном колодце, оборудованном щитами и шандорами.

Насосная станция по проекту размещалась в 40 м к югу от существующей № 3.

Водоподъем от насосной станции предусматривался по двум напорным трубопроводам диаметром 1400 мм, общей длиной до «гидроколонны» 17,3 км и от «гидроколонны» до очистных одной ниткой диаметром 1400 мм длиной 6 км.

По трассе трубопроводов через 5 км предусматривались камеры переключения.

На участках трассы, не подверженных оползневым явлениям, трубопроводы укладывались подземно. На оползневых и вдоль поймы балки Грушевской – надземно на промежуточных и анкерных опорах на свайном основании.

ТЭО строительства противооползневых мероприятий предусматривало строительство противооползневых удерживающих сооружений, организованный отвод ливневого и дренажного стока, уположение склонов, строительство аварийной системы водоподачи на случай выхода из строя существующей.

Рабочая документация получила название аварийной системы водоснабжения и предусматривала симбиоз двух названных ТЭО.

- Строительство здания насосной станции на полное развитие с установкой в нем на первом этапе только трех агрегатов насосов производства фирмы «Зульцер».
- Использование на этом этапе вместо бустерной насосной станции – существующей № 3.
- Работу насосной станции первой очереди на составной трубопровод диаметром 1400 мм, длиной 1,8 км и диаметром 1200 мм – 12,2 км с подачей воды в существующие очистные сооружения г. Ставрополя.
- Осуществление первоочередных противооползневых мероприятий, строительство ливневой и дренажных систем, укрепление существующей насосной станции № 5.

Восстановительные работы по селепропускному сооружению на р. Герхожан - Су в г. Тырныауз КБР

ГИП Падня А.М.

Рабочая документация по этому объекту выдавалась в развитие ранее составленного институтом и утвержденного проекта с таким же названием.

Проблема в г. Тырныаузе КБР возникала в результате того, что 18-25 июля 2000 г., прошедшие по р. Герхожан – Су мощные водогрязекаменные селевые потоки, привели к катастрофическим последствиям в г. Тырныауз: разрушению жилых домов, инженерных коммуникаций и человеческим жертвам (рис.4).

Селевые потоки по р. Герхожан – Су имели место неоднократно и ранее, однако чрезвычайных ситуаций не вызывали.

В начале 60-х годов в черте города по проекту института «Севкавгипроводхоз» был построен селепропускной лоток, который в период до 2000 г. справлялся с транзитом селевых потоков, обеспечивая защиту города. Между тем фактические параметры лотка и состояние его к моменту прохождения катастрофических селей 2000 г. (лоток был забит наносами) не позволили пропустить имевший место селевой поток. Более того, существующий лоток выдающимся катастрофическим селевым потоком 2000 г. был значительно поврежден, а во многих местах разрушен.

Проект его восстановления осуществлен с учетом накопленного за прошедшие годы опыта и новых нормативов.

Этот проект предусматривал строительство селепропускного лотка, образованного подпорными стенками с шириной по дну 30 м – равной средней ширине селевого потока на проходном участке русла реки Герхожан-Су (рис.5). Высота подпорных стенок лотка 6,8 м и парапета 1,1 м. Запас при прохождении расчетного расхода в 750 м³/с в стенах 0,5 (совместно с парапетом 1,6 м); при прохождении максимально расчетного в 1000 м³/с – запас 0,2 м, а с учетом парапета 1,3 м. Конструкция подпорных стенок на основе вариантных проработок принята наиболее экономичная и надежная – из монолитного железобетона с шириной по верху 0,5 м, по низу 1,5 м с основанием в виде наклонного зуба шириной 9,75 м заглубленного ниже дна на 3,48 м и закрепленного со стороны потока камнем.



Рис.4. Затопление жилой зоны г.Тырныауз в период прохождения селевого потока по р. Герхожан-Су в июле 2000 г.



Рис.5. Возведение подпорной стенки селепропускного лотка в г. Тырныауз

Противопаводковые мероприятия на реке Бугунте в г. Ессентуки

ГИП Флоринский С.П.

Река Бугунта на значительном ее протяжении протекает в пределах жилых, производственных зданий и инженерных сооружений густонаселенного района г.Ессентуки.

Русло реки с годами постройками различного назначения было сужено до недопустимо малых размеров. Не проводилась расчистка оставшегося сечения русла.

Эти обстоятельства приводили к периодическому (даже при сравнительно небольших паводковых расходах) затоплению прилегающей территории и подтоплению находящихся на ней зданий и сооружений. Во время прохождения по реке Бугунте катастрофического паводка в июне 2002 года были затоплены значительные прилегающие территории, подтоплены, повреждены и даже разрушены многие производственные, жилые здания и инженерные коммуникации (рис.6). Городу и его жителям был нанесен большой экономический урон. В этой связи осуществление противопаводковых мероприятий на реке Бугунте в г. Ессентуки приобрело безотлагательную необходимость. В проекте на основе вариантных проработок разработаны мероприятия, обеспечивающие исключение затопления и подтопления паводковыми водами реки Бугунты жилых, производственных зданий и инженерных сооружений густонаселенного района г. Ессентуки.

С этой целью предусмотрен пропуск расходов этой реки, включая и паводковые (расчетный $120 \text{ м}^3/\text{с}$ и поверочный – $180 \text{ м}^3/\text{с}$) по железобетонному лотку протяженностью 4,9 км при ширине его 12,5 м и высоте 3 м.

Строительство лотка намечается осуществить из сборных железобетонных плит $2 \times 2 \text{ м}$ толщиной 30 см, омоноличенных по контуру и залитых поверху стяжкой из монолитного бетона толщиной от 10 до 30 см с установкой противоусадочной арматурной сетки. Лоток по длине разбивается на секции по 16,5 м с устройством деформационных швов. В конце лотка при сопряжении с рекой Подкумок предусмотрен консольный сброс.

Вдоль лотка с обеих сторон предусмотрены ливнеприемные кюветы на расход $3,6 \text{ м}^3/\text{с}$ с 45-ю впусками ливневого стока в лоток, по обе стороны от лотка устраивается дренаж, 1,5 м тротуары и с одной стороны – дорога с проезжей частью в 6 м.

В необходимых местах предусмотрено строительство автодорожных и пешеходных мостов.

Вдоль лотка с обеих сторон предусмотрено перильное ограждение.

Проектом предусмотрено без остановки движения поездов строительство нового железнодорожного моста, а также реконструкция всех пересекаемых коммуникаций.

Капитальные затраты на осуществление всех предусмотренных проектом мероприятий, определены в размере 627 млн. руб., в том числе 509 млн. руб. СМР.



Рис.6. Затопление и разрушение жилых домов и коммуникаций в г.Ессентуки при прохождении катастрофических паводков по р. Бугунте в июне 2002 г.

**Строительство очистных сооружений дождевой
канализации и реконструкция улиц г. Буденновска
со строительством ливневых стоков**

ГИП Н.Г. Морозов

Проектом предусматривается предотвращение загрязнения р. Кумы и ее поймы неорганизованным сбросом поверхностного стока с территории г. Буденновска.

Для очистки ливневого стока в объеме 1,6 м³/с в проекте впервые на Северном Кавказе предусмотрено строительство очистных сооружений на основе современной отечественной технологии ЗАО «Технология» г. Курск, предусматривающий комплексную 4-ступенчатую систему, включающую отстаивание, пенную сепарацию, фильтрацию и сорбцию.

В составе технологического оборудования применены насосы импортного производства комплексной поставки.

Для лучшего сбора ливневой воды проектом предусмотрена также реконструкция части улиц г. Буденновска с устройством организованных ливневых стоков.

**Мероприятия по капитальному ремонту верхового
откоса плотины Отказненского водохранилища**

ГИП Л.Ф. Аношина

В проекте впервые в практике водохозяйственного строительства капитальный ремонт облицовки верхового откоса Отказненского водохранилища предусмотрено осуществлять с применением новейших отечественных защитных составов проникающего действия «Кальматрон» и гидроизоляционных материалов «ЦМИД» (цементно-минеральных изоляционных добавок).

**Восстановление объектов ЖКХ в Чеченской Республике.
Биологические очистные сооружения в г. Грозном.
Пусковой комплекс производительностью 50 тыс. м³ в сутки**

ГИП А.С. Кирющенко

Проектом предусмотрено восстановление и техническое перевооружение сохранившихся и строительство новых зданий и сооружений биологических очистных объектов взамен разрушенных с обеспечением на первом этапе механической, полной биологической и доочистки в объеме 50 тыс. м³ в сутки (рис.7 и 8).



Рис. 7. Разрушенные здания системы биологической очистки стоков в г. Грозном, подлежащие восстановлению по проекту института



Рис. 8. Разрушенные биологические очистные здания и сооружения в г.Грозном, подлежащие восстановлению по проекту института



Рис. 9. Восстановленное по проекту института здание Энергонадзора в г.Грозном



Рис. 10. Восстановленное по проекту института
30-квартирное жилое здание в г. Аргун

В состав сооружений механической очистки в проекте предусмотрены:

- вновь проектируемый павильон решеток тонкого процеживания с прозорами 4-6 мм;
- реконструируемые горизонтальные песколовки с круговым движением воды, оборудованные эрлифтами и песковыми бункерами;
- восстановленные и реконструируемые первичные радиальные отстойники и насосная станция сырого остатка в составе сооружений биологической очистки;
- восстановленные и реконструируемые смесители;
- восстановленные и реконструируемые вторичные радиальные отстойники;
- новая воздухоподводящая станция с тремя воздухоподводками;
- восстановленные и реконструируемые биопруды с естественной аэрацией;
- восстановленная с установкой современного оборудования хлораторная.

Сброс очищенных сточных вод предусмотрен в р. Нефтянку, впадающую в р. Сунжа и далее в р. Терек. Измерение расхода сточных вод намечается осуществлять с помощью ультразвукового расходомера, типа «Днепр-7» установленного на трубопроводе подачи биологически очищенных сточных вод в биопруды.

Обезвоживание осадков предусмотрено на существующих иловых площадках дооборудованных комбинированной системой дренажа. Работа биологических очистных сооружений предусмотрена в автоматическом режиме с выводом информации в диспетчерскую. В проекте предусмотрено также строительство необходимых

вспомогательных зданий и сооружений. Приведены расчеты по численности обслуживающего персонала и реконструкции по технической эксплуатации.

Капитальные затраты на строительство определены в размере 397,2 млн. руб. в т.ч. СМР 253,3 млн.руб. Состав проектируемых сооружений выбран с учетом возможности дальнейшего увеличения производительности биологических очистных сооружений на основе новейших технологий и специальных приемов интенсификации.

Институтом был выдан ряд других проектов по восстановлению отдельных производственных и жилых зданий в Чеченской Республике (рис. 9 и 10).

Описание проектов и проектных разработок, выполненных институтом в последние годы, можно было бы дополнить еще многими другими, не менее интересными и оригинальными.

- Проект защиты г. Минеральные Воды от ливневого стока с горы Змейки.
- Разработка мероприятий по предупреждению опасных процессов на р.Геналдон и Гизельдон.
- Аналитические отчеты о научно-исследовательских работах «Аварийность гидротехнических сооружений в бассейне реки Терек» и «Современное состояние природно-экологической, социально-экономической и водохозяйственной обстановки в бассейне реки Терек».
- Программа обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, находящихся в ведении Минсельхоза РФ на территории Южного федерального округа;
- Программа возрождения водохозяйственного комплекса Чеченской Республики и т.д.

Однако авторы статьи считают, что даже описание не столь многих, приведенных в ней объектов, вполне достаточно для того, чтобы читатель, даже не профессионал, смог иметь представление о многопрофильности и сложности работ, выполняемых институтом. А заинтересовавшиеся всегда могут более подробно ознакомиться с объектами института, широко представленными в мемориальном музее Севкавгипроводхоза.

СЕЛЕВЫМ ПОТОКАМ – ИНЖЕНЕРНО ОБУСТРОЕННЫЙ ПУТЬ

Почти на полвека растянулось реальное, путем составления конкретного Проекта^[1], рассмотрение мероприятий по снижению риска, вызываемого селепроявлениями в бассейне р.Камык, устье и конус выноса селевого материала из которого располагаются против устья и конуса выноса самой селеопасной в России реки – р. Герхожан, соответствующих левого и правого притоков р. Баксан, впадающих в эту главную реку Кабардино-Балкарии в черте г.Тырныауз. Город, отстроенный в основном в 50-60-х годах прошлого столетия как город-спутник разработчиков вольфрамо-молибденового месторождения, находится в узле группы селевых бассейнов рек Герхожан, Камык, Тютю, Б. и М. Мукуланы (рис.1).



Рис.1. Июль 2004 г. Участок бассейна р. Баксан в районе г. Тырныауза.
Снимок с вертолета Н.Ю. Красных

Градостроительные решения, не учитывающие селевые угрозы, принимались без оглядки на вековой опыт населявшего верхнюю часть долины р. Баксан балкарского народа, репрессированного и потому в те годы на своей исторической Родине отсутствовавшего. Уроки антропогенного «сосуществования» с ходом естественных природных процессов последних десятилетий показательны. И хотя в целом они свидетельствуют не в пользу деятельности человека, было бы непростительно не учитывать их на обозримую перспективу – жизнь продолжается, угрозы не сняты, а лишь усиливаются на фоне глобального потепления климата [21].

В черте города на небольшом отрезке реки-приемника в неё (р. Баксан) поступают сели, вызываемые как чисто гляциальными причинами (р. Кая-Арты), так и ливневыми на природно-антропогенном фоне (р. Камык), ливневыми на антропогенном фоне (рр. Б. и М.Мукуланы), гляциально-ливневыми (р. Тютю [23]), ливневыми по сухим склоновым логам (б.Чильмиян и др.). Здесь же – 50-летний опыт инженерной защиты от селевых воздействий и неоднократное проявление последних.

Нельзя, конечно, умалять селевых опасностей, существующих для других районов Кабардино-Балкарской Республики (бассейн р. Чегем, например), Республики Северная Осетия-Алания и др. Но в данном случае важна привязка к реальному практическому опыту.

События вокруг Тырнауза, их интерпретация, принимаемые решения проанализированы нами в силу практической необходимости – повторного (после 1957 г.) привлечения института «Севкавгипроводхоз» к разработке защитных мероприятий в г.Тырнаузе в устье р. Герхожан после «герхожанской» катастрофы 2000 г. [1, 7÷19].

В 1957 г. институт «Севкавгипроводхоз» не без труда преодолел сопротивление научных экспертных кругов, в конце концов утвердивших Проект (ТЭО) транспортировки селевых масс, поступающих на конус выноса р. Герхожан по искусственному лотку, отстояв концепцию пропуска (в условиях состоявшейся застройки конуса выноса) селевых потоков в противовес идеям задержки их (по пути движения) теми или иными перегораживающими сооружениями. Обязательным условием при этом было правильное сопряжение конца селевого тракта с основным эвакуационным водным потоком, в данном случае – из р. Баксан. И хотя последнее так строительством и не было осуществлено, мощный сель 1977 г., пришедший из истоков р.Кая-Арты, был по лотку пропущен (никогда не очищавшемуся от наносов) без серьезных последствий для г. Тырнауза. Чего так и не смогла принять тогда государственная экспертиза, так это возможности формирования на северном склоне Кавказа селевых потоков с плотностью свыше $1,5 \text{ т/м}^3$ (до $2,2\text{-}2,3 \text{ т/м}^3$). Это заблуждение легло в основу предложения перегородить селепринимающую долину р. Герхожан т.н. «селепропускной – селеудерживающей» плотиной конструкции «Армнипроцветмета», которая, получив всеобщее одобрение в утверждающих инстанциях, столичных и местных научных кругах, строилась более 10 лет, с помпой принята в эксплуатацию и ... через 2 месяца была разрушена селом 1999 г., сыграв при этом крайне отрицательную роль для условий прохождения последующего селя – июля 2000 г.

В период между мощными проявлениями селевой активности в 1960, 1977, 1999 и 2000 гг. на р. Герхожан, в верховьях р. Адыр (также правого притока р. Баксан) под селевыми отложениями в июле 1983 г. был погребен самый комфортабельный в СССР

альпинистско-горнолыжный лагерь (АГЛК) «Джайлык» [2÷6]. Его постройки располагались на селевом конусе выноса р. Куллумкол, правого притока р. Адыр. В послевоенные годы сели (до катастрофического 1983 г.) проходили здесь в 1958, 1961, 1973, 1975, 1977 гг. При этом сели 1973 и 1975 гг. показали, что лагерь находится под реальной угрозой повреждения или полного уничтожения.

В 1977 г. было утверждено ТЭО «Защиты альплагеря «Джайлык» в Кабардино-Балкарской АССР от селевых потоков», составленное институтом «Севкавгипроводхоз», но лишь в 1982 г. – Рабочий проект, где институт позволил себе (благо повторная экспертиза не требовалась) отойти от утвержденных параметров и заложить в проект $P=0,5\%$, $Q_{c\max}=236 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_c=249 \text{ тыс. м}^3$ (на конусе выноса), $\rho_d=2,1 \text{ т/м}^3$. Однако реализация проекта была отложена – в 1983 г. строительство еще не началось.

Проверка работы проектной селенаправляющей стенки, замковая часть которой была намечена абсолютно правильно (точно по участку прорыва селевой волны июля 1983 г. на застроенную часть конуса выноса), показала: будучи построенным сооружение не допустило бы «свала» селевого потока на лагерь, покрытие его селевой массой и соответствующего разрушения сооружений!

Наращивание по мере движения по р. Куллумкол плотности селевых потоков до величины $> 2 \text{ т/м}^3$, их волнообразный характер, реальное развитие событий июля 2000 г. в г.Тырныаузе, подтверждает главный вывод: при «состоявшемся» освоении селевых конусов выноса текущие сели надо стараться сопровождать в основную реку-транспортёр по инженерному сооружению (лотку) с возможно менее шероховатым сечением и параметрами, адекватно отвечающими ожидаемой энергетике селя.

Так уж распорядилась природа, что селевые конусы выноса и устья правобережного и левобережного притоков р. Баксан – рек Герхожан и Камык, рек Тютю, и М. Мукулана располагаются друг против друга. Несмотря на принятые после 2000 г. меры по устью р.Герхожан, общая обстановка для г. Тырныауза существенно осложнилась тем, что р. Камык стала впадать теперь не в естественное русло р. Баксан, а в узкое канализированное – прокоп, устроенный для сброса затопившего город подпрудного новообразования. Это существенно уменьшило ёмкостные возможности для отложений селя из бассейна р. Камык и, за счет увеличения высоты возможной селевой плотины, увеличивало потенциальную площадь и глубины затопления города.

Еще в середине прошлого века институт «Севкавгипроводхоз» настаивал на необходимости осуществления селезащиты (путем строительства лотков) не только по устью р.Герхожан, но и в устье р. Камык (ТЭО, 1957г.). Осуществлен был (без концевой части), лишь первый проект, идеи которого в последующем перечеркнуло строительство упомянутой выше плотины.

После 2000 г. предпринималось максимум усилий со стороны института, чтобы убедить государственные органы, отвечающие за безопасность населения, в необходимости защиты г.Тырныауза от селепроявлений р. Камык. Появилась даже специальная резолюция Международной конференции «Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков» 2003г. [20]. Однако, лишь наносоводные паводки первой половины 2005г., формирование в этот же период высокоплотного потока в верховьях р. Камык (руч. Правый Чат-Баш, 14.06.2005 г., рис. 2), к счастью не дошедшего до устья, и тревога населения, в одночасье чуть вновь не подвергнувшегося селевой катастрофе, наконец-то заставило Министерство природных ресурсов и Росстрой в срочном порядке объявить тендер на разработку Инженерного проекта. Упущено почти пять лет. Учитывая практические темпы осуществления строительных работ по защите города от селепроявлений р. Герхожан (связанные с системой финансирования), можно и «не успеть» к катастрофическому развитию событий уже и на р. Камык (возможность «сработки» и временных совпадений процессов по рядом расположенным селевым бассейнам является особым вопросом, обязанным быть рассмотренным системно, что федеральными службами пока не осознается).



Рис.2. После селя 14 июня 2005 г. Русло р. Чат-Баш. Снимок А.С. Никулина

Проект 2005 г.^[2] составлен в развитие вышеуказанных подходов, отвечающих идее «Селевым потокам – инженерно обустроенный путь!». Он базируется на инженерно-геологических обоснованиях и прогнозных гидрологических расчетах параметров ожидаемого селя и, с учетом социально-хозяйственной обстановки, предусматривает строительство открытого селепропускного сооружения (лотка) на р. Камык (в черте города) с разворотом его оси, обеспечивающим косой подход потока к р. Баксан, перенос устья на 200 м ниже по течению этой реки, улучшение условий рассредоточения селевого

материала в русле реки – приемника и гидравлических условий «уноса» селевых масс за счет большого уклона р. Баксан на участке узла сопряжения.

Расчетные характеристики селевого потока 0,5% обеспеченности (III класс сооружения): расход – 318 м³/с; объем – 694 тыс. м³, плотность – 1,9 т/м³ (до 2, 1 т/м³). Общая протяженность железобетонной части лотка – 747 м, уклон – 0,0907, угол поворота 55° при радиусе 550 м продиктованы состоянием фактической застройки и необходимостью минимизации объемов по сносу зданий и сооружений с сохранением транспортирующей способности селепропуска. Ширина – 16 м, возвышение стен над максимальным расчетным уровнем 1,05 м с заглублением в раздельнозернистые необводненные отложения конуса выноса в среднем на глубину 3 м, максимально до 12 м и, частично, на насыпи (рис. 3, 4). В Проекте рассматривается, в качестве конкурирующего, вариант строительства заглубленного (до 20 м в обводненных галечниках, длина 360 м) закрытого водопроводящего сооружения для пропуска р. Баксан в случае допускаемого (по этому варианту) перекрытия селевыми массами р. Камык, расширения существующего устьевых участка селенесущего тракта и повышения транспортирующей способности р. Баксан в потенциальной зоне селеотложений путем проведения периодических работ по расчистке и углублению русла основной реки. По комплексу причин и соображений этот вариант Проектом 2005 г. отклонен.

К сожалению, в состав определяемых Проектом 2005 г. работ, не включены мероприятия по увеличению приустьевой емкости для селевых масс р. Камык в пределах уже собственно русла и поймы р. Баксан. На желательность подобных работ в комплексе инженерных защитных мер, уменьшающих высоту возможного подпора, неоднократно указывал автор [12, 13, 15 ÷ 19]. Содержится эта же рекомендация и в проработках МГУ 2005 г. Так в [22] предлагается в качестве «...мероприятий, направленных на снижение возникающих рисков...» осуществлять «...срезку левого борта прокопа ниже устья проектируемого лотка на протяжении 200 м до отметок 1268 – 1270 м, что исключит формирование запруды высотой более 10 м при прохождении селя по селепропускному лотку. Объем земляных работ при этом составит около 70000 м³. Грунт можно отсыпать тут же в расположенное сухое послеселевое русло Баксана, куда и так идет свалка всяческих отбросов...».

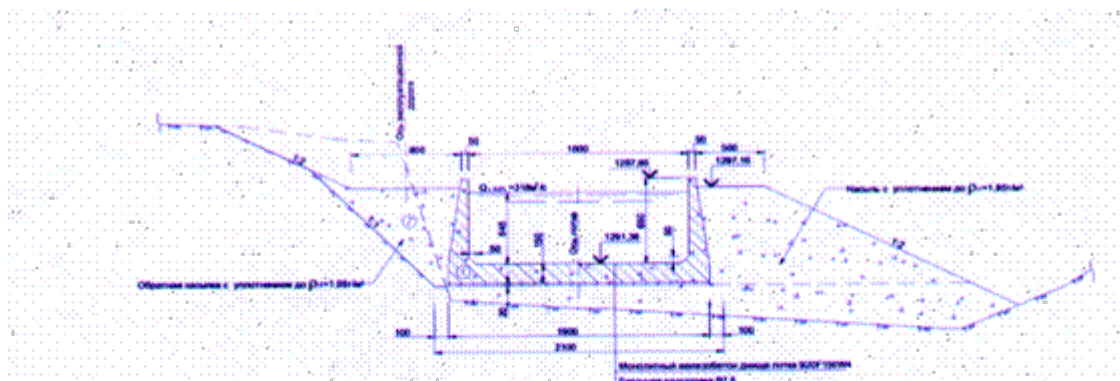


Рис. 3. Типовое поперечное сечение селепронусного лотка реки Камык (в насыпи; размеры – в см)



Рис. 4. Схема селепронусного сооружения на реке Камык

Учитывая неточность прогнозов гидрологических характеристик, особенно (в условиях глобальных климатических изменений) их экстремальных значений, такие меры, снижающие риск при невысоком увеличении стоимости (земляные работы в благоприятных условиях), представляются вполне целесообразными.

Последний раз (до Проекта 2005 г.) «Севкавгипроводхоз» определял прогнозные параметры возможного селя в устье р. Камык в 1964 г. по заданию института «Гипроникель». Максимальное значение расхода (по нормативам того времени для $P=1\%$) было определено в $Q=98 \text{ м}^3/\text{с}$.

Как известно, в 1972 г. по устью р. Камык прошел селя, перегородивший р. Баксан с выносом в последнюю $\sim 35 \text{ тыс. м}^3$ селевой массы. Расход этого селя в недеформируемом русле (выше створа ныне разрушенной mini – ГЭС, т.е. чуть выше вершины конуса выноса и входной части проектируемого лотка) определен гидрологами Севкавгипроводхоза (по меткам максимального уровня) $\sim 190 \text{ м}^3/\text{с}$. По современным методикам и моделям (в настоящей статье не описываются) для сопоставимой обеспеченности ($P=1\%$) он составляет величину $262 \text{ м}^3/\text{с}$ (объем 569 тыс. м^3 , $\rho_c=1,9 \text{ т. м}^3$). Таким образом «...корректировка гидрологических характеристик... в соответствии с удлиненными рядами показывает, что эти характеристики, особенно максимальные расходы, могут очень существенно отличаться от тех, которые были заложены в проекты

40-50 лет тому назад. В связи с этим среди факторов риска, которые должны быть оценены в условиях глобального потепления климата, обязательной является переоценка рядов наблюдений за стоком и водопрпускной способности сооружений» [21].

За рамки настоящей статьи выходит обоснование содержащихся в Проекте 2005 г. выводов о неучастии в настоящем и будущем отходов горного производства 70-90-х годов (подтверждаемых соответствующими расчетами). Учитывая имеющиеся противоположные высказывания на эту тему (КБГСХА, г. Нальчик, С.О. Курбанов), все же отметим: отвалы промышленной деятельности Тырныаузского горно-обогатительного комбината (ТГОК) на правом склоне долины р. Тырныауз (рис. 1), скопившиеся за 1968-1994 гг., способствуют поглощению поверхностного стока, снижая его эрозионный потенциал – один из главных факторов селеобразований. Эти отвалы, особенно попавшие в русло реки «невольнo», в реальных морфологических условиях, подавляют развитие селевого процесса, снижая (прерывая) транспортирующую энергию потоков, регулируя их, исполняя роль «регулирующего бассейна, гасящего паводковый сток». Условия для формирования высоких паводков здесь изменились в тенденции к менее благоприятствующим.

Что касается наблюдаемой активности селевых процессов, связанных с отвалами ТГОК для противоположного склона – хребта Уллу – Тырныауз (бассейн Б. и М. Мукуланов), как якобы являющейся аналогом возможного развития событий по р. Тырныауз, то не следует забывать:

- в бассейне Мукуланов отвалов (поле отвалов едино ~ 330 га) на порядок больше (169,8 млн. м³ против 19,6 млн. м³), причем последняя цифра суммарная, с объемом отвалов карьера «Северный»;

- площадь бассейна Мукуланов меньше (р. Тырныауз – 9,73 км²; Мукуланы – 5,2 км²);

- крутизна русла в 2-5 раз выше (уклон русел рр. Тырныауз, Чат – Баш и собственно Камык примерно одинаков; М. Мукулан – 1150, Б. Мукулан – 400, Камык – 220 промилле);

- по данным службы сдвижения ТГОК (Н.М. Червонная, 2002 г.) отвалы в Мукуланах содержат существенную глинистую составляющую, т.к. материнские породы карьеров представлены по преимуществу роговиками. На северном же склоне хребта Уллу-Тырныауз (р.Тырныауз) отвалы сформированы от проходки дорог и разведочных работ в более крепких породах – мраморах, скарнах и гранитоидах и, поэтому не содержат в заметных объемах мелкие фракции; их устойчивость никогда не вызывала у комбината опасений, тогда как на противоположном (Мукуланском) склоне была предметом наблюдений и специальных исследований.

Интересно, что 5 августа 1967 г. «...катастрофические селевые процессы охватили весь регион Центрального Кавказа. Вызваны они были ливнем, повторяемостью 1 раз в столетие, который шел больше суток (85,9 мм по данным метеостанции Терскол). Массовый сход селей 5 августа 1967 г. находится в ряду экстремальных стихийно-разрушительных процессов на Кавказе и является редким для высокогорья случаем проявления типично ливневого генезиса». [23]. А Камык, между тем, вел себя спокойно! Очевидно здесь, для формирования селя, способного дойти высокоплотным потоком к устью, интенсивность осадков над бассейном (или его частью) должна превысить 80-90 мм в сутки, как это произошло в июне 1972 г. (~ 140 мм) и, возможно, имело место в августе 1937 г. (по метеостанции Баксан – 79 мм, с поправкой на среднюю высоту бассейна Камык $\geq$ 80-90 мм в сутки), а также в мае 2005 г. на высоте г.Тырныауз ~ 78 мм за 1,5 часа, [25]. Такая ситуация редка, но кто даст гарантию, что она не случится в очередной селеопасный сезон (апрель-октябрь)!

Материалы исследований института «Севкавгипроводхоз» к Проекту 2005 г. свидетельствуют: селевые потоки р. Камык имеют ливневое происхождение, в ближайшей перспективе будут зарождаться в бассейне его левого притока – р. Чат - Баш (а конкретней – в долине руч. Правый Чат-Баш) без участия отвальных масс от прошлой деятельности ТГОК.

В этой связи уместно напомнить, что имеется целый ряд работ, указывающий на неблагоприятное экологическое состояние района г. Тырныауз как гидрохимического, так и медико-биологического свойств. При этом сам природный фон этой территории – территории локализации в горном массиве вольфрама, молибдена и др. тяжелых элементов, является исходно неблагоприятным. Не случайно, при обилии пресных источников в окружении города, даже в прошлом, когда не очень-то обращали внимание на вопросы здоровой среды для осваивающих нужные стране месторождения, питьевое водоснабжение г. Тырныауз было основано на подрусовых водах р. Баксан, «чистых» на природные загрязнители. В «Отчете о выполнении работ по оценке экологического состояния района г. Тырныауз» (МПР РФ, Ессентуки, 2001 г.) среда обитания этого района оценивается как «катастрофическая» и «кризисная», а по центральной части г. Тырныауз, к которой примыкает хвостохранилище № 1, как имеющая «катастрофический» уровень. Бассейн р. Камык по карте М1:50000 того же отчета рассматривается (кроме устья) как источник природной, а не техногенной опасности.

ТЭО реконструкции и технического перевооружения ТГОК («Механоинжиниринг» и «Гипроникель, СПб, 1998) предусматривает очистку шахтных вод, поступающих в бассейн р.Камык от WO_3 , Mn , мышьяка и др. элементов. Шахтные воды – это те же подземные воды, но выведенные искусственно на поверхность.

Изменение к лучшему гидрохимической и медико-биологической обстановки района г.Тырныауз предполагалось достичь выполнением специализированной программы, включенной в федеральную программу «Юг России», так, к настоящему моменту, и не реализованную (кроме пылеподавительных работ по поверхности хвостохранилища № 3 на р. Гижгит).

Вопрос улучшения эколого-гидрохимической ситуации безусловно важный, но отдельный и к необходимости осуществлять меры по защите населения, имущества и инфраструктуры города от селей по р. Камык отношения не имеющий. В свое время институтом геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского (ГЕОХИ, 2002 г.) была разработана программа эколого-геохимической оценки района, включая бассейн р. Камык, путем проведения соответствующих биохимических работ. Средств не находится. Не могли они быть выделены и в составе решения насущной инженерной задачи – защиты территории с состоявшимся фактом освоения последней – не включены в техзадание на разрабатываемый Проект. Ни «закрытие» г. Тырныауз, ни выселение жителей с. Былым, находящегося в зоне неблагоприятного воздействия хвостохранилища на р. Гижгит (№ 3), в планах государства не значится! Означает ли это, что население не следует защищать от другой, более грозной опасности – селей?

Материалами Проекта 2005 г. показано, что при всей значительности антропогенных изменений по правому притоку р. Камык – р. Тырныауз, рассредоточенные по склону отвалы от строительства дорог, сооружений, штолен и вскрыши, в селевой поток (формирующийся в основном в левом притоке – р. Чат-Баш) не вовлекаются. Более того, отвалы в этом отношении играют положительную роль, способствуя временному переводу опасного по концентрации поверхностного стока в подземный, инфильтрационный, рассредоточенный.

Сели 1934 и 1972 гг. по р. Камык, доходившие до р. Баксан, формировались в условиях отсутствия техногенных отвалов. Сель 2002 года по р. Камык, впервые (после 1972 г.) дошедший до устья, принес лишь естественный материал, содержащийся в русле р. Камык и его бортах. Материал селя 2004 г. также не содержит отвальных масс. Последние, кратковременно «омываемые» пресными атмосферными осадками, не могут выщелачивать тяжелые элементы: это «под силу» лишь подземным водам на их долгом и длительном пути. Только инфильтрация через мелкораздробленные «хвосты» может в искусственно созданных условиях приводить к попаданию в естественный сток загрязняющих элементов. В бассейне р. Камык этого нет.

Отметим также, что исторически в бассейне р. Камык отсутствовало большее покрытие лесной растительностью, нежели это имеет место в настоящее время. Уповать на возможный эффект от лесомелиоративных работ, особенно в основном селеформирующем бассейне р. Чат-Баш, было бы поэтому опрометчиво. А ливень с

интенсивностью, позволяющей сформироваться селевому потоку, способному достигнуть устья, может произойти в ближайшем обозримом будущем! И тогда, учитывая резко изменившиеся к худшему условия разгрузки потока в устье, ситуация окажется катастрофической со всеми вытекающими экологическими и социальными последствиями (затопление города и проч.). В этом отношении разработанные мероприятия призваны не допустить экологической катастрофы. Затягивать же решение, в том числе и со ссылкой на необходимость проведения научных исследований, слишком ответственно перед жителями, уже едва не ставшими жертвами селя в 2005г.

Устьевая часть русла р. Камык захламлена бытовым мусором, новая трасса проходит по древнеселевым естественным отложениям конуса выноса, не вскрывая на своем пути антропогенных отвалов или свалок.

В этой обстановке административные структуры не должны идти на меры типа расчистки старого устьевого русла, чтобы пропустить «возможный небольшой поток», как это считает КБСХГА. Пропускаться без ущерба для урбанизированной территории по закону должен расчетный поток с нормативной обеспеченностью.

Неблагоприятная гидрохимическая обстановка в районе г. Тырныауз (ранжирование по значимости: районы хвостохранилищ № 3, № 1, № 2 и лишь затем, бассейн р. Камык) и опасность крупного, катастрофического в сложившейся обстановке, ливневого селя, не связаны между собой, и должны решаться по разным приоритетам, где селевая проблема, очевидно, более злободневна.

Существующие планы возрождения добычи полиметаллов в районе г. Тырныауз развития открытой разработки не предполагают: «старые отвалы» реанимироваться не будут, а новые не возникать. Но это, разумеется, не исключает необходимости оздоровления (с разработкой соответствующего Проекта) эколого-гидрохимической и медико-биологической обстановки района г. Тырныауза.

Литература

1. Гнездилов Ю.А., Запорожченко Э.В. Расчетные характеристики селевых потоков 2000 г. по р. Герхожан-Су// Труды ВГИ. Геоэкология. Выпуск 93. Гидрометеиздат. Санкт-Петербург. 2003. С. 100-113.
2. Запорожченко Э.В., Кайнер В.Д. Селеносность р. Клумкол-Су и мероприятия по защите альпинистского лагеря «Джайлык»// В Сб.: Инженерные изыскания в строительстве. Серия XV. Выпуск 5(70). Москва. 1978. С. 28-31.
3. Запорожченко Э.В. Необычный селя на р. Куллумкол-Су// «Метеорология и гидрология». 1985. № 12. С. 102-108.
4. Запорожченко Э.В. К вопросу обоснования и защиты объектов народного хозяйства от селей (на примере селей 1983 и 1986 гг. в бассейне р. Куллумкол-Су)// В Сб: Вопросы мелиорации орошаемых земель. Новочеркасск. 1989. С. 109-113.
5. Запорожченко Э.В. Старый «Джайлык» разрушен – да здравствует новый!// В Сб.: Я помню тот край окрыленный. К юбилею альплагеря «Джайлык» (1938-1998 гг.). Диалог – МГУ. Москва. 1998. С. 67-76.
6. Запорожченко Э.В. История гибели и восстановления альплагеря «Джайлык» глазами и в документах инженера-геолога// В Сб.: История развития мелиорации на Северном Кавказе. Выпуск 13. Пятигорск. 1998. С. 89-117.

7. *Запорожченко Э.В.* Новейшая история Тырныаузских селевых катастроф// «Мелиоратор Ставрополья». № 17(18)2000, № 1(20), № 2(21), № 3(22) 2001.
8. *Запорожченко Э.В.* Селевые потоки катастрофического характера на реке Герхожан-Су и проблемы города Тырныауз в Кабардино-Балкарии// «Природные ресурсы Южного региона». № 3(2) 2001.
9. *Запорожченко Э.В.* Сель редкой повторяемости в бассейне р. Герхожан-Су и решения по защите г. Тырныауз (КБР)// Труды Международной конференции «Геотехника. Оценка состояния оснований и сооружений». Том II. Санкт-Петербург. 2001. С. 53-60.
10. *Запорожченко Э.В.* Сели 18-26 июля 2000 г. по рекам Кая-Арты-Су – Герхожан-Су// В Сб.: Геологическое изучение и использование недр. Выпуск 6. Геоинформмарк. Москва. 2001. С. 66-74.
11. *Запорожченко Э.В.* Сели бассейна реки Герхожан-Су: история проявления, условия формирования, энергетические характеристики// Сборник научных трудов ОАО СКГВХ. Выпуск 15. Пятигорск. 2002. С. 80-148.
12. *Запорожченко Э. В.* Бассейн р. Камык – источник реальной селевой опасности для г.Тырныауза// Тезисы Всероссийской конференции по селям. ВГИ. Нальчик. 2002. С. 10-13 .
13. *Запорожченко Э. В.* Селевые процессы ливневого генезиса на антропогенно-природном фоне// Сборник научных трудов ОАО СКГВХ. Выпуск 16. Пятигорск. 2003. С. 36-48.
14. *E.V. Zaporozhchenko.* Debris – flow hazards in the Baksan river basin, Tyrnyauz, Russia// In: Debris – flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment. Vol. 2. Millpress, Rotterdam, Netherlands, 2003, p. 1059-1070.
15. *Запорожченко Э. В.* Сели в районе г. Тырныауза (Кабардино-Балкарская Республика, Россия)// Материалы Международной конференции «Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков». Выпуск 1. Новочеркасск – Пятигорск. 2003. С. 89-91.
16. *Запорожченко Э. В.* Особенности селевых процессов в долине р. Камык// Труды Всероссийской конференции по селям. ВГИ. Нальчик. 2003. С. 25-39.
17. *Запорожченко Э.В.* Уроки селевых катастроф недавнего прошлого// Материалы научно-практической конференции: «Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений и предотвращение вредного воздействия вод в период прохождения половодий и паводков». Пятигорск. 2005. С. 162-175.
18. *Запорожченко Э.В.* Инженерные уроки реально наблюдаемых селевых потоков в бассейне р. Баксан// Тезисы Всероссийской конференции по селям 26-28 октября 2005 г. Нальчик. 2005. С. 97-100.
19. *Запорожченко Э.В.* Сели северного склона Центрального Кавказа: оценка опасности и характеристик, принципы инженерной защиты// В Сб: Маккавеевские чтения – 2004. Научный редактор – Р.С. Чалов. Москва. 2005. С. 26-35.
20. Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков// Материалы Международной конференции по селям. Пятигорск, 17-21 ноября 2003 г.Пятигорск. 2004. с. 160
21. *Малик Л.К.* Возможное влияние глобального потепления климата на водные ресурсы и объекты энергетики// «Гидротехническое строительство». 2005. № 5, С. 2-14.
22. Отчет по научно-исследовательской работе: «Оценка русловых процессов на р.Баксан в г. Тырныаузе с учетом селепропуска р. Камык и селевой деятельности рек Тютю-Су, Большой и Малый Мукуланы». МГУ. Москва. 2005. 53 с.
23. *Сейнова И.Б., Золотарев Е.А.* Ледники и сели Приэльбрусья. Научный мир. Москва. 2001.155 с.
24. *Черноморец С.С., Запорожченко Э.В.* Очаги зарождения селей в долинах рек Тютю-Су и Камык-Су// Тезисы Всероссийской конференции по селям 26-28 октября 2005 г. Нальчик. 2005. С. 40-42 .
25. *Васильев Е.В., Гречижа А.П., Найшуллер М.Г.* Аномальные гидрометеорологические явления на территории Российской Федерации в мае 2005 г.// «Метеорология и гидрология». 2005. № 8. 113 с.

УДК 556.166

К.Н. Носов
И.Б.Сейнова
Э.В. Запорожченко
ОАО «Севкавгипроводхоз»

ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ ПРОПУСКА ПАВОДКОВ НА РЕКАХ ГЕНАЛДОН И ГИЗЕЛЬДОН ПОСЛЕ БЫСТРОГО ПРОДВИЖЕНИЯ ЛЕДНИКА КОЛКА (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ, РОССИЯ)¹

В течение трех лет (2002-2005 гг.) в бассейне горной реки ледникового питания существует ситуация повторного катастрофического (для подкомандной территории) развития русловых процессов. Коренным образом изменились условия прохождения ливневых паводков вследствие перемещения и аккумуляции больших масс каменно-ледового материала в режиме сверхскоростного схода ледника и вызванного им селя, активизации экзогенных процессов (включая оползневые) и формирования подпрудных водоемов. Адаптация к новой гидрологической и инженерно-геологической обстановке имеет жизненно-важное значение и требует рассмотрения прогнозного хода эволюции, факторов и условий процессов, разработки вероятностных сценариев.

1. Введение

В сентябре 2002 г. в горах республики Северная Осетия – Алания произошла гляциальная катастрофа, чаще всего описываемая как «сход ледника Колка». Она застала врасплох население и государственные структуры, отвечающие за безопасность, повлекла за собой человеческие жертвы, но, хотя и относится к «редким и сильным», проявилась в районе, где аналогичные процессы (но с разной степенью ущерба) в течение последних 200 лет наблюдались уже трижды. Научный прогноз, исходивший из тренда гауссовского (линейного) типа распределения, определял время возникновения очередного «схода» около 2040 года (*Рототаев и др., 1983; Залиханов и др. 1999*). Однако размах и последствия случившегося в 2002 г. указывают на недооценку вероятности возникновения редких сильных катастроф. Реально наблюдаемая повторяемость превзошла расчетную и, по-видимому, отвечает степенному закону распределения типа «срыва» (*Родкин, 2005*), происшедшего на ограниченном участке высокогорья – в тыловой части ледника и прилегающем крутом, до 1000 м относительной высоты, склоне. Результат – т.н. синергетический эффект,

¹Доклад (на английском языке в формате Poster) на сессии 5 «S5/ Fluvial Geomorphology and Paleohydrology» VI Международной конференции по геоморфологии: сентябрь 2005 г. Сарагоса. Испания (Sixth International Conference on Geomorphology. September 2005/ Saragossa. Spain).

когда развитие экстремального события способствовало дальнейшему росту параметров катастрофы и вызываемых ею величин ущерба. Изучению причин возникновения ситуации посвящено уже достаточно много публикаций, а описание её



Рис. 1. Район Колчинской катастрофы

(Петраков и др., 2005):

а) положение в мире;

б) положение на Кавказе;

в) детали строения района и основные названия:

красная стрелка - путь движения водо-каменно-ледовых масс 20.09.2002 г.

1 - Джимарай-хох

2 - Казбек

3 - ледниковый цирк колка

4 - ледник Майли

5 - зона транзита потока

6 - Кармадонская котловина

7 - с. Горная Саниба

8 - "Кармадонские ворота"

9 - базы отдыха (уничтожены)

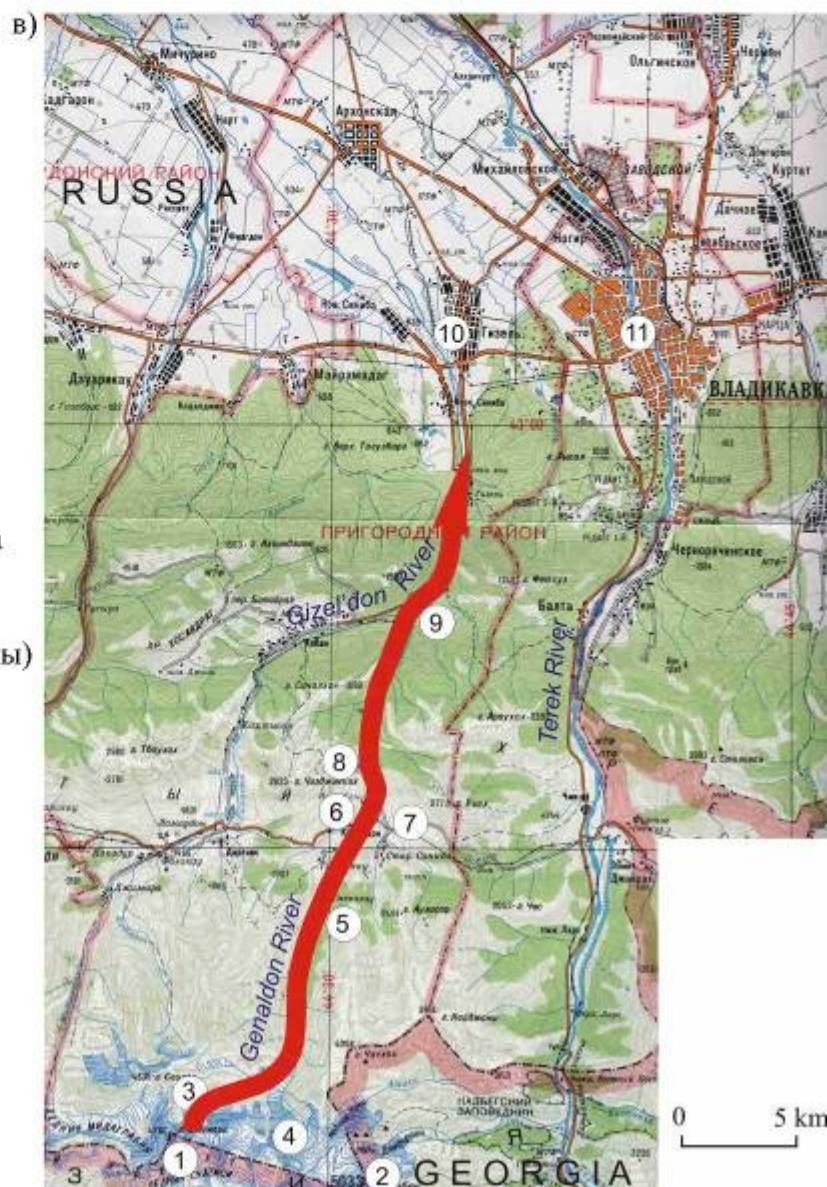
10 - с. Гизель

11 - Владикавказ

Картографическая основа:

а, б - Microsoft Corp., 2003

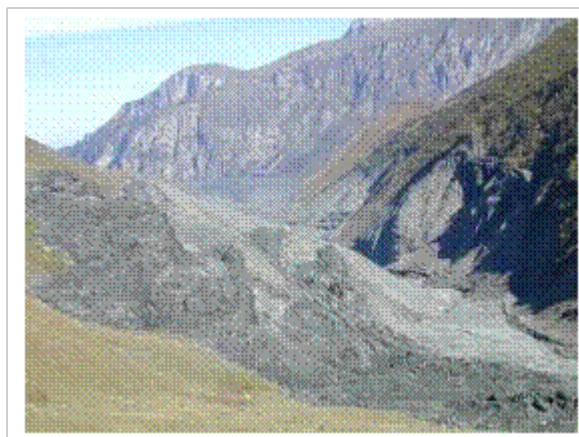
в - Роскартография, 2000



энергетических характеристик и непосредственных эффектов, сделано нами ранее (Запорожченко, 2004). Ниже основное внимание уделяется создавшимся новым условиям разгрузки водных масс и русловых процессов при водных паводках для участков рек в

изменившийся (после сентября 2002 г.) геоморфологической и гидрологической обстановке.

2. Исходный фон



Гляциальная катастрофа 20 сентября 2002 г. - крупнейшая в истории России. Образовавшийся в верховьях ледника Колка (рис. 1) гигантский вал воды, льда и камней пронесся вниз по долине р. Геналдон со скоростью до 320 км/час, сметая все на своем пути. Этот вал был остановлен тесниной известнякового Скалистого хребта, расположенного в 18,5 км от Главного

Кавказского, параллельно последнему, и отложился завальной массой объемом в ~120 млн. м³ в примыкающей с юга Кармадонской котловине (рис. 2). Через теснину («Кармадонские ворота», протяженность ~2 км) была «продавлена» водо-грязе-каменно-ледовая смесь, прошедшая селевым потоком по долине еще 10 км и уничтожившая располагавшиеся здесь над руслом строения. По пути движения, под каменно-ледовым завалом и покровом из селевых отложений, погибло 125 человек. Подобное происходило здесь и ранее: в 1834 и 1902 гг. Относительно медленная подвижка ледника Колка наблюдалась также в 1969-1970 гг., когда он продвинулся вниз по долине на 4,5 км, без серьезных, однако, последствий. Известны своим быстрым поступательным движением и другие ледники, спускающиеся с Казбекского лавового массива: Девдорацкий и Абано, в последний раз в 1910 г.

Рис. 3. Октябрь 2002 г. Каменно-ледовые заплески на эродированных склонах долины р. Геналдон перед Кармадонской котловиной.
Фото И. Галушкина



Условные обозначения:

- > - направление движения до удара об эскарп Скалистого хребта;
- > - изменение направления движения после удара (по С. Черноморец, 2005)

Рис. 2. 06 октября 2002 г. Вид на каменно-ледовый завал с вертолѐта (фото И.Галушкина), направление движения – по С. Черноморец, 2005 г.

Триггерным механизмом процесса 2002 г. стала серия обвалов льда и скальных пород со склонов горы Джимарай-хох (с высот 4150-4450 м абс.) в тыловую часть ледника

Колка. Обвалы начались за два месяца до катастрофы. Непосредственно предшествующий катастрофе имел объем в ~ 16 млн. м^3 . Заключительный удар оставил после себя яму выбивания глубиной в 60 м и ледово-каменные заплески. Из ледниковой западины корытообразной формы материал был выброшен вниз по долине одновременно со значительной частью объема поверхностной морены. Водно-ледово-каменная масса (с захваченным ею воздухом) двигалась, переходя с одного борта долины на другой, в полосе шириной 400-500 м, высота вала при этом достигала 100-150 м (рис. 3). Площадь зоны поражения, подвергнутой непосредственному воздействию (начавшемуся как обвальный процесс) до естественного препятствия - теснины Скалистого хребта - составила 12,7 км^2 (зона обвала, первоначального движения, прямолинейный участок транзита и участок аккумуляции в Кармадонской котловине). Площадь завального каменно-ледового тела - 2,1 км^2 (на 6 октября 2002 г.), длина - 3,6 км, толщина - до 135-140 м при среднем значении в 60 м. Площадь покрытия отложениями селевого потока, прошедшего ниже теснины Скалистого хребта - 2,5 км^2 , объем отложений (первоначальный) - 6 млн. м^3 при мощности от 1 до 15 м, к 2005 году он снизился $\sim$ до 4,5 млн. м^3 за счет вытаявания льда и частичной потери водной составляющей.

Кроме обвальных каменно-ледовых масс, выбитого материала ледника Колка и рыхлых моренных пород, пополнение потока по пути движения по трогам долины происходило за счет склоновых отложений и, в значительной степени, фронтальных масс трех крупных левобережных древних блоковых оползней - «Активного», «Битерзыкского» и «Грохадагского», массы которых составлял 5,3; 12 и 22 млн. м^3 соответственно (рис. 4, 5, 6, 7). Подрезка нижних блоков, местами сопровождаемая динамическим воздействием высокоэнергетичного потока («Битерзыкский», на поворотном участке долины), привела к их активизации и смещению к руслу на 10-15 м. Это, однако, не привело к перекрытию или заторным явлениям ни во время, ни после схода ледника (вплоть до 2005 г.).

После удара о Скалистый хребет основная масса из верховий ($\sim 30\%$ каменного материала с фракциями в широком диапазоне размеров и $\sim 70\%$ льда) остановилась и отложились в Кармадонской котловине. На заключительном этапе произошло формирование селевых потоков ниже каменно-ледового тела, остановленного тесниной Скалистого хребта. В долинах рек Геналдон и Гизельдон аккумуляровались селевые отложения, выше с. Гизель сель трансформировался в наносоводный паводок. При впадении в р. Гизельдон последняя была подпружена. В приустьевой пойменной части р. Геналдон поток сентября 2002 г. имел наклонную поверхность к левому берегу: разница между «метками высоких вод» противоположных берегов составляла 4,3-6,0 м. К 3 октября 2002 г. в образовавшемся на р. Кауридон у с. Горная Саниба (рис. 8) завальном водоеме накопилось около 2,5 млн. м^3 воды. Повышение уровня шло довольно высокими темпами. С 18 октября 2002 г., в точном соответствии с прогнозом института «Севкавгипроводхоз», началась естественная разгрузка подпорного уровня, которая

завершилась переливом через завальную плотину 23 октября 2002 г., после чего роста уровня уже не происходило.



Рис. 4. Экзогенные геологические процессы в долинах рек Геналдон и Гизельдон

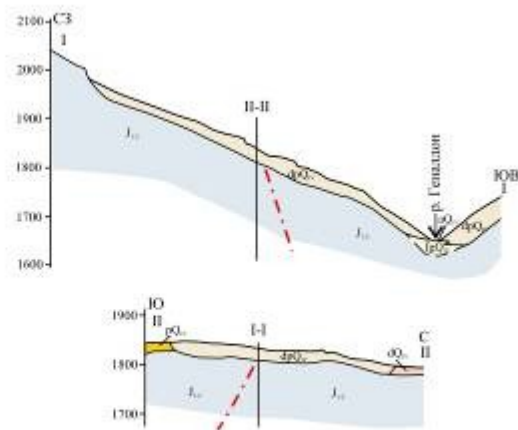


Рис. 5. 16 ноября 2002 г. Оползень "Активный". Съёмка с вертолѐта (Г. Долгов);
разрез по геофизическим данным (Ю. Буньков)

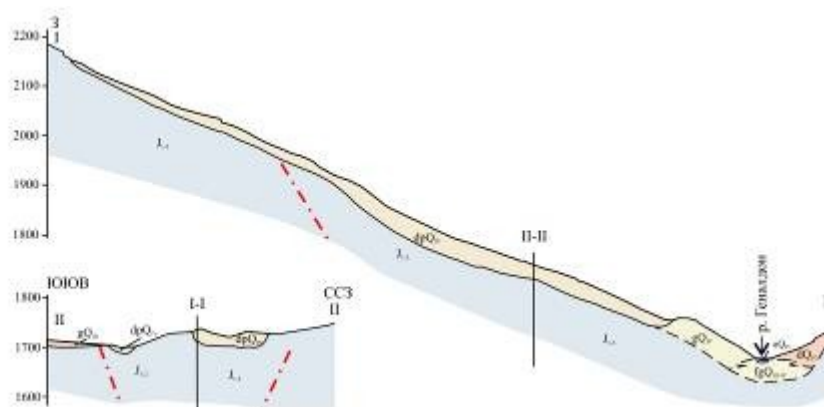


Рис. 6. 27 августа 2003 г. Оползень "Битерзык". Съёмка с вертолѐта (Г. Долгов);
разрез по геофизическим данным (Ю. Буньков)

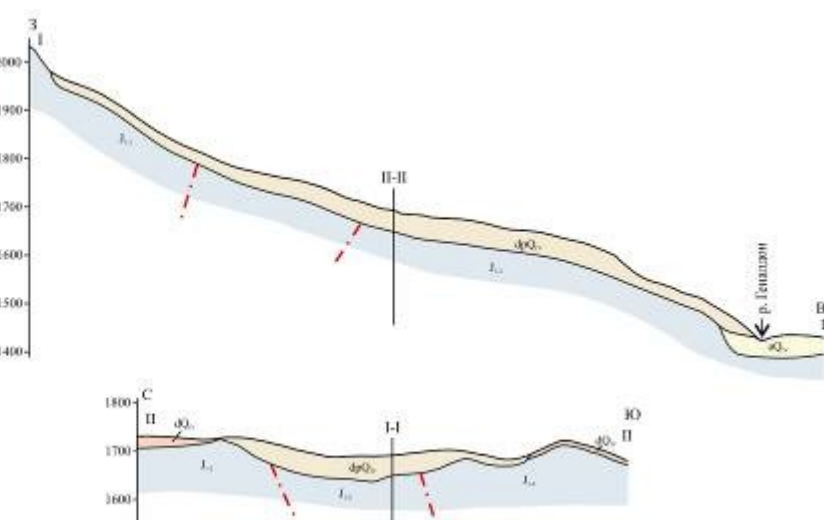


Рис. 7. 06 октября 2003 г. Оползень "Грохадаг". Съёмка с вертолѐта (Г. Долгов);
разрез по геофизическим данным (Ю. Буньков)



Рис. 9. 09 апреля 2004 г. Оползень на левом склоне р. Кауридон в с. Горная Саниба, вызванный замачиванием основания водами подпорного новообразования.
Фото Э. Запорожченко

Рис. 8. 17 октября 2002 г. Максимальный уровень новообразованного водоёма вплотную подошёл к фундаменту склепа XVIII века в с. Горная Саниба.
Фото Э. Запорожченко

В период, прошедший с момента катастрофы, внимание исследователей было сосредоточено на выяснении причин и (или) спусковых механизмов первоначального процесса. Идут научные споры, редко касающиеся последствий «схода» и ограничивающиеся, прогнозом таких последствий для верхней, выше «Кармадонских ворот», части долины р. Геналдон. В практическом же отношении было чрезвычайно важно оценить особенности прохождения паводков (ливневых и прорывных) в изменившихся после сентября 2002 г. условиях, запроектировать и осуществить адекватные мероприятия. При этом прогноз ответной реакции системы на новую ситуацию не может не основываться на параметрах этой ситуации и наиболее вероятном сценарии возможных внешних воздействий с учетом анализа оценки имеющихся исторических материалов: аналогичные события июля 1902 г. также носили катастрофический характер и явились результатом подвижки ледника Колка, обусловленной нарушением равновесия полувисячих и висячих ледников хребта Майли-Джимарай-хох, в свою очередь связанном с общим отступанием ледникового покрова Кавказа в последние 150 лет.

Институт «Севкавгипроводхоз» был привлечен для оценки подвижки 1969 г. и прогноза её возможных последствий, участвовал в срочной разработке мер по защите территории и населенных пунктов по долине рек Геналдон и Гизельдон от паводков 1970 и последующих годов. Характер этих мер учитывал предполагаемое поведение ледовых масс, спустившихся в долину р. Геналдон с отметок ~3000 м до ~2000 м (абс.). Тогда скорость передвижения фронта колебалась от 1,5 м/сут. в конце сентября 1969 г. до 215 м/сут. в начале октября и 0,5 м/сут. в начале января 1970 г. Проект прошёл экспертизу, был утвержден, а основные работы по инженерной защите осуществлены к июню 1970 г. – началу паводочного периода. Развития по катастрофическому сценарию этот Проект не предполагал.

Особенностью Геналдонских событий 1969–1970 гг. по сравнению с 1902 г. являлось:

- продвижение каменно-ледовой массы в скоростном режиме (от 60–70 км/ч до 100 км/ч) в 1902 г. и медленно (максимум до 0,01 км/ч) в 1969 г.;
- различия в положении фронта смещения (к январю 1970 г. находился ~ на 10 км выше места остановки ледовых масс в июле 1902 г.).

Подвижка 1969 г. была спрогнозирована в феврале 1968 г. (*В. Чомая, газета «Заря Востока», Грузия*): «Ледники Казбека ожили, начали расти, причем поражает существенное увеличение их мощности. За последние четыре года.... ледник Майли удлинился на 50 метров. Значительно увеличилось снегонакопление на Казбеке, снеговая граница зоны понизилась на 100–300 м... Нынешний рост ледников.... может вызвать обвалы...». Внимание на этот прогноз-предупреждение обращено не было.

Процессы, инициированные в сентябре 2002 г. привели к оползню «Санибанский», возникшему весной 2003 г. на левом берегу подпрудного водоема (объем ~20 тыс. м³) и нарушившему инфраструктуру с. Горная Саниба (рис. 9) и оползню «Колкинский», сформировавшемуся в левобережных верховьях р. Геналдон (площадь ~100 тыс. м³, объем до 2 млн. м³) с горизонтальным смещением ~20 м без перекрытия русла.

3. Угрозы и риски

Обусловлены:

1. Увеличением крутизны склонов отрога р. Геналдон на транзитном участке движения водо-каменно-ледовых масс (от языка ледника Колка до Кармадонской котловины).
2. Заполнением каменно-ледовыми массами Кармадонской котловины («завал» у с. Н. Кани, рис. 10).
3. Образованием крупного подпрудного водоема у с. Горная Саниба.
4. Занесением долины р. Геналдон за «Кармадонскими воротами» и р. Гизельдон за устьем р. Геналдон отложениями грязе- и водокаменного селя (рис. 11).

Рассматривая эти факторы угроз и рисков авторы придерживаются мнения о невозможности повторения катастрофы ранее 2025 г. когда, по расчетам, произойдет восстановление объема ледника Колка (за счет накопления масс снега и льда во вместилище) до предкатастрофических критических значений (~100 млн. м³).

В зависимости от скально-ледовой обвальной активности это предкатастрофическое состояние может реализовываться по-разному: «При наличии обвалов, можно ожидать повторения сценария 2002, 1902 гг., при их отсутствии – сценария 1969 г. Остается невыясненным вопрос о влиянии магматического очага Казбека на возможность быстрых выбросов льда из цирка Колки...» (Петраков и др., 2005).

1. Наступившая в 2003 г. стабилизация движений ранее устойчивых древнеоползневых массивов (через полгода деформации на этих оползнях практически прекратились, рис. 12) подтвердила прогноз об отсутствии опасности создания подпоров поверхностному стоку по долине р. Геналдон. Лишь сейсмические воздействия ≥ 8 баллов по шкале MSK и абсолютно полное водонасыщение оползневых блоков (увеличение в 5-6 раз по сравнению с существующим) может привести к общему нарушению их устойчивости. Такой сценарий оценивается как нереальный. То же относится и к серии сравнительно малообъемных оползневых новообразований 2003-2004 гг. и к оползню «Колкинский». Массивы ледово-каменного конгломерата, оставшиеся в виде заплесков на склонах, быстро разрушались. Таяние льда, приводящее к развитию оползневых процессов, к исходу 2004 г. завершилось. Небольшие микросели и оползни на естественном режиме водного потока ощутимо не сказались. Склоны имеют тенденцию к стабилизации, после исчезновения льда скорость осыпных и оползневых процессов снизилась на порядок.



Рис. 10. 21 ноября 2003 г. Подпруженное озеро "Горная Саниба". Вид с левого берега. Фото Н. Запорожченко



Рис. 12. 05 октября 2002 г. На теле оползня "Активный". Фото С. Черноморец



Рис. 11. 07 октября 2002 г. Отложения селевых масс в транзитно-аккумулятивной зоне близ устья р. Геналдон.

Фото С. Черноморец

На селевой режим ситуация в зоне транзита негативного влияния не оказывает. Наносоводный сель 11-12 августа 2004 г., образовавшийся в трех очагах верховий долины после интенсивного и продолжительного ливня с подрезкой прилегающих к реке склонов и террас, явился рядовым случаем (рис. 13). Хотя объем его составлял, вместе с водной составляющей, около 500 тыс. м³, в Кармадонской котловине (гидрологический пост в хвосте завала 2002 г., ~ в 7 км ниже зоны формирования) он зафиксирован не был.

2. К началу 2005 г. объем ледовой составляющей завала уменьшился на 60%. Формирование подледного русла р. Геналдон завершено. Максимальная прибавка расхода реки от таяния льда в летний период не превысила 5 м³/с. Собственно завал влияния на повышение риска от ливневых паводков уже не оказывает, более того – может служить аккумулятором стока при паводках, не выходящих за пределы обычных (один раз в десять лет, $P = 10\%$). Признаков затруднения подледного стока нет, темпы таяния из-за нарастания мощности каменного чехла на поверхности льда за два года уменьшились в 4 раза. Полная деградация завала прогнозируется через 7-10 лет.

Абляционная морена на поверхности каменно-ледового завала в конце 2004 г. характеризовалась следующим гранулометрическим составом (фракции в мм, по весу, %) при валунистости (>500 мм) в 11%.

Таблица 1

>200	200-20	20-10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1
22,9	29,1	8,9	10,2	11,0	6,2	3,1	2,4	4,7	1,5

Состав фракций >10 мм (в %): алевролит – 27,8; вулканоген – 59,6; гранодиорит – 9,6; диабаз – 2,0; кварц (жильный) – 1,0. Состав фракций <10 мм (в %): алевролит – 55,8; вулканоген – 25,6; кварц – 7,3; полевые шпаты – 4,2; кальцит – 3,3; глинисто-слюдистые минералы – 3,8. Плотность материала абляционной морены $\rho = 2,09$ т/м³, льда завального тела (без учета трещиноватости) – 0,96 т/м³.

3. Подпрудное озеро, имевшее первоначальный объем (октябрь 2002 г.) 4,9млн.м³, разгружается естественным путем. Остаточный объем воды на конец сентября 2004г. 0,45 - 0,5 млн. м³, снижение - на 19 м от максимального уровня. Дальнейшее поведение

каменно-ледовой плотины, вследствие ее уплотнения, с одной стороны и образования подземных каналов стока, с другой, при редких паводках (1 % обеспеченности) неопределенно и инженерному прогнозу пока не поддается. Прорыв подпруды возможен. Быстрый сброс воды в июне 2003 г. (на 1,5 м за несколько часов) привел к формированию водо-каменного прорывного паводка ниже «Кармадонских ворот» ($Q = 20-25 \text{ м}^3/\text{с}$), принять который заполненное селевыми отложениями русло р.Геналдон без эрозионных проявлений оказалось не способным (были разрушены опоры двух автомобильных мостов, полотно восстановленной автодороги (рис. 14, 15). В то же время по р. Геналдон в этом месте ранее проходили ливневые паводки с среднесуточным расходом до $100 \text{ м}^3/\text{с}$ (1953 г. – $99,7 \text{ м}^3/\text{с}$).



Рис. 14. 16 июня 2003 г. Прорывным паводком из подпрудного водоёма ($20-25 \text{ м}^3/\text{с}$) разрушен, расположенный в 10 км ниже, автодорожный мост через р.Геналдон в её устье.
Фото Э.Запороженко



Рис. 13. 14 августа 2004 г. р. Геналдон размывает отложения селевого потока, пришедшего 12 августа 2004 г. из района Верхне-Кармадонских источников.
Фото Д. Петракова



Рис. 16. 30 апреля 2003 г. Архонский вододелитель. Снимок с вертолёта И. Галушкина



Рис. 15. Правый берег р. Гизельдон ниже устья р. Геналдон. Разрушение полотна автодороги прорывным паводком 16 июня 2003 г. Фото Э. Запорожченко

Сразу же по возникновении за завалом подпрудного водоема и на фоне роста уровня (и объема) воды в нем всеми привлекающимися для консультаций специалистами (включая ученых из Швейцарии) прогнозировалось разрушение каменно-ледовой плотины с возникновением прорывного паводка. Лишь институт «Севкавгипроводхоз» придерживался иного мнения. В нашем документе от 03 октября 2002 г. по проблеме указывалось, что «... дней через 15-20 начнется самопроизвольная разгрузка подпруды в трещины ледово-каменного завала. Катастрофического нарастания расхода при этом не ожидается ... природные процессы стабилизации и опорожнения ... пойдут быстрее, чем могут быть выполнены искусственные приемы, преследующие ту же цель (канал-траншея, гидромонитор)». В упомянутом документе «... не рассматривалось нынешнее и будущее положение в долинах рек Геналдон и Гизельдон ниже «Кармадонских ворот». Учет социальных последствий и угрозы для населения и инфраструктуры здесь более значим, чем проблема с. Горная Саниба». Тем не менее по настоящему правительственному поручению проект искусственного опорожнения водоема был срочно составлен институтом «Севкавгипроводхоз». Он предполагал устройство канала-траншеи

по правому берегу р. Кауридон со сбросом воды в пониженные отметки завальных масс ~ в 100 м ниже уреза подпора на 10 октября 2002г. и отвергал, как в реальной обстановке неэффективные, рекомендуемые научными консультантами, идеи взрывных технологий и разработки каменно-ледовых масс гидромонитором (несмотря на несостоятельность таких предложений, они все же начали осуществляться, но показали свою неэффективность и были прекращены). Отметка входной части искусственного канала стока была принята из прогноза «критической» для с. Горная Саниба, при которой под воду начнут уходить старые постройки села – с уровня фундамента наинизших склеповых сооружений XV–XIX вв. При этом в «Заключении» к Проекту вновь подчеркивалось мнение института – «... не удастся успеть за естественным ходом событий, и вода сама найдет способ уйти на пониженные отметки, как это произошло с основным потоком р. Геналдон уже через 5–7 дней после формирования завала у «Кармадонских ворот»...». Реальный ход процесса полностью подтвердил прогноз института.

Нами не отвергается, что «одним из наиболее эффективных способов снижения или ликвидации чрезвычайных ситуаций, обусловленных прорывными паводками и гляциальными селями, является принудительный спуск высокогорных озер» (*Болов и др. 2003*). Примеры такого искусственного спуска в мировой практике имеются. Однако реально существующие условия конкретного случая к этому не располагают, ибо в подпрудном новообразовании нет выраженного нижнего бьефа, а открытый базис стока (русло р. Геналдон) отстоит от уреза подпруды ~ на 2,0 км. При этом ~ через 1,0 км на пути водного потока располагается преграда южного эскарпа Скалистого хребта.

Фактический график динамики уровня воды в водоеме за 2003-2004 гг. опубликован (*Запорожченко, 2003, 2004*).

Оползень, образовавшийся на левом берегу р. Кауридон (выше завальной плотины), вследствие затопления нижней части сложенного аргиллитами склона, дальнейшего развития не получил. Со снижением уровня в озере деформации в его теле прекратились.

4. Обстановка, сложившаяся после сентября 2002 г. по пути движения речных вод к главному водоприемнику – р. Терек, вызывает наибольшую озабоченность, так как в июне 2002 г. по системе рек Геналдон – Гизельдон прошли выдающиеся паводки, не наблюдавшиеся здесь по крайней мере в течение последних 100 лет и приведшие к разрушению (рис. 16) или серьезному повреждению (рис. 17) гидротехнических сооружений, занесению русел наносами, подмыву опор мостов и берегозащитных сооружений; при этом ниже устья р. Геналдон максимальный ежесекундный расход составлял около 230 м³/с, что приближалось к расчетному расходу пропуска через плотину Гизельского гидроузла, построенного в 60-х годах XX века (295 м³/с). Отложения селевого потока, вызванного каменно-ледовым выносом из верховий, заполнившие

долины рек Геналдон и Гизельдон на длине в 12 км и содержащие ледовую составляющую, стабилизируются крайне медленно – передвижение техники по поверхности этих отложений было затруднено весь прошедший после сентября 2002 г. период (рис. 18). При проходке выработки для отбора представительной пробы (январь 2005 г.) на участке максимальных средних мощностей (6-6,5) м близ устья р. Геналдон в (субширотной приразломной Кобанской впадине) уже с глубины 3 м грунт находился в разжиженном состоянии.



Рис. 18. 01 июня 2004 г. Отложения селя 20 сентября 2002 г. всё ещё не стабилизировались.
Фото Э. Запорожченко



Рис. 17. 16 июня 2003 г. Сброс паводочного расхода ($\sim 30 \text{ м}^3/\text{с}$) через Гизельский гидроузел.
Фото Э. Запорожченко



Рис. 19. Схема расположения пунктов гидрологических наблюдений

Гранулометрический состав селевых отложений у устья р. Геналдон (6 км от «Кармадонских ворот», мощность > 4,5 м, шурф 1) и в долине р. Гизельдон (9 км, мощность 1,5 м, шурф 2) в сравнении с аллювием приведен в таблице 2, послойные плотности – в таблице 3 (январь 2005 г.).

Таблица 2

Расстоян ие от "Кармадо нских ворот", км	Интервал отбора, м	Размер фракций в мм, содержание в %											D _{средн.} , мм
		>200	200- 100	100- 80	80-20	20-10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5- 0,25	<0,25	
Новейшие селевые образования													
6	0-1,5	13,7	20,4	7,0	14,4	6,4	7,8	7,5	4,0	3,2	2,3	4,9	80,8
6	1,5-3,0	38,0	16,3	4,6	5,5	5,5	6,9	3,9	3,7	2,2	2,7	3,2	121,2
9	0-1,5	4,0	11,0	3,6	10,9	11,0	14,1	8,2	8,3	5,5	4,2	7,4	42,0
Голоцен, аллювий р. Гизельдон													
9	1,2-3,0	15,8	25,1	5,1	13,1	10,5	3,1	6,6	5,1	2,5	1,0	0,5	91,3
13,5	0-1,0	10,7	12,9	6,3	16,7	12,9	3,5	5,3	5,1	2,5	1,7	1,2	68,0
18	0-4	3,7	19,8	11,7	12,8	10,1	5,3	5,9	4,8	1,5	1,6	1,1	56,5
28	0-2	-	7,0	11,1	29,4	12,9	9,2	3,7	1,6	1,5	1,3	2,2	46,9
31	0-1,5	-	9,1	11,1	14,0	13,4	5,5	0,8	2,3	7,0	3,4	15,0	38,8

Таблица 3

Номер шурфа	1	1	1	1	2	2	2	2
Глубина, м	0,2-0,3	0,5-0,6	0,7-0,8	1,8-1,9	0,2-0,3	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,1
ρ , т/м ³	1,8	1,73	2,18	2,14	1,83	2,18	2,20	2,21

Максимальная осадка поверхности селевых отложений (преимущественно за счет таяния ледовой составляющей) к концу 2004 г. в приустьевой части р. Геналдон составила 3,5 м (поперечник 1, рис. 19, 20). Неразмывающие скорости потока для этих отложений лежат в пределах 1,35-1,40 м/с, тогда как при расходах в 7 м³/с (ординарные летние паводки) фактические скорости составляют 1,5-1,7 м/с. Идет интенсивный размыв (рис. 21) на участках с уклонами от 0,04 до 0,02 и переотложение на участках с уклонами от 0,02 до 0,01 (рис. 22). Энергетические параметры ливневых паводков (максимальные значения) с обеспеченностью в Р=1-3% (для р. Геналдон в створе «Кармадонских ворот» $Q_{1,0} = 154$ и $Q_{3,0} = 103$ м³/с и $V_{1,0} = 4,7$ и $V_{3,0} = 4,3$ м/с, соответственно для р. Гизельдон в пределах развития селевых отложений $Q=172$ и 122 м³/с и $V= 1,8-2,0$ и $1,5-1,6$ м/с), даже без учета прорывных, существенно превышают эти критические цифры и свидетельствуют о реальности масштабных русловых деформаций: преимущественно за счет береговой эрозии, а на предустьевом участке р.Геналдон и глубинной (здесь дном реки еще не вскрыта докатастрофическая поверхность аллювия русла и поймы).

После прохождения селевой волны 20 сентября 2002 г. дно реки было поднято на 7-8 м сразу же за «Кармадонскими воротами» и на 2 м на границе распада селевой массы (~ 12 км пути движения). Подпор р. Гизельдон в первые дни после селя достигал - 4 м, к

концу 2004 г. он не превысил 1-1,5 м. Каких-либо проблем для низлежащей территории это обстоятельство не выдвигает.

На выходе из теснины «Кармадонских ворот» расход паводочной волны, трансформированной завальными массами в Кармадонской котловине, будет определять ход руслового процесса и судьбу подкомандной территории. 20 сентября 2002 г., через выходное скальное сечение, судя по оставленным меткам наивысшей волны, прошел селевой расход $\sim$ в 2000 м³/с (Запорожченко, 2004). Этот створ – оптимальное место устройства гидрометрического поста (Запорожченко, 2005). Здесь, помимо измерений параметров водного (селевого) потока, предусматривается установка автоматического радиолокационного датчика и система оповещения нижележащей территории о начале формирования селевого (или опасного для развития селевого процесса по ходу движения водного) потока – по превышению критического уровня в предварительно оттарированном сечении (рис. 23).

4. Прогнозные соображения

4.1. Эндогенно обусловленные общепричинные сценарии

Эруптивный сценарий может возникнуть в случае пробуждения вулканической деятельности Казбека. В голоцене на Казбеке не отмечалось извержений, возможные последствия будут зависеть от местоположения кратера и направления излияния лав. При выходе лав в районе цирка Колки, ледники станут источником жидкой составляющей катастрофических лахаров по всей долины р. Геналдон и ниже. Сделать прогноз реальности извержения и мощности возникающих в связи с этим потоков не представляется возможным. **Вероятность** реализации эруптивного сценария **крайне незначительна** и в практических соображениях может не учитываться.

Геотермальный сценарий подразумевает разогрев ложа ледника теплом, исходящим из приповерхностной магматической камеры (кровля на глубине $\sim$ 4 км ниже уровня моря, подошва $\sim$ 8 км) под потенциально вулканически активным Казбекским массивом (Гурбанов и др., 2004). Имеется ряд свидетельств такого воздействия на леднике Колка перед катастрофой 2002 г.: концентрация серы в ручье, вытекающем из бывшего ложа Колки была в тысячу раз выше нормальной, ощущался сильный запах и клубы газа. Однако это могло быть не причиной, а следствием обвалов со стены Джимарай-хоха. **Вероятность катастрофы**, вызванной геотермальным воздействием на ближайшие 20-25 лет, **невелика**, но она будет нарастать по мере набора массы ледником Колка. Аналогично наше отношение и к сценарию (гипотезе) участия **гидротермальных газов и термальных вод** в процессе катастрофически быстрого перемещения ледовых масс (Муравьев, 2004).



Рис. 21. 01 июня 2004 г. Правый берег р. Гизельдон в ~ 1 км ниже устья р.Геналдон. Подмыв основания полотна автодороги ординарным летним паводком ($10 \text{ м}^3/\text{с}$). Фото Э. Запорожченко

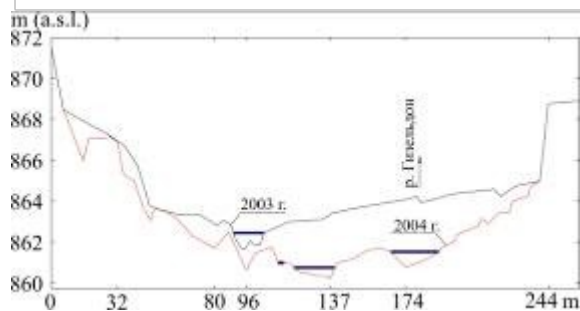


Рис. 20. Изменение конфигурации поверхности селевых масс в днище долины р. Гизельдон близ устья р.Геналдон по съёмкам 2003 и 2004 гг. (поперечник 1 на рис. 19)



Рис. 22. Январь 2005 г. Профиль руслового водного тракта: рр. Геналдон ("Кармадонские ворота" – устье) и Гизельдон (устье – р. Фиэгдон)



Рис. 23. 25 июня 2004 г. Река Геналдон на выходе из "Кармадонских ворот" – участок расположения гидрометрического поста. Фото Э. Запорожченко

Сейсмический сценарий может реализоваться при сильном землетрясении. Кроме маловероятности такого события, какого-либо **значимого последствия** от такого землетрясения (тем более с небольшими магнитудами) применительно к долине р. Геналдон **ожидать не следует**: обвально-осыпная активность и вызванные его прорывные паводки с формированием селевых потоков могут привести к катастрофическим последствиям для обжитой части долины рек Геналдон и Гизельдон на отметках воздействия лишь при наложении дополнительных факторов, главный из которых – **интенсивные атмосферные осадки**.

4.2. Посткатастрофический сценарий зоны транзита каменно-ледового потока

Ледниковый цирк Колка (истоки р. Геналдон). Летом 2004 г. уже произошло заполнение ямы выбивания в тыловой части ледника. Через 20-25 лет при стабильных климатических условиях ледник Колка, вероятно, восстановит свои линейные предкатастрофические размеры (*Черноморец, 2005*), а масса приблизится к критической. При наличии каменно-ледовых обвалов с окружающих крутых склонов и стен можно ожидать повторения сценариев 1902 и 2002 гг., но не ранее рубежа 2025-2030 гг.

Участок от ледника Колка до южного экскарпа Скалистого хребта (постоянное население и инфраструктура отсутствуют). В ближайшее время здесь ожидается типичная посткатастрофическая динамика экзогенных процессов. Эффект подрезки нижних частей склонов с активизацией обвально-осыпной деятельности к 2005 г. уже сошел на нет. Быстрая задернованность склонов приведет к уменьшению поступления мелкозема в русло р. Геналдон до прежних объемов с уменьшением локальной селевой деятельности. Подвижки массивов древних оползней при умеренных магнитудах землетрясений хотя и могут обусловить прорывные сели, однако распад последних произойдет либо выше Кармадонской котловины, либо такие потоки будут аккумулированы в ней.

С каменно-ледовым телом завала связаны два сюжета потенциального развития событий: закупорка подледных каналов стока р. Геналдон и быстрый сброс воды из подпрудного водоема. Перестройка подледных каналов стока – нормальное явление в

жизнедеятельности любого ледника. Она может происходить несколько раз за сезон, но, как правило, не приводит к неблагоприятным последствиям, это подтвердили наблюдения 2003-2004 гг. – периода наиболее интенсивных внутриледниковых преобразований, не отразившихся на заметном увеличении расхода реки на выходе из «Кармадонских ворот». **Ожидать** и далее **опасных последствий** из-за закупорки или перестройки подледных каналов стока **не следует**.

Степень негативных последствий быстрого сброса воды из подпрудного новообразования снижается с течением времени (понижением уровня). Прорывной паводок 16 июня 2003 г. с объемом 0,4 млн. м³ (примерно столько же остается в подпруде на начало 2005 г.) показал, что сформировать селевой поток, способный дойти до предгорий (створ с. Гизель) такой паводок не сможет, однако его эрозионная деятельность оказывается разрушительной для долинной инфраструктуры, а расход (~ 20-25 м³/с) и энергонасыщенность – критическими для возникновения процессов руслопереформирования и массового передвижения наносов к нижерасположенным гидротехническим и иным сооружениям. Быстрый сброс воды из подпруды все же рассматривать как существенный паводковый фактор уже **не следует**. Основными факторами, влияющими на развитие русловых событий, являются здесь экстремальные синоптические ситуации – сильные ливни на фоне высоких температур (обычно в июле – начале августа). Сель 6 августа 1967 г., вызванный такими ливнями, разрушил дорогу и мосты в теснине Скалистого хребта ($Q \sim 100$ м³/с, $W \sim 3$ млн. м³), но более интенсивные – в июне 2002 г. – к значительным селепроявлениям не привели. Селевой наносоводный паводок 11-12 августа 2004 г., при осадках ~ 40 мм/сут. распался до гидрологического поста в хвостовой части завала, хотя его оценочный средний расход составлял ~ 50 м³/с, а объем – до 500 тыс. м³. В условиях завального тела в Кармадонской котловине и его смягчающей уклоны и аккумулирующей роли, лишь расходы паводка ≥ 150 м³/с объемом ≥ 4 до 5 млн. м³ смогут доставить селевой материал ниже «Кармадонских ворот». Такие параметры укладываются в представления о 1 % обеспеченности процесса. Но хотя посткатастрофическая геоморфологическая ситуация в рассматриваемой части долины для селепроявлений стала более благоприятной, учетом поступления селевых масс на территорию ниже «Кармадонских ворот» в практических расчетах можно **пренебречь**. Соотношение объемов материала завала – 60 млн. м³ (на 2005 г.) и до 5 млн. м³ гипотетического селя указывает на недостаточность селевого энергетического потенциала для заметного наращивания объема завала. К тому же к 2006 г. р. Геналдон полностью выйдет здесь на поверхность. После освобождения от «квазиледника» Кармадонской долины прохождение селевого потока редкой повторяемости ($\leq 1\%$) через теснину Скалистого хребта возможно, но с аккумуляцией материала в расширении долины р. Геналдон и выше ее устья.

Участок ниже теснины Скалистого хребта (длина ~ 40 км) требует к себе особого внимания: здесь, по выходе р. Гизельдон на предгорья, сосредоточивается население и соответствующие сооружения жизнеобеспечения, включая крупный водозабор питьевых вод. Верхняя часть (~ 6 км) долины р. Геналдон полностью заполнена отложениями селя 2002 г., ниже устья эти же отложения покрывают ~ 7 км поймы р. Гизельдон. Особенностью ситуации является наложение селевых событий сентября 2002 г. (рис. 24) на последствия прошедшего накануне (июль 2002 г.) ливневого паводка, а также ликвидация (в значительной степени) усилий по аварийным работам (расчистка, спрямления и берегоукрепления русел) прорывной паводочной волной 16 июня 2003 г.



Рис. 24. 21 сентября 2002 г. Постселевой поток по р. Геналдон.
Фото с вертолѐта И. Галушкина

Прогноз русловых процессов, учитывающих создавшиеся после 2002 г. новые гидрологические условия, мало, в отличие от участка расположенного выше створа «Кармадонских ворот», изменившиеся за 2003-2004 гг., составлялся институтом «Севкавгипроводхоз», исходя из оптимального сценария посткатастрофических изменений в Кармадонской котловине и верховьях р. Геналдон и трех уровней вероятности гидрологических параметров ($P = 1,3$ и 10%), а также из следующих положений.

1. На р. Гизельдон у с. Гизель располагается гидротехническое сооружение – гидроузел, построенный в конце 60-х годов минувшего столетия и рассчитанный на пропуск расхода в $295 \text{ м}^3/\text{с}$ (1% обеспеченность). Он был серьезно поврежден во время ливневого паводка в июне 2002 г., но справился с пропуском $>200 - <250 \text{ м}^3/\text{с}$ и разрушен не был. Ныне он занесен отложениями паводка сентября 2002 г. и прорывного паводка июня 2003 г., нуждается в очистке (верхний бьеф), частичном восстановлении и реконструкции.

2. Расположенный в 2,5 км ниже гидроузла Архонский вододелитель, призванный направлять 70 % расхода реки влево, в р. Кизилка, и лишь 30 % по собственно р. Гизельдон (р. Архонка), протекающей через центр ст. Архонская, паводком июня 2002 г. разрушен и к концу 2004 г. не восстановлен. После 16 июня 2003 г. весь сток был

направлен (декабрь 2004 г.) по р. Кизилка, мосты через которую на такую ситуацию не рассчитаны. Более того, и при работающем вододелителе существующие мосты не в состоянии пропустить расчетные расходы.

3. Весь 2002 (после сентября), 2003 и 2004 гг. р. Гизельдон, а также рукава Кизилка и Бурчак несли воду с резко повышенной мутностью за счет взвешенных наносов; наблюдалось быстрое занесение русел влекомыми наносами – процесс, ранее никогда не имевший место в круглогодичном разрезе.

4. Карьерные разработки аллювиального гравийно-песчаного материала в пойме р. Гизельдон в районе с. Гизель крайне негативно отражаются на ходе русловых процессов примыкающих и нижерасположенных территорий.

5. Заключение

Посткатастрофический сценарий в ближайшие годы предполагает эволюцию зоны воздействия событий 20 сентября 2002 г. **без мощных внешних воздействий**. При этом для ненаселенной до отметок возможного влияния части долины р. Геналдон к югу от Скалистого хребта, при отсутствии эндогенно вызванных триггерных механизмов, развитие событий по катастрофическому сценарию до ~ **2025 года не ожидается**. Интенсивность экзогенных процессов будет падать до фоновых проявлений, а в будущем вместилище ледника Колка накапливаться ледниковая масса, по достижении критического значения (~ 100 млн. м³) готовая прийти в движение. Всплески селевой активности в летние периоды здесь ограничат свое воздействие южным эскарпом Скалистого хребта. Ниже «Кармадонских ворот», в условиях крайне медленной стабилизации и легкой размываемости селевых отложений 2002 г., интенсивность русловых процессов будет определять энергетический уровень гидрологических параметров и прежде всего расходов по р. Геналдон, а ниже ее устья – р. Гизельдон, формирующихся исключительно **в зависимости от интенсивности жидких осадков**. При этом новые геоморфологические условия пропуска паводков и инженерно-геологические характеристики селевых масс 2002 г. таковы, что для опасного развития русловых процессов (боковая и донная эрозия, перемещение наносов вниз по течению) теперь уже достаточно прохождения по речным трактам и не экстремальных ($\geq 100 - \leq 300$ м³/с) расходов. В этой ситуации крайне важна организация нового гидрологического поста на выходе р. Геналдон из теснины Скалистого хребта, которым, кроме задач мониторинга, решалась бы и предупредительная схема оповещения для нижерасположенного речного бассейна.

Литература

1. Болов В.Р., Мочалов В.П., Муратов Ш.С. Проблемы прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций в горных районах// Труды Всероссийской конференции по селям. Нальчик, 2003, С. 11-17.
2. Гурбанов А.Г., Кусраев А.Г., Чельдиев А.Х. Первые результаты исследования эндогенных процессов в Геналдонском и прилегающих ущельях // Вестник Владикавказского научного центра. Том 4. № 3, 2004, С. 2-8.
3. Залиханов М.Ч., Ефремов Ю.В., Панов В.Д. Ледяная корона Кавказа. – Нальчик: издательский центр «Эль-Фа», 1999, 210 с.
4. Запорожченко Э.В. Геналдонская гляциальная катастрофа 2002 года. // «Мелиорация и водное хозяйство», № 1, 2003, С. 2-6.
5. Запорожченко Э.В. Защита народнохозяйственных объектов РСО-Алания от последствий Геналдонской катастрофы 2002 г. // Труды Международной научно-технической конференции «Строительство и эксплуатация транспортных сооружений в районах развития опасных геологических процессов». Москва, 2003, С. 73-75.
6. Запорожченко Э.В. Долины рр. Геналдон и Гизельдон до и после сентября 2002 г. // Материалы Международной конференции по селям «Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков». Выпуск 2. Пятигорск, 2004, С. 103-148.
7. Запорожченко Э.В. В долинах рек Геналдон и Гизельдон: 2004. // Материалы Международной конференции «Предупреждение опасных ситуаций в высокогорных районах». Владикавказ, 2005.
8. Муравьев Я.В. Подводное геотермальное извержение – возможная причина катастрофического «выброса» ледника в Казбекском вулканическом массиве (Кавказ)// Вестник Краунц. Серия наук о земле, № 4, 2004, С. 6-20.
9. Петраков Д.А., Тутубалина О.В., Черноморец С.С. Оценка и прогноз динамики ледовых образований и рельефа после Геналдонской катастрофы 2002 года // Материалы Международной конференции «Предупреждение опасных ситуаций в высокогорных районах». Владикавказ, 2005.
10. Родкин М.В. Модель развития синергетического эффекта при сильных катастрофах // «Геоэкология». № 1, 2005, С. 81-87.
11. Рототаев К.П., Ходаков В.Г., Кренке А.Н. Исследования пульсирующего ледника Колка. – Москва: издательство «Наука», 1983, 169 с.
12. Черноморец С.С. Селевые очаги до и после катастроф. – Москва: издательство «Научный мир», 2005, 183 с.

О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Большая часть Чеченской Республики находится в зоне рискованного земледелия. Продолжительное сухое жаркое лето. Частые сильные суховейные ветры. Количество осадков в северной части республики не превышает 400 мм в год, причем основная часть из них, хотя и приходится на лето, но выпадает в виде обильных ливней. Такие природные условия, даже при наличии богатых плодородных земель и обилия тепла издавна предполагали опору на орошение, что стало возможным только в годы Советской власти.

В 60-80-х годах в стране и в Чечено-Ингушетии было развернуто и осуществлялось широкомасштабное водохозяйственное и мелиоративное строительство. Мелиорация создала принципиально новые возможности не только для сельского хозяйства, но и для многих других отраслей народного хозяйства республики.

Была укреплена материально-техническая база сельскохозяйственного производства, внедрялись научно обоснованные системы севооборотов и агрохимических приемов обработки земли, осуществлен переход к политике заготовок сельскохозяйственной продукции на основе твердых планов и материального стимулирования сверхплановой продажи зерна. Все это обеспечило огромные достижения, которых достигла республика во всех отраслях хозяйственной деятельности, в том числе и эффективное использование орошаемых земель.

К 1990 году в Чеченской Республике зерновые культуры на орошении выращивались на площадях 48,7 тыс. га с валовым сбором более 127 тыс. тонн или 36% от общего валового сбора этой культуры при средней урожайности 26,2 ц с га.

Рис – на площади 4,8 тыс. га при валовом сборе 15-16 тысяч тонн и средней урожайности 32,5 ц с га.

Сахарная свекла – на площади около 2 тыс. га при валовом сборе 48-50 тыс. тонн и урожайности 250 ц/га.

Овощи – на площади 8 тыс. га при валовом сборе овощной продукции 100-105 тыс. тонн и средней урожайности 130 ц/га.

Кормовые корнеплоды – на площади 1,5 тыс. га при валовом сборе около 60 тыс. тонн и средней урожайности 380-400 ц/га.

В республике были разработаны планы перспективного развития водохозяйственной отрасли. Но в годы перестройки все это рухнуло. Водохозяйственная

отрасль оказалась в очень тяжелом положении. Звание «мелиоратор» в устах некоторых новых высоких чиновников стало, чуть ли не ругательным.

От таких потрясений и, главным образом, практически при полном прекращении финансирования, отрасль не оправилась и в настоящее время, продолжая оставаться падчерицей у своей мачехи – сельского хозяйства.

Сегодняшнее состояние мелиорации – это часть общей печальной ситуации в сельском хозяйстве России. Не имея должной государственной поддержки рушатся и разбазариваются мелиоративные фонды. Чередой катастрофических паводков в республике разрушены крупные гидромелиоративные узлы: Аргунский, Сунженский, Аксайский, Николаевский и другие.

Числящиеся сегодня на балансе хозяйств орошаемые площади, по существу, можно считать орошаемыми только условно, потому что оросить из них сегодня представляется возможным не более 15-20%.

Практически все элементы сети: каналы, водовыпуски, перегораживающие сооружения, лотки, водосбросы, гидрозатворы выведены из строя и требуют полного восстановления. Каналы в земляном русле заилены и заросли растительностью. Орошаемые поля невозможно поливать без проведения капитальной планировки. То есть практически все элементы оросительных систем требуют реконструкции и мер по организации соответствующей эксплуатации для поддержания их в нормальном техническом состоянии.

**Орошаемые площади Чеченской Республики,
находящиеся на балансе хозяйств**

№ п/п	Наименование районов	Площадь орошения, га	Протяже- ность ка- налов, км	В т.ч. , км			Кол-во гидро- соор., шт
				в зем- ле	в тру- бах	в лот- ках	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ачхой-Мартановский	9904	181	18	27	136	1210
2	Шалинский	7670	143	89	4,5	49,4	281
3	Гудермесский	21774	662	463	-	199,5	9411
4	Надтеречный	15138	622	343	172	107	1832
5	Грозненский	11903	366	146	97	123	1089
6	Наурский	26854	785	422	-	363	5450
7	Урус-Мартановский	5691	144	98	7	39	416
8	Сунженский	7795	61	34	-	27	198
9	Шелковской	31971	938	569	-	368	4699
	Итого:	138700	3902	2183	307	1412	24586

Необходимо принять экстренные меры по сохранению, восстановлению и реконструкции всех элементов оросительных систем, которые в перспективе могут быть увеличены до 226,9 тыс. га.

Перспективный ирригационный фонд Чеченской Республики

№ п/п	Наименование оросительных систем	Перспективные площади, тыс. га
1	2	3
1	Аксайская	4,1
2	Алханчуртовская	10,0
3	Аргунская	30,8
4	Ассиновская	33,2
5	Гудермесская	20,8
6	Надтеречная	17,0
7	Наурско-Шелковская	56,9
8	Сулла-Чубутлинская	22,8
9	Шалинская	22,0
10	Горячеисточнинская	9,3
	Итого:	226,9

Необходимо подчеркнуть, что все эти оросительные системы были запроектированы, и условия для их дальнейшего развития были созданы в свое время многими научными, проектными и строительными организациями.

Основная организация в республике, которая осуществляла строительство водохозяйственных и мелиоративных объектов – «Чеченингушводстрой». Ее возглавляли в разные годы **А.Ф. Лазарев, Н.С. Клюкин, Е.В. Тумсоев.**

Но любой стройке всегда предшествуют большие подготовительные работы: обследование, изучение, научные проработки, составление проектно-сметной документации, ее защита и утверждение. Все эти работы осуществлялись специалистами высокой квалификации из Москвы, Ростова-на-Дону, Пятигорска. Основным объемом всех работ по обоснованию и разработке водохозяйственных объектов в Чеченской Республике выполнялся специалистами института «Севкавгипроводхоз» в г. Пятигорске.

Золотыми буквами вписаны в мелиоративно-хозяйственную историю республики имена выдающихся проектировщиков-пятигорчан: **А.И. Докина, В.И. Алдошина, А.С. Давыдова, И.С. Новикова, Н.Ш. Погосова, В.Г. Сухарева, И.И. Черноусова, Р.В. Яковкина, М.Е. Черненко, Л.Ш. Кагановича, В.М. Вишнякова, М.Б. Дуэль,** многие из которых и сегодня творят мелиоративную Чеченскую историю.

Большие трудности имели место в Чеченской Республике и с питьевым водоснабжением. Еще в 70-80-е годы прошлого столетия население республики почти повсеместно пользовалось питьевой водой из рек и речушек. Локальные водопроводы имелись только в крупных городах, таких как Грозный, Гудермес и некоторых других. И это притом, что в республике имелись достаточные запасы подземных вод питьевого качества. Именно на долю института «Севкавгипроводхоз» и его Чечено-Ингушского филиала выпали задачи поиска и решения проблемы водоснабжения в республике. С этой целью ими в 1970–1975 гг. были проведены работы по изучению, сбору и систематизации

материалов о наличии подземных источников для водоснабжения. Выбор оптимального решения водоснабжения для каждого потребителя решался с учетом утвержденных запасов пресных подземных вод на основе материалов геологических отчетов и данных паспортов скважин, построенных на соответствующих территориях.

Собранные материалы позволили решать вопросы водоснабжения на подавляющей части республики без проведения дополнительных разведочных работ на воду.

Исключения составили лишь несколько районов.

- Ножай-Юртовский, где водоснабжение рекомендовалось осуществлять за счет разведки и последующего каптажа родников трещиново-пластовых верхнемеловых отложений в верховьях реки Беной-Ясси, а также путем разведки участка водозабора пресных подземных вод четвертичных отложений в северо-восточной части Гудермесского района.

При этом протяженность водопроводов в Ножай-Юртовском районе составляла около 35 км. Глубина скважин – 250 м, дебиты 2–10 л/с, удельные дебиты от 0,2–0,8 л/с до 2-3 л/с.

- Веденский и Шатойский районы, где перспективы водоснабжения были связаны с проведением специальных исследований в истоках местных рек и на участках выходов родников из тертонских, верхнесарматских и меловых отложений на более детальных стадиях проектирования. Наиболее благоприятными оказались гидрогеологические условия в пределах Сунженской долины.

Здесь стало возможным увеличить утвержденные запасы пресных подземных вод без дополнительных затрат на разведочные работы по месторождениям: Чернореченское, Шаудонское, Самашкинское, Орджоникидзево, Урус-Мартановское, Ачхой-Мартановское, Ассиновское, Старо-Атагинское, расположенные в районах: Сунженском, Ачхой-Мартановском, Урус-Мартановском, Шалинском, в г. Грозном и части Грозненского района, в юго-западной части Гудермесского района.

Наличием апробированных запасов подземных вод характеризовались Надтеречный, Наурский и Шелковской районы.

Институтом «Севкавгипроводхоз» была составлена «Схема водоснабжения населенных пунктов Чеченской Республики». А также разработаны проекты групповых водопроводов: Ачхой-Мартановского, Урус-Мартановского, Старо-Атагинского водозабора, Загорского группового водопровода, Первомайского и Петропавловского групповых водопроводов, ТЭО Ножай-Юртовского и Баги-Юртовского групповых водопроводов, отгонные пастбища Сунженского хребта, отгонные пастбища Терского хребта.

В доперестроечный период большинство из перечисленных водопроводов были построены и введены в эксплуатацию. Население республики с глубокой благодарностью

воспринимали меры по централизованному обеспечению качественной питьевой водой для мелиорации в Чеченской Республике.

Этот период был знаменателен и для меня лично – первого чеченца инженера-гидротехника, прошедшего за короткий срок путь от мастера до заместителя начальника «Чеченингушводстроя», заместителя, а через год министра мелиорации и водного хозяйства Чечено-Ингушской АССР. Хочу сказать добрые слова о Дмитрие Борисовиче Давыдове, моем предшественнике на посту министра. Это был умудренный опытом профессионал, простой в обращении, внимательный и отзывчивый, хороший руководитель и учитель, товарищ и друг.

Вспоминая те годы, можно с уверенностью утверждать, что это была хорошая практика, прекрасная школа сочетания опыта старших опытных и молодых теоретически хорошо подготовленных специалистов.

Уроки Д.М. Давыдова, пример его личного отношения к работе, к подчиненным – его стиль мне очень помогли в дальнейшей работе и жизни.

Хочется добрым словом вспомнить и многих других соратников по работе в водохозяйственной отрасли республики, которые внесли огромный вклад в ее развитие. Всех назвать просто невозможно, но отдать должное тем, чьи имена были и остаются гордостью водохозяйственников отрасли России и Чеченской Республики, с которыми мне посчастливилось работать многие годы, я просто обязан. Это выдающиеся профессионалы и великие личности: **Е.А. Беднарук, А.М. Беззубенко, В.И.Калашников, О.Б. Канатов, Н.С. Клюкин, П.С. Кипа, К.С. Корнев, А.Ф. Лазарев, В.П.Логинов, Н.Н. Михеев, В.С. Некрасов, В.С. Оводов, М.М. Скиба, П.М. Степанов, Б.Г.Штепа, Б.А. Шумаков, Б.Б. Шумаков.**

Спасибо им всем за их беззаветный труд, доброжелательное отношение, основополагающий вклад в развитие водохозяйственной отрасли нашей республики. Мне, конечно, очень повезло, что судьба свела меня с такими людьми. Я горжусь, что, перенимая их опыт, мне удалось успешно руководить водохозяйственной отраслью и осуществлять мероприятия, обеспечившие пик взлета и развития мелиорации в республике.

Со всей определенностью можно утверждать, что именно благодаря мелиорации сельское хозяйство республики и ряд других отраслей народного хозяйства в доперестроечный период достигли высокого развития. Орошаемые площади к 1990 году достигли 150 тысяч гектаров. Были построены и введены в эксплуатацию современные, являющиеся гордостью Чеченской Республики и всего Северного Кавказа, обводнительно-оросительные системы: Наурско-Шелковская, Надтеречная, Ассиновская, Аргунская, Сулла-Чубутлинская, Шалинская, Горячесточнинская и другие.

На них внедрялись прогрессивные способы полива: по широким длинным полосам, с помощью сифонов-автоматов, короткоструйных и дальноструйных стационарных

дождевальных аппаратов, переносных трубопроводов, дождевальными машинами, в том числе широкозахватными: «Волжанка», «Кубань», «Фрегат».

К сожалению, в перестроечный период мелиоративная отрасль в стране и в Чеченской Республике оказались невостребованными. В Чеченской Республике непоправимый ущерб водохозяйственным и мелиоративным объектам был нанесен военными действиями. Разрушенными оказались практически все плотинные водозаборы на реках, большинство других гидротехнических сооружений, уничтожены многие сотни лотковой сети, многие каналы, почти вся внутрихозяйственная сеть. Вот такая безрадостная картина сегодня.

Но жизнь продолжается, и она требует принятия неотлагательных мер по восстановлению ирригационного фонда республики. К сожалению, принятая в 2002 году Правительством Российской Федерации, Целевая программа (ФЦП) по восстановлению экономики и социальной сферы Чеченской Республики в части, относящейся к водохозяйственной отрасли, пока не реализуется.

Мои многократные попытки обращения к руководству Росстроя (Н.П. Кошман), Правительства Чеченской Республики (С.В. Ильясов, А.А. Попов) путем выступления на различных высоких совещаниях и письменно в адрес Минэкономразвития (Г.О. Греф), Минсельхоза (А.В. Гордеев, Г.Г. Гулюк) с привлечением руководства ФГУ «Управление «Чеченмелиоводхоз» (Х.О. Мажидов, А.Ю. Хасанов) с обоснованием необходимости принятия безотлагательных мер по восстановлению водохозяйственного комплекса республики не увенчались успехом, хотя всем совершенно ясно, что это делать необходимо, и чем раньше, тем лучше.

К сожалению, пока имеются лишь единичные примеры работы по восстановлению отдельных водохозяйственных объектов, и осуществляется она нашим надежным партнером – коллективом института «Севкавгипроводхоз», возглавляемым его генеральным директором, академиком, заслуженным мелиоратором РФ, высокопрофессиональным и просто замечательным, отзывчивым человеком Константином Николаевичем Носовым.

Благодаря его компетентности, настойчивости и энергии первые сдвиги имеются. Было открыто финансирование и составлена проектно-сметная документация на восстановление водоснабжения в с. Ачхой-Мартан, ряда временных водозаборов, групповых водопроводов, капремонт Аксайского гидроузла, ряда магистральных каналов, насосных станций. Институтом составлена проектная документация на восстановление жилых домов, подземных и надземных коммуникаций, застройки улиц Жуковского, бульвара М. Дудаева, площади Минутка в г. Грозном и т.д.

Большие усилия и серьезный вклад в этой работе принадлежит многим сотрудникам института «Севкавгипроводхоз» – его техническому директору

Б.В.Васильеву, заместителю технического директора, начальнику техотдела **М.Б. Дуэль**, начальникам отделов и главным инженерам проектов: **А.С. Кирющенко**, **А.М. Падня**, **В.Н.Хижнякову**, **В.Г. Соловьеву**, **К.Л. Говердовской**, **В.М. Вишнякову** и ряду других.

Большое им всем спасибо, я верю, что их труд не пропадет даром! Мы возродим мелиорацию! Мы возродим Чеченскую Республику!



Площадь Минутка в г. Грозном
Здесь также будут возведены жилые дома, 2005 г.



Устройство опорной геодезической сети в г. Грозном
подразделением института «Севкавгипроводхоз», 2005 г.

Восстановлены по проектам института «Севкавгипроводхоз»

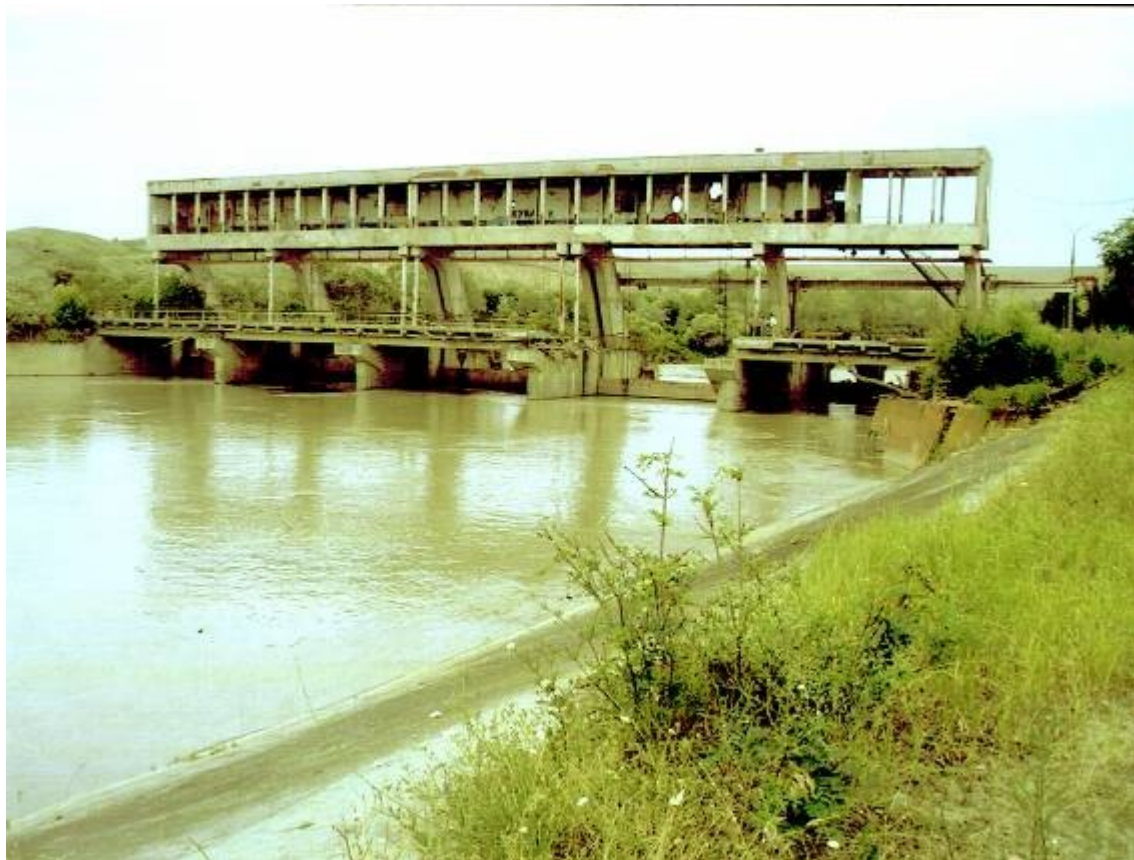


Жилой 80-квартирный дом в г. Аргун, 2005 г.



Жилой 26-квартирный кирпичный дом по ул.Ленина, 21 в г. Гудермес, 2005 г.

Эти объекты будут восстановлены по проектам института «Севкавгипроводхоз»



Гидроузел на реке Сунжа у г.Гудермес, 2005 г.



Гидроузел на реке Аргун, 2005 г.

УДК 624.3

С.И.Политов
Пятигорский государственный
технологический университет,
А.Д.Политова
ОАО «Севкавгипроводхоз»

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НЕРАЗРУШАЮЩИМ МЕТОДОМ

1. Анализ и опыт исследования существующих методов.

Комплексная лаборатория ОАО «Севкавгипроводхоз» проводит целенаправленную работу по совершенствованию методов выполнения лабораторных работ на современных приборах и оборудовании.

При оценке недвижимости на этапе ее экспертизы существенную роль играют качество и скорость выполнения работ по обслуживанию и испытанию основных несущих конструкций зданий и сооружений, которые в подавляющем большинстве случаев состоят из железобетонных конструкций.

На практике во многих случаях возникает необходимость определения прочности находящихся в эксплуатации инженерных сооружений из бетона и железобетона. В этом случае предпочтение отдается, как правило, неразрушающим методам определения прочности бетона, когда испытания проводятся без каких-либо существенных повреждений, подвергающихся исследованию железобетонных конструкций, то есть без снижения их надежности по прочности.

К неразрушающим методам, как известно, относятся методы с применением приборов механического действия и ультразвуковой импульсный метод [1].

В свою очередь испытания прочности бетонов с применением прибора механического действия подразделяются на склерометрический (неразрушающий метод) и совместного отрыва и скалывания (частично разрушающий метод). К склерометрическим методам определения прочности бетона относятся методы упругого отскока и пластических деформаций.

При испытаниях методом пластических деформаций (отпечатками, полученными от вдавливания в поверхность бетона стальных шаров, дисковых штампов), наибольшее распространение получили в России молоток Шмидта и молоток Кашкарова, принцип работы которых основан на величине (диаметре и глубине) лунки, оставляемой на бетонной поверхности при ударе.

В обоих методах выполнение работ сопряжено с определенными трудностями. Например, при работе с молотком Шмидта, исполнитель должен иметь определенный опыт работы по этому методу, сложность которого заключается в навыке экспериментатора наносить удар молотом по бетонной конструкции с одинаковой величиной силы удара и выработкой точности нанесения удара в намеченную точку (по поверхности растворной части бетона). В случае работы с молотком Кашкарова задача частично упрощается, ибо в этом случае выполняют сопоставление отпечатков, оставленных металлическим шариком по бетонной поверхности с параметрами вмятины, образованной на круглой прутковой чистой от коррозии горячекатаной арматурной стали Ст.3 от воздействия одного и того же шарика, помещенного между бетоном и прутком. В этом случае упрощается выбор точки нанесения удара, так как сам молоток Кашкарова устанавливается в точке замера и по нему наносят удар другим молотком. Но в этом случае усложняется как сам процесс проведения испытаний (замеры отпечатков на бетонной поверхности и арматуре), так и возрастают затраты времени на осуществление всего цикла работ.

Следующее поколение приборов в виде склерометров со стержневым ударником, значительно упростили работу исследователя. Ибо в этом случае отпадает необходимость замера параметров вмятин на бетонной поверхности. Значение же прочности бетона определяют по величине отскока бойка от ударника, отмечаемой на шкале прибора при помощи специального указателя. Принцип работы подобных приборов в России (например, склерометр КМ со стержневым ударником) и за рубежом (например, на Кипре, где в основном используют приборы и механизмы английского производства), примерно одинаковы и отличаются лишь внешним дизайном и второстепенными деталями.

К одним из основных недостатков склерометров со стержневым ударником относят их громоздкость и значительные расхождения в показаниях приборов при определении прочности бетона наклонных конструкций и в потолочном перекрытии.

В последние годы, в связи с ростом объемов работ по реконструкции существующих зданий и сооружений, возросла потребность в новых приборах и методах по определению прочности бетона, которые позволили бы упростить, как сам процесс испытаний, так и ускорить обработку результатов исследований, осуществить их выдачу в табличной или графической форме с использованием компьютерной техники. Перечисленным требованиям в максимальном объеме отвечает отечественный измеритель прочности бетона - электронный ИПС – МГ 4, выпущенный Челябинским ООО «СКБ Стройприбор» [2].

Старший лаборант
комплексной лаборатории
института А.М. Леваднев
определяет прочность
бетона склерометром
марки ИПС – МГ 4.03





Инженер комплексной лаборатории института А.Ф. Гавриленко за обработкой на компьютере результатов измерений прочности бетона склерометром марки ИПС – МГ 4.03

2. Обследование бетонных конструкций при помощи прибора ИПС – МГ 4.

Прибор ИПС–МГ4, использованный на ряде объектов, обследованных комплексной лабораторией ОАО «Севкавгипроводхоз» (табл.1), зарекомендовал себя положительно, благодаря своему небольшому весу, широкому диапазону исследований и возможности выдачи результатов замеров на компьютер.

Прибор выполнен в виде двух блоков – электронного и непосредственно склерометра (преобразователя). Принцип работы прибора основан на методе ударного импульса в соответствии с ГОСТ 22690 [3]. Прибор позволяет осуществлять замеры прочности бетона на подготовленном участке (удалить с поверхности бетона цементное молоко, наметить точки, в котором будут произведены замеры; 10 промежуточных измерений в течении 15 сек.)

Прибор обладает рядом существенных положительных характеристик, которые значительно облегчают и ускоряют процесс качественного и оперативного обследования бетонных конструкций, среди которых основными являются следующие:

- небольшая масса склерометра (0,55 кг),
- большой диапазон измерений (3 – 100 МПа),
- малая величина основной относительной погрешности (не более $\pm 8\%$),
- большая величина продолжительности работы в зависимости от электрического элемента (25-60 час)
- контроль прочности бетона с использованием большого (до 9) базовых градуировочных зависимостей, записанных в программном устройстве прибора

(тяжелые бетоны на граните, известняке, гравии, грантшлаки, мелкозернистый бетон, керамзитобетон, шлакожелезобетон, кирпич силикатный и керамический);

- возможность выбора направления удара по бетонной поверхности;
- возможность маркировки до 11 видов изделий (балка, колонна, свая, фундаментный блок, стяжка, наружная стена, плита, ригель, ферма, полы).

В то же время прибор может находиться в 5 различных режимах:

- измерение с использованием базовых зависимостей;
- измерения с использованием индивидуальных зависимостей, установленных пользователем;
- просмотр архива;
- передача архивных данных на ПК;
- настройки, предусматривающие записи индивидуальных зависимостей, выбора коэффициента для вычисления класса В бетона и т.д.

Таблица 1а

ОАО «Севкавгипроводхоз»
Комплексная лаборатория.
Сектор испытаний строительных материалов

Результаты испытаний прочности бетона прибором ИПС-МГ 4.03

Объект: Кугультинский дюкер

Наименование испытываемого участка	Показания прибора R, МПа	Коэффициент совпадения К*	Прочность бетона с учетом K_c	Класс бетона	Марка бетона кгс/см ²	Примечание
Оголовок, надземная часть	26,6	0,78	20,7	В 15	М 200	
Анкерная опора, АО-1, низ	26,3	0,76	19,9	В 15	М 200	
Анкерная опора, АО-5, верх	15,4	1,0	15,4	В 12,5	М 150	
Анкерная опора, АО-11, верх	18,0	1,00	18,0	В 12,5	М 150	

* коэффициент совпадения K_c определяют по ГОСТ 22690, прил.9

Исполнитель _____ Леваднев А.М.

Рук. сектора _____ Гавриленко А.Ф.

Нач. лаборатории _____ Политова А.Д.

« ____ » _____ 2005 г.

ОАО «Севкавгипроводхоз».
Комплексная лаборатория.
Сектор испытаний строительных материалов

Таблица 1б

**Ведомость определения временного сопротивления
бетонных образцов сжатию**

Объект: Кугультинский дюкер

Наименование участка	№ керна	Поправочный коэффициент	Диаметр образца, см	Высота образца, см	Площадь сечения образца	Разрушающий	Временное сопротивление сжатию	Класс бетона В	Марка бетона М	Примечание
Оголовок, надземная часть	27	1,10	9,0	11,6	63,3	11500	199	В15	М 200	
	28									
	29									
Анкерная опора, АО-1, низ	19	1,10	9,0	11,7	63,6	11800	204	В 15	М 200	
	20									
Анкерная опора, АО-5, верх	7	1,08	9,0	9,7	63,3	12000	189	В 12,5	М 150	
	8									
Анкерная опора, АО-11, верх	17	1,04	9,0	9,6	63,6	11100	182	В 12,5	М 150	
	18									

Исполнитель _____ Леваднев А.М.

Рук. сектора _____ Гавриленко А.Ф.

Нач. лаборатории _____ Политова А.Д.

« ____ » _____ 2005 г.

Прибор включает в себя математическую обработку, согласно которой автоматически осуществляет усреднение промежуточных измерений и отбраковку промежуточных результатов, имеющих отклонение более чем $\pm 10\%$ от среднего значения прочности на участке и усреднение оставшихся после отбраковки измерений, и осуществляет вывод результатов испытаний на компьютер в табличном виде.

В комплекте прибора ИПС – МГ 4.03 имеется органическое стекло марки СО-120-А ГОСТ 10667 Э9.005-02 с показателем прочности 28,7 МПа, по которой проверяют калибровку прибора.

Недостатком этого прибора является то, что он как и все приборы, работа которых основана на неразрушающем методе, выдает косвенные показатели прочности бетона.

В целях уточнения результатов измерений следует устанавливать градуировочную зависимость, которую находят в результате испытаний 15 серий образцов – кубов по ГОСТ 10180 (всего не менее 30 образцов) одного вида (класса) прочности (табл.2).

Затем вычисляют коэффициент совпадения градуировочной зависимости с результатами испытаний бетона на сжатие и полученные значения вносят в табл.2. На следующем этапе производят корректировку градуировочной зависимости путем обработки единичных результатов испытаний, не удовлетворяющих определенным условиям.

При проведении аналогичных работ на Кипре, одним из авторов данной статьи, после выбора участка обследования и подготовки бетонной поверхности, (ровную поверхность размерами не меньше 15×15 см, не имеющую раковины, наплывы бетона и т.д., зачищали вручную плоской стороной наждачного круга) осуществлялась разметка поверхности фломастером. В качестве шаблона была использована специально сваренная из арматуры $\varnothing 8$ мм сетка общим размером 15×15 см, разбитая на 12 одинаковых прямоугольников (табл.3). В целях обеспечения необходимых удобств, к одной из плоскостей сетки в районе центральной ее части, был приварен стержень из подобной арматуры длиной около 15 см.

В пределах каждого квадрата дважды осуществляли замер прочности бетона путем нанесения второго удара по одной и той же точке без отрыва прибора от поверхности прибора. Затем дважды замеряли прочность бетона на 2-ой точке и так далее (соответственно верхняя и нижняя графа в таблице 3).

Прочность в каждой точке определялась как среднее значение от каждой пары замеров. Как правило, в каждой точке величина второго замера была выше первого, что объясняется как бы «притиркой» бойковой части прибора к бетонной поверхности.

Таблица установления градуировочных зависимостей

№ п/п	Прочность, МПа		
	По результатам испытаний на сжатие $R_{i\phi}$	По градуировочной зависимости R_{iH}	
		До уточнения	После уточнения
1	15,0	13,2	14,7
2	14,1	14,1	15,7
3	13,8	10,8	12,0
4	13,7	12,8	14,2
5	17,0	14,7	16,3
6	17,6	18,1	20,1
7	17,2	15,6	17,3
8	17,1	15,7	17,4
9	19,5	17,5	19,4
10	19,1	19,2	21,3
11	14,7	10,4	11,5
12	15,3	9,7	10,8
13	19,1	17,2	19,1
14	18,9	19	21,1
15	20,4	18,9	21,0

77

$R_{\phi} = 16,8$

$R_H = 15,2$

$R^{RP} = 16,9$

Таблица 3

Прочность бетона на сжатие

Вид определения: склерометром

Дата испытаний: 14.06.2005г.

Время: 10⁰⁰- 12⁰⁰

Объект: Кипр, г. Левкося

1	5	9	13
2	6	10	14
3	7	11	15
4	8	12	16

Прочность образца
из бетонного куба:3,09 N/мм²

Дата укладки бетона	Участок отбора	Вид пробы	Показания прибора			Усредненные значения	Прочность сжатия	Примечание
12.05.05			30,1	30,3	30,2	30,3	30,5	
			30,3	30,4	30,4			
			30,2	30,5	30,4			
			30,0	30,2	30,2			
			30,8	30,8	30,3	30,7		
			30,9	31,0	30,8			
			30,9	31,0	30,7			
			30,1	30,3	30,3			

Усредненная прочность сжатия: 30,5 N/мм². Разница с прочностью куба: - 0,4 N/мм²

Исполнитель _____ Политов С.

Начальник лаборатории _____ Папагеоргиу М.

Следует отметить, что в процессе испытаний как основных, так и контрольных образцов бетонной поверхности, неукоснительно соблюдались общепринятые правила осуществления замеров:

- чтобы удар наносился по ровной поверхности с определенной шероховатостью;
- расстояние между лунками должно быть не менее 15 мм;
- расстояние от края бетонного изделия – не менее 30 мм;
- расстояние до арматуры – не менее 40 мм и т.д.

3. Выводы.

На основании анализа изложенных результатов испытаний можно сделать следующие выводы:

1. Использование отечественного электронного измерителя прочности бетона ИПС - МГ 4.03 значительно ускоряет выполнение работ по определению прочности бетона обследуемой конструкции и позволяет выдавать результаты измерений в совершенной табличной форме с распечаткой на принтере.

2. Изготовление и использование специального металлического шаблона в виде плоской металлической сетки для разметки, обследуемой бетонной поверхности значительно облегчает работу исполнителя, ведет к повышению качества выполнения работ и может быть рекомендовано при выполнении подобных обследований в отечественной практике.

3. В целях совершенствования методики обследования образцов неразрушающим методом, целесообразно было бы провести исследования, в обоснование необходимости двойного удара бойком прибора ИПС-МГ 4.03 в одной и той же точке испытываемого участка, без отрыва прибора от поверхности бетона, после первого замера.

Литература

1. *И.С. Лифанов, Н.Г. Шерстюков.* Метрология, средства и методы контроля качества в строительстве.- М.; Стройиздат, 1979, С.83-87.
2. Электронный измеритель прочности бетона ИПС- МГ4.03. Руководство по эксплуатации.- Челябинск: ООО «СКБ Стройприбор », 49 с.
3. ГОСТ 22690. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРИБОРЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ,
ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ,
ОБСЛЕДОВАНИИ СООРУЖЕНИЙ И ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА
СТРОИТЕЛЬСТВА**

Отдел топографии и геодезии существует со дня основания института «Севкавгипроводхоз». Одним из основных направлений деятельности отдела являются инженерно-геодезические изыскания для проектирования, строительства и реконструкции объектов различного назначения и разного уровня сложности. Учитывая специфику основной деятельности нашего предприятия, объекты изысканий в основном имеют водохозяйственное, водоохранное назначение, а сами изыскания обеспечивают изучение природных и техногенных условий строительного освоения территорий и создание благоприятной и безопасной среды обитания человека.

Для производства геодезических работ много лет специалисты института использовали традиционные методы и геодезические инструменты в их неизменном виде: это мензула, теодолиты 2Т5К, Т30, нивелиры технического класса точности, мерные ленты для измерения расстояний сторон хода. В связи с динамичным развитием деятельности нашего предприятия и ростом объемов работ за последние 10 лет острой стала проблема приобретения геодезического оборудования последнего поколения, изучения новейших технологий геодезического производства.

Одной из важнейших особенностей геодезической деятельности нашего предприятия были и остаются крупномасштабные съемки застроенных и незастроенных территорий, на которых основным является подробное отображение элементов ситуации, контуров местности, инженерных сетей различного назначения. В связи с этим возникает необходимость съемки большого числа пикетов, и как следствие, основная часть рабочего времени в полевых условиях уходит на запись пояснений к пикетам и рисовку абриса.

Одним из первых в этой связи в 1998 году институтом был приобретен электронный тахеометр «GEODIMETER-610 м», производства Швеции. Прибор отличаются технические характеристики высокой точности: с.к.о. измерения расстояний – 3мм+2мм/км хода, с.к.о. угловых измерений – 2 сек, внутренняя память прибора – 10000 точек, температурный режим – 20 до +50 град С.

Приобретение электронного тахеометра сразу доказало на деле, что его использование в производстве геодезических работ, будь то топографическая съемка или же вынос в натуру проекта, в несколько раз увеличило производительность труда при сборе и записи информации о пикетах.



ГЕОДИМЕТР – это:

1. Модульная конструкция.
 2. Простота и эффективность в работе.
 3. Обновление программных и технических модулей.
 4. Полная совместимость со спутниковыми геодезическими приемниками.
 5. Надежность – срок жизни не менее 10 лет.
- Основные возможности геодинетра:
1. В результате угловых измерений вводятся поправки за влияние коллимации и наклона оси вращения трубы.
 2. Автоматическое осреднение отсчетов при многократных наблюдениях визирной цели.
 3. Компенсатор угла наклона оси вращения трубы с диапазоном 6 секунд.
 4. Автоматическая регулировка уровня сигнала при линейных измерениях.
 5. Подсветка дисплея и сетки нитей. Возможность работы в любое время суток.
 6. Съёмный пульт управления с большим дисплеем, удобной клавиатурой и последовательным портом.
 7. Экономичность. Две внутренние батареи обеспечивают работу в течение напряженного рабочего дня.
 8. Удобный выбор режимов линейных измерений.

Рис. 1. Геодинетр.



Тахеометр TS-405

Характерные особенности:

1. Бесконечно наводящие винты.
2. Большой и удобный дисплей.
3. Удобная клавиатура.
4. Лазерный центрир.
5. Двухосевой компенсатор.

ПОЛЕВЫЕ ПРОГРАММЫ:

1. Съёмка с кодами.
2. Разбивка.
3. Вычисление площадей.
4. Обратная геодезическая задача.
5. Свободная станция.
6. Базовая линия.
7. Превышение до недоступной точки.

8. Определение отметки станции.

9. Учет смещения точки.

Рис.2. Геодезист Чирсков В. П. проводит рекогносцировку участка.

Тахеометр установлен на точке съёмочного обоснования и готов к работе.

Наличие такого прибора позволяет выполнить съёмку местности в труднодоступных местах, с большим перепадом высот, со сложными формами рельефа, и, как правило, с очень маленькой погрешностью в измерениях. Технические характеристики тахеометра и высокие показатели скорости производства работ с его использованием проверены и доказаны временем.

В марте 2003 года институт «Севкавгипроводхоз» пополнил оснащение топографического отдела еще одним электронным тахеометром «LEICA», 400 серии производства Швейцарии. Прибор отличают технические характеристики равные по

точности представленного выше геодезического прибора. Тахеометр прост в освоении и использовании, надежен в работе и впечатляет своей функциональностью. Внутренняя память с удобными программами – 10 000 блоков памяти. Инфракрасный дальномер с дальностью 3500 м на 1 призму. Угловая точность измерений – 5 секунд. Линейная – 2 мм +2 ppm/5 мм + 2 ppm.

Электронные тахеометры предназначены для проведения топографических съемок, кадастровых работ, изысканий и строительства. Встроенное программное обеспечение этих приборов покрывает практически весь круг возникающих геодезических задач.

1. Вычисление площади фигуры по координатам точек.
2. Производство разбивочных работ с предварительным размещением в памяти прибора координат исходных и выносимых точек.
3. В программах пользователя можно описать любые требуемые методики измерений. Использование этих программ позволяет управлять составом данных, выводимых на дисплей и регистрируемых в памяти прибора.
4. Вынос в натуру проектов любых заданных трасс.

Это лишь краткий пример возможностей тахеометров.

Сегодня инструментальный парк отдела пополнился высокоточным безотражательным тахеометром «LEICA-1202». В основе системы прибора – новый пользовательский интерфейс и множество функций, мощный менеджер данных и возможность создания собственных программ. Прибор имеет великолепную измерительную систему. Инфракрасный дальномер с различными режимами работы позволяет выполнять измерения длин линий до 3 км на одну призму. Безотражательный дальномер – видимый красный лазер с дальностью измерений до 500 метров – позволяет выполнять измерения до углов зданий и недоступных объектов.

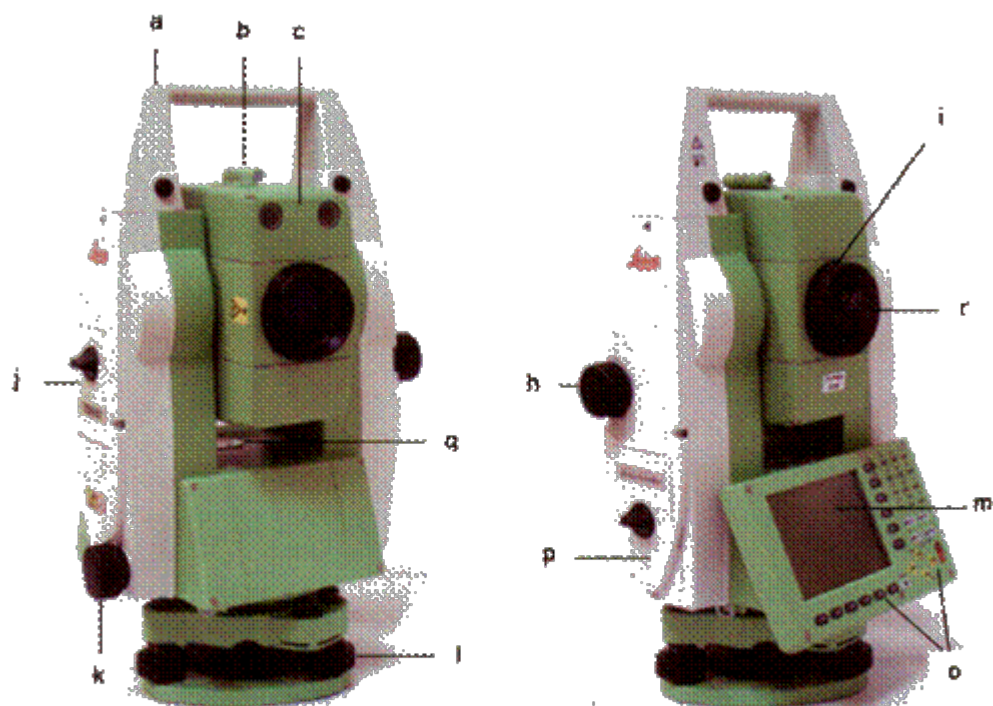
С использованием электронных тахеометров при выполнении топографо-геодезических работ появилась уникальная возможность применения метода полевого кодирования.

Метод полевого кодирования заключается в присвоении каждому съемочному пикету записываемого в память тахеометра цифрового или символьного кода, соответствующего определенному топографическому объекту или его элементу. Библиотека кодов создается заранее и вводится в память прибора и при камеральной обработке геодезических измерений исполнитель уже знает, что обозначает цифровой код, присвоенный пикету. Время, необходимое для рисовки ситуации, контуров, условных обозначений, значительно сокращается.

Электронный тахеометр Leica TPS 1200

Главные компоненты системы:

1. Инструмент - для выполнения измерений, вычислений и хранения данных;
2. Leica Geo Office (LGO) - программное обеспечение для работы в офисе, включает набор программ, обеспечивающих работу TPS 1200 (загрузка и удаление бортовых программ и приложений, редактирование координат, обмен данными между тахеометром и ПК, создание и редактирование таблиц исдов, создание и редактирование форматов).



- а - Съемная ручка для переноски прибора
 б - Оптический визир
 с - Зрительная труба блоком измерения расстояний
 h - Наводящий винт трубы
 i - Фокусирующий винт
 j - Отсек для установки CF-карты
 k - Наводящий винт горизонтального круга

- l - Подъемные винты
 m - Дисплей
 o - Клавиатура
 p - Отсек установки батареи
 q - Крутящий уровень
 r - Колышко фокусирует сетки нитей

Технические характеристики

Угловые измерения - (ЖО измерения угла - 5", 3", 2", 1".

Измерение расстояний - В режиме работы с отражателем:

Режим типичных измерений	Точность измерений	Время одного измерения
Стандартное	2 мм + 2 ppm	1.5 сек
Быстрые (Fast)	5 мм + 2 ppm	0.8 сек
Сложное	5 мм + 2 ppm	<0.15 сек

В безотражательном режиме R300/R300 - • Дистанция: до 170 м / до 500 м; Точность: 3 мм + 2 ppm; Время одного измерения: 3-6 секунд.

Рис. 3. Электронный тахеометр «LEICA TPS-1202»



Рис.4. Опробование электронного прибора «Leica TPS-1202» в работе на объекте «Расчистка русел водных трактов в зоне западных подступных ильменей в Астраханской области»

Для импорта геодезических измерений из памяти прибора и их дальнейшей камеральной обработки институт вот уже на протяжении 10 лет использует программный продукт ТОПОКАД, версия которого из года в год совершенствовалась, открывая все новые возможности в построении цифровой модели рельефа, графического редактирования, построения продольных и поперечных профилей.

Пакет программ ТОПОКАД разработан фирмой «SMT DATATEKNIK», Швеция, и полностью адаптирован для России Центром прикладной геоинформатики «Терра-Спейс», г. Москва.

Базовый модуль пакета предназначен для обработки результатов геодезических измерений при изысканиях, крупномасштабных съемках, в землеустройстве, при геодезическом обеспечении строительно-монтажных работ. Базовый модуль ТОПОКАД обеспечивает обмен данными с электронными тахеометрами и полевыми компьютерами, позволяет обрабатывать результаты измерений геодезического обоснования.

1. Подготовка исходных данных

В качестве исходных данных используются координаты точек съемочного обоснования и результаты измерений. Предусмотрена возможность ввода административных данных. Координаты исходных пунктов импортируются из текстовых файлов различных форматов или вводятся с клавиатуры.

Результаты измерений импортируются из устройств памяти электронных тахеометров, полевых компьютеров или вводятся вручную.

2. Импорт результатов измерений и вычисление координат пикетов

Предусмотрена возможность чтения данных из подключенного к последовательному порту компьютера устройства памяти тахеометра или из текстового файла соответствующего формата. В журнал измерений можно включить до 18 различных типов результатов измерений, включая коды точек, линий и значения атрибутов. После вычисления прямоугольных координат пикеты изображаются на чертеже. В вычислениях используется таблица кодов пикетов. Если во время полевых измерений выполнялось кодирование линий, после вычислений на чертеже требуемые точки автоматически соединяются.

Станция	Тип Станции	Высота	Длина	Пикет	Вост. Вост.	Юж. Юж.	Коды
1	Точка	1.3	270.0000	00.0000	27.000	2.000	1.30
2	Точка	2.3	260.0000	00.0000	26.000	2.000	2.30
3	Точка	3.3	250.0000	00.0000	25.000	2.000	3.30
4	Точка	4.3	240.0000	00.0000	24.000	2.000	4.30
5	Точка	5.3	230.0000	00.0000	23.000	2.000	5.30
6	Точка	6.3	220.0000	00.0000	22.000	2.000	6.30
7	Точка	7.3	210.0000	00.0000	21.000	2.000	7.30
8	Точка	8.3	200.0000	00.0000	20.000	2.000	8.30
9	Точка	9.3	190.0000	00.0000	19.000	2.000	9.30
10	Точка	10.3	180.0000	00.0000	18.000	2.000	10.30
11	Точка	11.3	170.0000	00.0000	17.000	2.000	11.30
12	Точка	12.3	160.0000	00.0000	16.000	2.000	12.30
13	Точка	13.3	150.0000	00.0000	15.000	2.000	13.30
14	Точка	14.3	140.0000	00.0000	14.000	2.000	14.30
15	Точка	15.3	130.0000	00.0000	13.000	2.000	15.30
16	Точка	16.3	120.0000	00.0000	12.000	2.000	16.30
17	Точка	17.3	110.0000	00.0000	11.000	2.000	17.30

Рис.5. Журнал полевых измерений в электронно-цифровом виде.

3. Кодирование объектов

Пакет поддерживает средства кодирования точечных и линейных объектов. Это позволяет в значительной степени автоматизировать построение контурной части модели. Полное использование возможностей таблицы кодов позволяет автоматически создавать до 60-80 % ее контурной части. Каждому полевому коду в таблице можно поставить в соответствие:

- тип линии, ее цвет и масштаб,
- условный знак точечного объекта, его цвет, масштаб и разворот,
- атрибут объекта, например, породу дерева или материал трубы и т. д.

4. Графический редактор ТОПОКАД

ТОПОКАД имеет встроенный графический редактор, позволяющий выполнять любые операции, необходимые для построения моделей местности. Предусмотрено размещение информации в разных слоях. Информация в слое может быть доступной для изменений, невидимой, доступной только для чтения и «замороженной». Имеется возможность построения линий, текста, символов и т.д. В комплект программы включена библиотека Российских условных знаков для планов М 1:500 и 1:1000, таблица кодов

точечных объектов, комплект кириллических шрифтов, соответствующих действующим нормативным документам.

Имеется возможность создания собственных условных знаков с атрибутами. Например, можно создать условный знак лиственного дерева и к нему в качестве атрибута присоединить его высоту.

5. Построение цифровых моделей рельефа и горизонталей

ЦМР создается в виде сети треугольников автоматически. При этом можно указать максимальную длину стороны треугольника. Имеется редактор ЦМР. С его помощью можно удалить, восстановить или построить новые треугольники и изменить ориентацию их сторон. Эти операции изменяют вид горизонталей. В процессе редактирования ЦМР все изменения в модели сразу же отображаются на дисплее. В дальнейшем по уже отредактированным ЦМР строятся горизонтали.

ТОПОКАД обеспечивает возможности получения разнообразной информации по построенной модели. Можно определить длину линии, периметр замкнутого полигона, площадь фигуры, просмотреть атрибуты и т. д. Подобная информация выводится в окнах диалога. Здесь же можно выполнить редактирование (например, изменить код точки, слой и т.д.)

ТОПОКАД позволяет автоматически построить координатную сетку. Легко создаются разнообразные таблицы, штампы, зарамочное оформление.

6. Решаемые задачи

Полученные в базовом модуле цифровые модели рельефа могут использоваться не только для построения горизонталей. Дополнительный модуль «Продольный профиль» позволяет:

- построить профиль существующего рельефа по любой линии существующей ЦМР;
- разработать и сохранить для дальнейших вычислений проектный профиль;
- создать собственную форму профиля – шаблон, в котором перечисляются те элементы профиля, которые необходимо вывести на чертеж;
- разместить разработанный шаблон на чертеже и воспользоваться всеми средствами графического редактора ТОПОКАД.

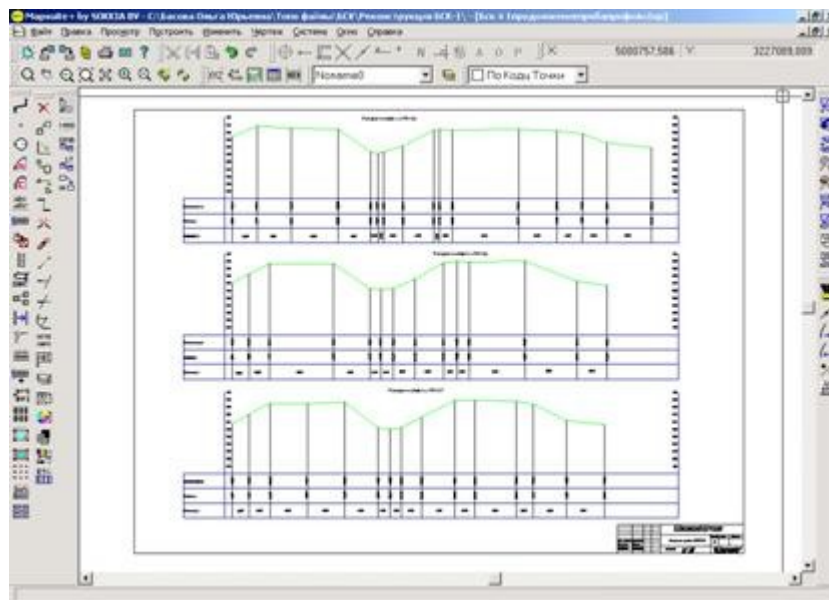


Рис.6. Составление продольных и поперечных профилей в программах ТОПОКАД и MAPSUITE+.

Сегодня институт владеет последней версией вышеназванного программного продукта, который обрел нового хозяина в лице фирмы «SOKKIA», и в связи с этим переименованный в «MAPSUITE». Безусловно, основным назначением базового модуля программы является создание и редактирование цифровой модели местности инженерного назначения, выпуск на ее основе чертежей топографических планов в планшетной и иных формах разграфки, а также подготовка данных для экспорта ЦММ в системе автоматизированного проектирования. То есть сегодня существует прекрасная возможность отделам проектирования и строительства получать картографический материал от исполнителей инженерных изысканий не только на бумажных носителях, но и их электронную версию без малейших потерь информации.

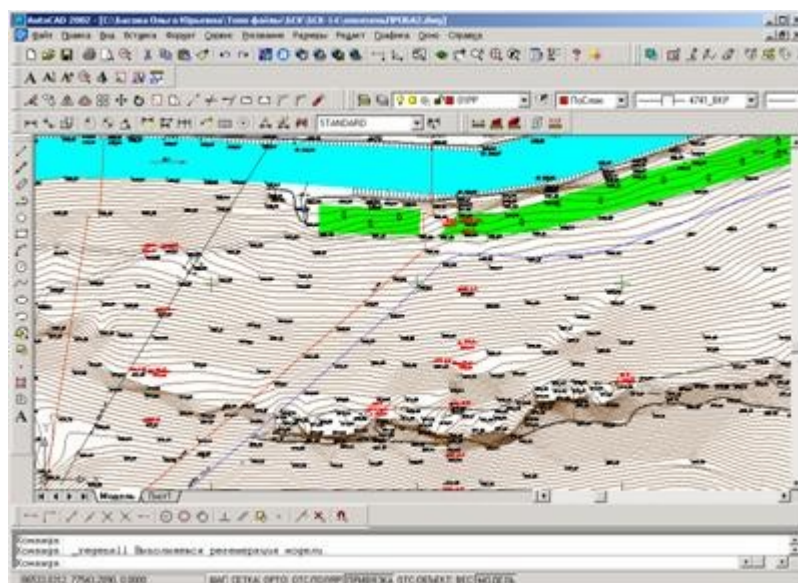


Рис.7. Фрагмент топографической съемки оползневого участка на 14 км Большого Ставропольского канала 1-й очереди. Цифровая модель местности, созданная в программе «MAPSUITE», и экспортированная в «AUTOCAD».

Для создания цифровой модели основных контуров существенно расширен инструментарий геометрических построений: добавлен новый тип линейного элемента –

гладкоспряженная кривая на основе сплайна, появилась новая возможность построения откоса, увеличены возможности отображения рельефа: задавая условную плоскость, можно представить цифровую модель рельефа в цветовой гамме.

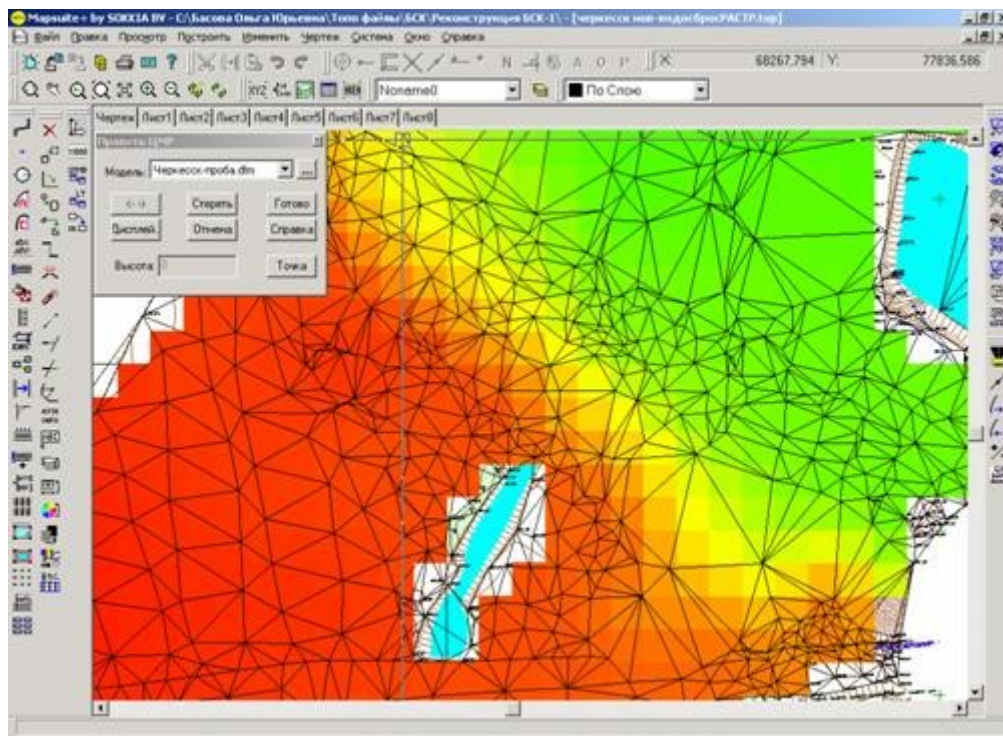


Рис.8. Вычисление объемов цифровой модели рельефа относительно фиксированной плоскости с созданием растра с термоцветами.

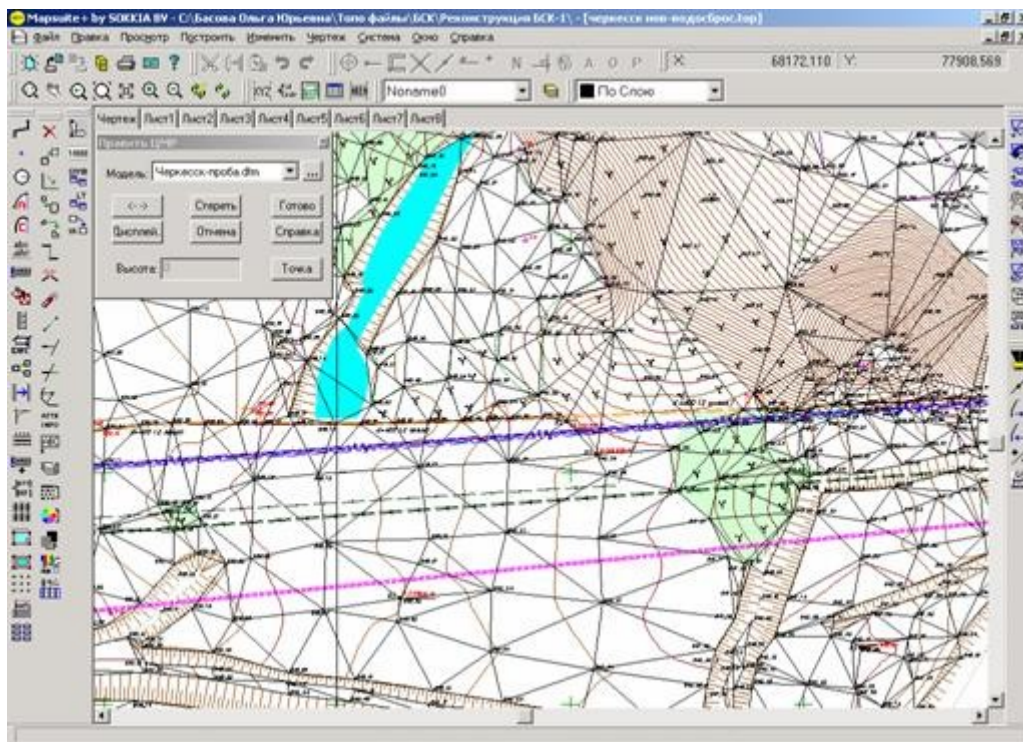


Рис.9. Построение и редактирование цифровой модели рельефа методом треугольников.

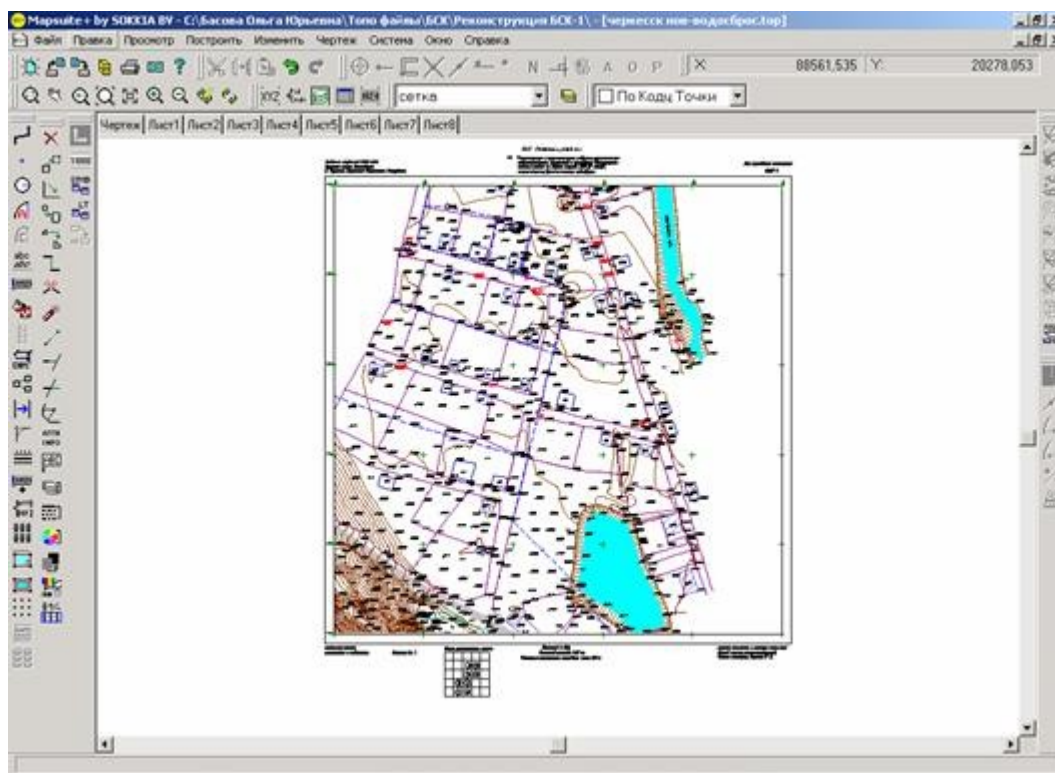


Рис.10. Создание листов съемки с использованием определенного фрагмента, с автоматическим расчерчиванием координатной сетки и зарамочным оформлением

В программе «MAPSUITE+» всегда есть возможность доработки чертежа без внедрения дополнительных программ или систем, то есть существуют все виды редактирования чертежа.

В мае 2004 года институт приобрел новый высокопроизводительный инструмент – одночастотный геодезический GPS приемник Trimble 4600 LS.

Принцип действия аппаратуры основан на приеме навигационных радиосигналов от всех спутников системы GPS, находящихся в зоне видимости, по 12 независимым каналам без предварительного отбора спутников.

Комплект GPS-оборудования предназначен для высокоточного определения координат при решении традиционных и специальных геодезических задач:

- создание и развитие геодезических сетей и построений местного масштаба,
- проведение полевого контроля,
- наблюдение за локальными деформациями и сдвигами,
- производство топографо-геодезических работ,
- вынос в натуру проектных решений.

Точность измерений прибора в режиме статики: в плане 5 мм+1 мм/км (длина базовой линии менее 10 км), в плане 5 мм+2 мм/км (длина базовой линии более 10 км), по высоте - 10 мм +2 мм/км. Определение координат с такой точностью позволит нам выполнять работы по созданию геодезических сетей полигонометрии 1 и 2 разряда, с определением высот пунктов с точностью нивелирования 4 класса.



Рис.13. Геодезист Калашников А. А. выполняет спутниковые измерения с использованием GPS-оборудования на участке нефтепровода «Обвод ЧР», канал Кизлярский, Республика Дагестан

Для обработки данных GPS-измерений используется программное обеспечение Trimble Geomatics Office. Оно позволяет проводить весь комплекс работ, начиная от передачи информации из приемника в компьютер, вычисления базовых линий, уравнивания геодезических измерений, выполненных GPS, электронными тахеометрами, до построения цифровой модели местности.

Внедрение GPS-оборудования в традиционную геодезическую практику изменило процесс полевых измерений, существенно сократив время, затрачиваемое на них, и значительно повысив точность получаемых результатов.

7. Поиск и съемка подземных коммуникаций

Поиск подземных коммуникаций при съемке местности осуществляется специалистами отдела с использованием универсального трассоискателя производства фирмы «Seba Dynatronic» серии FM 9800. Трассопоисковое оборудование предназначено для простой и точной локации трасс и определения глубины залегания кабелей и металлических трубопроводов. Универсальность прибора заключается в наличии двух пассивных и трех активных поисковых частот, использование которых дает точные результаты при локации трасс.

Заключение

Специализированное программное обеспечение, развитие которого сегодня получило хорошие темпы, – это современный и эффективный подход к процессу

создания, накопления и обработки данных геодезических измерений, сокративший до минимума сроки производства работ.

Широкое применение различных методов съемки и расширение круга решаемых геодезических задач с использованием электронных тахеометров позволяют не только минимизировать временные затраты, но и существенно повысить производительность труда, а также точность и оперативность представления результатов измерений в электронном виде.

**ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЕЙ.
РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ СЕЛЕВЫХ ВЫНОСОВ
В УСЛОВИЯХ РАСПАДА СЕЛЕВОЙ МАССЫ
(на примере бассейна р.Лядон, Северная Осетия)**

При расположении защитного сооружения в нижних частях селевого бассейна, где селевой поток, вследствие происходящего распада, резко изменяет свои параметры, ошибочно автоматически переносить весь объем вынесенного из очага твердого материала в расчетный створ (район размещения селезащитного сооружения). Эта механическая операция, по существу, игнорирует специфику селеформирования и может привести к весьма значительному искажению характеристик прогнозируемого селя и как следствие, к неоправданному выбору противоселевых мероприятий. Как совершенно справедливо отмечал Ю.Б. Виноградов [3], серьезные теоретические построения для решения этих вопросов – дело далекого будущего, сейчас же можно предложить весьма упрощенные подходы.

Учитывая, что подавляющее большинство селей Северного Кавказа – несвязные, а объекты селезащиты, за резким исключением, расположены в зоне распада высокоплотной селевой массы, расчетную схему, ранее опробованную для селевых бассейнов Баксанского ущелья в Кабардино-Балкарии [4,5], уместно использовать (с некоторыми изменениями) и для определения объемов селевых заносов в Северной Осетии (например, в бассейне р.Лядон, правого притока р.Закка).

При этом, при оценке трансформации (распада селевой массы) используется простейший энергетический подход, опирающийся на следующие предпосылки:

приращение объема селевого потока по мере продвижения в пределах i -го участка зоны разгрузки прямо пропорционально элементарной работе сил инерции в пределах этого участка (dA_i), его ширине, причем $V=\varphi(l_i)$, где l_i - длина i -го участка зоны разгрузки, объему потока (W_i) и обратно пропорционально динамическому

коэффициенту устойчивости селевой массы ($m_i = \frac{l_i g \alpha_i}{l_i g \varphi}$).

$$dW_i = k \frac{B_i}{m_i} W_i dA_i \quad (1), \text{ где}$$

α_i - угол наклона i -го участка зоны разгрузки, град

φ° - динамический угол внутреннего трения обломков , град

k- коэффициент пропорциональности, 1/м²

$$dA_i = I_i dl \quad (2), \text{ где}$$

I_i - сила инерции движущейся селевой массы на входе в i -й участок, и знак «-»

показывает, что объем селевого потока (W_c^i) - величина убывающая.

Разделяя переменные и интегрируя это дифференциальное уравнение, в конечном итоге получим

$$\ln \frac{W_c^i}{W_c^{i-1}} = k \frac{tg \varphi^\circ}{tg \alpha_i} I_i \int_{l_{i-1}}^{l_i} \psi(l_i) dl \quad (3), \text{ где}$$

W_c^{i-1}, W_c^i - соответственно, объемы селевого потока на входе и на выходе из i -го участка, м³

$\int_{l_{i-1}}^{l_i} \psi(l_i) dl$ - площадь i -го участка зоны разгрузки м²

Физический смысл силы инерции (I_i) в данной расчетной схеме заключается в следующем:

единичный объем селевой массы аппроксимируется моделью твердого тела $\left[\frac{dV}{dn} = 0 \right]$, теряющего по мере продвижения в i -ой зоне разгрузки часть твердых включений. Тогда разность между силами сопротивления и силами, обеспечивающими движение, будет силой инерции:

$$I = g[(\rho - \rho_0)W \cos \alpha tg \varphi^\circ - \rho_c W_c \sin \alpha] \quad (4), \text{ где}$$

ρ, ρ_0, ρ_c - плотности твердой фазы, воды и селевой массы, кг/м³

W, W_c - объем твердой фазы и селевой массы, м³

Вводя в уравнение 3, предложенный Ю.Б. Виноградовым [1,2] коэффициент селевой массы (R), косвенно учитывающей ее подвижность и способность к эрозии

$$R = \frac{\gamma_{н.м.} - \rho_c}{\gamma_{н.м.} - \rho_0} \quad (5), \text{ где}$$

$\gamma_{н.м.}$ - плотность селевой массы на пределе текучести, кг/м³

Принимая

$$E_i = \frac{tg \varphi^\circ}{tg \alpha_i} I_i \int_{l_{i-1}}^{l_i} \psi(l) dl \quad (6)$$

перепишем зависимость 3 в более компактной форме

$$W_c^p = W_c \exp \left[k \sum_{i=1}^n \left(-\frac{E_i}{R_i} \right) \right] \quad (7), \text{ где}$$

W_c^p, W_c - соответственно, объемы селевого потока в расчетном створе и на входе в зону разгрузки, м³,

n- число характерных участков зоны нагрузки

Коэффициент пропорциональности (k) характеризует влияние морфометрии выделенной зоны обсчета свойств селевой массы на интенсивность трансформации (распада) потока:

чем меньше угол наклона русла, больше его ширина и длина, а также ϕ и ρ_c , тем меньше абсолютная величина (k).

Ориентировочно численное значение (k) можно определить из условия полного распада селевой массы, когда $W_c = W_0$, где W_0 - объем воды, м³, тогда

$$k = - \frac{\ln \frac{W_0}{W_c}}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{E_i}{R_i} \right)} \quad (8)$$

Учитывая малое количество пылевато-глинистых частиц в отложениях большинства несвязных селей Северной Осетии, принимаем, что в конце зоны разгрузки селевой поток полностью освобождается от твердой фазы. В целях инженерного запаса несколько увеличиваем k, что повлечет за собой возрастание объема прогнозируемого селевого выброса в расчетном створе.

На рисунке 1 и в таблице 1 приведен расчет трансформации селевого потока в долине реки Лядон.

Например, если селезащитное сооружение будет расположено в районе р.Цасем (расчетный створ V-V), то сюда дойдет около 11 тыс.м³ твердого материала, что составляет лишь 5,5% от его первоначального количества вынесенного из очага. Плотность селевого потока уменьшится в более чем в 2 раза и составляет ~ 1,1 т/м³, что соответствует границе, разделяющей наносоводные сели и насыщенные наносами паводки.

РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ
распадающегося селевого потока, при $k=0,5 \times 10^{-16} 1/нм^2$

Таблица 1

Параметры селевого потока	На выходе из селевого очага	В расчетном створе				
		I-I	II-II	III-III	IV-IV	V-V
Объем селя, тыс.м ³	250	271	362	344	334	256
Объем твердой фазы, тыс.м ³	200	171	162	114	94	11
Плотность селевой массы, кг/м ³	2360	2070	1760	1560	1480	1070
Коэффициент текучести селевой массы	0,093	0,2287	0,493	0,627	0,680	0,953

Объем наносоводного потока будет достаточно велик – 256 тыс.м³, что составляет около 102 % от первоначального объема.

Учитывая значительную эродирующую способность наносоводного селя и его большой объем, в данном случае предпочтение следует отдавать гидротехническим сооружениям, обеспечивающим отвод селевых потоков от защищаемых объектов, а также защиту русла от подмыва и размыва.

Если же защитные мероприятия предполагается осуществлять в районе с.Ецна, то преимуществом должны пользоваться стабилизирующие и селезадерживающие (вследствие большого объема твердой фазы), а также противоударные (в виду значительной плотности потока сооружения).

Как уже отмечалось выше, распад высокоплотной грязекаменной селевой массы наблюдается повсеместно на всех магистральных горных реках Северной Осетии (Урухе, Ардоне, Фиагдоне, Гизельдоне, Тереке) и именно наносоводные потоки наносят наибольший материальный ущерб. Поэтому расчету трансформации следует уделять первостепенное внимание, так как от правильности оценки параметров прогнозируемых селей зависит выбор надежности защитных мероприятий.

В заключении следует акцентировать внимание на предложениях Ю.Б. Виноградова, которые учитывались при создании описанной выше модели:

- селевой поток занимает все дно долины шириной В;
- свойства селевой массы определяются динамическим коэффициентом внутреннего трения ее твердых включений и коэффициентом текучести, причем, значение динамического коэффициента внутреннего трения остается постоянным.

Литература

1. *Виноградов Ю.Б.* Основные свойства селевой массы. – В сб.: «Селевые потоки». М.,1978, №3, С. 3-17.
2. *Виноградов Ю.Б.* Транспортный и транспортно-сдвиговый селевые процессы. - В сб.: «Селевые потоки». М.,1980, №4, С. 3-19.
3. *Виноградов Ю.Б.* К методике расчета характеристик селевых потоков.- Труды ГГИ, Ленинград, 1985, №304, С.83-89.
4. *Громов В.А.* Особенности расчета параметров катастрофических селей в условиях распада селевой массы (на примере бассейна р. Кыртык.– В сб.: «Мониторинг экзогенных геологических процессов». Тезисы доклада научно-технического семинара. Ташкент, 1986, С.212-214.
5. *Громов В.А.* К вопросу расчета характеристик прогнозируемых селевых потоков в условиях их трансформации (на примере селей Баксанского ущелья) – В сб.: «Проблемы противоселевых мероприятий». Алма-Ата, 1988, С. 60-70.

^[1] Утвержден Главгосэкспертизой России 29 сентября 2006 г.

^[2] Генеральный проектировщик – институт «Севкавгипроводхоз» (Пятигорск), при участии ВГИ (Нальчик), УЦИГМ и МГУ (Москва)

СЕЛЕВАЯ АССОЦИАЦИЯ: ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ, ПЛАНЫ

Признанные ныне тенденции в изменении климата, выражающиеся в глобальном потеплении и деградации ледников молодых горных образований, необычайно высокая возмущающая роль в современный период южных циклонов, нарастающее влияние антропогенного пресса привели к активизации, росту масштабов и степени негативного воздействия на объекты жизнедеятельности опасных, природных по сути, процессов: селей, наводнений, оползней и др. Едва ли не ведущую роль среди них по ряду причин представляют селевые потоки.

С 1947 г. координацией работ по селевой проблематике в Советском Союзе занималась Селевая комиссия. Под эгидой комиссии проводились конференции и издавались сборники трудов. В разные годы Селевую комиссию возглавляли М.А. Великанов, М.Ф. Срибный, С.М.Флейшман, Ю.Б. Виноградов. Распад СССР привел к тому, что селевое сообщество оказалось разделено государственными границами. Работа комиссии прекратилась. Экономический кризис 1990-х годов и резкое сокращение ассигнований на исследования были дополнительным ударом по развитию селеведения. Наблюдения за селями в России были практически свернуты.

Крупные катаклизмы последних лет на Кавказе – такие, как сели по реке Герхожан в июле 2000 г., массовый сход селей в июне 2002 г. и ледниковая катастрофа в долине реки Геналдон в сентябре 2002 г., заставили вновь осознать государственную важность изучения селевых потоков. Стали организовываться селевые экспедиции, появились новые публикации о селях. После долгого перерыва в России были проведены две Всероссийские конференции по селям (Нальчик, 2002 и 2005 гг.) и Международная конференция «Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков» (Пятигорск, 2003 г.). Тем не менее, сообщество селевиков оставалось разобщенным. Организации и специалисты занимались отдельными работами и исследованиями, координация действий отсутствовала.

Всемирные селевые конференции последних лет показали, что по многим позициям мировое селеведение значительно продвинулось вперед. На этом фоне отставание отечественных разработок особенно ощущалось в таких вопросах, как натурные количественные измерения параметров селей, лабораторное моделирование потоков, проектирование защитных сооружений. Идея возрождения работы связующего органа по селевым вопросам находила все больше сторонников.

В мае 2005 г. в г. Пятигорске прошло заседание, целью которого являлось создание объединения организаций, инженеров и ученых, работающих в области изучения селевых потоков (рис.1). В совещании участвовали более 40 специалистов, представлявших более 20 организаций и ведомств. Участники заседания пришли к выводу, что назрела настоятельная потребность в организации соответствующего сообщества профессионалов и создали Межрегиональную общественную организацию – российскую «Селевую ассоциацию».

Ассоциация была зарегистрирована Министерством юстиции РФ. Она призвана поддерживать и консолидировать усилия ученых и специалистов в проведении работ по исследованию селевых потоков и других природных катастрофических процессов, разработке методов оценки и снижения ущерба и защиты населения от селей.



Рис.1. Рабочий президиум учредительного заседания Межрегиональной общественной организации «Селевая ассоциация». Май 2005г.

Слева направо: С.С.Черноморец – генеральный директор Университетского центра инженерной геодинамики и мониторинга, кандидат географических наук (Москва);
Э.В.Запороженко – заместитель технического директора ОАО «Севкавгипроводхоз», кандидат геолого-минералогических наук (Пятигорск).

В уставе сформулированы следующие основные цели и задачи ассоциации:

- создание профессионального объединения российских специалистов-селевиков, содействие межведомственной координации их усилий и взаимодействия со специалистами зарубежных стран;
- организация научных и практических конференций, конгрессов, семинаров, симпозиумов и других мероприятий, а также конкурсов по решению научных и прикладных проблем;
- содействие изучению и исследованию селей и других взаимосвязанных природных процессов, защиты от них, снижение негативного воздействия;
- организация селевых экспедиций, мониторинг селевых и сопутствующих процессов;
- разработка методов прогноза и прогноз селевых и сопутствующих процессов;
- разработка проектов нормативных документов по селевой проблематике;
- осуществление экспертизы программ и проектов в части оценки воздействия селевых и других сопутствующих природных и природно-антропогенных процессов на население и социально-экономические объекты;
- содействие в подготовке кадров специалистов по изучению селей;
- публикация и популяризация результатов научных исследований, проектных и изыскательских разработок;
- информационная и издательская деятельность, направленная на снижение риска чрезвычайных ситуаций и ущерба от селей и других сопутствующих опасных процессов, защиту населения от их воздействия.

Президентом ассоциации был избран К.Н. Носов – генеральный директор ОАО «Севкавгипроводхоз» (г. Пятигорск), вице-президентом назначен Э.В. Запорожченко (г. Пятигорск). В президиум ассоциации были избраны А.Х. Аджиев (г. Нальчик), Ю.Б. Виноградов (г. Санкт-Петербург), М.Ч. Залиханов (г. Москва), Н.А. Казаков (г. Южно-Сахалинск), В.Ф. Перов (г. Москва), А.П. Полквой (г. Владикавказ), Э.Д. Церетели

(г. Тбилиси). Ученым секретарем ассоциации стал С.С. Черноморец (г. Москва).

Начато восстановление научных связей со специалистами по селевым проблемам из стран Южного Кавказа, Центральной Азии, Украины, Тихоокеанского побережья. Первым мероприятием ассоциации стала экспедиция по изучению Девдоракского ледника и селеопасной долины р. Кабахи в северной Грузии.

Под эгидой ассоциации дан старт работы над Библиографическим указателем по селевым явлениям.

Под логотипом Российской ассоциации по селевой тематике только в сентябре 2005 г. членами ассоциации были сделаны три доклада на Международных форумах:

- K.N. Nosov, I.B. Seynova and E.V. Zaporozhchenko. «The changing of the flood-let conditions on the Genaldon Rivers after the fast movenent of the Kolka Glacier (North Caucasus, Russia)» на VI Международной конференции по геоморфологии (Испания, Сарагоса);

- E.V. Zaporozhchenko. «The hazards and risks caused by morphological changes after the glacial disaster in 2000 in Genaldon and Gizeldon River valleys, The North Caucasus, Russia» на Международном оползневом симпозиуме (Непал, Катманду);
- E.V. Zaporozhchenko. «Ice – rock avalanche of 2002 in the Genaldon river valley, North Caucasus, Russia: consequences and problems» на Азиатской конференции по инженерной геологии (Непал, Катманду).

Члены ассоциации опубликовали пять статей по селевой тематике в трудах Международной электронной конференции «Изменения природной среды на рубеже тысячелетий», организованной в январе 2006 г. Институтом географии им. Вахушти Багратиони, Тбилиским и Московским университетами. Статьи приведены на сайте www.cetm.narod.ru.

Проблемы селеопасных ледниковых озер Кавказа, а также процессов до и после Геналдонской гляциальной катастрофы в Осетии, отражены в выступлениях представителей ассоциации на Генеральной Ассамблее Европейского союза наук о Земле (Вена, Австрия, апрель 2006 г.).

В июне 2006 г. ассоциация выступила с аналитическим докладом по состоянию (в историческом плане) селевой проблемы на территории бывшего СССР и России на Международной конференции в Греции (остров Родос). Доклад K.N. Nosov, S.S. Chernomorets, O.V. Tutubalina and E.V. Zaporozhchenko «Debris Flow Research in Russia and Former Soviet Union: history and perspectives» опубликован (русский текст – см. в настоящем сборнике).

Материалы ассоциации и новости о селевых событиях публикуются в Интернете на сайте www.rsk.land.ru.

Ассоциация рассчитывает сотрудничать со всеми ведомствами и организациями, занимающимися селевой проблемой – такими, как Росгидромет, МЧС, Министерство природных ресурсов, Российская академия наук, ведущие российские университеты, Минсельхоз, Росстрой, Минтранс, проектно-изыскательские институты, НИИ.

Следует добиваться, чтобы через какое-то время селевая экспертиза строительства в селеопасных районах стала столь же обязательной, как экологическая. В перспективе предполагается разработать государственную программу исследования селей и защиты от них, что позволит провести квалифицированное изучение селеопасных районов, подготовить и обучить соответствующих специалистов, создать современные системы мониторинга и прогнозирования селей, обеспечить безопасность населения.

В решениях 2-й Всероссийской конференции по селям (г. Нальчик, 26-28 октября 2005 г.), в частности, записано:

- 8.« ... Принять к сведению информацию о создании Селевой ассоциации, призванной объединить усилия специалистов (РФ и др. стран), занимающихся селевой проблемой, ее программу на 2005-2006 гг. Ассоциация зарегистрирована Минюстом РФ 26.08.2005 г., свидетельство № 3156.
9. Одобрить и поддержать инициативу Селевой ассоциации по подготовке и изданию в 2006г. Вып. 2 и Вып. 3 Библиографического указателя материалов, опубликованных после 1967г. по селевой тематике [(Библиографический указатель «Селевые явления на территории СССР и меры борьбы с ними», изданный МГУ в 1967 г. – Вып. 1 – охватывает период с 1850 по 1967 гг.; Вып. 2 – за период с 1968 г. по 1991 г. (СССР); Вып. 3 – за период с 1992г. по 2005 г. (РФ)].
10. Одобрить решение Международной конференции по селям «Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков» (Пятигорск, ноябрь 2003 г.), поддержанное Селевой ассоциацией и ОАО институт «Севкавгипроводхоз» по созданию нормативного документа (Рекомендации) «Определение параметров селевых потоков и проектирование защиты от негативного воздействия селевых потоков».

11. Считать необходимым выполнить в 2006 г. инженерный прогноз развития гляциологической ситуации в районе приледниковых Башкаринских озер и озер в верховьях бассейна р. Малки с целью определения опасности возникновения катастрофической селевой ситуации, разработки адекватных мер защиты и предупреждения, и Проект защиты объектов от селевых потоков на р. Адыл-Су и в районе минеральных источников курорта Джилысу в Кабардино-Балкарской Республике (принято по инициативе Селевой ассоциации – прим. наше)
12. Считать целесообразным проведение Всероссийских конференций по селям не реже одного раза в два-три года с публикацией трудов таких конференций. Просить Селевую ассоциацию (г. Пятигорск, «Севкавгипроводхоз») предусмотреть проведение совместно с Росгидрометом очередной 3-й Российской селевой конференции ...».

Ассоциация намерена принять на себя организацию конференции в 2008 г. На выбор даты ее проведения оказывает влияние факт уже запланированных Международных форумов по селям: «Debris Flow 2006» 7-9 июня 2006 г., о-в Родос, Греция; «Debris-Flow Hazards Mitigation...» 10-13 сентября 2007 г.; г. Ченгду, Китай, где ассоциация намерена принять участие с предоставлением докладов своих членов. Конференции предполагается придать статус международной и наименование – «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита» («Debris flows: disasters, risks, forecast, prevention»). Решено, что пройдет она в г. Пятигорске с 22 по 29 сентября 2008 г. Информационные материалы будут опубликованы на сайте конференции www.df08.narod.ru. Контактный электронный адрес конференции df08@mail.ru. Предполагается в рамках конференции соединить специалистов, работающих на постсоветском пространстве, с ведущими мировыми экспертами по селевой проблеме. Конференция будет включать пленарные, устные и стендовые доклады, дискуссии по наиболее важным вопросам селеведения, а также полевые семинары. Местом проведения полевых семинаров предполагается выбрать долины рек Баксан (КБР) и Геналдон (РСО–Алания).

Заполнив Заявление–Анкету и переслав ее по одному из адресов, указанных на сайте ассоциации в Интернете, можно, после принятия соответствующего решения Президиума Селевой ассоциации, влиться в ее профессиональные ряды. Дорогу же осилит только по ней идущий ...

Список членов ассоциации по состоянию на 20.12 2006 г. и форма Заявления-Анкеты приводится ниже.

Список членов Селевой ассоциации

1. Аджиев А.Х.	Россия, г.Нальчик
2. Амшонов Б.Х.	Россия, г.Нальчик
3. Анахаев К.Н.	Россия, г.Нальчик
4. Анохин А.М.	Россия, г.Новочеркасск
5. Богаченко Е.М.	Россия, г.Нальчик
6. Божинский А.Н.	Россия, г.Москва
7. Бойнагрян В.Р.	Армения, г.Ереван
8. Бондырев И.В.	Грузия, г.Тбилиси
9. Бударина О.И.	Россия, г.Москва
10. Васьков И.М.	Россия, г.Владикавказ
11. Виноградов Ю.Б.	Россия, г.Санкт-Петербург
12. Виноградова Т.А.	Россия, г.Санкт-Петербург
13. Власов А.Ю.	Россия, г.Москва
14. Волосухин В.А.	Россия, г.Новочеркасск
15. Вороков В.Х.	Россия, г.Нальчик
16. Гавардашвили Г.В.	Грузия, г.Тбилиси
17. Гайдаров Б.Г.	Россия, г.Махачкала
18. Галушкин И.В.	Россия, г.Владикавказ
19. Гегиев К.А.	Россия, г.Нальчик
20. Генсировский Ю.В.	Россия, г.Южно-Сахалинск
21. Гнездилов Ю.А.	Россия, г.Кисловодск
22. Диаконидзе Р.В.	Грузия, г.Тбилиси
23. Дробышев В.Н.	Россия, г.Владикавказ
24. Ефремов Ю.В.	Россия, г.Краснодар
25. Залиханов М.Ч.	Россия, г.Москва
26. Запорожченко Э.В.	Россия, г.Пятигорск
27. Земцев В.П.	Россия, г.Пятигорск
28. Зимницкий А.В.	Россия, г.Краснодар
29. Иващенко Е.Н.	Россия, г.Пятигорск
30. Калинин Э.В.	Россия, г.Москва
31. Казаков Н.А.	Россия, г.Южно-Сахалинск
32. Керимов А.М.	Россия, г.Нальчик
33. Кононова Н.К.	Россия, г.Москва
34. Красных Н.Ю.	Россия, г.Пятигорск
35. Крыленко И.В.	Россия, г.Москва
36. Кумукова О.А.	Россия, г.Нальчик
37. Лапшенков В.С.	Россия, г.Новочеркасск
38. Лутков Д. А.	Россия, г.Краснодар
39. Мальнева И.В.	Россия, г.Москва
40. Машуков Х.М.	Россия, г.Нальчик
41. Мирцхулава Ц.Е.	Грузия, г.Тбилиси
42. Мордвинцев М.М.	Россия, г.Новочеркасск
43. Натишвили О.Г.	Грузия, г.Тбилиси
44. Назаренко В.С.	Россия, г.Ростов-на-Дону
45. Назаренко О.В.	Россия, г.Ростов на Дону
46. Недугов А.Н.	Россия, г.Нальчик

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 47. Николайчук А.В. | Россия, г.Краснодар |
| 48. Никулин А.С. | Россия, г.Пятигорск |
| 49. Носов К.Н. | Россия, г.Пятигорск |
| 50. Олиферов А.Н. | Украина, г.Симферополь |
| 51. Перов В.Ф. | Россия, г.Москва |
| 52. Петраков Д.А. | Россия, г.Москва |
| 53. Познанин В.Л. | Россия, г.Москва |
| 54. Полквой А.П. | Россия, г.Владикавказ |
| 55. Саркисов Ю.И. | Россия, г.Москва |
| 56. Постоев Г.П. | Россия, г.Москва |
| 57. Сейнова И.Б. | Испания, г.Малага |
| 58. Степанов Б.С. | Казахстан, г. Алматы |
| 59. Таланов Е.А. | Казахстан, г. Алматы |
| 60. Тапасханов В.О. | Россия, г.Нальчик |
| 61. Тевзадзе В.И. | Грузия, г. Тбилиси |
| 62. Тер-Минасян Р.О. | Армения, г. Ереван |
| 63. Торосян З.Н. | Армения, г. Ереван |
| 64. Тутубалина О.В. | Россия, г.Москва |
| 65. Уткин О.Г. | Россия, г.Пятигорск |
| 66. Хаджиев М.М. | Россия, г.Тырныауз |
| 67. Харченко Т.Н. | Россия, г.Краснодар |
| 68. Хворостов В.В. | Россия, г.Ростов-на-Дону |
| 69. Херхеулидзе Г.И. | Грузия, г.Тбилиси |
| 70. Цанава Л.И. | Грузия, г.Тбилиси |
| 71. Церетели Э.Д. | Грузия, г.Тбилиси |
| 72. Черноморец С.С. | Россия, г.Москва |
| 73. Шагин С.И. | Россия, г.Нальчик |
| 74. Яфязова Р.К. | Казахстан, г. Алматы |
| 75. V.D'Agostino | Italy, Legnaro (Padova) |
| 76. S.G.Evans | Canada, Waterloo |
| 77. J.Chyan- Deng | Taiwan, Tainan |
| 78. R.Santos Alonso | Spain, Mieres |
| 79. S. McDougall | Canada, Vancouver |
| 80. S.Wartmann | Switzerland, Romanshorn |



**Селевая ассоциация
ЗАЯВЛЕНИЕ – АНКЕТА
вступающего в ассоциацию специалиста**

Прошу принять меня в члены Межрегиональной общественной организации
«Селевая ассоциация»

Фамилия, имя, отчество

Дата рождения _____

Паспортные данные _____

Адрес _____

Телефон _____

Факс _____

E-mail _____

Сфера интересов в области изучения селевых потоков и защиты от них

Должность _____

Организация _____

Адрес организации _____

Образование _____

Учёная степень,

звание _____

« » _____ 200__ г.

(_____)

Подпись

ТИПОГРАФИЯ ИНСТИТУТА В ПРОШЛОМ И НАСТОЯЩЕМ

С созданием в мае 1927 года в составе Терстроя, проектной группы, той базы, которая возрастая численно и качественно, позволила в послевоенные годы создать крупнейший в нашей стране Северо-Кавказский государственный институт по проектированию водохозяйственного и мелиоративного строительства, ныне открытое акционерное общество «Севкавгипроводхоз», появилась и потребность в оформлении проектной документации. К сожалению, не сохранилось никаких сведений, как это осуществлялось впервые, и затем в последующие предвоенные годы.

Что касается послевоенных лет, то возрождение нашей проектной организации относится к 1948 году, когда постановлением Совета Министров СССР от 14 апреля 1947 г. № 966 и приказом Минсельхоза СССР от 16 августа 1947 № 907 на базе Кизлярской и Воронежской экспедиции было организовано Северо-Кавказское отделение «Союзводпроект» главного управления водного хозяйства Главводхоза МСХ (начальник отделения Зитта Ф.И., гл. инженер Добровольский В.М.).

Это отделение в 1951 году на основании постановления Совета Министров СССР от 6 апреля 1951 г. за № 1137 было реорганизовано в Пятигорский филиал Южгипроводхоза, а с 1 января 1970 г. на основании постановления Совета Министров СССР № 554 от 19 сентября 1969 г. и приказа Минводхоза РСФСР № 555-пр от 29 ноября 1969 года – в Северо-Кавказский государственный институт по проектированию водохозяйственного и мелиоративного строительства – «Севкавгипроводхоз» .

Все довоенные (с 1931г.) и послевоенные годы (рис.1) до настоящего времени наш институт располагался в здании, в котором находится и в настоящее время, по проспекту Кирова, 78 (бывший проспект Советский), достроенном и обустроенном внешне и внутренне в соответствии с современными тенденциями.

Во время оккупации г. Пятигорска германскими войсками в годы ВОВ здание было разрушено и восстановлено только в 1952 г.

По воспоминаниям Д.Я. Фрейман, пришедшей в институт в июне 1948 г., коллектив отделения «Союзводпроект» состоял тогда всего из 14 человек и размещался в 4- комнатном саманном домике по улице Подгорной.



Рис. 1. Здание института в 50-е годы после его восстановления

В 1952 году, когда коллектив смог занять своё уже восстановленное здание, его численность превысила 300 человек.

К этому периоду относится и создание в институте специального подразделения – бюро оформления проектов.

В этом бюро с 1948 года работала чертежницей Александра Петровна Сытникова, впоследствии возглавлявшая это бюро до 1973 года (рис.2). На первоначальном этапе бюро оформления включало в себя от 10 до 15 сотрудников: машинисток, чертежников, работника копировального станка, фотографа.

С организацией в 1970 г. на базе Пятигорского филиала Южгипроводхоза института «Севкавгипроводхоз» бюро оформления было преобразовано в отдел издания и выпуска проектов. В отделе появились подразделения: машинописного бюро, множительной техники, переплетной, а позднее фотолаборатории и корректорской группы.

Отдел изданий и выпусков проектов возглавляли:

- в 1973- 1977 годах – Васильченко Николай Анатольевич
- в 1977- 2000 годах – Донченко Виктор Зиновьевич.



Рис. 2. 1970 год. Коллектив бюро оформления. В центре её руководитель Сытникова А.П.

В институте в феврале 1974 года создан отдел изданий и выпуска проектов. На должность начальника отдела был приглашен Васильченко Н.А. Организаторские способности и деловые качества Николая Анатольевича обеспечили внедрение в производство полученной в марте 1974 года первой офсетной машины «Ромайор-313» во вновь созданной группе офсетной печати. В том же 1974 году в институт поступили копировальные аппараты ЭР 620, РЭМ-420, РЭМ-300. Позднее был получен копировальный аппарат ЭР-620К. Увеличилась производительность группы электрографического копирования, но так как она была расположена в помещениях ниже первого этажа, то в осенне-весенний периоды возникали проблемы с качеством электрографических копий вследствие сырости электрографического порошка. В офсетной печати печатались многочисленные бланки, титульные листы, составы проектов, мягкие обложки. Печатником Кузнецовым А.Н. выполнялась цветоделительная ретушь и печать сложных многокрасочных карт, схем, проспектов мелиоративных сооружений.

Большие объемы работ выполнялись в группах машинописных работ (руководитель группы Васильева Н.И.), чертежно-копировальных работ (руководитель группы Назаренко А.В.), картографических работ (руководитель группы Соловьева В.И.), группе фототехнических работ (старший инженер Емельяненко В.И.). При оформлении проектной документации, материалы, требовавшие высокого качества, выполнялись на фотобумаге опытным специалистом Емельяненко В.И. Особое внимание уделялось подготовке картографического материала, фотонабор текстовых надписей для которых выполнялся инженером Акимовой Г.Ф. В группе комплектации (руководитель Рыжкова З.М.) выполнялась подборка проектно-сметной документации для

последующей передачи в переплет. Переплетчики, возглавляемые переплетчиком высшей квалификации Гончаровой А.А., выполняли завершающие работы по оформлению.

В период создания отдела, в его подразделениях работало 102 сотрудника. Во второй половине 1976 года численность составила 88 человек. В 1976 году на должность руководителя группы печати был приглашен Донченко В.З., который по окончании

Московского полиграфического института, работал в городской типографии. Работать в коллективе отдела было приятно с первых же дней, так как большинство сотрудников хорошо знали выполняемую работу. В июне 1977 года Николай Анатольевич перешел на другую работу и через месяц на должность начальника отдела был назначен Донченко В.З.

В 1978 году, благодаря заместителю директора института Погосову Н.Ш., в отделе была установлена первая бумагорезальная машина БР-72, облегчившая труд переплетчиков и печатника, которые могли отныне выполнять обрезку готовой отпечатанной продукции. В том же 1978 году была получена вторая офсетная машина «Ромайор-313», которая существенно увеличила печатную мощность, при возросших объемах бланочной продукции, проспектов, кратких технико-экономических обоснований проектов. В офсетной печати возросла доля печатной продукции, которая печаталась с форм негативного копирования, что обеспечивало хорошее качество. В марте 1979 года заместителем начальника отдела был назначен Беляев В.И., окончивший Московский полиграфический институт, ему предстояло заниматься офсетной печатью, подготовкой форматной бумаги для офсета и выполнением заявок на бланки, поступающие от 4-х отделений и филиала института.

В связи с ежегодным увеличением объемов текстовых материалов, печатаемых офсетным способом, в 1983 году по инициативе Донченко В.З., в московской типографии Внешторгиздата институтом был приобретен комплекс фотонаборного оборудования «Каскад» на основе фотонаборного автомата ФА-500. Одновременно с монтажом оборудования, в типографию Внешторгиздата была направлена старший инженер Акимова Г.Ф. Находясь в течение месяца в командировке, Галина Федоровна обучалась работе на наборно-программирующем аппарате ФПВ-500, корректурном устройстве ФК и автомате ФА-500. В конце 1983 года на фотонаборном комплексе, используя различные начертания шрифтов, началось регулярное выполнение работ по текстовому набору, с последующим тиражированием на офсетных машинах. Увеличившиеся объемы выпускаемой проектной документации в течение 10 лет с момента создания отдела ИВП требовали нового современного полиграфического оборудования и оборудования для электрографического копирования. И в 1984 году, по инициативе начальника отдела ИВП и его личным контактам в Минприборостроения и Росглавполиграфпроме в 4-м квартале 1984 года институт получил первый электрографический аппарат ЭР-620КЗ.

В 1-м квартале 1985 года были получены еще два аппарата ЭР-620КЗ и три устройства для обрезки электрографических копий. Таким образом, в начале 1985 года, в новом отремонтированном помещении на первом этаже, оснащенный приточно-вытяжной и мощной местной вентиляцией, на площади 72 кв.м. заработали три новых аппарата общей производительностью **7,5 метра электрографических копий в минуту**. Названная производительность обеспечила оперативный выпуск проектно-сметной документации в течение дня поступления заказа и особенно по проекту БСК - 4. В январе 1985 года были получены две новые офсетные машины «Ромайор -314», которые 23 февраля были установлены в помещении офсетной печати. Ввод в эксплуатацию первой машины состоялся 11 марта, а через два месяца введена в производство вторая машина. В апреле 1985 года в помещении офсетной печати смонтирована бумагорезальная машина БР-72, что позволило выполнять подрезку бумаги для печати и разрезать отпечатанную продукцию непосредственно в цехе. Все машины были смонтированы собственными силами.

В мае начался ремонт помещения размотки и резки бумаги, в котором на площади 70 кв.метров, в течение двух месяцев было установлено оборудование: новая бумагорезальная машина ЗБР-136, машина БР-72, станок для размотки роликов БРУ-940, листорезальная машина «Формат» и бобинно-размоточный станок БРС.

Всего в 1985 году в подразделениях отдела было установлено и внедрено в производство 14 единиц полиграфического и электрографического оборудования. В начале 1986 года был получен японский копировальный аппарат Canon NP 270 производительностью 27 копий в минуту формата А-4 и 15 копий в минуту А-3. Работа на аппарате была успешно освоена Емельяненко В.И.

Ввод в производство этого аппарата обеспечил получение высококачественных копий с любых оригиналов, так как автоматическая экспозиция это позволяла. В 1987 году в помещении офсетной печати была установлена новая копировальная рама двухстороннего копирования ФК-66, которая обеспечила получение качественных офсетных форм с растровых негативов и позитивов. В 1988 году впервые были использованы предварительно-очувствленные импортные офсетные формы, которые существенно повысили качество получаемых оттисков на хороших сортах бумаги и мелованного картона.

В марте 1986 года в коллектив отдела пришла работать Пелешенко Н.А. окончившая Московский полиграфический институт, выполнявшая работы по корректуре оригиналов, а с 1992 года занимавшаяся подготовкой оригинал-макетов для офсетной печати.

В начале 1994 года был отпечатан **первый полноцветный тираж**, а в дальнейшем, сотрудничая с рекламными агентствами, и особенно с агентством «Россика», отдел

выпускал печатную продукцию, которая была конкурентоспособна и пользовалась спросом у заказчиков.

В мае 1995 года группа переплетных работ переехала на первый этаж и продолжила работу в новом светлом и просторном помещении, где Анна Андреевна Гончарова не только отлично переплетала проектно-сметную документацию, но и изготавливала первоклассные адресные папки, переплеты книг с тиснением.

В сентябре 1995 года на смену аппарату Canon NP -270 был установлен аппарат Canon NP-305.

В течение 1995-1999 годов специалисты отдела продолжали совершенствование выпускаемой полиграфической продукции с использованием современных технологий и материалов.

С 2000 года – отдел возглавил Беляев В.И.

4 августа 2004 г. отдел изданий и выпуска проектов был преобразован в отдел «Типография», который в настоящее время включает в себя 2 подразделения:

- группу офсетной печати,
- группу переплетных работ.

В 2001 году институтом была приобретена новая полиграфическая техника :

- офсетная машина по выпуску многокрасочной печатной продукции немецкой фирмы «Гейдельберг» (рис.3),
- бумагорезальная машина немецкой фирмы «Шнейдер – Сенатор» (рис.4),
- копировальная рама для изготовления высококачественных печатных форм.

Сейчас отдел «Типография» способен в короткие сроки изготавливать многокрасочную, с высоким полиграфическим качеством продукцию на любой заказ: афиши, календари, буклеты, рекламные проспекты, этикетки.

Отделом «Типография» издаются сборники научных трудов, поэтические сборники, краеведческие альманахи, разнообразная книжная продукция.

Переплетная мастерская типографии оснащена бумагорезальными машинами, одноаппаратными проволокошвейными машинами, обжимным процессом для подготовки к переплету книжных блоков.

Переплетчики высокой квалификации выполняют широкий спектр работ:

- фальцовка и переплет чертежей и проектов; брошюровочные работы;
- изготовление приветственных адресов и папок с позолотной техникой;
- изготовление альбомов и фотоальбомов из высококачественных материалов: бумвинил, коленкор, ледерин;
- по желанию заказчика производится ламинирование обложек сборников, книг, альбомов и другой продукции.

Каждый заказ выполняется индивидуально по идее и исполнению. Отдел отслеживает самые последние технологические новинки в полиграфии и использует их в своей работе.

Профессиональный уровень сотрудников отдела позволяет выполнить работу любой сложности и на высоком уровне.



Рис.3. Офсетная машина «Гейдельберг»



Рис.4. Бумагорезальная машина «Шнайдер-Сенатор»

ОЦЕНКА ГИПОТЕТИЧЕСКОГО ПРОРЫВА ОЗЕРА БАШКАРА

Приледниковое озеро Башкара расположено на высоте 2568 м в верховье р. Адыл–Су, являющейся наиболее крупным притоком р. Баксан в Приэльбрусье Кабардино–Балкарской Республики.

В морфологическом отношении озеро Башкара уникально. Оно расположено в котловине высокого моренного пьедестала, возвышающегося с северо-восточной стороны на 50-100 м над дном долины р. Адыл–Су, а с юго-западной – примыкает к одноименному леднику Башкара. Озеро подпружено ледником (рис.1). Жизнь приледниковых и ледниковых озер не постоянна. Они возникают, развиваются и исчезают, так как гляциальная зона чрезвычайно динамична. Продолжительность жизни озер-долгожителей достигает 100-150 лет. Известны и описаны многочисленные случаи катастроф, связанных с селевыми потоками, возникших в результате внезапных прорывов высокогорных озер [1]. Обратиться к оценке гипотетического прорыва оз. Башкара послужил прецедент.



Рис.1. Верховье Адыл-Су. 1 – ледник Джанкуат, 2 – ледник Башкара, 3 – озеро Башкара,
4 – современный левый язык ледника Башкара, 5 – корень (остаток) правого языка ледника Башкара, 6 – срединная морена, 7 – боковая морена. Фото А.А.Алейникова

Прецедент. В 2002 г. на сайте газеты «Вольный ветер» № 54 появилась заметка о селевой опасности в бассейне р. Адыл–Су. В номере 57 той же газеты на сайте, но уже другим автором в несколько сентенциозной статье подтверждается: «Опасность селя в Адыл–Су нарастает». После Геналдонской катастрофы в Северной Осетии рецидив беспокойства общественности не заставил себя ждать.

В 2003 г. в изучении гляциальной зоны озера и ледника Башкара инициативно приняли участие, по договорам и по положению, ученые МГУ, КубГУ, ВГИ, МЧС, СКУ Роскомгидромета, ГНИЦ по импульсным волновым технологиям в гидрогеологии и гидротехнологии Минприроды РФ. Обмениваясь между собой информацией, ученые и специалисты отправляли в административные органы Кабардино-Балкарской Республики нескончаемым потоком справки, отчеты, докладные записки, рекомендации, заключения об экологической ситуации ледника Башкара и его приледниковых озерах*.

Ниже цитируются некоторые выводы исследований о возможности катастрофического прорыва оз. Башкара по состоянию на 2003 г.

«... озера ... в настоящее время не могут являться источником прорывной волны, способной сформировать селя по р. Адыл–Су»

«... установлена крупная подвижка морено-ледникового массива объемом порядка 350 тыс.м³. Продолжительность зоны активации криогенных процессов составляет 700 м. Дальнейшее развитие на этом участке предсказать невозможно. Учитывая огромные массы воды в термокарстовых озерах, находящихся в зоне подпора, **нельзя исключить возможности формирования катастрофического селевого потока по р. Адыл–Су».**

*У ледника Башкара, кроме оз. Башкара, существует недавно появившаяся группа сравнительно мелких озер. Их описание приведено ниже.

– «... Река Адыл–Су является одним из самых селеносных притоков р.Баксан. В 1958, 1959 и 1960 годах в результате прорыва озера Башкара сходили мощные сели ... В связи с отступлением ледника на его конце возникли и активно развиваются новые термокарстовые озера. Сейчас они являются накопителями водного импульса, ведущего к началу селевого процесса. **Новые озера связаны подледниковыми каналами стока из оз. Башкара,** которое находится в 500 м выше, на дне петлеобразной моренной котловины, подпруженной долинным, одноименным с озером ледником, и эта мощная ледовая плотина надежно удерживала полумиллионный объем озерных вод от прорыва в течение последних 43 лет. Ее высота над дном озера больше 40 м, а над его поверхностью ледово-каменный массив возвышается на 10-15 м. По данным наблюдений МГУ сезонные колебания уровня находятся в пределах двух метров. Поэтому **вероятность критического наполнения и переполнения через ледовую перемычку полностью исключается.** Спуск озера может произойти только в случае лавинообразного

разрушения системы подледных каналов стока, что маловероятно в этом году (2003) в связи с холодным летним периодом.

Иная картина с нижними термокарстовыми озерами, которые год от года неуклонно разрастаются ... Именно здесь велика вероятность формирования водного импульса селя при быстром сбросе озерных вод.

– «... Ситуация по-прежнему оценивается как потенциально опасная, но на ближайшую перспективу не предкатастрофическая ».

– «... По результатам мониторинга ледника Башкара в последние десятилетия нет оснований считать, что сейчас (2003г.) происходит аномальная активизация каких-либо гляциальных процессов, способная повлечь за собой катастрофические последствия... следует отметить увеличение объема талых вод, сосредоточивающихся в цепочке перигляциальных озер ниже фронта ледника. Удерживающие воду моренные перемычки не могут быть признаны надежными природными дамбами в силу рыхлости слагающего их материала и вероятной консервации ледяных ядер внутри себя, которые со временем могут потерять сплошность и вызвать прорывной спуск резервуара».

«... Обследование показало, что в ближайшее время прорыв озера Башкара не ожидается...

Явление заполнения водой трещин в теле ледника и образования термокарстовых озер на поверхности языка отступающего ледника характерно для этой стадии жизни ледников и не носит катастрофического характера».

Не оставался в стороне от проблемы и институт «Севкавгипроводхоз» – по просьбе МЧС России в 2001, 2002 и 2003 гг. (в последний год дважды) дававший экспертные заключения по ситуации возможного прорыва озера Башкара с формированием селевой волны. Институт (в лице Э.В. Запороженко) не считал положение пред- или катастрофическим и не прогнозировал развитие событий по катастрофическому сценарию соответственно на 2001-2004 гг. в дальнейшем (после сезонов 2004-2005 гг.) мнение института уже не запрашивалось. В течение прошедшего пятилетия (2001-2005 гг.) институт придерживался мнения о необходимости направить энтузиазм исследователей в инженерное русло путем разработки проекта «Прогноз селевой опасности по бассейну рек Башкара – Адыл–Су и мероприятия инженерной защиты», который прошел государственную экспертизу и утверждение на государственном уровне (несколько раз разрабатывалась и предлагалась административным органам программа таких научно-проектно-изыскательских работ).

И вновь в Интернете в конце сентября 2003 г. появилось сенсационное сообщение: «В Кабардино-Балкарии возникла угроза схода ледника» со ссылкой на научно-инженерный центр по импульсным технологиям в гидрогеологии и геотехнологии

Минприроды России. Местные СМИ отреагировали дружно: «Ледник Башкара пока не угрожает» (Кабардино-Балкарская правда, 30.09.2003). «Ледник в настоящий момент не опасен» – «Газета Юга» – № 40 (501), от 02.10.2003. «На сегодняшний день ледник Башкара реальной угрозы не представляет» («Кабардино-Балкарская правда» от 14.10.2003г.).

Тем не менее, в государственных органах управления КБР корректировались планы оповещения и эвакуации людей из опасной зоны.

24 декабря 2003 г. в г.Нальчике состоялось совещание под председательством представителя Всероссийского центра «Антистихия» МЧС. «Участниками совещания отмечена потенциальная опасность, которая исходит от морено-ледниковых комплексов и озер в гляциальной зоне гор КБР. Необходим мониторинг гляциальных явлений». В отношении проблемы «Башкара» совещание рекомендовало продолжить наблюдения и организовать гидрологический стационар.

В 2004 г. проблемой занималась межведомственная экспедиция МЧС РФ, выпустившая в 2005 г. Сводный отчет [9], в котором обобщены сведения об исследовании возникшей башкаринской проблемы.

В отчете [9]

- подробно описаны физико-географические условия долины р. Адыл-Су;
- обобщены исторические сведения о прошедших селевых потоках;
- проанализированы колебания уровней в озерах и суммарном истоке из них;
- предложена гипотеза о связи уровня воды в озере Башкара с внутриледниковыми емкостями.

В разделе 2.5. «Оценка потенциального спонтанного прорыва оз. Башкара» возможность перелива через ледовую плотину признается маловероятной. Однако ниже следует утверждение, что «в настоящее время происходит уменьшение высоты, ширины и прочности ледово-грунтовой плотины». Далее, ссылаясь на максимально положительный баланс питания Кавказских ледников в период 2002-2004 гг., сообщается, что следует ожидать в ближайшие 2-3 года увеличения высоты ледниковой плотины и что это приведет к увеличению высоты и мощности моренного вала, отделяющего урез озера от боковой грани ледника. Но достаточно ли трех лет аномально положительного питания для столь оптимистического вывода в укреплении ледово-моренной плотины – вот в чем вопрос.

«Вторым фактором, влияющим на возможность прорыва озера, являются колебания его уровня». Пространно исследуя динамику уровня, авторы приходят к выводу: «Уровень озера почти не зависит от метеорологических и гляциологических факторов, а определяется главным образом особенностями водообмена в системе «озеро–ледник».

«... Даже при быстром отступлении ледника Башкара в ближайшие годы предпосылки прорыва Башкаринского озера отсутствуют».

В заключение рекомендуется продолжить научные наблюдения за состоянием озерно-ледникового комплекса. Предложенный план наблюдений в основном повторяет исследования прошедшего пятилетия.

В целом пятилетние исследования ясности не давали, отчет перенасыщен излишней информацией и не решает проблему временного прогноза внезапного прорыва рассматриваемых озер. По мнению автора настоящей статьи такой прогноз невозможен даже на 1-2 года вперед. Можно лишь рассматривать потенциальную угрозу, а она признается всеми участниками исследований башкаринских озер. В этом случае главным является, хотя и приближенная, но все же количественная инженерная оценка последствий внезапного прорыва, и разработка на ее основе предупредительных и инженерных мероприятий защиты людей, хозяйственных объектов и лесных массивов. Это должно быть объединяющим условием для дальнейших исследований и изысканий.

Дружный отклик многих организаций на внезапно возникшую стихийную проблему радует, однако было бы правильным сразу же поручить юридически ответственной организации кураторство исследований и инженерный расчет последствий возможного прорыва оз.Башкара (см.Приложение).

Озеро Башкара. Появление оз.Башкара многие исследователи [9,10] относят к тридцатым годам прошлого столетия. В июне 2003 г. оно имеет максимальную глубину 32 м. Площадь зеркала воды 66 тыс. м² [10]. Озеро питается в основном стоком части ледника, а также атмосферными осадками, поверхностным и грунтовым стоком с небольшого водосбора, примыкающего к озеру в юго-восточном углу. Поверхностный сток с озера отсутствует.

С 1 по 21 сентября 2004 г. наблюдался резкий спад уровня воды в озере – на 128 см [9]. Вычисленный средний дренажный расход за этот период составлял 0,046 м³/с. В целом после 60-х годов XX века озеро Башкара находилось в квазистационарном состоянии. В последние 4-5 лет многими участниками исследований отмечается увеличение интенсивности криогенных процессов. Появление наледниковых эфемерных озер, провалов и термокарстовых воронок на леднике по направлению возможного прорыва настораживает (рис.2.)



Рис.2. Правый борт ледника, подпирающего озеро Башкара. 1 – озеро Башкара, 2 – вал осыпной морены, отделяющий озеро от ледника. Фото Н.Ю. Красных. 2004 г.

Вопреки бытующему мнению о том, что внезапное опорожнение гляциальных озер происходит в результате перелива через перемычку и ее разрушения, установлено, что в преобладающем большинстве случаев, прорыв ледниковых и приледниковых озер происходит по внутриледниковым каналам [1]. Убедительным доказательством последнего служат наблюденные гидрографы с отрицательной асимметрией. Процессы опорожнения озер в этих случаях начинаются со сравнительно медленного нарастания стока излива воды, достигая максимума и последующего резкого спада.

Озеро Башкара погружено в моренном материале горных пород перед фронтальной частью бывшего правого языка одноименного ледника. В настоящее время озеро примыкает южным урезом к оставшемуся корню языка. Гребень моренного вала, окружающий озеро с северо-восточной, северной и частично западной сторон, судя по отметкам планшета съемки 1968 г., возвышается над современным уровнем воды на 42-34 м и постепенно снижается до высоты 15-12 м в юго-западной части, смыкаясь с ледником. Окружение озера мореной, считая по гребню, составляет около 60 %. Остальная часть озера граничит с правым бортом ледника, современный язык которого расположен в 600 м ниже по течению ледника. Урез воды озера непосредственно к леднику не подходит. Он отделен от ледника моренным материалом: в южной части – баром из гальки и валунов, образованным стоком с ледника, осыпной поверхностной и внутриледниковой мореной, а с юго-западной стороны – валом (8-10 м), образованным в результате осыпания поверхностной морены при таянии подпирающего озеро правого борта ледника. Протяженность границы озера вдоль ледника равна 325 м.

Озеро Башкара экзотично. Как уже указывалось, оно погружено на 30-40 м в моренный высоко поднятый пьедестал. Тем самым защищено от холодных ветров со всех сторон. Озеро легкодоступно, несмотря на сравнительно высокое расположение. К нему ведет прямая километровая тропа, проложенная по острому гребню правой боковой морены ледника Башкара, представляющей собой опрокинутую набок остроконечную трехгранную пирамиду, внедрившуюся своей вершиной в устье двух долин: ледника Башкара и р.Джан-Туган.

Протяженная граница озера вдоль ледника является опасной зоной возможного внезапного прорыва озера. В этой зоне отмечены многочисленные карстовые воронки и просадки (рис.2). Не исключается, что в моренном вале, отделяющем озеро от ледника, имеются блоки погребенного льда, представляющие наибольшую угрозу прорыва озера при внезапном их всплытии или просадок в результате таяния.

О комплексе нижних озер. Озеро Башкара у одноименного ледника не единственное. У фронтальной современной оконечности ледника Башкара по сведениям группы исследователей [7,9,10] в начале 80-х годов прошлого столетия возникли три небольших новорожденных озера. Первооткрыватели присвоили им имена: Лапа, Мизинчик, Коготь. Располагаясь у отступающего ледника Башкара озера-близнецы активно развивались и в настоящее время (2005г.) достигли «юношеской» зрелости. Лапа и Мизинчик объединились. Не хотелось бы полагать, что это объединение произошло с целью вырваться из ледникового плена. Динамика развития этой группы озер детально описана в отчетах и опубликованных материалах [7,8,10]. Озера непосредственно примыкают к активно деградирующему языку ледника (рис.3), а с низовой зоны подперты моренным валом. Сток из озер осуществляется поверхностным путем через понижение в моренном вале. На леднике, в ложе озер и окружающей морене, наблюдаются интересные криогенные процессы. Об этом свидетельствуют просадки, западины, трещины, термокарстовые воронки.

В материалах наблюдений [9] было отмечено резкое увеличение объема воды в озерах с 66 тыс.м³ в августе 2002 г. до 95 тыс.м³ в июле 2003 г. В 2005 г. объем воды уже достиг 130 тыс.м³. Приблизленно прорывной паводок такого объема может достигать 20-30 м³/с. При критическом расходе 10 м³/с в очаге на фронтальном склоне морены, имеющем уклон 13,9°, возникает селевой процесс. Однако его мощность будет значительно меньше по сравнению с прорывным паводком из оз. Башкара.



Рис.3. Группа приледниковых озер у языка ледника Башкара. 1 - зандровое поле, 2 - береговая морена, 3 - правая боковая морена, 4 - язык ледника.

Фото Н.Ю. Красных. 14.06.2004 г.

При осуществлении гипотетического прорыва оз. Башкара нижние озера будут неминуемо размывы еще до наступления максимума прорывной волны. С момента их разрушения в селевом очаге начнутся процессы селеобразования.

Модель прорыва приледниковых озер. Многочисленные случаи прорыва озер в гляциальных зонах различных горных стран собраны в уникальной монографии [1]. В ней описаны «гляциальные селевые потоки, поведение воды в леднике, жизнь подпруженных ледниками озер и механизм их прорыва...».

Проанализировав и обобщив огромный материал собранных сведений Ю.Б.Виноградов предложил математические модели прорыва приледниковых озер, связывающих в единый процесс падение уровня воды в озере, расход истечения, температуру воды, возникновение и расширение внутриледникового туннеля, его длину и перепад уровней.

В окончательном виде модели представлены соотношениями:

$$Q = \delta \cdot \left\{ \frac{\rho_0 \cdot g}{\rho \cdot r \cdot l} \cdot \left[\left(x + h \right) \cdot (W_0 - W) + \frac{a}{m+1} \cdot (W_0^{m+1} - W^{m+1}) \right] \right\}^{5/4} \cdot \sqrt{aW^m} \quad (1)$$

$$x = \frac{c_0}{g} \cdot t_i \cdot \left\{ 1 - \exp \left[- \frac{400 \delta^{0.3} l (aW^m)^{0.15}}{Q^{0.55} \rho_0 c_0} \right] \right\} \quad (2)$$

Для решения (1),(2) используется принцип последовательного приближения. При вычислении максимального расхода прорыва необходимо отыскать значение W , при котором обращается в тождество соотношение(3):

$$W_0 \cdot \left(x + h + \frac{a}{m} \cdot W_0^m \right) = \left[\left(\frac{2.5}{m} + 1 \right) \cdot (x + h) + \frac{a}{m+1} \left(\frac{2.5}{m} + 3.5 \right) W^m \right] \cdot W \quad (3)$$

В уравнениях (1)–(3) приняты следующие обозначения:

$\rho_0=1000$ кг/м³; $\rho=850-910$ кг/м³–плотность воды и льда; $c_0=4190$ Дж/кг·°С – удельная массовая теплоемкость воды; $\gamma=334000$ Дж/кг– удельная теплота плавления льда; $g=9,81$ м/с²- ускорение свободного падения; t –температура воды в озере (°С); h – превышение точки входа в ледниковый туннель над точкой выхода из него (м); l – длина туннеля (м); Q –расход воды (м³/с); W_0 – объем воды в озере (м³) перед началом его прорыва; a, m – морфометрические параметры озерной чаши, определяемые из уравнения $H=aW^m$ зависимости объема озера W от его глубины H у плотины. Для определения величины параметра δ в [1] предложена графическая зависимость γ (1).

Результаты расчета прорывного паводка. Исходными данными при расчете прорыва являются : $t(^{\circ}\text{C})$; $l(\text{м})$; $h, W_0, h= aW^m$. Сведения о температуре воды в озере Башкара отсутствуют – априорно принято $t=2.5^{\circ}\text{C}$. Направление и длина внутриледникового туннеля приняты в результате анализа материалов гляциологических исследований МГУ и ВГИ [8], $l=550$ м, это определило и перепад высоты $h=61$ м между входным и выходным отверстием туннеля. Морфометрические характеристики $a=0,312$ и $m=0,34$ зависимости уровня озера от его наполнения $H=aW^m$ определены по данным батиметрической съемки 2003 г., выполненной экспедицией Краснодарского государственного университета [10] (рис. 4).

Расчетный гидрограф гипотетического прорыва (рис.4) характеризуется сравнительно большой величиной отрицательной асимметрии, характерной при прорыве озер по внутриледниковому каналу. Максимальный расход воды 123,5 м³/с, достиг своей величины через 4,5 часа от начала прорыва. Объем прорывного паводка равен 764 тыс.м³. Расчетная площадь выходного отверстия внутри ледникового туннеля равна 7,1 м², это соответствует диаметру круглого сечения равному 3 м. Скорость истечения из устья туннеля при прохождении максимального расхода воды должна быть равна $123,5/7,1=17,4$ м³/с, но это теоретически. Вот что сообщает Ю.Б Виноградов, ссылаясь на достоверную информацию, рассматривая в своей монографии [1], что представляет собой ледяной туннель в гидравлическом отношении. « В одном месте из трещины вода била фонтаном, с оглушительным ревом поднимаясь надо льдом... Тяжелые биения... сотрясали грандиозную ледяную толщу...Долина была залита водой. Яростные потоки рвались из-

под ледника, с грохотом перекатывая тяжелые камни. Глыбы льда вырывались изредка вместе с водой и стремительно уносились в хлопьях грязной пены; то в одном, то в другом месте раздавался грохот обвала. Подмытые водой, рушились своды ледника, закупоривая невидимые туннели. Так вот как выглядит прорыв озера!»

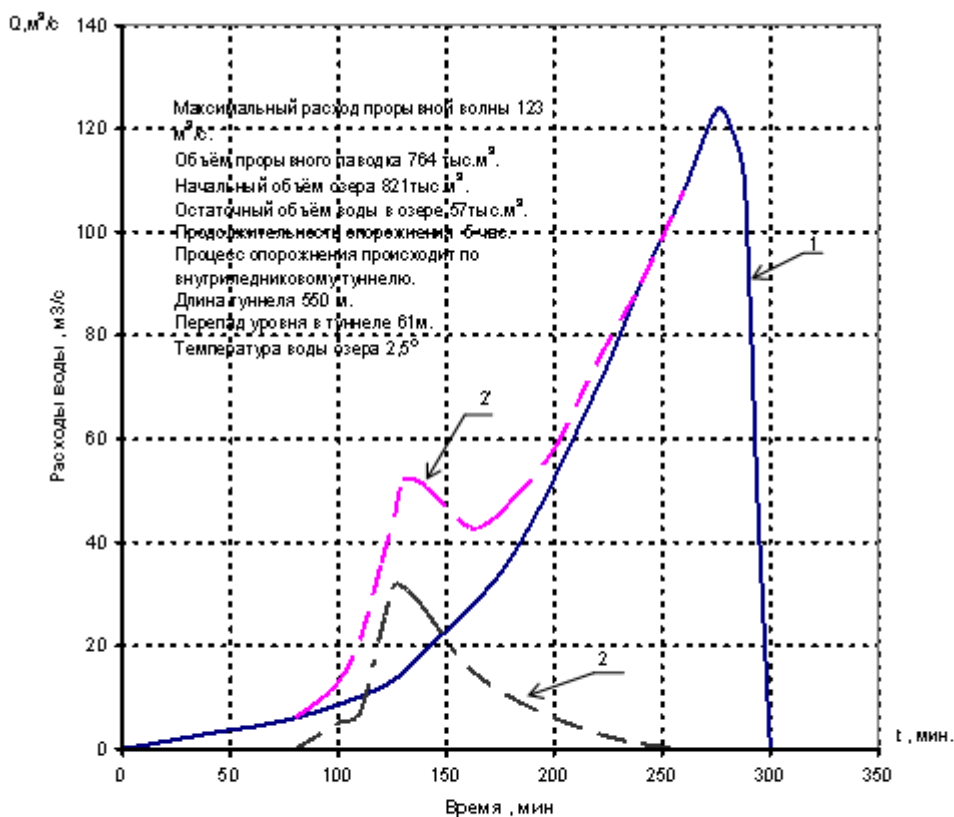


Рис.4. Расчетные гидрографы гипотетического прорыва озера Башкара.

- 1- гидрограф волны прорыва озера Башкара,
- 2- гидрограф размыва (разрушения) нижних озер,
- 2'- суммарный гидрограф.

Несоответствие теоретической и фактической скорости истечения в рассматриваемой модели уравнивает гидравлический параметр δ , «несущий в себе эмпирическую компенсацию большого числа неопределенностей, оценивается исходя из наилучшего соответствия модели и действительности»[1,с.118] .

В нашем случае коэффициент δ принят равным 2,65 в соответствии с зависимостью $\delta(1)$.

Селевой поток. Прорывной паводок при гипотетическом внезапном опорожнении озера Башкара, размыв нижние озера и пройдя зандровое поле, обрушится в селевой очаг, расположенный на фронтальном склоне современной морены. Длина очага 420 м. Уклон $13,9^{\circ}$. Очаг представляет собой селевой врез глубиной 15-20 м и шириной около 30-40 м, достигая на отдельных участках 50 м. Ширина по дну – от 3 до 7 м. Дно очага завалено обломками горной породы: глыбами, щебнем и песчано-гравийным заполнителем. Продольный профиль ступенчатый, встречаются небольшие водопады.

На подходе к моренному уступу прорывной паводок озерной воды обогатится твердой составляющей и превратится в наносоводный поток, который согласно расчетам

достигнет плотности 1127 кг/м³. Максимальный расход увеличится с 123,5 м³/с до 133,6 м³/с. В очаге процесс селеобразования будет протекать по транспортно-сдвиговому типу [2]. Там селевой поток достигнет своей наибольшей величины. Ниже по течению в долине р.Адыл–Су он будет трансформироваться, теряя свою мощь.

Расчеты образования селевого потока и его трансформации выполнены по двум моделям [3,5].

По модели Ю.Б. Виноградова [3] максимальный расход селевого потока и его объем вычисляется по формулам:

$$[(Q_c)_M] = [1 + (1 + (1 + \zeta)N_i)] \cdot \left(Q_M + \sum_{j=1}^i \Delta Q_j \right), \quad \text{при } Q > Q_{кр} \quad (4)$$

$$W_i = [1 + (1 + \zeta)N_i] \cdot \left(V + \sum_{j=1}^i \Delta V_j \right), \quad (5)$$

где Q_M - максимальный расход паводка у входа в селевой очаг, м³/с; V - объем водного паводка (при $Q > Q_{кр}$), поступающий в селевой очаг, м³; ΔQ_j - дополнительный максимальный приток, поступающий на j -й расчетный участок; W -объем селя; $\zeta = \Theta / (1 - \zeta)$ - относительная объемная влажность рыхлообломочной породы; Θ - объемная влажность породы;

$$N_i = G_i / \left(Q + \sum_{j=1}^i \Delta Q \right) = Z_i \left(V + \sum_{j=1}^i \Delta V_j \right)$$

отношение количества твердого вещества, захваченного при транспортно-сдвиговом процессе к количеству воды, вызвавшей процесс (без учета воды в рыхлообломочной породе); G_i , Z_i - максимальный расход (м³/с) и объем (м³) твердого вещества в селевом потоке; ζ , Θ и N_i - безразмерные величины.

Коэффициент N_i определяется численным способом в результате решения трансцендентного уравнения:

$$\frac{\rho / \rho_o - 1}{\rho / \rho_o + 1} \cdot \ln \frac{1 / (\rho / \rho_o + \zeta) + N_i}{1 / (\rho / \rho_o + \zeta) + N_{i-1}} + \frac{1 + \zeta_{пт}}{\zeta - \zeta_{пт}} \ln \frac{1 + N_i (\zeta - \zeta_{пт})}{1 + N_{i-1} (\zeta - \zeta_{пт})} = c_i g (\rho + \rho_o \zeta_{пт}) \frac{\lg \alpha}{\lg \varphi_{см}} \sin \alpha \Delta l_i \quad (6)$$

где $c_i = (4 \dots 6) \cdot 10^{-6}$ (м·с²)/кг - коэффициент пропорциональности; $g = 9,81$ м/с² - ускорение свободного падения; $\zeta_{пт}$ - относительная объемная влажность породы на пределе текучести; Δl_i - длина i -го участка в селевом очаге или русле, м.

Плотность селевого потока на выходе из селевого очага определяется из соотношения:

$$\gamma = \frac{\rho_o + (\zeta \rho_o + \rho)N}{1 + (1 + \zeta)N} \quad (7)$$

Б.С. Степанов, рассматривая сложные схемы качественного анализа влияния селевой смеси на процесс образования селевого потока, предложил упрощенный алгоритм расчета предложенного им трансцендентного уравнения [5]. Рассматривая i -й участок очага, алгоритм можно написать в следующем виде:

$$\Delta Q = c w_i \frac{\Xi_i}{y_i} \gamma_i g \sin \alpha_i Q_i \Delta l_i \quad (8)$$

$$\Delta G_i = \frac{1 - \varepsilon_i}{w_i} \Delta Q_i, \quad (9)$$

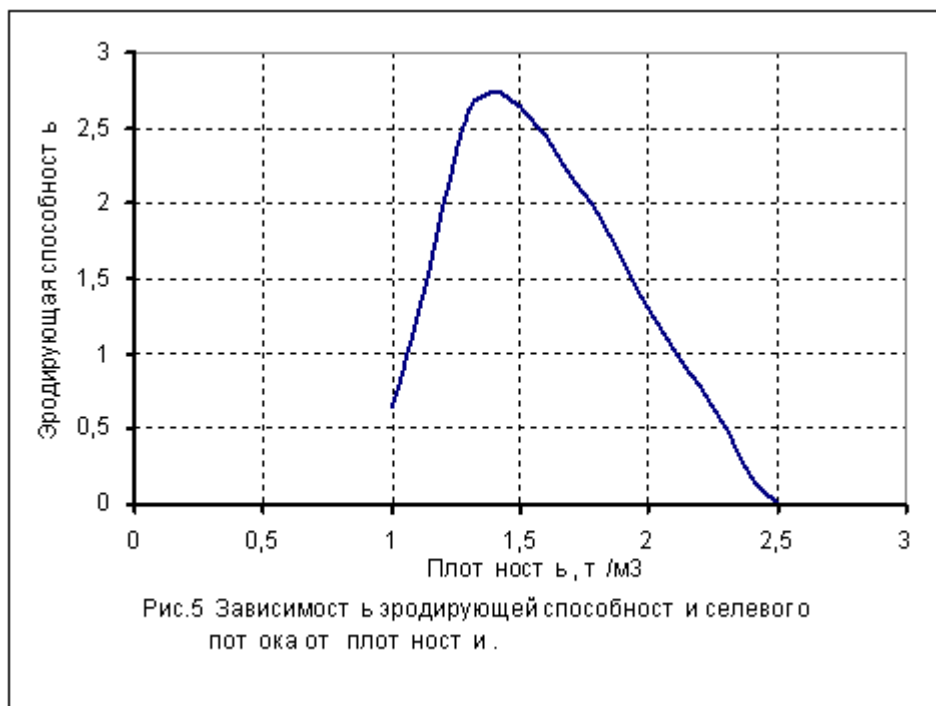
$$\Delta Q_{ai} = \Delta Q_i + \Delta G_i \quad (10)$$

где $c = 2,68 \cdot 10^{-7}, \text{м}^{-1}$ – коэффициент пропорциональности, w – влажность грунта, Ξ – эродирующая способность селевой смеси, y – устойчивость селеформирующих грунтов к эрозии. Остальные обозначения прежние.

Выражения (8) – (10) дают возможность определить расход селевой смеси Q_{ci+1} и ее плотность $\gamma_{ш+1}$ в створе, являющемся началом $i+1$ участка (закрывающем створе i -го участка)

$$Q_{ai+1} = Q_{ai} + \Delta Q_{ai} \quad (11)$$

$$\gamma_{i+1} = \frac{\gamma \cdot Q_{ai} + \rho_o \cdot \Delta Q_i + \rho \Delta G_i}{Q_{ai} + \Delta Q_i + \Delta G_i} \quad (12)$$



Эродирующая способность селевой смеси зависит от плотности потока. Для принятых характеристик грунтов построена графическая зависимость (рис.5). Другие исходные данные для расчета по рассмотренным моделям имеют следующие значения при входе в селевой очаг: $Q_m=125,1$; $V=(764+116+22,7-22,7) \cdot 10^3=880$ тыс.м³; $w=0,067$; $\zeta=0,18$; $\zeta_{\text{пл}}=0,507$; $\rho_0=1000$ кг/м³; $\rho=2670$ кг/м³; в очаг поступает наносоводный поток с плотностью 1127 кг/м³; $Q_c=133,6$ м³/с; $N_i=0,069$. Объем паводковой волны состоит из 764 тыс. м³ – прорыв оз.Башкара, 166 тыс.м³ – прорыв нижних озер, 22,7 тыс.м³ приток с ледникового водосбора; 22,7 тыс.м³ – часть объема прорывного паводка ($Q < Q_{\text{кр}}$), непринимая участия в формировании селя. Характеристики селевого очага : $\phi_{\text{ст}}=32^\circ$, $\alpha=13,9^\circ$, $I=420$ м. Устойчивость селеформирующих грунтов к эрозии принята равной 0,4.

Расчет по модели Б.С. Степанова выполняется пошаговой дескритизацией с длиной участков 100-200 м. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчета селевого потока при гипотетическом прорыве оз. Башкара и трансформации селя в русле р. Адыл-Су

№ участка	Наименование участка	Характеристика очага или русла			Максимальный расход воды, вызвавший сель	Результаты расчета селевого потока по моделям							Примечание
		а, град.	А1, м	Вм		Ю.Б. Виноградова				Б. С. Степанова			
						Q _c	G	У	W _c	Q _c	G	У	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
-	Туннель	6,4	550	-	123,5	-	-	-	764	-	-	-	
0	Зандровое поле	3,6	480	-	125,1	133,6	7,20	1127	880		-	-	
1	Селевой очаг	13,9	420	-	125,1	420	250	1994	2957	412	243	1988	
2	Русло Адыл-Су	4,9	580	120	127,1	387	220	1950	2760	213*	72,9	1577	"160;33; 1310**
3	- -	7,2	400	98	127,1	367	204	1925	2619	183	56	1420	
4	- -	5,2	550	112	127,1	340	180	1886	2422	168	40	1340	
5	- -	6,9	830	50	129,1	322	163	1848	2362	184	55	1410	устье р. Кашка-Таш
6	- -	4,9	1740	80	129,1	274	122	1748	2008	164	35	1300	а/л «Эльбрус»
7	- -	4,2	680	80	129,1	257	108	1704	1887	156	27	1250	а/л «Шхельда»
8	- -	4,1	700	40	137,8	249	93,9	1630	1976	166	28	1240	устье р. Шхельда
9	- -	2,5	1900	60	137,8	221	70,3	1522	1755	115	16	1150	устье р.Адыл-Су

Примечание: * - искусственный прием, ** - по графику $\gamma=f(a)$

Долина р. Адыл-Су. Трансформация селевого потока. Даже при кратковременном знакомстве с долиной возникает чувство о ее перегруженности обломками горных пород и это действительно так: долина завалена горными обвалами, материалом эрозии снежных лавин и более всего – речными и селевыми отложениями. На расширенных участках дна долины, имеющих выположенные уклоны, хаотично нагромождены останцы древних и современных селевых валов. Разбросаны эрратические глыбы (4-5 м), на верхушке которых можно встретить спокойно растущую сосенку. Такое состояние долины обусловлено наличием мощного оледенения. На участке протяженностью всего лишь пять километров от истока р.Джан-Куат до устья р. Шхельда (средняя и верхняя часть долины) в долину спускаются с северных склонов Главного (Водораздельного) хребта Кавказа четыре языка крупных ледников. Их общая площадь равна 14,1 км². С учетом еще 21 мелких ледников суммарная площадь оледенения составляет 21,9 км² [6].

Геолого-морфологический анализ горных долин позволяет полагать, что происходящие в современную эпоху селевые процессы таковы, что с их помощью происходит не только снос материалов, заполняющих боковые долины, но они же

являются основными «ассенизаторами», вынося продукты горной денудации на предгорные равнины. Долина р. Адыл-Су ждет своего часа.

Река Адыл-Су является наиболее многоводным притоком в верховьях р.Баксан. Длина реки – 12,8 км. Площадь водосбора - 98,7 км². В гидрологическом отношении не изучена. Приведенные ниже стоковые характеристики получены с использованием данных гидрометрического створа на р. Баксан у с.Юсенги, замыкающем водосбор верховья р. Баксан, равный 180 км², включая бассейн Адыл-Су.

Средний годовой сток р. Адыл-Су равен 167,8 млн. м³. За наиболее многоводный сезон с июля по август проходит 45,6 % годового стока. В пересчете среднесуточный расход – 14,6 м³/с – эта величина (в наиболее опасный селевой период) распределяется по длине р. Адыл - Су следующим образом:

- в устье р. Башкара - 3,8 м³/с;
- в устье р. Кашкарташ - 5,8 м³/с;
- в устье р. Шхельда - 14,5 м³/с.

Приведенные величины стока учтены при расчете селевого потока. Продольный профиль долины перегружен селевым материалом рыхлообломочных пород. Он характеризуется перепадами уклонов, то увеличиваясь на отдельных участках, то снова резко понижаясь, что значительно затрудняет расчет движения, трансформацию и распад селевого потока.

Обогащение селевой массы, трансформация, распад и остановка селевого потока при его движении от очага до расчетного створа является наименее разработанной частью существующих схем расчета. Это в полной мере отразилось и на результатах расчета, представленных в таблице 1. Из таблицы видно, что максимальный расход селя и его характеристики, вычисленные по двум моделям, близки между собой и отвечают допустимой точности. При этом почти в два раза отличаются расчетные характеристики селевого потока при продвижении его по долине р. Адыл-Су.

Трансформация потока зависит от множества факторов: морфометрических и гидравлических характеристик селевого русла, мощности потока, его плотности и, прежде всего, от состава и свойств селевой массы. Ю.Б. Виноградов отмечает, что «серьезные теоретические построения для решения этих вопросов – дело будущего » [3] и предлагает для расчета трансформации пока использовать выражение:

$$Q_c = \tilde{Q}_c \exp \left[-c_2 \frac{B \cdot \Delta l}{\cos(tg\alpha - tg\psi_g)} \right] \quad (13)$$

где Q_c - начальное значение расхода селевого потока на участке длиной Δl ,

$c_2=(1..4) \cdot 10^{-7} \text{ м}^{-2}$ – коэффициент пропорциональности.

Расчет ведется по участкам селевого русла, характеризующимся приблизительно одинаковой шириной B и углом наклона α . Результаты вычислений расхода Q_c и объема W по предыдущему участку являются начальными значениями $\tilde{Q}$ и $\tilde{W}$ при расчете по следующему.

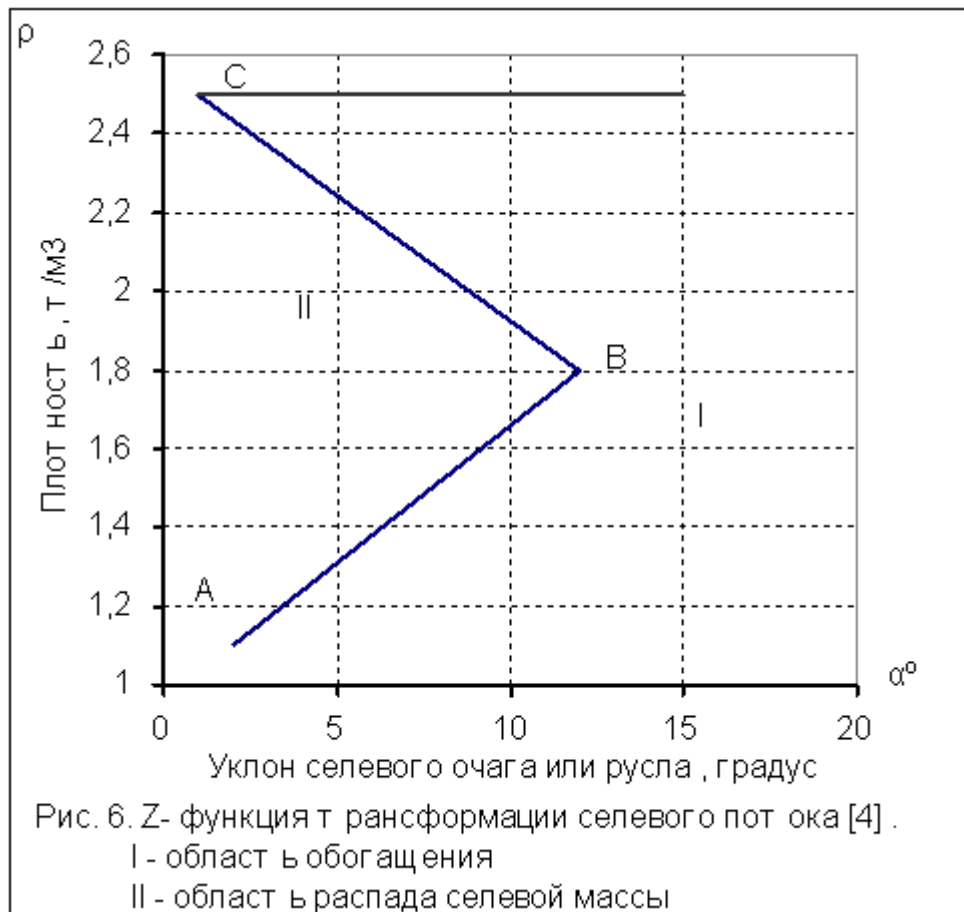
Динамический угол внутреннего трения $\varphi_g=23.3^\circ$ водонасыщенной рыхлообломочной породы определен для нашего случая из соотношения [3] при $\alpha_{кр}=11,9^\circ$.

$$tg\alpha_{кр} = tg\psi_\theta / \left[\frac{\rho}{\rho - \rho_\theta} + \frac{\rho_\theta}{\rho - \rho_\theta} \cdot \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} \right] \quad (14)$$

В приведенном выражении (13) учитывается мощность потока, разность напряжений движения и торможения относительно давлению селевой массы на горизонтальную площадку. Свойства селевой массы в полной мере учитываются динамическим углом внутреннего трения.

Неоднозначными характеристиками селевого русла в (13) являются c_2 и B , которые должны определяться при полевых изысканиях. Нами был использован упрощенный картографический способ для определения ширины селевого русла. Значение коэффициента c_2 было назначено соответствующим наибольшей деформации.

Б.С. Степанов считает [4], что при углах наклона русла менее критического ($\alpha_{кр}$), на которых развивается транспортный процесс селеобразования, существует тесная прямолинейная зависимость между углом наклона русла и плотностью селевого потока. Предложена z -функция (рис.6), характеризующая зависимость между минимальным уклоном, при котором происходит распад селевой массы и плотностью селевого потока, разделяет координатную плоскость на две области I и II. В области I преобладает процесс обогащения потока селевым материалом, в области II - распад.



Селевой поток – сложный многогранный процесс. При его движении происходит почти непрерывный процесс обогащения и отложения селевой массы и лишь на

отдельных участках и при достижении определенных свойств селевой массы может наблюдаться стационарный процесс.

В нашем случае, при выходе из селевого очага (участок 1) селевой поток, имея расчетный максимальный расход $412 \text{ м}^3/\text{с}$ и плотность 1988 кг/м^3 при уклоне $13,9^\circ$, попадает в I область существования и способен к дальнейшему обогащению. Но на первом же стометровом отрезке второго участка с уклоном $4,9^\circ$, достигнув величин $Q_c=541 \text{ м}^3/\text{с}$, $\gamma=2030 \text{ кг/м}^3$, попадает в область II, где дальнейшее обогащение невозможно. Согласно авторской схеме расчета, селевой поток должен распадаться до плотности, соответствующей $\gamma(a)$, равной в конце участка 1310 кг/м^3 .

Известны случаи, когда грязе-каменные селевые потоки при выходе из селевого очага на выположенные уклоны русла долины продолжали движение без существенного распада [4]. Принимая это во внимание, на втором участке мы отклонились от авторской схемы расчета. Учитывая, что при распаде селевой поток освобождается в первую очередь от крупной фракции селевой смеси, было принято, что к концу второго участка поток освободится лишь частично от крупной фракции. По принятой плотности вычислены максимальные расходы селея $Q_c=213 \text{ м}^3/\text{с}$ и твердого вещества $G=72,9 \text{ м}^3/\text{с}$. Характеристики, вычисленные по авторской схеме расчета, записаны в примечания таблицы 1. На последующих участках расчет производился по авторской схеме без отклонений.

Выйдя из селевого очага, грязе-каменный поток сравнительно высокой плотности 1990 кг/м^3 , оказавшись в русле р. Адыл–Су с выполаживающимися уклонами от $7,2^\circ$ до $2,5^\circ$, вынужден терять свою мощность, превращаясь к устью согласно расчетам (см. табл. 1) в наносоводный поток с плотностью $1520\text{--}1150 \text{ кг/м}^3$. Убедительным свидетельством того, что грязекаменные потоки со сравнительно высокой плотностью не доходили до устья р. Адыл–Су, по крайней мере в прошедшее столетие, является отсутствие на устьевом участке типичного селевого конуса выноса.

Населенных пунктов в долине р. Адыл–Су нет. Там находятся лишь три благоустроенных альпинистских лагеря (рис. 7) с необходимой инфраструктурой. В том, что селевой поток, продвигаясь от очага по руслу р. Адыл–Су, теряет свою мощность, не должно добавлять оптимизма по поводу возможных катастрофических разрушений. Впечатляет расчетный объем селевого потока - $2,4 \text{ млн. м}^3$ в створе у а/л «Джан-Туган». Простой расчет показывает, что на участке от а/л «Джан-Туган» до а/л «Шхельда»

протяженностью 3,2 км потери объема составят 535 тыс. м³. Учитывая, что средняя объемная концентрация твердого вещества на этом участке равна 0,48, то отложения селевой массы составят $(535 \cdot 0,48) = 257$ тыс. м³. При средней ширине долины на этом участке 80 м, слой отложений будет равен одному метру. Но это при идеализированном условии равномерного покрытия.

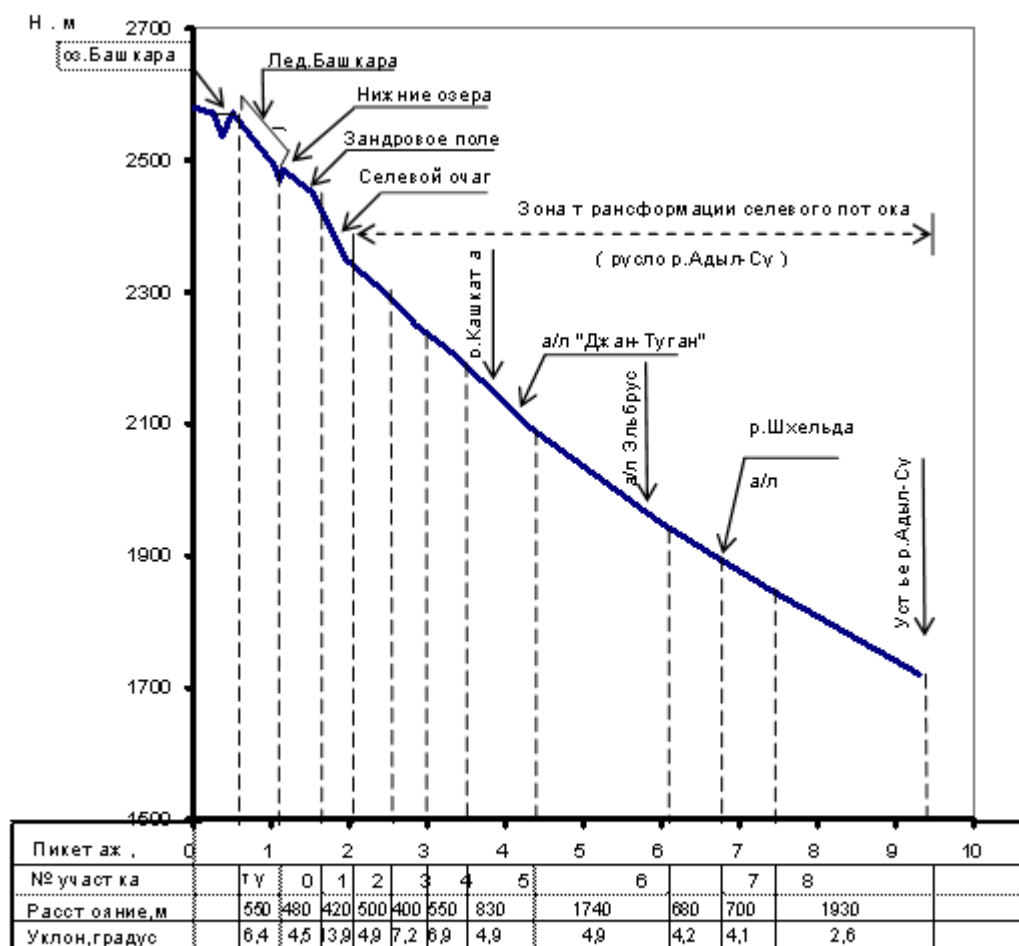


Рис. 7. Продольный профиль селевого тракта от озера Башкара до устья р. Адыл-Су.

Дно долины р. Адыл-Су со своим сравнительно небольшим уклоном $-0,076$ ($4,9^\circ$) по существу является селевым конусом выноса, а ведь поведение селевого потока на конусе выноса непредсказуемо. И в настоящее время имеются отдельные участки долины, характеризующиеся выпуклым поперечным профилем как у типичного конуса выноса при выходе в основную долину. В большей степени пострадают лесные массивы, находящиеся на пойменных участках долины. Вероятнее всего процесс прохождения селя будет осуществляться отдельными сериями волн, следующих друг за другом с небольшими временными промежутками. При распаде селевой массы, отдельные участки русла могут быть закупорены отложениями. Последующие волны будут

обогащаться отложениями предыдущих волн или прокладывать новые русла. Другими словами – процесс прохождения селевого потока, рассматриваемого гипотетического прорыва озера Башкара при движении по долине р. Адыл–Су будет сопровождаться мощными русловыми процессами. В этом случае разрушительные действия будут зависеть не только от расчетного уровня селевого потока, но, прежде всего и более всего, от мощности руслового процесса: преобразование русел и дна долины.

Комментарий. Потенциальная опасность внезапного опорожнения озера Башкара существует по определению, так как жизнь гляциальных озер недолговечна. Кроме того, из-за недостаточной изученности экологии озера, не следует считать, что для внезапного прорыва отсутствуют необходимые условия. Для более корректной оценки возможности прорыва необходимо в первую очередь определить наличие погребенного массива или отдельных ледяных блоков в осыпном моренном вале, отделяющем юго-западный край озера от правого борта ледника, а также под моренным баром на южной границе озера с ледником.

На расчетную величину прорывного паводка может повлиять уточнение температуры воды в озере. Проектная длина внутриледникового туннеля и перепад высот относительно входа и выхода в туннель связаны между собой прямой зависимостью.

С уменьшением длины уменьшается гидравлический напор.

При расчете селевого потока и его трансформации все исходные характеристики селеформирующих грунтов приняты по аналогии. Аналогом послужили данные исследований МГУ, проведенные в бассейне р. Кая-Арты – притоке р. Герхожан в 1963г, а также материалы изысканий Севкавгипроводхоза.

Бассейн Кая-Арты в селевом отношении является наиболее изученным на Северном Кавказе, но и эта изученность не полная. Отсутствуют сведения по гранулометрии валовых проб селеформирующих грунтов, за исключением данных определения таковых на конусе селевого выноса. Нет данных ни для одного селевого бассейна на Северном Кавказе о минералогическом составе глинистой фракции селеформирующих грунтов, во многом определяющей важнейшие свойства селевой массы и поведение потока. Наличие указанных характеристик можно встретить в специальной литературе по некоторым горным массивам Сибири, Камчатки, Кольского полуострова, не говоря уже о Закавказье и Заилийском Алатау, а по Северному Кавказу этих данных нет. В этом отношении селевая изученность Северного Кавказа может характеризоваться как плохая или очень

плохая. Обусловлено это отсутствием единого методического центра и селестоковой станции, а при проектных разработках для защиты от селевых потоков — недостатком финансирования изысканий и директивными сроками выполнения работ.

Количественные оценки волны гипотетического прорыва башкаринских озер, формирования селевого потока и его трансформации в русле р. Адыл–Су выполнены впервые. Без необходимых для этой цели инженерных изысканий они носят приближенный характер. Полученные расчетные характеристики помогут хотя бы приближенно, но опираясь на количественные оценки, судить о возможной катастрофе и более рационально разработать предпроектные мероприятия по снижению возможного ущерба.

Приложение:

Текст письма-обращения института «Севкавгипроводхоз»
в МЧС России и Правительство КБР

На протяжении нескольких последних лет в средствах массовой информации, выступлениях ученых и специалистов поднимается проблема возможного прорыва приледникового озера Башкара (верховье р. Адыл–Су) с образованием катастрофического селевого потока. Институт «Севкавгипроводхоз» в течение 2001-2004 гг., ежегодно, по запросу МЧС и письменно, давал свое экспертное заключение об отсутствии на предстоящие сезоны (2001-2004 гг.) предкатастрофической ситуации в районе Башкаринских озерных комплексов, настаивая в то же время на проведении работ по целенаправленному инженерному прогнозу ситуации с приведением программы таких работ и их стоимости (в адрес МЧС, МПР, Правительства КБР). Год за годом проблема обсуждалась на уровне сравнения экспертных оценок, базирующихся на разрозненных наблюдениях различных организаций и специалистов, не связанных единой задачей получения обоснованной оценки степени и размера опасности, но с выдачей не имеющих ни инженерной, ни юридической силы рекомендаций и предложений (разрыть, взорвать, спустить и т.п.). При этом нет оснований и игнорировать сведения об «ослаблении» за 2005 г. массива (перемычки), вмещающего ~800 тыс.м³ воды оз.Б. Башкара.

По инициативе института «Севкавгипроводхоз», в октябре с.г., во время проведения Всероссийской конференции по селям в г. Нальчике, был организован круглый стол по проблеме «Башкары», подчеркнувший, с одной стороны, озабоченность проблемой научной общественности, с другой – показавший, что разговор по прежнему идет по сути на уровне эмоций или отдельных мнений. Действительно, как показывают наши расчеты, если произойдет опорожнение оз.Б.Башкара, то сформируется селевой поток расходом до 400 м³/с, способный достигнуть устья р.Адыл–Су. Но будет ли этот прорыв, когда, каким образом, какие территории и инфраструктура при существующих

реальных морфологических условиях, могут пострадать, какие защитные или превентивные мероприятия следует осуществить? Ответ на такой вопрос может содержаться лишь в соответствующем Проекте, базирующемся на инженерном расчете, с прохождением последнего Государственной экспертизы и утверждения. Институт «Севкавгипроводхоз» вновь призывает именно к такому действию, что теперь находит свое отражение и в решении упомянутой конференции.

«...Считать необходимым выполнить в 2006 г. инженерный проект развития гляциологической ситуации в районе приледниковых Башкаринских озер с целью определения опасности возникновения катастрофической ситуации, разработки адекватных мер защиты и предупреждения и Проект защиты объектов от селевых потоков на р. Адыл–Су в Кабардино-Балкарской Республике...»

Просим Вас рассмотреть вопрос о проведении таких работ, включения их в соответствующую инвестиционную программу, определения заказчика разработки прогнозной и проектно-сметной документации.

В свою очередь институт «Севкавгипроводхоз» готов вновь предложить откорректировать составленные ранее (в 2003 г.) – программу и иные обоснования такой работы.

Надеемся на Ваше содействие.

Список литературы

1. *Виноградов Ю.Б.* «Гляциальные прорывные паводки и селевые потоки». Л.: Гидрометеиздат, 1977, 154 с.
2. *Виноградов Ю.Б.* «Транспортный и транспортно-сдвиговый селевые процессы». КазНИГМИ. Сб. 4 «Селевые потоки». 1980, С. 3-18.
3. *Виноградов Ю.Б.* «К методике расчета характеристик селевых потоков». Труды ГТИ Л. 1985 г.
4. *Степанов Б.С.* «К проблеме расчета характеристик селей. КазНИГМИ Госкомгидромета». Сб. 8 «Селевые потоки», 1984, С. 3-17.
5. *Степанов Б.С.* «Транспортно-сдвиговый и сдвигово-эрозионный селевые процессы. КазНИГМИ Госкомгидромета». Сб. 9 «Селевые потоки», 1985, С. 3-16.
6. *Панов В.Д.* «Ледники бассейна р. Терек». Л.: Гидрометеиздат, 1971, С. 99-106.
7. *Черноморец С.С., Тутубалина О.В., Алейникова А.А.* «Новые селеопасные озера у края ледника Башкара на Центральном Кавказе». Материалы гляциологических исследований. Вып. 5, ИГРАНГА, М. 2003, С. 153-159.

Отчетные материалы

8. *Аджиев А.Х., Кумукова О.А.* «Отчет о выполнении работ по обоснованию системы ледниковых озер ледника Башкара в верховьях долины Адыл–Су с целью определения степени селевой опасности». ВГИ, Нальчик, 2003.
9. *Болов В.Р.* «О результатах работы межведомственной экспедиции по сбору, анализу и обобщению данных об опасных природных процессах в Кармадонском ущелье Республики Северная Осетия-Алания и в бассейне р.Адыр–Су Республики Кабардино-Балкарии за 2004 год». Отчет центра "Антистихия" МЧС России. Владикавказ–Нальчик–Москва, 2005.
10. *Ефремов Ю.В.* «Исследование условий формирования и прорыва приледниковых и гравитационных озер Большого Кавказа». Отчет о научно-исследовательской работе. Кубанский государственный университет, 2003, С. 11-16.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ОХРАНА МАЛЫХ РЕК

Малые реки – представители малого класса элементов поверхности Земли, существующих в течение геологически длинного времени. Фактически эти проточные водные системы были главным фактором формирования многих распространенных форм рельефа. Являясь постоянным элементом окружающей среды, малые и крупные реки служат основной формой обитания уникально приспособившихся к ней позвоночных, беспозвоночных и растений. Многие из этих групп, достаточно древних с геологической точки зрения и примитивных, могут существовать только в проточной воде.

Поскольку проточные водные системы обладают потенциальной возможностью обеспечить человека пищей, энергией и другой продукцией, чрезмерное и неправильное использование крупных рек привело к значительному нарушению их экосистем.

Большинство малых рек – это самые верхние звенья крупных речных систем. Речки покрывают густой сетью равнинные и горные территории, являющиеся областями формирования ресурсов поверхностных вод. Поэтому малые реки в значительной мере определяют своеобразие состава воды и водных биоценозов, особенности гидрологического и биологического режима питающихся их водами средних и крупных рек.

К числу наиболее освоенных на современном уровне относятся малые реки, протекающие в центральной и южных частях бассейнов Дона, Волги, Урала.

В пределах наиболее обжитой части страны, где проживает более 95 % всего населения страны, сосредоточено около трети малых рек. На их водосборах формируется свыше 80 % среднегогодового стока этой зоны. В отдельных районах ресурсоформирующая роль малых рек еще более существенна. Аллювиальные основания долин представляют удобное место для отложения таких альтернативных источников энергии, как каменный уголь. Эрозионная деятельность малых и крупных рек способствовала смыву породы, покрывающей отложения полезных ископаемых, что обеспечило доступ к отложениям сравнительно дешевыми методами открытой добычи.

Одна из основных особенностей малых рек – тесная связь формирования стока с ландшафтом бассейна. Это обусловило необычайную уязвимость рек при интенсивном освоении водосбора, увеличение распаханности земель; распашка до уреза воды привела к развитию эрозийных процессов на больших площадях бассейнов малых рек, заилению русел, прудов и водохранилищ.

В сложных условиях находятся малые реки в крупных промышленных районах.

Здесь на отдельных участках они потеряли свое хозяйственное и рекреационное значение. Большую опасность представляют собой животноводческие комплексы, фермы, птицефабрики. В этом случае природоохранные мероприятия отстают, а сброс в реки животноводческих сточных вод без надлежащей очистки приводит к нарушению экологической обстановки.

В последние годы особенно резко усилились два вида использования ресурсов малых рек – организованные и неорганизованные рекреации, бесконтрольный туризм.

Малые реки имеют длину всего от нескольких километров и площадь водосбора не превышает 2 тыс. км², поэтому негативные изменения на них видны намного раньше и глубже.

Нарушается естественный режим стока, меняется характер русловых процессов и жизнедеятельность популяции живых организмов.

В условиях антропогенного воздействия наиболее уязвимым становится химический состав воды малых рек. Целый ряд факторов оказывает влияние на водную среду и, следовательно, биоценоз этой среды.

Наиболее существенные факторы.

1. Непосредственное поступление сточных вод промышленных предприятий – в малых реках происходят существенные изменения естественного состава воды, появляются специфические вещества, совершенно не свойственные природному фону.
2. Загрязнение удобрениями, ядохимикатами, стоками с урбанизированных территорий, нефтепродуктами маломерного флота.
3. Зарегулирование стока малых рек, приводящее к изменению их естественного гидрологического и гидрохимического режима.
4. Изъятие стока малых рек на местные нужды.

Влияние этих факторов привело к значительному ухудшению экологической обстановки на малых реках и поставило под угрозу экологическое благополучие таких вододефицитных ландшафтов, как степные и лесостепные.

В сложившейся обстановке особенно важным звеном в системе мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов следует считать рациональный мониторинг малых рек, который должен включать составные части:

- наблюдения за факторами, определяющими изменения в гидрохимическом режиме и за самим гидрохимическим режимом;
- оценку фактического состояния качества воды малых рек;
- прогноз и оценку прогнозируемого качества воды малых рек.

Перечень определяемых компонентов должен удовлетворять требованиям водопотребителей.

Одной из главнейших задач мониторинга малых рек должно также стать изучение процессов евтрофирования, особенно сельскохозяйственных регионов, так как сельхозстоки содержат биогенные элементы. К тому же малые реки равнинного типа характеризуются высокой степенью прогреваемости водных масс и малыми скоростями течения.

Еще одним важнейшим участком мониторинга малых рек является наблюдение за процессом транспортирования загрязняющих компонентов взвешенными веществами и за уровнем загрязнения донных отложений.

В течение последних десятилетий в результате интенсивного вовлечения в хозяйственный оборот новых земель, распашки территорий, вырубки лесов, увеличилась поверхностно-склоновая эрозия, и в то же время из-за отъема значительной части местного стока уменьшилась водность малых рек. Отношение объема взвешенных веществ к объему воды возросло. Все большее количество загрязняющих веществ может собираться на определенных участках водотока взвешенными веществами, и взвешенные вещества становятся источником дополнительного загрязнения воды. Накапливаясь в донных отложениях, вещества-загрязнители могут быть исключительно стойкими к длительно действующим факторам значительного ухудшения экологической обстановки в водотоках и водоёмах.

На малых реках следует проводить мониторинг и по гидробиологическим показателям. На малых реках набор физических и химических параметров, определяющих качество среды обитания биоты, количество различных популяций организмов более ограничен, чем в крупных водотоках. Поэтому здесь легче выяснить, каким именно видом воздействия определяется та или иная реакция биоты.

На основании полученной информации станет возможным расчет предельно допустимых нагрузок на водотоки данного ландшафта, т.е. представляет возможность перейти к задаче регулирования качества воды.

Изучение последствий загрязнения дает представление о самоочищающей способности рек и ручьев, т.е. происходит вполне определенный естественный процесс восстановления. К сожалению, в сложившейся экологической обстановке в последние десятилетия приходится разрабатывать интенсивные мероприятия по восстановлению экосистем малых рек.

При разработке мероприятий по восстановлению и сохранению качества воды необходимо хорошо знать признаки реакций отдельных особей и популяций организмов. При анализе реакций популяций необходимо учитывать такие параметры, как численность, размерная структура популяций, пространственное распределение,

особенности жизненного цикла, генетический состав особей. Это позволит установить степень толерантности организмов к изменению окружающей среды.

При комплексном анализе биологических и абиотических компонентов экосистемы необходимо учитывать основной принцип химии окружающей среды – подвижность, устойчивость и превращение химического вещества в среде, взаимодействие вещества и среды.

Таким образом, основой регламентации качества водных ресурсов является восстановление и охрана, т.е. возврат к некоторому определенному ненарушенному состоянию или сохранению такого состояния. Действительно «нетронутых» рек очень мало и даже практически не осталось, критерии эффективности восстановления часто основываются на общепринятых положениях и стандартах качества воды. Успех усилий зависит от физических, химических и биологических особенностей речной экосистемы и преобладающего характера хозяйственного использования водосборов.

Основные методы восстановления качества воды – изолирование, удаление, перемещение и рассредоточение в пространстве и времени веществ, которые ухудшают качество воды и отрицательно влияют на структуру и функционирование экосистемы.

ПРОБЛЕМА ВОДОЗАБОРА ИЗ РЕК С ОБИЛЬНЫМИ ДОННЫМИ НАНОСАМИ

Использование стока рек, несущих обильные донные наносы, для целей водоснабжения, орошения, обводнения и гидроэнергетики, постоянно сталкивается с проблемой строительства водозаборных сооружений, обеспечивающих подачу потребителю воды, освобожденной, как от взвешенных, так и от донных наносов, попадание которых в магистральные каналы вызывает их заиливание и последующие эксплуатационные затраты на очистку.

В практике гидротехнического проектирования, строительства и эксплуатации накоплен достаточно большой опыт, основанный на научных исследованиях, использования для этих целей различного рода конструкций водозаборов и отстойников с промывными и наносоперехватывающими галереями. Однако их надежная работа не всегда может быть обеспечена в силу различных причин, связанных с конкретными условиями водозабора, а также с гидравлическими и геоморфологическими характеристиками той или иной реки.

В ряде конструкций для обеспечения водозабора, освобожденного от донных наносов, требуются промывные расходы, соизмеримые с расходами водозабора. В других – не учитывается сложность внутренних механизмов движения потока при его делении в зоне взаимодействия сооружения и реки с грядой донных наносов, что приводит к нежелательному захвату части наносов в водоприемник.

Реки Северного Кавказа являются источниками целого ряда важнейших систем водопотребления Ставропольского края и республик Северного Кавказа. Водозаборы из них в большинстве случаев связаны с вышеописанной проблемой.

Отделом сооружений Севкавгипроводхоза при проектировании водозаборных сооружений для канала Аксыр на р. Черек в Кабардино-Балкарии и для Шалинской оросительной системы в Чеченской Республике в качестве наносоперехватывающей галереи была использована конструкция, разработанная в НГМА (НИМИ) по а.с. № 489843. Преимущества данной конструкции заключаются в том, что расположение галереи на начальном участке водозаборного канала, где уже не имеет проявления макротурбулентность, характерная для пороговой зоны взаимодействия водозабора и реки. Кроме того, расположение входа в нее из поперечной траншеи, обратное движению

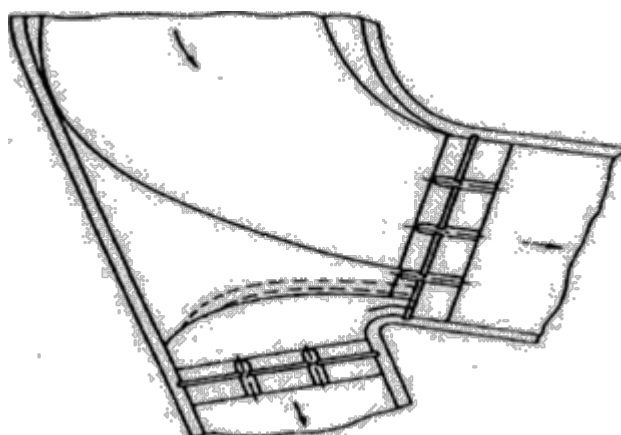
в канале, обеспечивает надежное освобождение потока от донных влекомых наносов, попавших в водоприемник.

Эксплуатация указанных водозаборных сооружений подтвердила на практике эффективность работы галереи с обратным входом.

Дальнейшее развитие указанной конструкции наносоперехватывающей галереи с обратным входом получило при проведении лабораторных исследований Усть-Джегутинского головного водозабора для Большого Ставропольского канала.

Заиление Усть-Джегутинского водохранилища, имеющего уже историю многолетней эксплуатации, достигло такой степени, при которой донные наносы практически полностью заполняют его объем, и надвигаются на головной узел водозабора БСК. При этом криволинейный порог перед водозаборными шлюзами БСК перестает служить преградой для попадания донных наносов совместно с водозаборным расходом в канал. Учитывая, что водозабор из реки Кубани составляет $180 \text{ м}^3/\text{с}$, при санитарном расходе $5 \text{ м}^3/\text{с}$, донные насосы будут вовлечены в магистральный канал. Предотвратить этот процесс возможно только произведя реконструкцию сооружения.

Одним из возможных вариантов предлагается использовать устройство на входном участке: обратный порог с включением в него промывной галереи с обратным входом (патент № 2029023, Роспатент, 1995).



Это обеспечит «многоступенчатую» поэтапную схему перехвата донных наносов на пути в магистральный канал: действие входного криволинейного порога и обратного порога с противоположной кривизной, создающих винтовое движение, интенсивность которого увеличивается в конечной их части; и обратная промывная галерея, устроенная под обратным порогом. Ее расположение на начальном участке обратного криволинейного порога учитывает слабую транспортирующую способность винтовых токов в этой зоне криволинейных порогов.

Работа конструкции была проверена на модели сооружения в лабораторных условиях, и дала положительные результаты, подтверждающие эффективность борьбы с поступлением донных насосов в водозаборный канал.

При этом, на наш взгляд, материальные затраты при реконструкции, например, головного сооружения БСК, будут сведены к минимуму.

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ, ЦИФРОВАЯ АЭРОСЪЕМКА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

В процессе катастрофического схода ледника Колка 20 сентября 2002 г., по долинам рек Геналдон и Гизельдон прошел ледово-грязе-каменный селевой поток (рис. 1,2), принесший разрушение баз отдыха, коммуникаций и повлекший большие человеческие жертвы.

Селевой поток начинался от узкой теснины – «Кармадонских ворот» в скалистом хребте (рис. 3) и заканчивался через 17,5 км ниже по течению, не доходя нескольких километров до с. Гизель.

После прохождения селевого потока по долине р. Гизельдон образовались мощные рыхлообломочные накопления, которые в случае формирования паводков несут в себе потенциальную опасность для расположенных ниже по течению населенных пунктов и объектов инфраструктуры.

Селевым потоком были нарушены профили равновесия русел рек Геналдон, Гизельдон и Кизилка. Резко активизировались процессы, что наносит ощутимый ущерб и не позволяет стабилизироваться жизни района.

С целью защиты населенных пунктов и инфраструктуры в зоне воздействия селевого потока и, как следствие, активизации эрозионных процессов, Отделом водного хозяйства по РСО - Алания (Галуев Д.А.) был разработан план противопаводковых мероприятий (рис.3), который предусматривает проектирование берегозащитных сооружений, реконструкцию водозаборов, оросительных каналов, оптимизацию транспортных коммуникаций и т.д. Генеральным исполнителем проекта по осуществлению плана противопаводковых мероприятий стал ОАО «Севкавгипроводхоз», соучастниками в исследованиях, изысканиях по обоснованию создаваемых проектов привлечены МГУ им.Ломоносова, УЦИГМ (Москва), СКГМИ (ГТУ), и некоторые другие организации.



Рис.1. Участок селевого потока р. Гизельдон
(фото Секретарева И. «Ассошиэйтед Пресс»)



Рис.2. Участок селевого потока р. Гизельдон (фото Галушкина И.В.)

Основой для планирования работ и создания проектов должна была послужить надежная топографическая основа – крупномасштабная карта, отражающая состояние местности после известных событий. Самым приемлемым вариантом для создания такой

карты послужила, в последнее время все более широко применяемая в дистанционных методах исследований, цифровая аэросъемка и ее производные материалы, что объясняется следующими преимуществами:

- высокой оперативностью получения и обработки данных;
- большим массивом получаемой дистанционной информации;
- экономической эффективностью цифровой аэросъемки.

Именно эти факторы имели решающую роль при выборе типа дистанционных данных для целей планирования противопаводковых мероприятий в зоне селевого поражения гляциальной катастрофы 2002 г. в Республике Северная Осетия-Алания.

Научно-производственному предприятию «ИнфоТЕРРА» было поручено оперативное создание дистанционной фотоосновы масштаба 1:10000.



Рис. 3. Противопаводковые мероприятия: укрепление правого берега р. Гизельдон перед с. Гизельдон крупнообломочным камнем и обваловка русла (фото Галушкина И.В.)

Здесь-то и были использованы материалы аэровизуальных наблюдений. Съемка проводилась через дверной проем вертолета цифровым фотоаппаратом NikonCoolPix 4500 с разрешением снимков 2272x 1704 с вертолетов Межведомственной комплексной экспедиции МЧС России МИ-8МТ и К-32.

Во время наблюдений выдерживались скорость и высота полета таким образом, чтобы получить непрерывную серию снимков с перекрытием. Частично съемка велась перспективно, что было связано с отклонением курса вертолета от русловой части долины. В дальнейшем это оказало влияние на точность фотопланов.

Полученный съемочный материал прошел следующие стадии обработки:

- цветовую коррекцию;
- ликвидацию искажений за дисторсию оптической системы аппарата;
- геокодирование снимков;
- создание фотопланов;
- целевое дешифрование селевых накоплений.

Цветовая коррекция. Эта операция выполнялась в графическом редакторе с применением ручной и автоматической обработки гистограмм. При этом сохранялся исходный формат снимка - *. jpg.

Ликвидация искажений за дисторсию оптической системы аппарата. Предварительно аппарат был откалиброван, операция проводилась в программе ERDAS IMAGINE. При этом использовался полином 3-го порядка как наиболее точно описывающий дисторсию аппарата (Гельман Р.Н.).

Геокодирование снимков. Производилось в программной среде Erdas Imagine 8.4. Предварительно, для получения основы, произведено геокодирование топографических планшетов различного масштаба, космических снимков IRS и Landsat ETM+. Использование космических снимков обусловлено тем, что не удалось опознать достаточное количество точек на топографических картах для геокоррекции. К тому же часть картографического материала значительно устарела.

Основная сложность на этом этапе состояла в том, что материал съемки изначально не планировался для составления фотопланов и фотограмметрических построений. Снимки имели продольное перекрытие 10-20 %, различный масштаб и некоторая их часть была снята в перспективе. Подобный режим съемки был выбран исходя из того, что материалы предназначались для работы участников Межведомственной комплексной экспедиции и должны были иметь многоцелевой характер.

Поскольку производилась обработка не стереопар и не учитывалась модель местности, а также часть материала снята в перспективе, то в горной местности, где перепад высот в ущелье составляет до 200 м, возникали искажения. При ликвидации и минимизации искажений приоритет был отдан более точному отображению русловой части долины как основному объекту исследований. Поэтому части фотопланов за пределами русла имеют незначительные искажения на крутых горных склонах.

Создание фотопланов. Этот этап осуществлялся в среде ArcGIS 8.2. Для удобства работы с последующим распечатанным материалом весь массив информации был разбит на 8 участков. Для изображений был принят базовый масштаб 1:10000 и наложена координатная сетка системы Гаусса – Крюгера 1942 г. Изображения были экспортированы в формате A1 с разрешением 300 dpi. Далее в графическом режиме

произведено оформление окончательного варианта фотопланов (рис.4). Был также изготовлен опытный образец масштаба 1: 5000, его анализ показал возможность изготовления материалов более крупного масштаба. Топографическая точность при этом, естественно, не увеличивается, но является достаточной для решения специализированных задач.

Целевое дешифрирование полученных материалов проводилось на геологическом факультете МГУ им. Ломоносова. Получены следующие результаты.

- В пределах зон транзита и аккумуляции селевого потока в долине р. Геналдон выделен ряд фаций селевых накоплений, различающихся по гранулометрии и объемам накоплений, обусловленных изменением несущей способности потока в зависимости от его скорости.
- Выделена фация мощных ледово-каменных накоплений в Геналдонском ущелье на протяжении 1,7 км ниже от «Кармадонских ворот», сменяющая далее крупно-глыбово-валунной переходной фацией. Завершают селевой вынос маломощные глинисто-дресвяные разности накоплений.
- В пределах селевых накоплений в северной части Геналдонского ущелья выше по течению от балки Скаттыком выделены три фазы – волны селевого потока, формировавшиеся на фоне его спада. Первая, максимальная, фиксируется в бортах Геналдонского ущелья по высокому положению краевых частей потока на склонах, срезающих растительность и оставивших наносы в эрозионной тени устьев боковых овражных долин. Вторая – достаточно выдержанная вдоль левого и частично правого бортов долины и подрезающая предыдущую с образованием в ее фронте эрозионного уступа. Широко развита вниз по течению вплоть до границы фронта потока.

В результате проведенных работ создан фотоплан русловых работ частей долин рек Геналдон, Гизельдон и Кизилка масштаба 1:10000 в системе координат Гаусса-Крюгера 1942 г. (рис.4), получена модель процесса прохождения селевого потока, выявлены его фазы и распределение селевых накоплений.

Полученные результаты должны стать частью проектов по защите населенных пунктов и инфраструктуры в зоне Геналдонской катастрофы 2002 г. и ниже по течению до устьев рек Гизельдон и Кизилка.

Применение продуктов ERDAS IMAGINE и ArcGIS позволило оперативно создавать фотоплан района работ масштаба 1: 10000 суммарно на протяжении 71 км. При этом остается возможность создания дополнительных фотопланов (возможно врезок) масштаба 1: 5000.

Исполнители работы с 2002 по 2004 гг. являлись участниками Межведомственной экспедиции МЧС РФ. Все результаты исследований переданы в центр «Антистихия» МЧС РФ.

Приложение 1.

Фотоплан участка «Кармадонская котловина – Кобань»

Масштаб 1:10000

Система координат Гаусса-Крюгера 1942 г.



Рис. 4. Фотоплан участка «Кармадонская котловина – с.Кобань»

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ГТС

В последнее время в сфере мелиорации наметились положительные изменения в подходах к решению обеспечения надежности и безопасности гидротехнических сооружений, находящихся в ведении Департамента мелиорации земель и технического обеспечения Минсельхоза РФ.

В соответствии с поручением Комиссии Правительства Российской Федерации по вопросам агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса от 06.07.2005 г. (протокол заседания комиссии №7) ОАО «Севкавгипроводхоз» совместно с ВНИИГиМ выполнил по заданию Депмелиотехобеспечения разработку Программы по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений федеральной формы собственности на территории Южного федерального округа.

В процессе разработки Программы:

- сформирована система показателей и критериев для оценки технического состояния и уровня безопасности ГТС, определения очередности выполнения планово-предупредительных мероприятий и потребности в ассигнованиях для их реализации;
- определено наличие проектно-сметной документации на выполнение мероприятий повышения безопасности ГТС и необходимость в ее разработке;
- выполнена оценка потребности в проведении специальных исследований по надежности ГТС и риску возникновения чрезвычайных ситуаций и (или) потребности в выполнении научно-исследовательских работ (НИР);
- создан инструментарий информационного обеспечения разработки мероприятий безопасности ГТС (алгоритмы, процедуры и компьютерная система для ввода, хранения, обработки и предоставления необходимой информации в удобной и привычной для пользователя форме).

Важным аспектом разработки Программы является оценка эффективности инвестиций, требующихся для ее последующей реализации.

В рамках настоящей статьи изложены методические подходы, используемые при определении эффективности инвестиционного проекта по обеспечению безопасности ГТС.

Расчеты эффективности Программы базируются на «Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов» (вторая редакция), утвержденных

Министерством экономики, Министерством финансов Российской Федерации, Государственным комитетом Российской Федерации по строительной, архитектурной и жилищной политике (№ВК-477 от 21.06.1999г.); «Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель» (РД-АПК 3.00.01.003-03).

Для определения возможности государственной поддержки проекта оценивалась общественная эффективность Программы в целом, учитывающая последствия осуществления Программы для общества с точки зрения единственного участника проекта (государства) в целях выяснения потенциальной привлекательности проекта для возможных других участников.

При оценке общественной эффективности Программы определялись *денежные потоки от инвестиционной и операционной деятельности* за весь расчетный период эффективного функционирования ГТС, принятый равным 25 годам. В *денежных потоках* учитывались как изменение непосредственных результатов (*притоков*) и затрат (*оттоков*) за счет реализации инвестиционного проекта в мелиорации, так и «внешние» результаты (*притоки*) в смежных секторах экономики (гидроэнергетика, рыбное хозяйство, водоснабжение), а также экологические, социальные и иные внеэкономические результаты.

В качестве основного критерия для оценки эффективности принят дисконтированный прирост чистого дохода (ДПЧД) от инвестиционной и операционной деятельности, определяемый как накопленное за весь расчетный период сальдо приростного денежного потока.

$$\text{ДПЧД} = \sum_{m=0}^m f_m \alpha_m$$

где: $\sum_{m=0}^m f_m$ - сальдо приростного денежного потока на m-м шаге;

α_m - коэффициент дисконтирования, а сумма распространяется на все шаги расчетного периода;

m- количество лет рассматриваемого периода.

$$\alpha_m = 1/(1+E)^m$$

E- норма дисконта. В соответствии с рекомендациями (РД-АПК 3.00.01.003-03) принята равной 6%.

Социально-экономические и эколого-экономические результаты достигаются после осуществления строительных работ

Социально-экономический эффект в результате осуществления мелиоративного инвестиционного проекта (МИП) определялся в сферах использования трудовых ресурсов

и налоговых поступлений в бюджет. Оценка социального результата за счет налоговых поступлений в бюджет учитывает налог на добавленную стоимость, единый социальный налог и налоги на доходы физических лиц.

Неотъемлемой составной частью эффективности государственных инвестиций является эффект мультипликации. Социально-экономическая эффективность в статье «Налоги» повышена при учете эффекта мультипликатора в таких отраслях, как сельское хозяйство и строительство. Мультипликативный эффект учитывался введением повышающего коэффициента на вышеуказанные налоги. Количественное значение мультипликационного коэффициента для сельского хозяйства и строительства получено по рекомендациям / Старов Н.Н.2000, Зинченко А.П.,20002/. Он изменялся от 1,41 до 4,0 соответственно для строительства и сельского хозяйства.

В основу определения размера налоговых поступлений в бюджет с учетом мультипликатора при определении эффективности инвестиций в Программу положена величина мультипликатора 1.4 и 1.9 соответственно в строительстве и сельском хозяйстве.

Эколого-экономический результат осуществления МИП определялся по величине предотвращенных убытков, причиняемых авариями потенциально опасных ГТС. Расчеты убытков включают определение реального (прямого) ущерба и упущенной выгоды, которые могут понести физические и юридические лица.

Кроме основного критерия при оценке эффективности МИП использовался прирост чистого дохода, сроки окупаемости затрат по приросту чистого дохода и дисконтированному приросту чистого дохода.

Выполнены расчеты эффективности программы для трех вариантов распределения инвестиций пессимистического, реалистического и оптимистического. Варианты различаются объемами ежегодной реализации эксплуатационных мероприятий по обеспечению безопасности ГТС ЮФО (см.табл.1).

Затраты федерального бюджета на эксплуатационные планово-предупредительные мероприятия по безопасности ГТС ЮФО обеспечивают пропорциональное снижение потенциальных ущербов от возможных аварийных ситуаций, в том числе в размере 7-14 % в период 2006-2010 гг.

Сравнительная характеристика эффективности вариантов представлена в таблице 2. Анализ материалов оценки свидетельствует об удовлетворительной эффективности инвестиций в программу «Безопасность».

По всем вариантам, как дисконтированный прирост чистого дохода, так и прирост чистого дохода положителен, что свидетельствует о целесообразности государственной поддержки инвестиций в программу.

Таблица 1. Объемы реализации эксплуатационных мероприятий

Объем капиталовложений млн.руб.	Всего	В том числе по годам						
		2006г.	2007г.	2008г.	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.
Пессимистический	27172,1	3532,4	3532,4	3532,4	3532,4	2173,8	2173,8	2173,8
Реалистический	27172,1	4456,2	4836,6	4836,6	4021,5	4021,5	4999,7	
Оптимистический	27172,1	4021,5	4999,7	8070,1	10080,8			

Эколого-экономический эффект.

Экологический результат Программы достигается за счет проведения эксплуатационных планово-предупредительных мероприятий (ремонта, капитального ремонта и реконструкций ГТС):

- защитой от затопления, подтопления, заболачивания и засоления земель сельскохозяйственного назначения; территорий и населенных пунктов; рыбных запасов;
- сохранением производства электроэнергии;
- обеспечением питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.

Эколого-экономический результат Программы представляет собой оценку предотвращения ущерба от недобора сельскохозяйственной продукции в зоне затопления и подтопления сельскохозяйственных земель, снижения рыбопродуктивности из-за ликвидации рыбоводных прудов, снижения производства электроэнергии, нарушения водообеспечения питьевых и хозяйственно-бытовых нужд, затопления территории и населенных пунктов.

Для расчета предотвращенного ущерба использован метод укрупненной оценки /ссылка на документ/. Он базируется на использовании данных о параметрах гидродинамической аварии ГТС и данных макроэкономического состояния территорий, подверженных негативному воздействию этой аварии. Метод применяется при отсутствии и невозможности получения электронных карт, он ориентирован на использование имеющейся и доступной информации об освоении территории зон затопления.

Экономическая оценка ущербов определяется при среднестатистических значениях стоимости основных фондов в целом по региону с выделением в зоне затопления подзон, различающихся по хозяйственному использованию: городскую застройку, сельские населенные пункты, сельхозугодия и т.д.

Определение предотвращенного ущерба выполнялось по данным, представленным ФГУ «Управление «Мелиоводхоз» МСХ России, ФГУ Управления эксплуатации объектов межреспубликанского назначения по каждому потенциально-опасному ГТС.

Для определения косвенного ущерба (упущенной выгоды) использовались следующие данные:

- размер регулярно орошаемых площадей, исключаемых из полива;
- размер рыбоводных прудов, на которых прекращается водоподача;
- количество человек, проживающих в населенных пунктах, где будет прекращено питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение;
- количество электроэнергии, выработка которой будет прекращена гидроэлектростанциями на магистральных каналах.

Для определения прямого ущерба использовались данные о количестве населенных пунктов, попадающих в зону затопления.

Величина общего предотвращенного эколого-экономического эффекта за расчетный 25-летний период функционирования системы составит по вариантам:

- для пессимистического 137626,9 млн.руб., из них за период 2006-2015 гг. – 72400,89 млн.руб.; период полного предотвращения ущерба – 34 года.
- для реалистического 146731,8 млн.руб., из них за период 2006 - 2015 гг. – 81545,57 млн.руб.; период полного предотвращения ущерба – 30 лет.
- для оптимистического 150730,9 млн.руб., из них за период 2006 - 2015 гг. – 85504,82 млн.руб.; период полного предотвращения ущерба – 28 лет.

Таблица 2. Результаты оценки эффективности МИП программа «Безопасность».

№	Наименование	Единицы измерения	Варианты		
			Пессимистический	Реалистический	Оптимистический
1	Дисконтированный прирост чистого дохода	млн.руб.	29898,4	33334,9	34077,2
	в том числе за период 2006-2010 гг.		1524,92	1995,59	2610,40
2	Прирост чистого дохода	млн.руб.	121056,8	134070,9	137976,2
	в том числе за период 2006-2010 гг.		1925,17	2519,38	3295,57
3	Срок окупаемости по дисконтированному приросту чистого дохода	лет	4	4	4
4	Срок окупаемости по приросту чистого дохода	лет	4	4	4
5	Социально-экономический эффект	млн.руб.	33535,2	38976,9	39534,3
	в том числе за период 2006-2015 гг.		22169,4	25895,64	26551,16
6	Эколого-экономический результат	млн.руб.	137626,9	146731,8	150730,9
	в том числе за период 2006-2015 гг.		72400,89	81545,57	85504,82
7	Прибыль от операционной деятельности	млн.руб.	1070,4	4979,6	4885,9
	в том числе за период 2006-2015 гг.		573,42	2767,19	2771,65
8	Затраты на техническую эксплуатацию ГТС	млн.руб.	22933,3	24465,7	25116,8

Социально-экономический эффект программы.

Социальный эффект при выполнении мероприятий программы обеспечивается поступлением в бюджет налогов, величина которых составляет:

- для пессимистического варианта 33535,2 млн.руб., в том числе налог на добавленную стоимость – 6847,4 млн.руб., единый социальный налог – 1794,0 млн.руб., налог на доходы физических лиц – 635,8 млн.руб. Налоговые поступления в бюджет за период 2006 – 2015 гг. составят 22169,4 млн.руб., из них за счет НДС – 6847,37 млн.руб.; единый социальный налог – 1794,01 млн.руб., налог на доходы физических лиц – 890,16 млн.руб.;

- для реалистического варианта – 38976,9 млн.руб., в том числе налог на добавленную стоимость – 6847,4 млн.руб.; единый социальный налог – 1794,0 млн.руб.; налог на доходы физических лиц – 890,2 млн.руб. Налоговые поступления в бюджет за период 2006 – 2015 гг. составят – 25895,64 млн.руб.; из них за счет НДС – 6847,37 млн.руб.; единый социальный налог – 1794,01 млн.руб.; налог на доходы физических лиц – 890,16 млн.руб.;

- для оптимистического варианта – 39534,3 млн.руб.; в том числе налог на добавленную стоимость – 6847,4 млн.руб.; единый социальный налог – 1794,0 млн.руб.; налог на доходы физических лиц – 890,2 млн.руб. Налоговые поступления в бюджет за период 2006 – 2015 гг. составят – 26551,16 млн.руб., из них за счет НДС – 6847,37 млн.руб. единый социальный налог – 1794,01 млн.руб.; налог на доходы физических лиц – 890,16 млн.руб.

Налог на добавленную стоимость принят в соответствии с действующими нормативами 18 % от сметной стоимости строительства и 10% от выручки за сельскохозяйственную продукцию. Единый социальный налог составляет 26,2 %, налоги на доходы с физических лиц – 13% от фонда заработной платы.

Фонд заработной платы по рекомендациям /Краснощеков В.Н., 2001/ определяется в размере 18 % от сметной стоимости строительства.

Заключение

Как отмечалось выше, все рассмотренные варианты имеют положительную эффективность и практически одинаковый срок окупаемости. Вместе с тем показатели – денежные потоки от инвестиционной и операционной деятельности, социально-экономический и эколого-экономический эффекты – выше у оптимистического варианта. Пессимистический вариант имеет самые низкие значения этих показателей.

С учетом реальной оценки возможности строительных организаций по освоению инвестиций в реконструкцию и капитальный ремонт ГТС ЮФО к реализации рекомендован «Реалистический вариант» распределения инвестиций в программу «Безопасность».

Используемые источники

1. *Зинченко А.П.* Сельское хозяйство в системе национального счетоводства. М., МСХ., 2002 г.
2. *Краснощеков В.Н.* Теория и практика эколого-экономического обоснования комплексных мелиораций в системе адаптивно-ландшафтного земледелия. Московский государственный университет природообустройства. М., 2001 г.
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). М. 1999 г.
4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель. (РД-АПК 3.00.01.003 – 03).
5. *Старов Н.Н.* Теория и практика использования инвестиционного мультипликатора при обосновании целесообразности развития транспортной инфраструктуры: Автореферат дис.к.э.н., М., 2000 г.

**К.Н. Носов,
Э.В. Запорожченко
ОАО «Севкавгипроводхоз».
С.С. Черноморец,
О.В. Тутубалина
МГУ географический факультет**

ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ В РОССИИ И БЫВШЕМ СССР: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ^Ш

Изучение селей в Российской Империи началось в 60-е годы XIX века. Тогда для изучения причин ледово-каменных завалов дороги, пересекающей Кавказский хребет, были организованы первые селевые экспедиции. В 1859 Болеслав Статковский ввел в научный оборот термин «sel», использовавшийся тюркскими народами Кавказа. Термин имеет арабские корни. Ныне это понятие в России включает debris flows и mid flows.

Затем сели изучались на Кавказе, в Карпатах, горах Центральной Азии и Сибири, на Камчатке и других районах. Особенно активные исследования начались во второй половине XX века, когда строительство в горах стало массовым. Совместными усилиями специалистов из Казахстана, Грузии, России, Армении, Украины, Азербайджана, Киргизии, Таджикистана, входивших тогда в Советский Союз, проводились конференции по селям (24 конференции в 1949-1982 гг.). Период с конца 1950-х по конец 1980-х можно считать «золотым тридцатилетием» селевых исследований в СССР. Была сформирована советская школа специалистов, представители которой работали в министерстве геологии, проектных институтах, университетах, гидрометслужбе. Существовала Селевая комиссия при Академии наук, которая занималась координацией действий селевиков. После ряда катастрофических селей, приведших к значительному ущербу, были разработаны методики исследования селей и нормативные руководства. По разработанным проектам были построены селезащитные сооружения различных типов. Работали стационары по изучению селей на Заилийском Алатау, Кавказе, в Крыму.

Распад СССР (1991) привел к тому, что селевое сообщество оказалось разделено государственными границами. Прекратилась работа Селевой комиссии. Экономический кризис 1990-х годов и резкое сокращение ассигнований на исследования были дополнительным ударом по развитию селеведения. Наблюдения за селями в России были практически свернуты.

Крупные селевые катастрофы начала XXI века на Кавказе заставили снова обратить внимание к селевой проблеме. Вышли новые публикации о селях, проведены 3 конференции. В 2005 г. в России было создано профессиональное объединение специалистов – Селевая ассоциация. Сайт ассоциации http://www.rsk.land/ru/index_eng/htm. К ассоциации присоединились специалисты из ряда других стран бывшего СССР. Идет работа над библиографическим указателем по селям и защите от них за период с 1968 по 2005 гг. Проведена совместная экспедиция в селевом районе горы Казбек на границе России и Грузии. Проводится обновление нормативных руководств по изучению селей. Ассоциация планирует организовать проведение в России международной конференции по селям в сентябре 2008 г.

Введение

Бывает так, что пласт научных знаний оказывается полузабытым. Долгое время явление изучается, а затем приходит не лучший период, и связь времен прерывается. Новое поколение начинает думать, что проводит исследование «с чистого листа». Подобная история сложилась с изучением селей в России и странах бывшего Советского Союза.

Долгое время занимаясь проблемой в рамках единой большой страны, поколения специалистов создали научное направление «селеведение». А потом территорию СССР

разделили государственные границы, и значительно снизились возможности сотрудничества. Программы, рассчитанные на исследование вопроса по единой системе в рамках больших общегосударственных проектов, сменились национальными исследованиями. При этом в некоторых странах проблема сохранила приоритетность, а в других перестала рассматриваться как важная. Из-за экономического кризиса 90-х годов XX в. резко уменьшилось финансирование. Многолетние ряды наблюдений оказались прерваны. Немало ученых оказались вне науки.

Задача этой статьи – вспомнить о прежнем опыте, проследить основные этапы исследования селей и выявить современное состояние вопроса. Авторы этой статьи занимаются исследованиями селей (в основном на Кавказе) и опубликовали по этой проблеме несколько десятков работ.

Подобные обзоры составляли И.В. Боголюбова (1957), С.М. Флейшман (1978). Но в последние десятилетия обзоры не составлялись, а ситуация с тех пор значительно изменилась и требует осмысления.

Объем русскоязычной литературы по селевой проблеме составляет около 5500 названий, и сослаться на все даже наиболее важные работы не позволяют рамки статьи. Поэтому ссылки будут выборочными.

При подготовке данной статьи были дополнительно просмотрены исторические источники, не относящиеся к истории российского селеведения, но позволяющие проследить, как давно население гор и предгорий начало бороться с селевыми потоками.

Когда человечество столкнулось с селями?

Видимо, это произошло тогда, когда стали строиться здания и прокладываться торговые пути в горах.

У Гомера (VIII век до н.э.) в Илиаде (песнь 21) встречаем: «...поток свой наполни водами быстрых источников горных, и все ты воздвигни потоки! Страшные волны поставь, закрути с треволнением шумным бревна и камни...»

Библия также содержит несколько упоминаний о селях. В Книге Иова говорится: «Кто может расчистить облака своею мудростью и удержать сосуды неба, когда пыль обращается в грязь и глыбы слипаются?» (Иов, 38: 37-38). В той же книге читаем: «Но гора падая разрушается, и скала сходит с места своего; вода стирает камни; разлив ее смывает земную пыль» (Иов, 14: 18-19).

Некоторые даты селей зафиксированы античными источниками. Так, в 79 г. н.э. в Италии при извержении Везувия, описанном Плинием Младшим (Письма..., 1984), сформировался вулканогенный сель, покрывший улицы города Геркуланум.

Римский философ Сенека (I в.) писал о будущей селевой катастрофе, которая должна была произойти (выражаясь современными терминами) при совокупном воздействии землетрясения, цунами и экстремального ливня. В результате при увеличении количества

влаги земля «начнет потихоньку рыхлеть, гнить, а затем и распускаться, растекаться жидкой грязью. Тогда из-под гор начнут вырываться реки, сотрясая их своим напором, и потекут дальше, захватывая себе новые берега» (Сенека, 2001). Жители горных областей Кавказа также сталкивались с селями, и упоминания о перемещении водой больших обломков встречаются в эпосе кавказских народов. Так, в грузинском эпосе «Витязь в тигровой шкуре» (XII век) есть фраза: «Из реки на берег камни выходили, зарыдав» (Руставели, 2002). В нартских средневековых сказаниях говорится о том, как река Кубань вышла из берегов и «камни несет и ворочает величиною с дом, сталкивает эти камни, слышится грохот и гром» (Приключения..., 1988).

В XVI веке Леонардо да Винчи писал: «А каким языком и какими словами смогу передать я и пересказать ужасные опустошения, невероятные обвалы, неотвратимые хищения, произведенные разливом горных рек?» (Леонардо да Винчи, 1955).

Что касается научных исследований селей, то принято считать, что одними из первых специализированных работ в Европе были книги Ж. Фабре (Fabre, 1797) и А. Сюрреля (Surrel, 1841).

ВОЕННО-ГРУЗИНСКАЯ ДОРОГА И НАЧАЛО СЕЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Путь, пересекающий Кавказские горы по долинам рек Арагви и Терек, известен несколько тысячелетий. В I в. до. н.э. римский географ Страбон писал: «Из области северных кочевников идет трудный трехдневный подъем, после чего следует узкая речная долина вдоль Арага, по которой проходит дорога, равная четырехдневному переходу для одного человека» (Страбон, 2004). Плиний Старший в I в. н.э. отмечал: «За ними находятся Кавказские ворота, многими очень ошибочно называемые Каспийскими, огромное создание природы, образовавшееся вследствие внезапного разрыва гор, самый проход огорожен обитыми железом бревнами; под ними посредине течет вонючая река» (Плиний Старший).

В начале XIX в. в Российскую Империю вошли территории на Южном Кавказе. Единственным путем через Кавказский хребет была древняя дорога по Арагви и Тереку. В связи с возросшим объемом перевозок ее стали улучшать и укреплять. Дорога была названа Военно-Грузинской.

Российские военные и гражданские власти столкнулись с проблемой – катастрофическими гляциальными процессами, исходившими от Девдоракского ледника на склоне г.Казбек. После завалов (зафиксированы в 1776, 1778, 1785, 1808, 1817 и 1832 гг.) движение по Военно-Грузинской дороге надолго прерывалось. Научное их изучение провела комиссия Б.И. Статковского (рис. 1). Под руководством Б.И. Статковского были организованы первые селевые экспедиции. Б.И. Статковский ввел в научный оборот термин «сель» (Статковский, 1859). В более поздней работе он писал: «Обращусь к описанию одного поразительного явления, нередко случающегося в горах, явления, которому никакие сооружения противостоят не могут, и которое на Кавказе принято

называть: *выносом* или *селью*, а в Альпах: Nante, Nante sauvage и cone de dejection. Обыкновенно после грозы, разразившейся над горами, из некоторых оврагов, кои по-местному своему расположению способны образовать подобные явления, выходят громадные массы целых скал, камней и грязи, которые, увлекая на своем пути все встречаемое, прекращают иногда путь на долгое время» (Статковский, 1877, с. 1).

Нынешнее понятие «сель», принятое в русскоязычной терминологии, включает англоязычные debris flows и mudflows.

В конце XIX и начале XX в. проводились опыты по противоселевому облесению склонов на Кавказе (Б.Н. Лисневский) и в Центральной Азии (С.Ю. Раунер). Изучались последствия отдельных селей (М.П. Псарев, К.И. Богданович).

В Советском Союзе, возникшем на месте Российской Империи после революции и гражданской войны 1917-1922 гг., катастрофические селевые потоки привлекли заметное внимание специалистов. Особо следует отметить сель в г. Алма-Ата в 1921 г., приведший к значительным разрушениям в городе, и поток в долине Адыр-Су на Кавказе, разрушивший 2 альплагеря. Сели изучались на Кавказе, в Карпатах, горах Центральной Азии и Сибири, на Камчатке и в других районах. Были осуществлены лабораторные исследования свойств селевой массы (И.Г. Есьман), съемки и обследования наиболее опасных селевых бассейнов (А.Ф. Вержбицкий), разработка мероприятий по защите дорог и зданий от селей (А.Л. Брилинский).

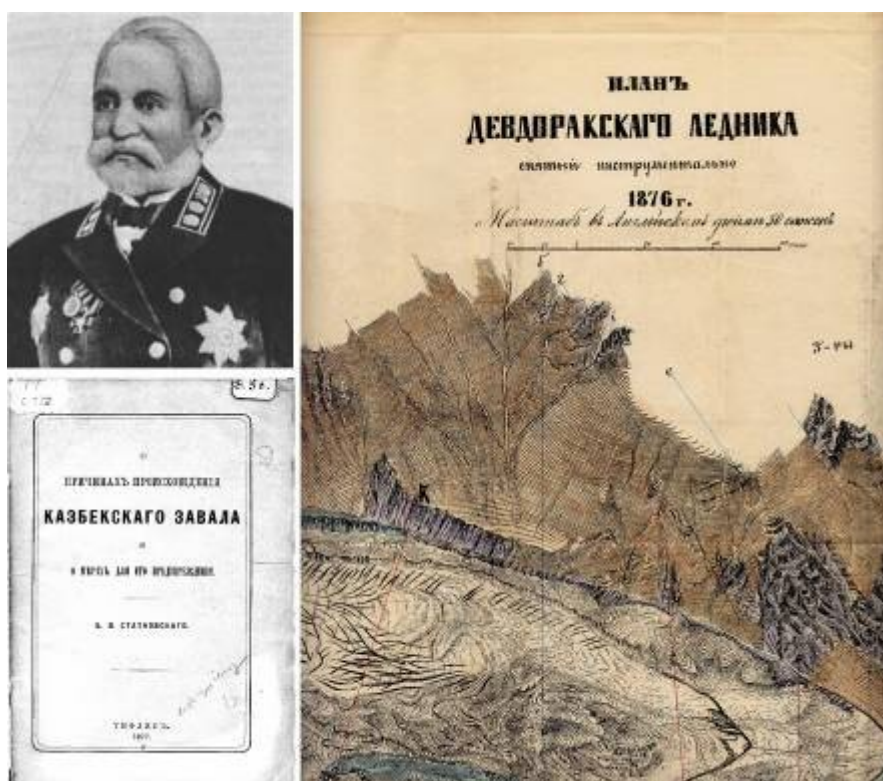


Рис. 1. Б.И. Статковский (1825-1898) –

основоположник российского селеведения. Обложка одной из книг Статковского. Фрагмент плана

геологические управления Грузии, Казахстана, Таджикистана, и др.), проектных и исследовательских институтах Минводхоза, Минтрансстроя и других ведомств (ГрузНИИГиМ, Севкавгипроводхоз, ЦНИИС и др.), университетах (МГУ), Гидрометслужбе (ВГИ, ГГИ, ЗакНИГМИ, КазНИГМИ, САНИГМИ, УкрНИГМИ), академиях наук (институты географии в Москве, Алма-Ате, Тбилиси, Баку; Институт земной коры в Иркутске) и другие. Они провели изучение селей на территориях, входивших тогда в Советский Союз, – Азербайджана (И.И. Мечитов, Б.А. Будагов, С.Г.Рустамов), Армении (И.В. Егиазаров, В. Саноян, Р.Г. Асатрян, М.В. Цовян), Грузии (М.С. Гагошидзе, К.Р. Бегишвили, И.И. Херхеулидзе, Г.М. Беручашвили, В.И. Тевзадзе, Д.Д. Церетели, Э.Д. Церетели, Г.И. Херхеулидзе), Казахстана (Ю.Б. Виноградов, А.П.Горбунов, А. Деговец, Н.С. Дюрнбаум, С.П. Кавецкий, В.П. Мочалов, Г.Д.Рождественский, Б.С. Степанов, Р.В. Хонин), Киргизии (М.И. Иверонова), России (И.В. Боголюбова, А.В. Ермаков, Э.В. Запорожченко, В.Е. Иогансон, В.К. Лапердин, В.Ф. Перов, И.Б. Сейнова, М.Ф. Срибный, Ю.Б. Тржцинский, С.М. Флейшман, А.И. Шеко), Узбекистана (Ф.К. Кочерга), Украины (М.М. Айзенберг, Б.Л. Величко, Б.М. Гольдин, Б.Н. Иванов, А.Н. Олиферов), Таджикистана (И.А. Моссаконская, О.В.Тукеев, М.Р. Якутилов), Туркмении (Н.М. Трофимов). Приведенный список ученых далеко не полон, крупнейшие селевые конференции собирали одновременно до 300 специалистов.

По созданным в СССР проектам были построены селезащитные сооружения различных типов. Работали стационары по изучению селей в Заилийском Алатау, на Кавказе, в Крыму.

В Казахстане было создано учреждение «Казглавселезащита», занимающееся строительством противоселевых объектов. Так было выполнено строительство плотин на реках Большая и Малая Алматинка, по которым сели не раз обрушивались на г. Алма-Ата. В 1970-е гг. были проведены эксперименты по созданию искусственных селей в бассейне р. Чемолган (Виноградов, 1980). В Грузии были построены крупная дамба для защиты г. Кварели, в котором за 100 лет сели унесли более 200 жизней (рис. 3), а также комплекс защитных конструкций сквозного типа для предотвращения разрушений в г. Телави.

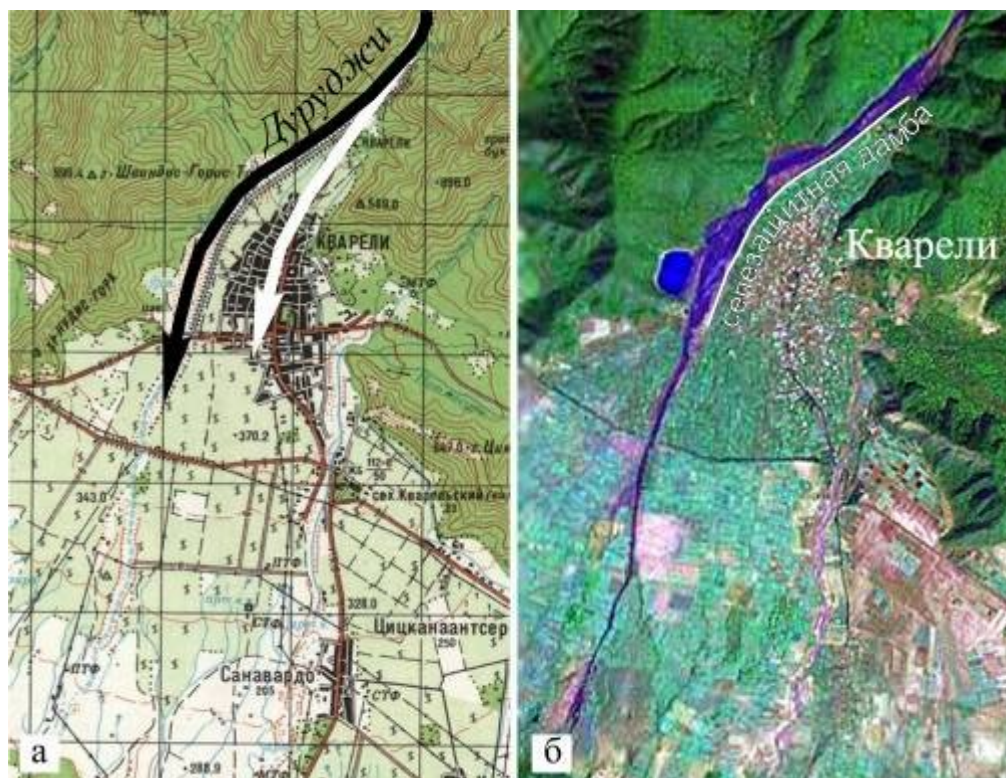


Рис. 3. Защита города Кварели (Грузия) с помощью селеотводящей дамбы. Белая стрелка - направления селей до строительства дамбы, черная стрелка - после строительства; а - топографическая карта; б - космический снимок (© Google, 2005, MDA EarthSat 2006).

ПРОБЛЕМЫ КОНЦА XX - НАЧАЛА XXI ВЕКА

Распад СССР (1991) привел к тому, что селевое сообщество оказалось разделено государственными границами. Прекратилась работа Селевой комиссии. Экономический кризис 1990-х гг. и резкое сокращение ассигнований на исследования были дополнительным ударом по развитию селеведения. Наблюдения за селями в России были практически свернуты. Многие институты прекратили селевые исследования.

Крупные селевые катастрофы, произошедшие на рубеже тысячелетий на Кавказе, такие, как сели по реке Герхожан-Су в 1999 (рис. 4) и 2000 г., массовый сход селей в июне и ледниковая катастрофа в долине реки Геналдон в сентябре 2002 г., – заставили снова усилить внимание к селевой проблеме. Сейчас по проблеме селей в России работают структуры МЧС, территориальные службы геологического мониторинга, ВГИ, Севкавгипроводхоз, МГУ и др. учреждения. Вышли новые публикации о селях (Черноморец, 2005, и другие). Стали организовываться селевые экспедиции, появились новые публикации о селях. После долгого перерыва в России были проведены три конференции по селям (Всероссийская..., 2002, Защита..., 2004, Тезисы..., 2005).

Тем не менее, сообщество селевиков до недавнего времени оставалось разобщенным. Организации и специалисты занимались отдельными исследованиями, но координация действий отсутствовала. Между тем, всемирные селевые конференции последних лет в Сан-Франциско, Тайпее, Давосе показали, что по многим позициям мировое селеведение значительно продвинулось вперед, например, в таких вопросах, как натурные

количественные измерения параметров селей, лабораторное моделирование потоков, проектирование защитных сооружений.

СЕЛЕВАЯ АССОЦИАЦИЯ

Вопрос о координации усилий специалистов разных ведомств, работающих над селевой проблемой, стоял очень остро. Несколько лет обсуждалась идея возрождения селевой комиссии. По инициативе группы специалистов (рис. 5), в 2005 в России было создано профессиональное объединение – Селевая ассоциация. Она является объединением ученых и специалистов для проведения и поддержки работ по исследованию селевых потоков и других природных катастрофических процессов, разработке методов оценки и снижения ущерба от селей и защиты населения. В ассоциацию вступили специалисты из ряда других стран (Казахстан, Грузия, Азербайджан, Армения, Канада). Создан информационный Интернет-сайт ассоциации <http://www.rsk.land.ru>.



Рис. 4. Плотина на р. Герхожан-Су (Северный Кавказ, Россия), построенная в 1987-1999 гг. и разрушенная селом через 2 месяца после окончания строительства

Под эгидой ассоциации идет работа над новым библиографическим указателем по селям и защите от них. Если в 1850-1967 гг. о селях вышло около 1700 публикаций на русском языке (Власов и Крашенинникова, 1969), то с 1968 по 2005 гг., по

предварительным подсчетам А.Ю. Власова (устное сообщение, 2006), опубликовано более 3800 работ.

Проводится обновление нормативных руководств по изучению селей. Ассоциация начала дискуссию о необходимости создания государственной программы исследования селей и защиты от них, что позволило бы провести исследования селеопасных районов, подготовить и обучить квалифицированных специалистов, создать современные системы мониторинга и прогнозирования селей и обеспечить безопасность населения.

Ассоциация планирует организовать международную конференцию по селевым потокам и мерам защиты от них. Конференция пройдет в России на Кавказе в конце сентября 2008 г.



Рис. 5. Группа участников заседания, на котором была учреждена Селевая ассоциация. Пятигорск, Россия, 17 мая 2005 г. В правом верхнем углу - логотип ассоциации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Боголюбова И.В.* Селевые потоки и их распространение на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1957. 152 с.
2. *Виноградов Ю.Б.* Этюды о селевых потоках. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 144 с.
3. *Власов А.Ю., Крашенинникова Н.В.* Селевые явления в СССР и методы борьбы с ними. Библиогр. указатель. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969. 215 с.
4. Всероссийская конференция по селям. Октябрь, 8-11, 2002 г. Тезисы. ВГИ, Нальчик, 2002.
5. *Гомер.* Илиада. СПб.: Белый город, 2003, 640 с.

6. Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков.
(Материалы Международной конференции по селям, Пятигорск, 17-21 ноября 2003 г.). Вып. 2. Пятигорск, 2004. 175 с.
7. *Леонардо да Винчи*. Избранные естественнонаучные произведения. Ред., пер., ст. и комм. В.П. Зубова. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 1027 с.
8. Методическое руководство по комплексному изучению селей. Под ред. М.В. Чуринова и А.И. Шеко. М., Недра, 1971. 159 с.
9. Письма Плиния Младшего. М.: Наука, 1984. 408 с.
10. *Плиний Старший*. Естественная история.
http://www.kolhida.ru/index.php3path=_sourcer&source=ps#76
11. Приключения нарта Сасрыквы и его девяноста девяти братьев. Сухуми: Алашара, 1988.
12. Руководство по изучению селевых потоков. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 144 с.
13. *Руставели Ш.* Витязь в тигровой шкуре. Пер. Н.А. Заболоцкого. М.: Рипол классик, 2002. 368 с.
14. *Сенека Л.А.* Философские трактаты. СПб, Алетейя, 2001. 400 с.
15. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. Издание официальное. М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1983.
16. *Статковский Б. И.* Проект дороги через хребет Кавказских гор между урочищем Квишеты и станцией Коби. Журн. Гл. упр-я путей сообщ. и публичных зданий. 1859, т. 39, кн. 2-3, С. 249-282.
17. *Статковский Б.И.* О причинах происхождения Казбекского завала и о мерах для его предупреждения. Тифлис: 1877. 42 с.
18. *Страбон*. География. Пер. с греч., вступ. статья и комм. Г.А. Стратановского. М.: ОЛМА-ПРЕСС Инвест, 2004. 639 с.
19. Тезисы Всероссийской конференции по селям. 26-28 октября 2005 г. Нальчик, ВГИ, 2005. 156 с.
20. *Флейшман С.М.* Сели. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 312 с.
21. *Черноморец С.С.* Селевые очаги до и после катастроф. М.: Научный мир, 2005. 184 с.
22. Fabre J.A. (citoyen). Essai sure la theorize des torrents et des rivers. 1797. 482 p.
Surrel A. Etude sur les torrents des Hautes- Alpes. Paris, 1841. 284 p.

ВОЗМОЖНОСТИ ВЫСОКОДЕТАЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

1. Введение

В современном высокотехнологичном мире космическая съемка играет особую роль. С появлением виртуальной модели Земли Google Earth (<http://earth.google.com/>) Интернет-пользователям стали доступны аэро- и космические снимки с детальностью от 15 до 0,5 м на всю поверхность суши Земли, и трехмерные модели рельефа с детальностью 30-1000 м. Эти материалы используются для познавательных целей - туризма и изучения географии нашей планеты, а также для экстренных действий при чрезвычайных ситуациях, например при борьбе с последствиями недавних землетрясений в Пакистане и ураганов в США в 2005 г.

У профессионалов в области кадастра, строительства и инженерных изысканий также появилось мощное средство информационного обеспечения - высоко детальные (1 м и лучше) космические съемки местности, которые выполняются под заказ с искусственных спутников Земли. По данным ГИС-Ассоциации (цит. по: Зайцев, 2005), в 2005 г. объемы использования материалов космического зондирования Земли в России (в денежном выражении) почти вдвое превысили объемы использования материалов аэрофотосъемки. В основном это происходит в результате активных закупок высоко детальных космических снимков. Сейчас съемка осуществляется в основном с трех спутников США (Ikonos, QuickBird, OrbView-3), а к 2008 г. ожидается запуск еще 15 аппаратов различных стран. Увеличение количества снимков и их удешевление в перспективе позволит в значительной мере заменить аэрофотосъемку более дешевой и организационно удобной космической съемкой.

Среди достоинств космической съемки - оперативность, обусловленная постоянным функционированием спутника на орбите, возможностью его перенацеливания для быстрой съемки требуемого объекта, и передачей снимка в цифровом виде с орбиты, а далее через Интернет заказчику. Кроме того, съемка с большой высоты (200-700 км) позволяет уменьшить искажения, связанные с рельефом земной поверхности, что упрощает создание карт по снимкам. При применении снимков следует отметить отсутствие отечественных систем высокодетальной цифровой космической съемки, а также пока сохраняющийся в России режим ограниченного использования любых космических снимков с детальностью лучше 2 м.

29 декабря 2005 г. по заказу института «Севкавгипроводхоз» была проведена космическая съемка участка 1-28 км Большого Ставропольского канала (БСК-1) в

Карачаево-Черкесии, а также получены архивные снимки 31 октября 2005 г. на участки Усть-Джегутинского водохранилища и 1-8 км БСК-1, а также 22 сентября 2004 на участок Гижгит в Кабардино-Балкарии. Перечисленные снимки были выполнены спутником QuickBird, с детальностью 0,7 м (панхроматический режим) и 2,4 м (многозональная съемка). Были также заказаны и получены менее детальные снимки с других спутников, выполненные в 1971 и 2005 г. В феврале-марте 2006 г. проведена предварительная обработка приобретенных снимков и начата работа с ними. В статье освещаются основные результаты выполненных работ.

2. Используемые материалы

2.1 Цифровые космические снимки QuickBird

Американский спутник QuickBird был запущен 18 октября 2001 г. на полярную солнечно-синхронную орбиту высотой 450 км и наклоном $97,2^\circ$. Двигаясь по орбите со скоростью 7,1 км в секунду, спутник облетает Землю за 93,5 минуты. На нисходящей орбите спутник пересекает линию экватора в 10,30 утра по Гринвичу. Он также смещается относительно поверхности Земли за счет вращения планеты, и таким образом имеет возможность наблюдать большую часть поверхности Земли. Современная многозональная цифровая камера на борту этого спутника обеспечивает наибольшую ширину полосы съемки, наибольшую емкость бортового накопителя памяти и высочайшую детальность из всех работающих в настоящее время коммерческих спутников (табл. 1.).

У компании-производителя (DigitalGlobe) имеется развитая сеть дистрибьюторов в России, приняты единые общемировые цены на снимки, и есть реальная возможность оперативного заказа архивных и новых съемок. При заказе можно очертить на топографической карте участок произвольной формы (так называемый «полигон съемки») и стоимость снимков рассчитывается исходя из площади полигона. Минимальная площадь заказа для снимков, имеющихся в архиве дистрибьютора, составляет 25 км^2 , а для новой съемки 64 км^2 .

Таблица 1.

**Основные технические характеристики снимков QuickBird
(no QuickBird Imagery Products, 2006).**

Характеристика	Величина
Пространственное разрешение (детальность), м	Многозональный* сканер MS: от 2,44 м (съемка вертикально вниз) до 2,88 м (отклонение 25° от вертикали) Панхроматический* сканер Pan: от 0,61 м (съемка вертикально вниз) до 0,72 м (отклонение 25° от вертикали)
Спектральные зоны	голубая 450-540 нм зеленая 520-600 нм красная 630-690 нм ближняя инфракрасная 760-900 нм панхроматическая 450-900 нм
Радиометрическое разрешение (число уровней яркости, регистрируемых приемником излучения)	11 бит (2048 уровней яркости)
Ширина полосы съемки	16,5 км при вертикальной съемке (больше при наклонной)**
Максимальная частота съемки	1 раз в 1-3,5 дней в зависимости от широты (при отклонении угла съемки до 30°)
Погрешность географической привязки по орбитальным данным	до 23 м (в 90% случаев)

* Многозональной называют одновременную съемку в нескольких узких зонах (областях) электромагнитного спектра, а панхроматической - съемку в одной широкой области спектра, охватывающей диапазон видимого света (у QuickBird в эту область также попадает край ближней инфракрасной части спектра)

** Размер полигона заказа для одного снимка должен быть размером не более 14 км x 14 км

Новая съемка была заказана для института «Севкавгипроводхоз» во второй половине декабря 2005 г. и проведена 29 декабря 2005 г. в 8 ч. 26 мин. по Гринвичу (11 ч. 26 мин. местного времени), с отклонением от вертикали на 22.6°. Срок гарантированного проведения съемки с малой облачностью составляет до 90 дней. В данном случае от заказа до проведения съемки прошло менее двух недель. Необходимо отметить особенности зимней съемки: малая высота Солнца приводит к образованию длинных теней от деревьев, зданий, склонов и других объектов, на местности имеется частичный снежный покров. Все это, в целом, снижает качество снимков. В данном случае период съемки диктовался срочностью проведения проектных работ, однако по возможности на юге России следует проводить съемки для изыскательских работ весной или осенью. В это время высота стояния Солнца достаточна, отсутствует как снежный покров, так и густая зеленая растительность.

Полученная архивная съемка была проведена 31 октября 2005 г., в 8 ч. 18 мин. по Гринвичу (11 ч. 18 мин. по местному времени), с отклонением от вертикали на 17,3°.

Что касается сроков получения материалов съемки, следует отметить, что после съемки и оплаты заказа обычно 3-7 дней занимает обработка снимков компанией-поставщиком (ЗАО "Совзонд"), и, в случае заказа съемки детальнее 2 м, одна-две недели на доставку фельдгерской связью в первый отдел заказчика.

Космические снимки были заказаны в варианте QuickBird Standard Ortho-Ready (стандартный, подготовленный для ортотрансформирования).

Ортотрансформирование (учет искажений, связанных с рельефом) не проводилось, поскольку отсутствовала прецизионная модель местности, соответствующая требованиям масштаба 1:2000. В поставку были включены снимки как многозонального, так и панхроматического сканера. Практически использовались цветные совмещенные изображения, в которых путем специальной обработки многозональные изображения были приведены к детальности панхроматических – 0,7 м. Совмещение осуществила компания-дистрибьютор, однако большинство пакетов программ по обработке космических снимков имеют такую функцию, в том числе использовавшийся нами пакет ERDAS Imagine 8.5. Компанией-дистрибьютором также выполнена первичная обработка данных космической съемки:

геометрическая и радиометрическая коррекции;

координатная привязка изображений к Универсальной поперечной проекции Меркатора (UTM) и Общеземной геодезической системе координат 1984 г. (WGS-84).

Необходимо обратить внимание на особенности лицензирования снимков QuickBird. Права собственности на переданные материалы космической съемки принадлежат компании DigitalGlobe. Материалы космической съемки передаются заказчику в соответствии с условиями передачи прав на результаты интеллектуальной деятельности компании DigitalGlobe. Заказчик обязуется, в частности, не публиковать космические снимки со спутника QuickBird без согласования с компанией-производителем и использовать их только для конкретных целей (в данном случае – проектирование и реконструкция гидротехнических сооружений).

2.2 Фотоснимки Corona KH-4B

Corona - это название серии, состоявшей из нескольких сот американских военных фотоспутников, которые вели съемку в 1960-70-е гг. В настоящее время материалы этих съемок рассекречены, их каталог размещен в сети Интернет, а сами снимки в сканированном виде доступны для заказа в Геологической съемке США. На район БСК-1 были заказаны два снимка, полученные панорамной фотокамерой высоко детальной съемки KH-4B. Они были выполнены 2 апреля 1971 г. в ходе миссии № 1114-2 (начало полета 24

марта 1971 г.), на орбите 138D (кадры 178 и 179). Точное время съемки не зафиксировано. На спутнике были установлены две камеры, направленные вперед и назад по направлению полета, однако в архиве были обнаружены только снимки с камеры, направленной назад (Aft). В таблице 2 приведены основные характеристики съемочной аппаратуры.

Таблица 2.

**Основные технические характеристики снимков, пленки и камеры КН-4В
(по Declassified Satellite Imagery..., 2006)**

Характеристика	Величина
Название	КН-4В
Тип камеры	панорамная
Ширина пленки, мм	70 мм
Примерный формат кадра (в дюймах)	2.18x29.8
Фокусное расстояние (в дюймах)	24
Наилучшая разрешающая способность пленки (приблизительно, в лин/мм)	160
Оптимальное увеличение негатива для дешифрирования (раз)	16
Наилучшее наземное разрешение (примерно, в футах)	6 (1.8 м)
Номинальная высота полета (морские мили)	81
Номинальный масштаб фотонегатива	1:247,500
Номинальный охват кадра на поверхности (в милях)	8.6X117
Номинальное разрешение просмотрного изображения в Интернет (футов/пиксел)	430

Хотя наилучшее возможное разрешение снимков КН-4В составляет 1,8 м, копирование для потребителей осуществляется с дублей негативов, что в 1,5-2 раза ухудшает итоговую детальность. Дубль-негативы сканируются в Геологической съемке США с разрешением 7 мкм (3600 dpi), что вполне достаточно для сохранения всех деталей снимка. Итоговые оцифрованные снимки имеют разрешение 2-3 м в зависимости от качества негатива и части снимка. Для нашего района разрешение составило около 3 м.

2.3 Цифровые космические снимки IRS LISS, IRS Pan

IRS - это серия индийских спутников наблюдения Земли. Нами использовались снимки на район БСК-1, полученные многозональным сканером LISS III и панхроматическим сканером PAN со спутника IRS 1-C 22 октября 2005 г. в 06 ч. 36 мин. по Гринвичу (9 ч. 36 мин местного времени). Фактически мы анализировали единое цветное изображение - результат совмещения данных LISS и PAN, приведенное к детальности 6 м. Прием снимков, их предварительную обработку, совмещение и географическую привязку провел инженерно-технологический центр «СканЭкс». (Москва). Основные параметры съемочных систем указаны в таблице 3.

Основные технические характеристики используемых снимков со спутника IRS 1-С (по Euromap..., 2006)

Характеристика	Величина	
Название системы	Панхроматический сканер (PAN)	Многозональный сканер Linear Imaging Scanner (LISS III)
Пространственное разрешение (детальность), м	5.8	23
Спектральные зоны	500-750 нм	зеленая 520-590 нм красная 620-680 нм ближняя инфракрасная 770-860 нм
Радиометрическое разрешение (число уровней яркости, регистрируемых приемником излучения)	6 бит (64 уровня яркости)	7 бит (128 уровней яркости)
Ширина полосы съемки	70	140
Максимальная частота съемки	1 раз в 5 дней (при отклонении угла съемки до $\pm 26^\circ$)	1 раз в 24 дня

3. Методика работ

Работы выполнялись в 4 этапа: 1) дополнительная географическая привязка и геометрическая коррекция снимков и сканированных карт, 2) яркостная коррекция снимков для печати; 3) цветная печать снимков на фотобумаге в масштабах 1:2000 (QuickBird), 1:10000 (Corona KH-4B) 1:50000 (IRS LISS/PAN), 4) полевое дешифрирование отпечатанных снимков на участок БСК-1 совместно с сотрудниками института «Севкавгипроводхоз». Этапы 1-3 осуществлялись с помощью специализированного программного обеспечения для обработки снимков ERDAS Imagine 8,5.

Дополнительная географическая привязка требуется в связи с погрешностями орбитальной привязки снимков и необходимостью представить их в другой проекции. Для района БСК-1 привязка осуществлялась к сканированным топографическим картам, предварительно приведенным в систему 1963 г. Использовались уравнения полиномов 1-го порядка, рассчитанные по 6-12 опорным точкам. На основании уравнений проводилось трансформирование снимков в систему 1963 г. Среднеквадратические погрешности трансформирования составили менее 1 м для QuickBird и около 9 м для IRS LISS/Pan. Для снимков Corona KH-4B из-за искажений панорамной съемки погрешности достигают 16-26 м. Таким образом, трансформированные снимки QuickBird можно использовать для работы в масштабе

1:2000, IRS LISS/PAN - в масштабе 1:50000, а Corona KH-4B - для визуального дешифрирования, но без точных измерений, в масштабе от 1:10000 и мельче.

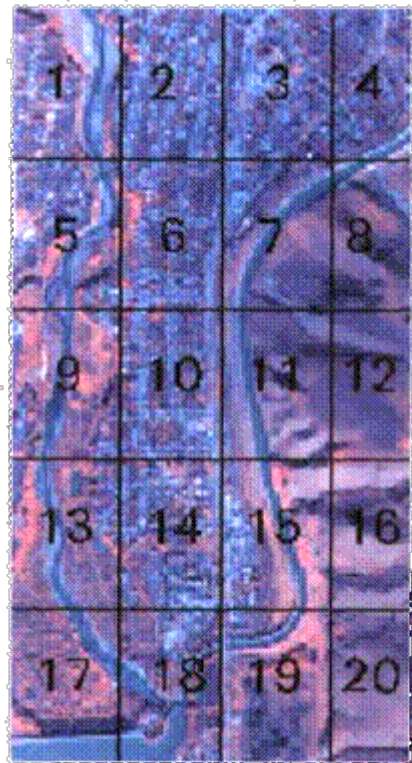
Для района Гижигит дополнительная привязка велась по цифровой съемочной основе, полученной полевыми съемками в масштабе 1:2000. Однако в связи с недостаточной точностью этой основы, привязку предстоит совершенствовать.

Яркостная коррекция состояла в интерактивном подборе оптимальной яркости и контраста для наглядного отображения всех объектов на земной поверхности, минимизации влияния теней и снежного покрова. Преимущество пакета ERDAS Imagine и его внутреннего формата цифровых снимков состоит в том, что параметры оптимизации записываются в специальную таблицу в заголовке снимка, а исходные значения яркости в файле снимка не изменяются. Для визуального дешифрирования по экрану это позволяет сохранить многовариантность цветовых характеристик снимка. Обычные программы графической редакции изображений, такие как Adobe PhotoShop, такой возможности не дают. В качестве материала для коррекции использовались совмещенные многозональные и панхроматические изображения снимков QuickBird, с детальностью около 0.7 м и сочетанием спектральных зон 4:2:1 (ближняя инфракрасная; красная; голубая). На полученных цветных синтезированных снимках растительность отображается красным и коричневым цветом, водоемы - цветами от сине-зеленого до черного, застройка - в основном серыми и голубыми цветами, снег - белым цветом.

Цветная фотопечать осуществлялась на струйном принтере Epson 1290C для участка БСК-1, с автоматической полистной разбивкой (всего 52 листа формата А3, рис 1). В том числе на участок 1-2 км канала было отпечатано 20 листов совмещенных цветных изображений QuickBird (детальность 0.7 м) за 31.10.2005 г. в масштабе 1:2000, 1 лист совмещенного изображения QuickBird за 29.12.2005 г. в масштабе 1:2000, 1 лист изображения Corona KH-4B за 02.04.1971 г. в масштабе 1:10000. На участок 13-14 км канала было отпечатано 27 листов совмещенных цветных изображений QuickBird за 29.12.2005 г. в масштабе 1:2000, 2 листа изображения Corona KH-4B за 02.04.1971 г. в масштабе 1:10000. Был также отпечатан совмещенный снимок IRS LISS/Pan (детальность 6 м) в масштабе 1:5 0000 на оба участка.

Полевое дешифрирование проводилось в районе головных сооружений и 13-14 км БСК-1, 28 февраля 2006 г. (рис. 2). В связи с крупным масштабом космических снимков было возможно непосредственное опознание объектов на местности. Нами осуществлялась консультативная помощь в распознавании объектов по форме и цвету на космических снимках.

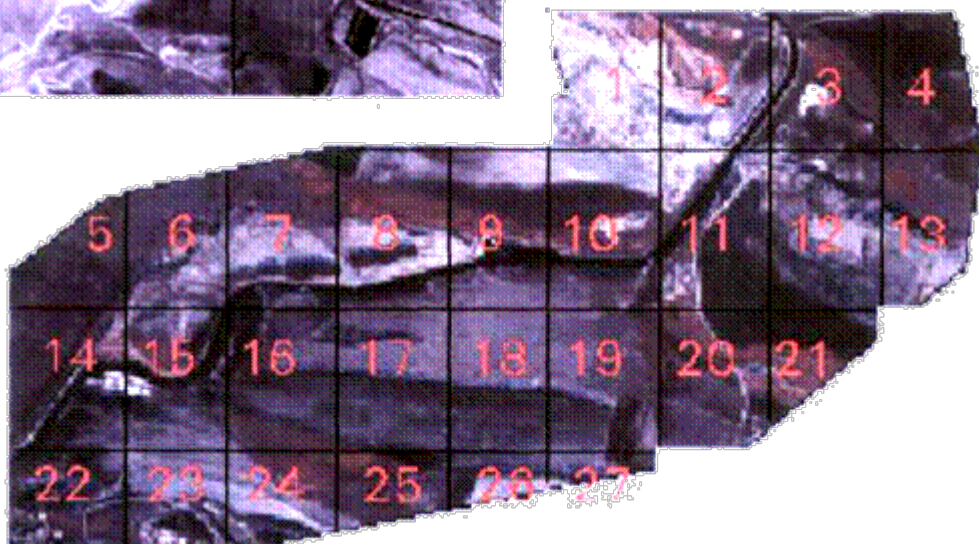
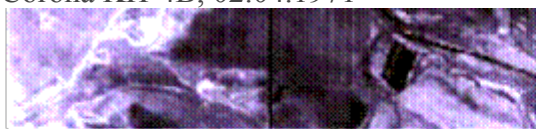
Quickbird, 31.10/2005



Corona KH-4B, 02.04.1971



Corona KH-4B, 02.04.1971



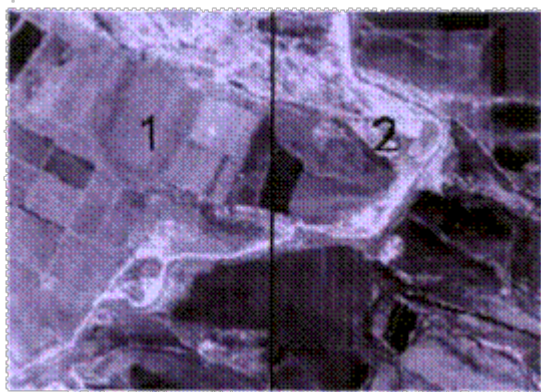
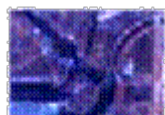


Рис. 1. Схема расположения листов печати космических снимков для участков 1-2 км и 13-14 км Большого Ставропольского канала. Исходные данные: QuickBird © 2006 DigitalGlobe, Inc., все права защищены; Corona KH-4B, Геологическая съемка США, 2006; IRS LISS/PAN © 2006 ANTRIX, Space Imaging Inc., ИТЦ "СканЭкс",

Quickbird,
29.12.2005



IRS 1-C LISS/PAN, 22.10.2005



Рис. 2. Полевое дешифрирование космических снимков. 28 февраля 2006 г.

На заключительном камеральном этапе проведены краткое обучение сотрудников отдела гидрологии СКГВХ основным приемам дешифрирования и работы со снимками на компьютере, а также лекция о современных возможностях космической съемки.

4. Результаты

Наиболее важными для дальнейшего использования представляются результаты полевого дешифрирования высокодетальных космических снимков.

В качестве первого тестового участка для дешифрирования был выбран участок 1-2 км Большого Ставропольского канала, где вследствие фильтрации происходит подтопление подкомандной территории города Усть-Джегута. На снимках хорошо прослеживаются дренажные канавы, колодцы, участки поверхностных проявлений фильтрации. Отчетливо разделяются облицованные и необлицованные участки Большого Ставропольского канала (рис. 3). Благодаря использованию при съемке QuickBird ближней инфракрасной зоны спектра, четко отделяются поверхностные водные объекты. На территории города видны реки, ручьи, пруды и другие поверхностные водоемы (в том числе неглубокие). Пути подземной фильтрации прямо не отражаются на снимках, но по косвенным признакам можно наметить участки для детальных полевых проверок, обхода дворов, размещения контрольных скважин. Старые снимки со спутника Corona позволяют изучать изменения в размещении обводненных участков в городе (рис. 4). Снимки помогут отразить на съемочной основе современную

застройку города и уточнить ее изменения по сравнению с ранее имевшимися топографическими материалами.

Хорошо видны также изменения зеркала Усть-Джегутинского водохранилища (рис. 5). Сравнение снимков 1971 и 2005 гг. позволяет сделать вывод о сокращении площади водохранилища, преимущественно в верхней по течению (южной) его части. На снимках можно разграничить участки, отличающиеся разной глубиной, что позволит более точно интерпретировать результаты промерных работ.



Рис. 3. Разрешение снимка QuickBird позволяет дешифровать участки фильтрации (1), колодцы (2), дренажные каналы (3), наличие (4) и отсутствия (5) облицовки канала и другие объекты. Исходные данные: © 2006 DigitalGlobe, Inc., все права защищены.

В качестве второго тестового объекта был выбран участок 14 км Большого Ставропольского канала, где намечено проведение противооползневых мероприятий. При дешифрировании были использованы космические снимки QuickBird (29 декабря 2005 г.), Corona (2 апреля 1971 г.), а также аэрофотоснимки 1975 г. и начала 1990-х гг.

Дешифрирование позволило определить границу зоны активизации оползней на склоне, примыкающем к каналу с юга. Свежие стенки отрыва оползней фиксируются по характерной вытянутой поперек склона форме. Линия отрыва состоит из нескольких плавных дуг (рис. 6). В северной части оползневого участка прослеживаются кулисообразно расходящиеся трещины, отражающие начало активизации оползневого процесса. Участки подвижного склона выделяются по пятнистому фототону, заметному даже на участках распахки. Также на снимках фиксируются участки, где после строительства канала вырос новый лес (рис. 7).

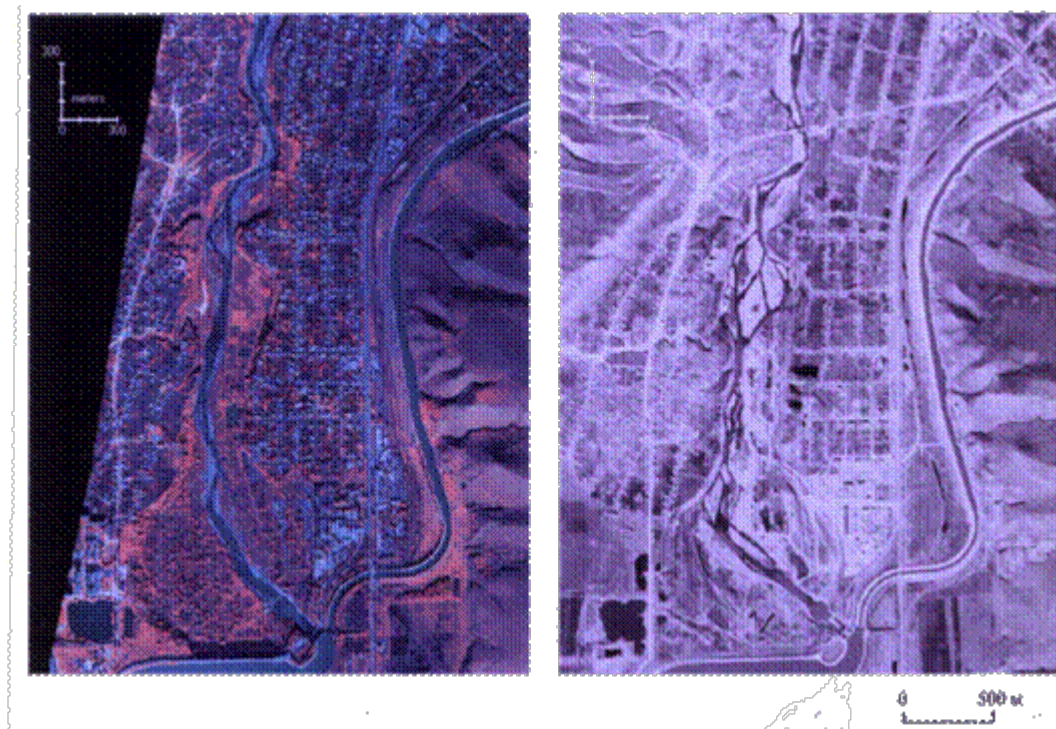


Рис. 4. Изменения подкомандной территории БСК-1 - города Усть-Дзегута. Слева-снимок QuickBird 2005г. (© 2006 DigitalGlobe, Inc., все права защищены), справа - снимок Corona KH-4B 1971 г.(источник -Геологическая съемка США, 2006).

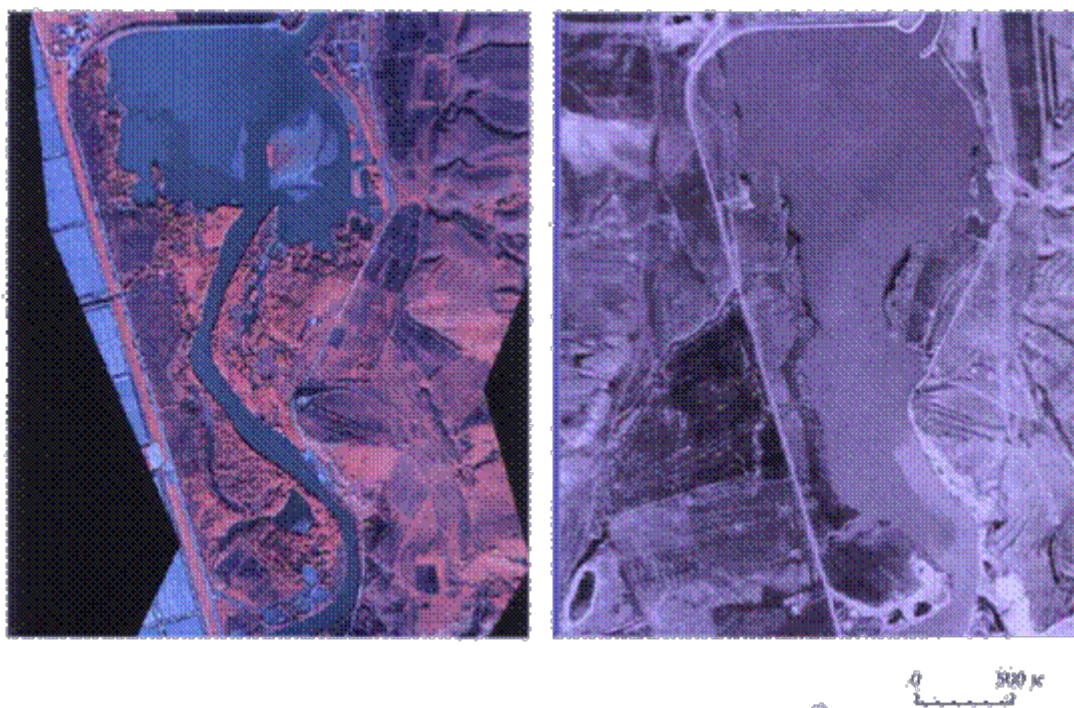


Рис. 5. Изменения Усть-Дзегутинского водохранилища за 34 года. Слева - снимок QuickBird 2005 г. (© 2006 DigitalGlobe, Inc., все права защищены), справа -снимок Corona KH-4B 1971 г. (источник г -Геологическая съемка США, 2006).

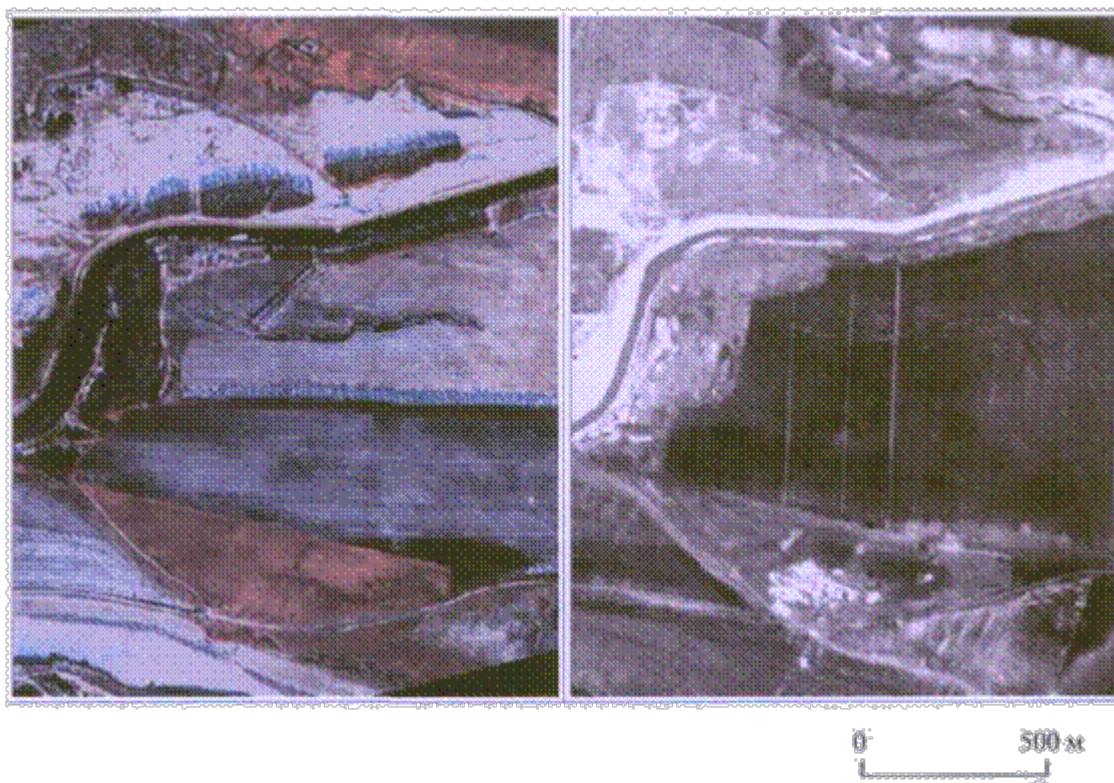


Рис. 6. Динамика активизации оползней на участке 14 км канала. Слева - снимок QuickBird 2005 г. (© 2006 DigitalGlobe, Inc., все права защищены), справа - снимок Corona KH-4B 1971 г. (источник - Геологическая съемка США, 2006).



Рис. 7. Верхняя граница оползня фиксируется стенкой, к которой приурочен "пьяный лес". Деревья наклонены в сторону стенки отрыва. 14-й км БСК-1.

Космические снимки помогут впоследствии разместить контрольные скважины для анализа мощности оползневых отложений, отразить на планах современное состояние оползневого склона и уточнить его изменение по сравнению с ранее имевшимися топографическими материалами.

Снимки IRS LISS/Pan с максимальной детальностью 6 м не подходят для крупномасштабных работ. Они могут быть использованы лишь как наглядная обзорная фотокарта всего изучаемого участка БСК-1 (рис.8).

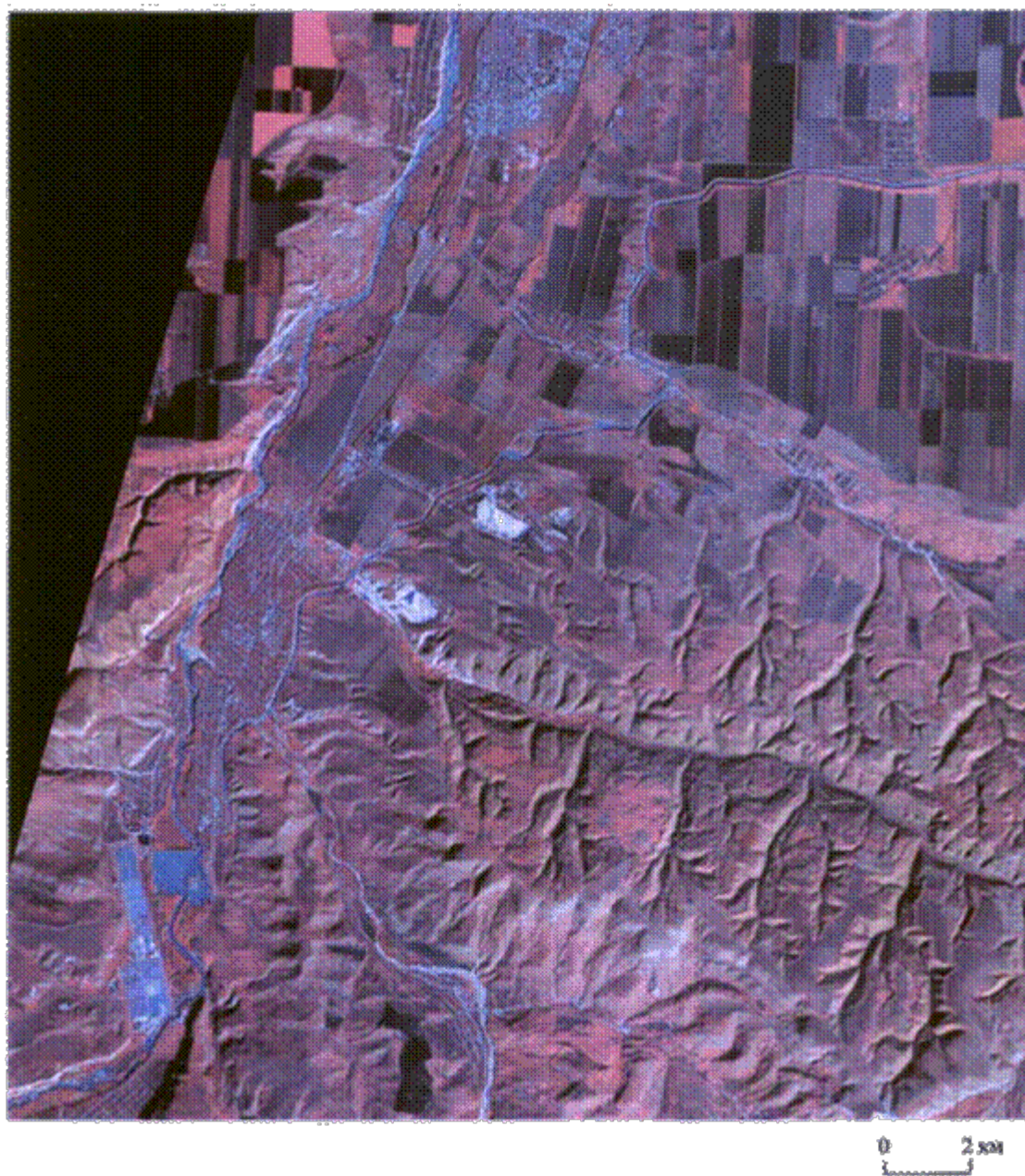


Рис. 8. Снимок IRS LISS/PAN на участок БСК-1. 22 октября 2005 г.
Исходные данные: © 2006 ANTRIX, Space Imaging Inc., ИТЦ "СканЭкс", все права защищены.

5. Обсуждение и выводы

Полевое дешифрирование показало большую наглядность цветных высокодетальных космических снимков QuickBird и обоснованность их использования в проектном масштабе 1:2000, как альтернативы материалам современной аэросъемки.

Возникает закономерный вопрос - как интегрировать цифровые космические снимки в процедуры компьютерной обработки данных, выполняемые современным проектировщиком? Очевидно, что использование снимков как своеобразной

«подложки» при составлении цифровых топографических планов позволило бы рационализировать съемочные работы и обогатить содержание планов, нанести на них дополнительные характеристики, требуемые по проекту.

Следует отметить, что исторически обработка космических снимков и проектировочные работы развивались обособленно. Снимки использовались для мелкомасштабных и среднемасштабных работ, в основном природноресурсного направления. Непосредственно проектировочные работы велись в крупных масштабах, для которых детальность космических снимков была недостаточна. В результате в эпоху научно-технической и компьютерной революции наблюдалось параллельное развитие двух типов пакетов прикладных программ - геоинформационные системы (ГИС) и системы автоматизированного проектирования (САПР). Снимки обрабатываются в специализированных программах ГИС-типа. Существовали проблемы обмена данными и совместного использования ГИС и САПР-программ. В настоящее время наблюдается интеграция ГИС и САПР-направлений, но еще не все достигнуто.

Например, при работе по участку Гижигит, в пакет ERDAS Imagine 8,5 импортировалась цифровая съемочная основа из широко используемого в институте «Севкавгипроводхоз» пакета Autodesk AutoCAD. Хотя сам импорт был возможен, при этом происходило объединение различных слоев и потеря их тематических атрибутов.

Необходимо учесть тенденции развития программ компании Autodesk, которые широко используются проектировщиками института. Новые продукты компании, в том числе Autodesk

Map, позволяют генерировать данные, совместимые с основными ГИС-программами. Компания предлагает приложение Autodesk Raster Design, специально для работы с растровыми изображениями, в том числе с космическими снимками. Однако сложные операции, например, геометрическое трансформирование снимка по многим опорным точкам полиномами нужного порядка, пока не воплощены. Представляется целесообразным обучение 1-2 специалистов института работе в специализированных программах обработки снимков и детальная проработка вопроса интеграции космических снимков в рабочие процедуры проектирования в программах Autodesk.

Еще одним перспективным направлением является изучение возможности применения для проектировочных нужд панхроматических снимков, имеющих детальность 2 м, например с израильского спутника EROS A. Их привлекательность заключается в оперативности съемки, возможности приема на наземные станции в России, стоимости в 5 раз дешевле QuickBird и отсутствии режимных ограничений на

использование. Последнее обстоятельство может сократить срок поставки снимков с нескольких недель до нескольких дней после съемки.

Автор выражает благодарность Э.В. Запорожченко, Н.Л. Запорожченко, К.В.Корикову и А.А.Ширяеву за поддержку и помощь С.С. Черноморцу в редактировании статьи.

Литература

Зайцев А.. Им сверху видно всё... // PCWeek/RE, №47/2005, **21 декабря 2005 г.**
<http://www.pcweek.ru/?ID=504899>

Declassified Satellite Imagery - 1 (1996). <http://eros.usgs.gov/displ.htm> 1 февраля 2006 г.
Euromap, IRS-1C. Key Parameters of the IRS-1C
Sensors.

http://www.euromap.de/docs/doc_002.html. 7 мая
2006 г.

QuickBird Imagery Products. Product Guide. Revision 4.7. Release date: 3 February 2006.
Longmont: Digital Globe Inc. 78 pp.

ПОГОДА ИНТЕРЕСУЕТ ВСЕХ

(Исследование периодичности осадков)

Изучению атмосферных осадков посвящена обширная научная литература, библиография которой может занять десятки или даже сотни страниц. Такой интерес к изучению осадков объясняется их жизненно важной необходимостью. Они являются источником воды на земле и первопричиной многих геофизических природных катастроф.

В работе использованы в основном данные наблюдений за суточными осадками двух метеорологических станций – Пятигорск и Кисловодск, частично Шаджатмаз (табл. 1). В выборках присутствуют и нулевые осадки. Это те случаи, когда осадки смачивают поверхность измерительного прибора, но их недостаточно, чтобы человек почувствовал себя промокшим. Остается открытым вопрос: исключать их при подсчете дождливых дней или нет. В этой связи учет дождливых дней, представленных в таблице 1, выполнен для двух случаев: в числителе нулевые осадки приняты за дождливый день, в знаменателе – как за сухой.

Количество дождливых дней

Таблица 1

Метеорологическая станция	Высота, м	Период наблюдений, год	Объем выборки, сутки	Количество дождливых дней			
				VI	VII	VIII	за период VI-VIII
1	2	3	4	5	6	7	8
Пятигорск	532	1936-60	2238	<u>416</u> 390	<u>338</u> 236	<u>337</u> 234	<u>1091</u> 789
Кисловодск	890	1936-60	2238	<u>436</u> 371	<u>372</u> 308	<u>355</u> 274	<u>1163</u> 953
Шаджатмаз	2060	1957-86	2668	<u>553</u>	<u>543</u>	<u>487</u>	<u>1583</u>

Анализ таблицы показывает, что количество дождливых дней увеличивается с высотой местности. Располагая количеством дождливых дней можно вычислить вероятность дождливого дня. Так для Пятигорска вероятность того, что любой из дней летнего периода окажется дождливым будет равна $p=1091/2238=0,35$, соответственно $p=0,43$ для Кисловодска. Приведенные значения вероятностей могут быть названы финальными. Ниже будет показано, что вероятности дождливых дней зависят от предшествующего состояния погоды.

По выборке можно рассчитать количество случаев, когда за днем без осадков отмечался дождливый день. Для Пятигорска таких случаев за летний период оказалось 354 (табл. 2). Теперь можно вычислить количество дождливых дней следующих за днем с дождем $789-354=435$ (здесь и ниже дни с нулевыми осадками приняты как сухие дни).

Вероятность того, что за сухим днем, последует день с дождем, равна:

$$P_{сд}=P_0=354/(2238-789)=0,24$$

Вероятность того, что за днем с дождем, последует также дождливый день равна

$$P_{дд}=P_1=435/789=0,55.$$

Количество переходов от сухого дня к дождливому по месяцам летнего сезона приведено в таблице 2.

Таблица 2

Метеостанция	Месяц			Сезон
	VI	VII	VIII	VI-VIII
Новопаитигорск	125	124	115	354
Кисловодск	131	121	116	368

По определению, вероятность того, что за одним сухим днем в Пятигорске последует другой сухой день равна: $P_{ss}=1-P_0=0,76$. Вероятность того, что за дождливым днем наступит сухой день равна: $P_{ds}=1-P_1=0,45$

Атмосферные осадки можно рассматривать как дискретную случайную последовательность, у которой случайная функция $x(t)$ и аргумент времени t дискретны. Случайный процесс называется марковским, если для любого момента t_i вероятностные характеристики процесса в будущем зависят только от его настоящего состояния в момент t_0 . Они не зависят от того, когда и как случайный процесс оказался в этом состоянии, т.е. в случайном марковском процессе «будущее зависит от прошлого только через настоящее» [1].

Простая цепь Маркова называется однородной по времени, если вероятности перехода из состояния q в состояние q^1 за промежуток времени от t_{i-1} до t_i зависят от длины промежутка $\tau=t_i-t_{i-1}$ и не зависят от начала отчета t_i . Вероятности перехода за интервал времени τ можно свести в так называемую матрицу перехода $\Gamma(\tau)$:

$$\Gamma(\tau)=\begin{vmatrix} P_{00} & P_{01} & \dots & P_{0n} \\ P_{10} & P_{11} & \dots & P_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n0} & P_{n1} & \dots & P_{nn} \end{vmatrix}$$

В математической статистике [2] доказывается, что простая однородная цепь Маркова определяется вектором вероятностей $P(t_0)$ состояний в начальный момент t_0 и матрицей перехода $\Gamma(t)$

$$P(t_i)=P(t_0) \times \Gamma^i(\tau), \quad (1)$$

где: $\Gamma^i(\tau)$ – i -я степень матрицы перехода.

Из равенства (1) следует, что закон распределения ординаты $x(t)$, (вектора вероятностей $p(t_i)$ для любого момента времени $t_i(i=1,2,\dots, m)$, полностью определяется вектором $p(t_0)$ и матрицей $\Gamma(\tau)$. В нашем случае четыре вероятности перехода от

дождливого или сухого предыдущего дня к последующему дождливому или сухому дню можно обозначить как $P_{DD}=0,55$; $P_{ДС}=0,45$; $P_{SD}=0,24$; $P_{SS}=0,76$, (индексы означают: ДД – дождливый день следует за дождливым, ДС – дождливый день сменяется сухим и т.д. Можно образовать следующую матрицу перехода $\Gamma(\tau)$:

$$\Gamma(\tau)=\begin{vmatrix} 0,55 & 0,45 \\ 0,24 & 0,76 \end{vmatrix}$$

Обозначив Д – дождь, S – сухо, можно представить вектор вероятностей в начальный момент $P(t_0)$ в виде диагональной матрицы

$$P(t_0)=\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Подставляя полученные матрицы в (1), получим расчетную формулу для простой однородной цепи вероятностей Маркова

$$P(t_i)=\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0,55 \cdot 0,45 \\ 0,24 \cdot 0,76 \end{vmatrix}^i = \begin{vmatrix} 0,55 \cdot 0,45 \\ 0,24 \cdot 0,76 \end{vmatrix}^i \quad (2)$$

Если в Пятигорске дождь, то можно утверждать с вероятностью 0,55, что завтра тоже будет дождь. Утверждать можно, но лучше воздержаться, так как вероятность 0,55 почти на порядок ближе к 0,5, чем к единице. Вероятность 0,55 в большей степени утверждает, что однодневный дождь и в Пятигорске, и в Кисловодске (тем более) является очень неустойчивым природным явлением. С вероятной точки зрения будет ли следующий день после первого дня с дождем тоже дождливым или нет – почти полная неопределенность. К счастью Госкомгидромет вероятностной моделью в подобных прогнозах не пользуется.

Модель простой однородной цепи Маркова с двумя переходами можно по Г. Самнер [3] отобразить графом, рис. 1.

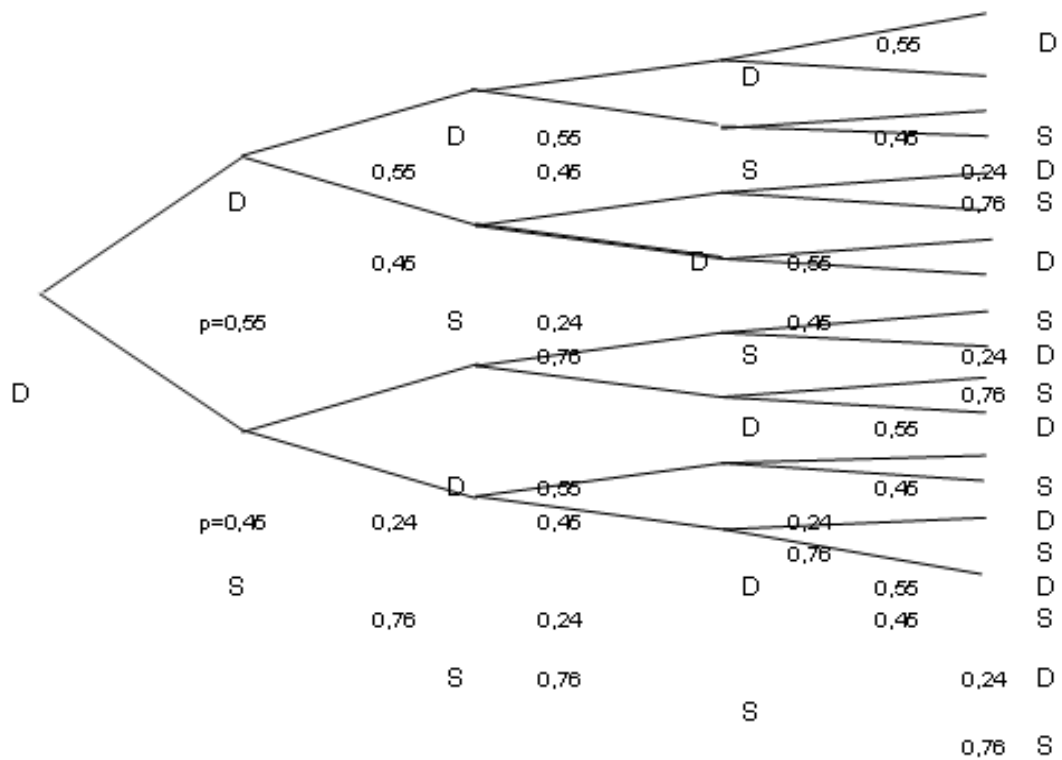


Рис.1. Фрагмент изображения простой вероятностной цепи Маркова

от $i=1$ до $i=4$ дня

Вероятность того, что через два дня после дождя будет опять дождливый день, вычисляем по формуле (2)

$$P_{(2)} = \begin{vmatrix} 0,55 & 0,45 \\ 0,24 & 0,76 \end{vmatrix}^2 \cdot \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,41 & 0,59 \\ 0,31 & 0,69 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} P_{DD} & P_{DS} \\ P_{SD} & P_{SS} \end{vmatrix}$$

Используя матрицу обозначений $\begin{vmatrix} P_{DD} & P_{DS} \\ P_{SD} & P_{SS} \end{vmatrix}$, видим, что искомая вероятность равна 0,41, а вероятность того, что через два дня после сухой погоды, пойдет дождь, равна 0,31. Влияние первоначального состояния погоды (дождь или сухо) с удалением от него уменьшается, приближаясь асимптотически к финальной вероятности 0,35 (рис. 2).

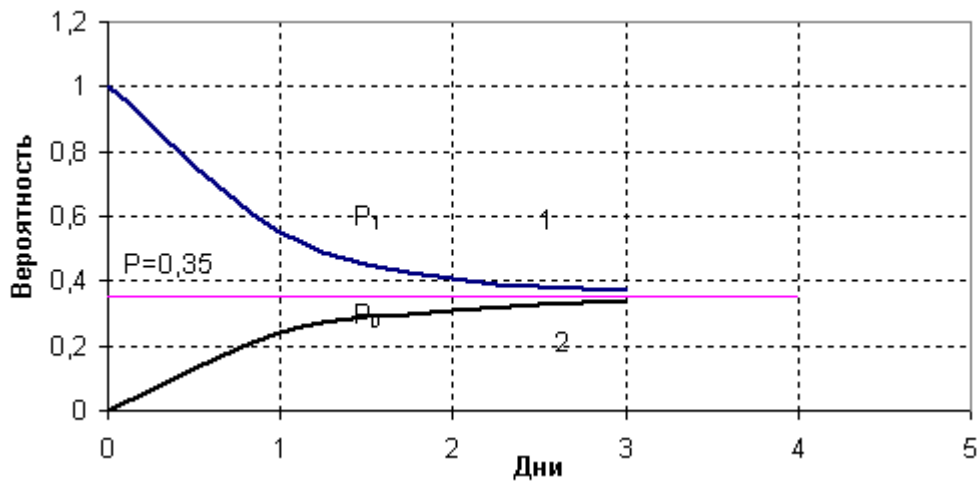


Рис. 2. Марковские вероятности: 1- дождливые дни после дня с дождем;
2 – дождливые дни после дня без осадков.

Финальная вероятность ($p=0,35$) может быть истолкована как среднее относительное время пребывания системы в каждом из состояний [1]. Наличие финальной вероятности является достаточным условием эргодичности простой однородной цепи Маркова.

Дождливый период представляет собой день с дождем следующий за дождливым днем и т.д. Он прерывается сухим днем, следующим за дождливым днем. Поэтому вероятность, например, 2 - дневного дождливого периода, можно определить так:

$$P_{D2}=P_{DD} \times P_{DS} = P_{DD}(1-P_{DD})$$

Вероятность 3- дневного периода

$$P_{D3}=P_{DD} \times P_{DD} \times P_{DS} = P_{DD} \times P_{DD} (1-P_{DD})$$

Вероятность n-дневного дождевого периода равна $P_{DN}=P_{DD}^{n-1} \times (1-P_{DD})$ Принимая во внимание, что $P_{DD}=P_1$, полученную формулу запишем в виде:

$$P_{pn}=P_1^{n-1} (1-P_1) \quad (3)$$

В нашем случае для Пятигорска вероятность однодневного дождевого периода равна: $P_{D1}=P_1^{1-1} (1-P_1)=(1-0,55)=0,45$

Рассуждая аналогично, получим формулу бездождливых периодов:

$$P_{sn}=P_0(1-P_0)^{n-1} \quad (4)$$

Сравним марковские вероятности дождливых и сухих периодов с равным количеством дней, (таблица 3). Для г. Пятигорска $P_1=0,55$; $P_0=0,24$

Марковские вероятности сухих и дождливых периодов в г. Пятигорске

Количество дней в периоде	Вероятность периода	
	сухого	дождливого
1	0,24	0,45
2	0,18	0,25
3	0,14	0,14
4	0,11	0,07
5	0,08	0,04
6	0,06	0,02
7	0,05	0,01

Из таблицы 3 видно, что сухие периоды более трех дней преобладают по сравнению с дождливыми периодами такой же продолжительности, а трехдневные сухие и дождливые периоды равновероятны. Город Пятигорск, находясь в зоне предгорья (переходной зоне от засушливых степей к горной), характеризуется неустойчивым увлажнением. Преобладают однодневные дожди и ливни конвективного характера. Согласно выборке за 25-летний период (1936-1960 гг.) доля однодневных периодов осадков составляет 42% и 11% относительно суммарного количества дождевых дней летнего периода. Количество дождевых периодов более 5 дней встречается очень редко, их появление составляет 1% и менее. Из 789 дождливых дней лишь один раз наблюдался 11-дневный дождливый период (I-II/VI.37 г.). При этом 9-и и 10-дневные дождевые периоды не были отмечены ни разу. По количеству суммарных дней в периодах преобладают двухдневные дожди.

Однодневные сухие периоды также как и дождевые случаются наиболее часто. Одинаково часто распределены 3 - дневные сухие и дождливые периоды. По количеству суммарных сухих дней в группировках преобладают трехдневные периоды. С 11 по 29 июля 1959 г. наблюдался самый продолжительный в выборке 19-дневный засушливый период, 15-дневный засушливый период наблюдался 3 раза, а 14-и, 16-и, 17-и, 18-дневные периоды в выборке отсутствуют. Количество дней в периодах и их частота появления находятся в обратной зависимости.

Чередование дождливых и сухих периодов представляют собой дискретный случайный процесс с непрерывным временем. Их законы распределения продолжительности периодов с количеством i дней ($i=1, 2, 3 \dots k$) представлены в табл. 4.

Вероятности продолжительности дождливых и сухих периодов в г. Пятигорске

Количество дней (x_i) в дождливом или сухом периоде	Дождливый период		Сухой период	
	число наблюден- ных периодов	вероятность периода, $P_{D,i}$	число наблюден- ных периодов	вероятность периода, $P_{S,i}$
1	86	0,417	65	0,298
2	62	0,300	43	0,197
3	34	0,165	35	0,161
4	15	0,072	17	0,077
5	4	0,028	15	0,069
6	1	0,005	14	0,064
7	2	0,010	11	0,052
8-11	2	0,010	5	0,023
8-19	-	-	13	0,059
Сумма	206	1,00	218	1,00

При использовании марковских случайных процессов имеется возможность в простых случаях представить результаты исследования в виде аналитических формул. В случае, когда получение аналитических формул затруднительно, используется универсальный метод статистического моделирования - метод Монте-Карло [1].

В нашем случае моделирование чередования сухих и дождливых периодов (розыгрыш методом Монте-Карло) можно выполнить, используя случайную величину γ , равномерно распределенную на отрезке $(0,1)$, и законы распределения их продолжительности, приведенные в табл. 4.

Наглядной иллюстрацией процедуры моделирования является использование метода обратной функции [4]. На рис. 3. отображен частный способ метода обратной функции. Цифрами справа обозначены случайная величина количества дней в дождливом периоде (α) и сухом периоде (β). Слева от каждой оси α и β суммированы отрезки функции распределения (интегральный закон распределения) дискретной случайной величины (в нашем случае числа дней в периодах). Функция распределения полностью характеризует случайную величину с вероятной точки зрения.

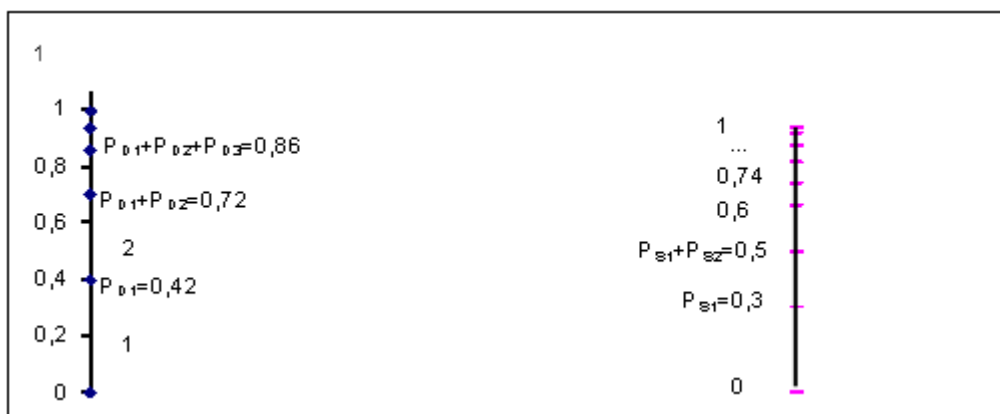


Рис.3

Для дискретной случайной величины X , которая может принимать значения $X_1, X_2, \dots, X_n$ функция распределения дискретной случайной величины имеет вид $F(X)=$

$$\sum_{x_i \leq x} P_i \quad (x=x_i)$$

Розыгрыш (статистическое моделирование) осуществляется следующими процедурами:

1. Из таблицы равномерно распределительных цифр (например из [2]) по заранее заданному для себя правилу выбираются случайные трехзначные числа (0,865; 0,159; 0,079; 0,566; 0,155; 0,664; 0,345; 0,655; 0,8121; 0,332 и т.д.);
2. Смотрим, в какой интервал оси y (рис. 3.) попадает первая и последующие выбранные случайные числа;
3. Сравнение производим поочередно на осях дождливых (α) и сухих (β) периодов;
4. Каждому интервалу на осях соответствует число дней в дождливом или сухом периоде.

Делая запись, или отображая графически полученные поочередно значения количества дней в дождливом и сухом периодах, получим фрагмент цепи случайных чередований дождливых и сухих периодов (рис. 4).

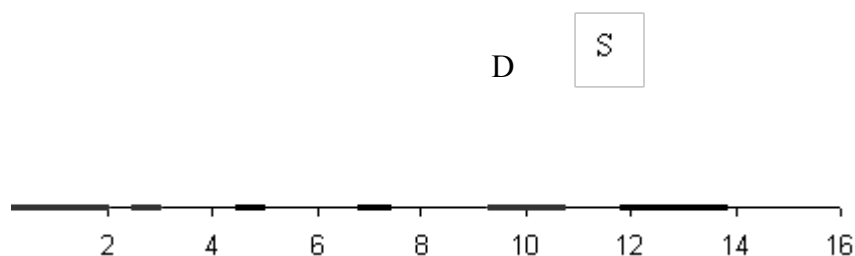


Рис.4. Фрагмент цепи чередований засушливых и дождливых дней в летнем сезоне

Для моделирования на ЭВМ для подобных случаев приведена в [4] блок-схема алгоритма моделирования.

Литература

1. *Венцель Е.С.* Исследование операций. Серия математика и кибернетика. Изд. «Знание» М., 1976, С. 45-49.
2. *Иванова В.М., Калинина В.Н., Нешумова Л.А., Решетникова И.О.* Математическая статистика. Изд. «Высшая школа» М., 1975, С. 342-345.
3. *Самнер Г.* Математика для географов. Перевод с англ. Изд. «Прогресс» М., 1981, с. 168.
4. *Соболь И.М.* Метод Монте-Карло. 4-ое издание «Наука», М., 1985, 61 с.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОД СЕЛЕВЫХ ОЧАГОВ В БАССЕЙНЕ Р.БАКСАН

Гранулометрический состав грунтов селевых очагов является основным параметром при определении расчетных характеристик селевых потоков, критических условий селеобразования. Условия обводнения, критические углы наклона селевых очагов и гранулометрический состав пород определяет возможность развития того или иного типа селевого процесса.

Изучение гранулометрического состава грунтов селевых очагов в институте «Севкавгипроводхоз» проводилось достаточно длительное время к обоснованию различных объектов селезащиты, а также целенаправленно для научно-практических целей. Район исследований охватывает верховье р. Баксан, наиболее подверженное негативному воздействию селевых потоков.

При изучении гранулометрического состава грунтов в полевых условиях, производстве лабораторных анализов – придерживались общепринятых стандартов и методов. Полученные таким образом данные достаточно репрезентативны, сопоставимы и однородны. Результаты анализов были систематизированы по очагам и руслам, приуроченным к различным селевым бассейнам (табл. 1).

Обобщены данные по грансоставу заполнителя (фракции грунта диаметром менее 40 мм) и данные по грансоставу валовых проб.

По результатам статистической обработки выделены осредненные кривые, верхняя и нижняя огибающие грансостава грунтов селевых очагов (рис.1.)

Обобщены и систематизированы также данные по гранулометрическому составу грунтов на селевых конусах выноса (рис. 2.)

Проведенный анализ показывает, что, несмотря на различные типы очагов (очаги рассредоточенного селеобразования, селевые врезы и т.д.), слагающие их грунты достаточно однородны. Отклонения от осредненного состава отдельных фракций не превышают 15-20% (рис. 1, 2.)

Содержание пылеватых и глинистых частиц, определяющих реологические свойства селевой массы, колеблется от 0,5 до 2%. В составе заполнителя (фракция < 40 мм) их содержание изменяется от 0,5 до 7%.

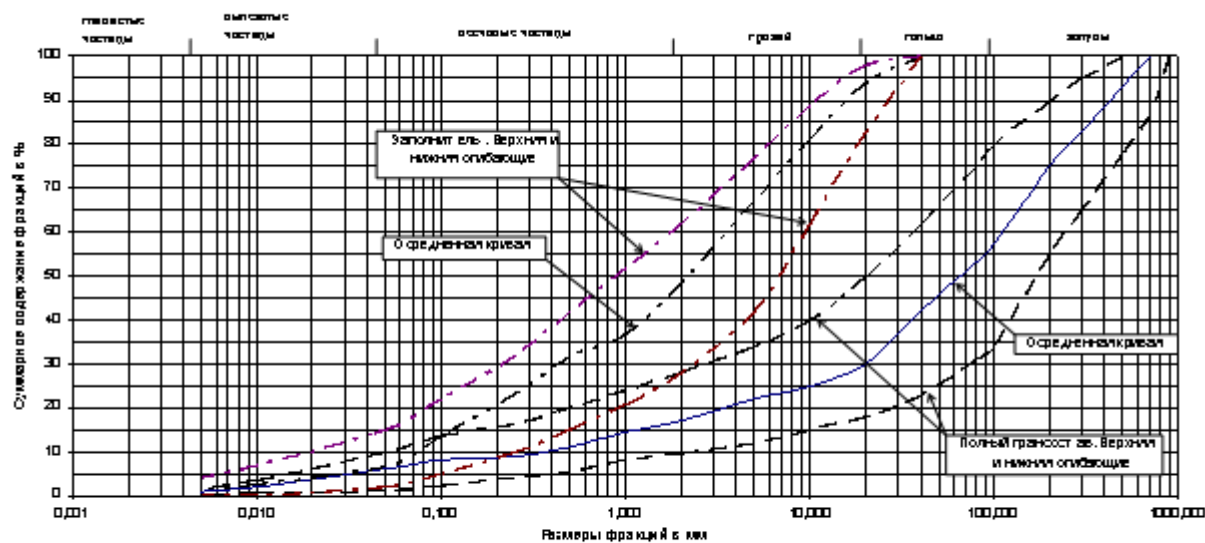


Рис. 1. Кривые гранулометрического состава разнотипных пород селёвых очагов

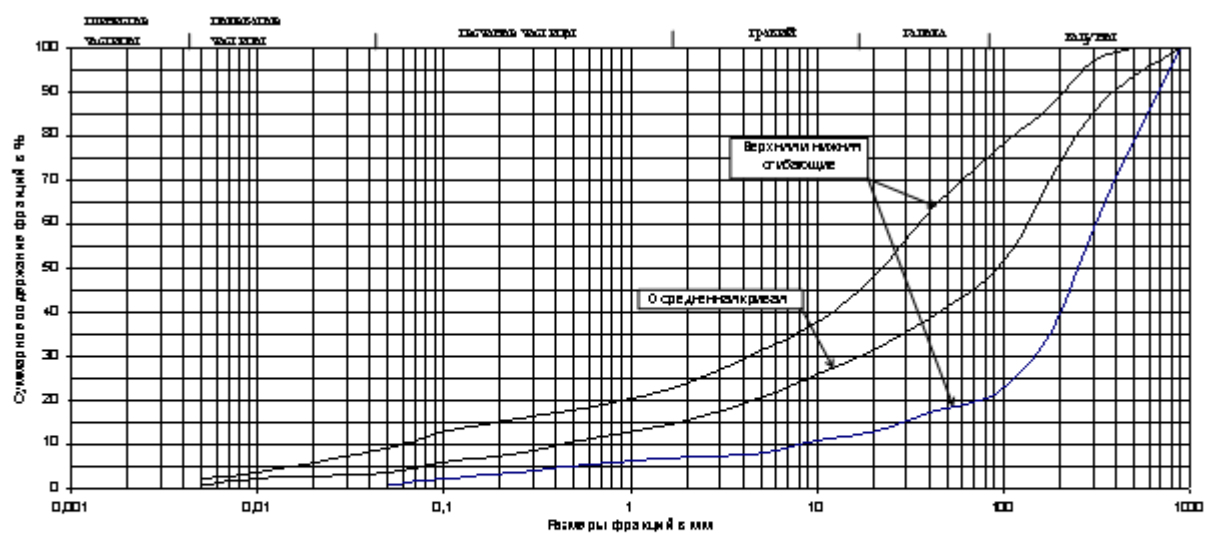


Рис. 2. Кривые гранулометрического состава пород на селёвых конусах выноса

Таблица 1
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОД СЕЛЕВЫХ ВОДОСБОРОВ

Река	Число проб	Размеры фракций в мм; содержание в %																		
		900	500	300	200	150	120	80	40	20	10	5	2	1	0,5	0,25	0,1	0,05	0,01	<0,005
		500	300	200	150	120	80	40	20	10	5	2	1	0,5	0,25	0,1	0,05	0,01	0,005	
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
										1.Заполнитель										
Гарабаши	10								8,88	17,62	22,42	20,30	9,70	3,20	4,88	6,46	4,28	1,86	0,20	0,20
Ксюсюрюлген	20								8,60	11,37	11,23	16,80	13,97	5,87	9,67	9,50	7,90	4,43	0,40	0,27
Губасанты-Су	21									11,70	14,00	22,90	21,80	3,00	5,70	6,70	3,50	6,30	4,00	0,40
Сагаевский	49								6,63	16,91	17,13	18,73	9,50	4,53	6,60	5,19	7,03	4,74	1,19	1,84
Сылтран-Су	9									4,65	18,37	34,15	12,72	5,25	6,61	7,00	4,12	3,93	1,27	1,93
Джугуртау	23								1,31	9,13	11,80	15,23	12,78	7,98	13,97	16,43	6,33	3,50	0,60	0,92
Гитче-Арты-Кол	10								5,18	9,25	13,93	16,50	8,98	4,95	9,25	16,35	8,25	4,20	1,53	1,62
Сулдукол-Су	5								3,59	13,30	10,90	15,30	14,70	6,28	11,43	11,00	10,93	2,07	0,26	0,20
Джаловчат	6								17,10	17,95	13,67	15,02	9,87	3,63	5,97	6,33	7,92	2,23	0,20	0,12
Адыл-Су(притоки) б/н)	6								9,9	12,32	11,68	16,73	12,57	5,33	8,5	9,22	10,15	3,48	0,07	0,05
Камык-Су	10								12,33	11,45	13,4	14,33	8,45	4,48	8,57	6,18	5,9	7,75	3	4,18
Герхожан-Су	86									13,78	11,78	17,38	6,32	9,86	8,37	13,32	6,8	6,86	1,59	3,93
										2.Породы селевых очагов										
Гарабаши	2	13,6	7	8	6	11	8	9,5	5,3	7,9	5,8	5,5	3,3	3,4	2,5	2,1	1,3	0,8		
Ксюсюрюлген	2	12,6	9	8	18	7,4	9,9	4,1	3	2,9	5,5	3,2	2,6	3,4	3,8	3,2	2,4	0,3	0,7	
Сагаевский	2	0,6	4,4	6,15	6,65	7,85	6,25	7,5	9,35	11,4	10,3	10,9	4,4	2,85	2,35	3	2,35	2	0,3	1,4
Сылтран-Су	2	7	8,3	9,2	13,1	10,9	11,4	6,3	6,2	5,6	5,4	4,5	3,2	2,6	2,3	1,6	1,2	0,7	0,5	
Джугур-Тау	2	11	14,1	12,1	9,1	10,1	10,3	5,3	5,2	5,25	3,95	4	3,35	2,2	1,75	1,25	0,55	0,25	0,15	0,15
Гитче-Арты-Кол	2	11,3	29	15,15	9,2	9,7	7,45	7,6	4,8	3,5	3,3	3,25	1,7	1,35	1,35	1,55	0,45	0,4	0,4	
Камык-Су	3	3,15	8,1	7	6,8	7,96	8,2	10,6	5,3	4,3	4,3	6,5	3,55	5,05	5,3	3,5	3,05	3,89	1,65	1,8
Б.Мукулан				11,28	4,92	4,8	4,6	12,4	14,7	9,88	9,28	6,8	2,2	1,2	1,88	2,8	4	5,43	2,2	1,63
М.Мукулан																				
										3.Селевые отложения конусов выноса										
Гарабаши	3	10,4	6,8	9,23	13,83	16,13	8,13	7,77	6,59	5,92	6,4	5,77	3,73	2,8	2,23	2,2	1,6	0,87		
Ксюсюрюлген	2	31,2	30	29,4	20,9	5	5,25	3,05	4,3	2,1	2,8	0,95	0,85	1,1	1,65	1,35	1,5	0,2	0,6	
Губасанты-Су	7		20,0	16,4	11,8	10,84	10,38	14,5	9,48	3,69	3,99	3,56	3,66	1,95	2,65	2,59	1,24	1,39	0,8	1,05
Сагаевский	6	11	5,78	5,08	5,1	4,03	10,12	14,4	10,42	7,1	6,62	7,42	3,47	2,37	3,62	4,4	3,15	3,33	1,22	2,43
Кыртк	4	3,3	7,7	14,5	12,7	9,9	6,1	6,65	7,3	4,85	5,8	6,1	5,05	3,85	3,95	3,2	0,4	1,95	0,4	
Камык-Су	3		8,9	12,53	9,32	9,25	7,7	10,2	8,3	5,9	5,87	7,12	3,67	2,63	3,9	1,4	0,9	1,03	0,6	0,8
Б.Мукулан	3		2	9,28	4,85	4	4,5	12,4	14,7	9,88	9,28	6,8	2,2	1,2	2,88	2,8	4	5,43	2,2	1,63
М.Мукулан	3		2,5	8,97	16	14,6	10,93	12,1	7,77	5,43	3	3	1,2	0,87	2,17	1,63	2,37	4	1,9	1,37

Отмечается увеличение средней крупности селевых отложений на конусе выноса по отношению по породам селевых очагов, Это увеличение объясняется вовлечением в поток русловой самоотмстки, материала слагающего борта селевых врезов и русел.

На конусе выноса также происходит увеличение содержания пылеватых и глинистых частиц до 4-6%, при их содержании в очагах не более 0,5-1,5%. Это явление было отмечено в работах [1, 2] и связывалось с процессом перемалывания, измельчения пород селевым потоком.

Приведенные выше осредненные кривые гранулометрического состава селевых очагов можно использовать для приближенных, оценочных расчетов характеристик селевых потоков, неизученных водотоков на начальных стадиях проектирования противоселевых сооружений, в прогнозах схода селевых потоков.

Литература

1. *Вардугин В.Н.* Основные физико-механические свойства селеформирующих грунтов и селевых отложений в бассейне р. Чемолган. - «Селевые потоки», 1976, сб. 1, С. 25-35.
2. *Вардугин В.Н.* Гранулометрический состав рыхлообломочных пород в селевых очагах и на конусах выноса. - «Селевые потоки», 1977, сб. 2, С. 94-106.

КЧР**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САМОТЕЧНЫХ ВОДОЗАБОРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПИТЬЕВОЙ ПОДЗЕМНОЙ ВОДОЙ НАСЕЛЕНИЯ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКОЙ
РЕСПУБЛИКИ**

Обеспечение населения КЧР качественной питьевой водой является одной из основных проблем, решение которой необходимо для сохранения здоровья и повышения уровня жизни людей.

Согласно статистическим данным по обеспеченности населения питьевой водой и ее качеству Карачаево-Черкесия занимает одно из последних мест среди регионов Российской Федерации. Это объясняется тем, что основным источником (93 %) питьевого водоснабжения являются поверхностные воды. В связи с нерегулярным электроснабжением и частыми разрушениями водозаборных сооружений паводками, вода подается с перебоями, некачественная, иногда прямо из реки.

По данным поисково-оценочных работ, в аллювиальных отложениях переуглубленных долин горных рек Центрального Кавказа, в пределах КЧР, сосредоточены огромные запасы (2,4 млн. м³/сут) пресных подземных вод. Однако до сих пор эти запасы почти не используются, т.к. считалось, что они расположены далеко от водопотребителя, поэтому целесообразней строить на месте водозаборные и очистные сооружения или делать в поймах рек локальные водозаборы подруслевых вод для отдельных населенных пунктов и объектов. Но многолетний опыт эксплуатации этих сооружений показал, что локальные водозаборы быстро кальматируются или разрушаются рекой, а водозаборные и очистные сооружения групповых водопроводов требуют дорогостоящего ежегодного ремонта и больших эксплуатационных затрат.

Абсолютные отметки поверхности земли участков месторождений варьируют в пределах 700-950 м, что позволяет самотеком сифонным методом из водозаборных скважин обеспечить подачу качественной питьевой воды почти во все населенные пункты Карачаево-Черкесии и, частично, Ставропольского и Краснодарского краев, испытывающих острый дефицит в качественных хозяйственно-питьевых водах.

Для этого в горной зоне региона вдоль русел рек Кубань, Теберда, Аксаут, Маруха, Большой Зеленчук и Большая Лаба необходимо пробурить линейный ряд скважин глубиной 20-30 м, через 80-100 м. Скважины соединяются общим коллектором, заглубленным на 3-3,5 м. Количество скважин зависит от потребности в питьевой воде населенных пунктов, расположенных ниже по долине реки.

Водозаборы такого типа не боятся никаких паводков, так как все скважины закреплены стальными трубами до глубины 10 м, а коллектор залегает ниже глубины

эрозионного размыва валунно-галечникового комплекса, поэтому его можно прокладывать в пойме и под руслом реки. Скважины бурятся ударно-канатным способом диаметром 377 мм. Фильтр скважин длиной 10-15 м изготавливается из полиэтиленовой трубы диаметром 215-250х20 мм, отверстия диаметром 6-8 мм сверлятся снизу вверх под углом 45 градусов, скважность 10-15 %. Перед спуском фильтр обматывается нержавеющей сеткой с ячейками 2х2 мм (рис.1). Такая конструкция фильтра разработана и внедрена ОАО «Гидрогеоэкология». Преимуществом его служит то, что он не ржавеет, не пескуется, не требует электрохимической защиты и долговечно работает при эксплуатации.

Всасывающая труба диаметром 127-168 мм (диаметр зависит от дебита скважины) герметично соединяется с коллектором и опускается почти до забоя скважины, во избежание ее заиливания. Вследствие большого перепада высоты (>10 м на 1 км протяженности водопровода) система будет работать как сифон с понижением воды в скважинах 6-8 м. Учитывая, что удельный дебит скважины в аналогичных условиях равен в среднем 3-5 л/с, расчетный дебит каждой скважины составит около 20 л/с.

Разработанная система самотечного водоснабжения позволит обеспечить чистой водой нижележащие по долинам рек населенные пункты с минимальными эксплуатационными затратами.

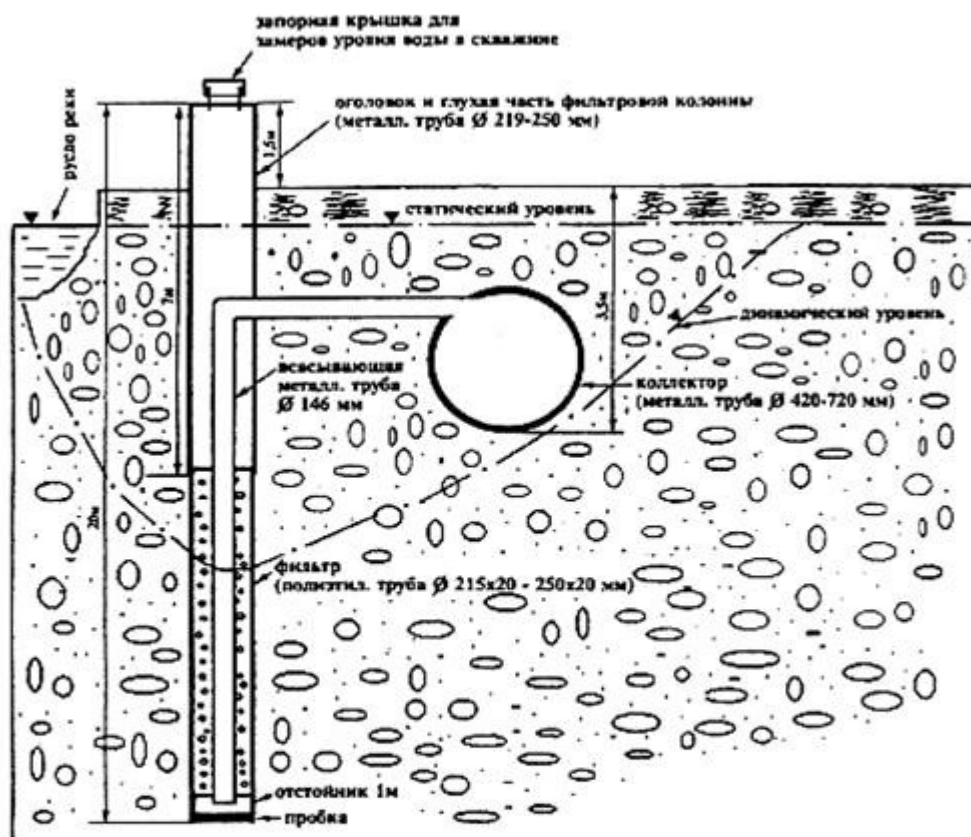
Гидродинамическое моделирование работы сифонного водозабора – это основа для обоснования проектных работ, для выполнения которой необходимы определенные денежные средства и привлечение компетентных специалистов из научно-исследовательских институтов.

В региональной программе «Обеспечение населения КЧР питьевой водой» обосновывается строительство межрегионального Тебердинского водопровода, которое, согласно концепции федеральной целевой программы «Обеспечение населения России питьевой водой» от 06.03.1998г. №292, должно полностью финансироваться из федерального бюджета, как уникальный водозабор межрегионального значения. Этим проектом предусматривается забор воды в количестве 200 тыс. м³/сут из скважин, расположенных выше Карачаевского водозабора, и самотечная подача ее по двум веткам из железобетонных труб диаметром 1,0 м в города Усть-Джегута, Черкесск, Невинномысск, станции Кочубеевская, Ивановская и др.

Для гашения скорости в водопроводах можно будет установить малые ГЭС, через каждые 10-15 км. И это будет экологически безвредная, экономически выгодная и социально полезная добывающая промышленность Карачаево-Черкесской Республики.

Кроме того, обосновывается вариант подсчета и утверждения эксплуатационных запасов по промышленным категориям по данным эксплуатационной разведки, после строительства и годового цикла эксплуатации водозабора, без выполнения дорогостоящих и длительных по времени предварительных и детальных разведочных работ.

Типовой геолого-технический разрез скважины и коллектора



Конструкция фильтра

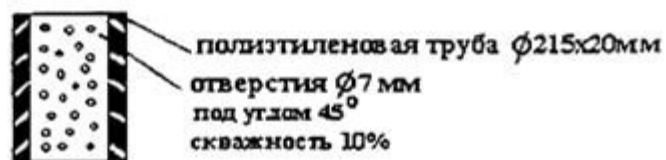


Рис.1

^[1] Русский текст доклада, представленного на первой Международной конференции «Селевые и высокоплотные потоки: мониторинг, моделирование, защита и ликвидация последствий» (First International Conference on Monitoring, Simiational, Prevention and of Dense and Debris Flows) (Родос, Греция, 7-9 июня 2006г.).