

На правах рукописи

**Хаджиев Мухтар Махмутович**

**ОЦЕНКА СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ РАЙОНА г. ТЫРНЫАУЗА**

25.00.23. Физическая география, биогеография, география почв, география  
ландшафтов

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук

Нальчик, 2005г.

Работа выполнена в ГУ «Высокогорный геофизический институт»

**Научный  
руководитель:** Кандидат геолого-минералогических  
наук  
**Запорожченко Эдуард Валентинович**

**Официальные  
оппоненты:** Доктор географических наук  
**Разумов Виктор Владимирович**

Кандидат географических наук  
**Керимов Абдулах Магомедович**

**Ведущая  
организация:** Кубанский государственный университет

Защита диссертации состоится 20 января 2006 года в 13 часов на заседании диссертационного совета Д.327.001.01 при Высокогорном геофизическом институте по адресу: 360030, КБР, г. Нальчик, просп. Ленина, 2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Высокогорного геофизического института

Автореферат разослан 17 декабря 2005 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор физ.-мат. наук,  
проф.

А.В.Шаповалов

## **Общая характеристика работы**

### **Введение**

**Актуальность работы.** Активизация природных и техногенных катастроф со второй половины XX века отмечалась во всех странах мира. Одним из главных типов катастроф в горных районах были и остаются селевые потоки. Несмотря на высокий уровень технологического развития современного общества, до настоящего времени не разработаны эффективные методы их предотвращения.

В горных и предгорных районах ущерб от селевых потоков весьма значителен. Грязекаменные потоки, спускающиеся с верховьев в долину, где располагаются промышленные объекты, населенные пункты, проложены автодороги и системы коммуникаций, приводят к жертвам среди населения, гибели скота, разрушению строений и сооружений, затруднению транспортного сообщения и т.д.

В 1934 г. на Северном Кавказе было открыто Тырныаузское месторождение молибдена, разработка которого и постоянно увеличивающиеся объемы добычи привели к созданию соответствующей инфраструктуры. Строительство жилых домов и промышленных корпусов стало вестись очень плотно из-за ограниченности свободной территории, при этом были застроены и конуса выноса селевых потоков, чему вначале не придавалось должного значения. Первым сигналом опасности был мощный селя 1937 года, после которого стало очевидна необходимость инженерной защиты города от селевых потоков. Был построен ряд селезащитных сооружений проведены противоселевые мероприятия. Однако, принятые меры были направлены для противодействия селям отдельных бассейнов, без учета их комплексного их воздействия. В результате, опасность катастрофических последствий прохождения селей и материального ущерба остается высокой, что подтверждают трагические события июля 2000 года. Необходимость комплексной оценки селевой опасности и разработка противоселевых мероприятий по защите района г. Тырныауза остается весьма актуальной.

**Объектами исследования** являются селеопасные бассейны рек и временные водотоки, оказывающие негативное воздействие на инфраструктуру города Тырныауза.

**Предметами исследования** являются селевые потоки, условия их формирования и движения, ущерб (с учетом зон возможного поражения территории г. Тырныауза) и способы защиты.

**Цель и задачи исследований.** Цель диссертационной работы – комплексное исследование условий формирования селей на территории г. Тырныауза, определение степени селевой опасности и противоселевых мероприятий для города. Достижение данной цели решалось путем выполнения следующих задач:

- комплексных исследований всех селевых бассейнов;

- разработки противоселевых мероприятий по уменьшению ущерба от селевых потоков;
- оценки степени селевой опасности в зонах поражения селевыми потоками.

#### **Научная новизна работы.**

- Проведена комплексная оценка селевой опасности для г.Тырныауза и объектов его инфраструктуры.
- Разработаны критерии селевой опасности для г. Тырныауза.
- Определены зоны селевой опасности для г. Тырныауза.
- Впервые представлена оценка селевой опасности от временных водотоков ливневого генезиса.
- Впервые предложены комплексные инженерные рекомендации по проведению противоселевых мероприятий для защиты г. Тырныауза.

#### **Основные положения, выносимые на защиту.**

- Результаты комплексной оценки селевой опасности для г. Тырныауза.
- Критерии селевой опасности для г. Тырныауза.
- Картосхемы зон селевой опасности для г. Тырныауза.
- Инженерные рекомендации по проведению противоселевых мероприятий и защите территории г. Тырныауза
- Прогностическая систематизация последствий проявления селей с соответствующими рекомендациями для проектирования защитных мероприятий.

#### **Виды работ и использованные материалы**

Основой диссертационной работы послужили научные материалы, полученные автором в результате многолетних исследований селевых бассейнов территорий, прилегающих к г. Тырныаузу. При этом были выявлены причины формирования селевых потоков, по р. Герхожансу, р. Камык, р. Тютюсу, рр. Большой и Малый Мукуланы, позволившие рекомендовать мероприятия по снижению селевой опасности и риска от воздействия селевых потоков Тырныаузской группы селевых бассейнов. В работе использовались архивные материалы ВГИ, СКГВХ, ТВМК, а также материалы, выявленные при маршрутных и стационарных исследованиях селевых очагов в различных районах КБР, КЧР, РСО-Алания. В режиме мониторинга были проведены съемки селевых бассейнов и измерения параметров селей. Для наземных съемок применялись фотоаппарат ЗЕНИТ-Е, цифровой фотоаппарат PRAKTICA. Изменения, происходившие в селевых очагах, оценивались путем повторных разновременных снимков.

Эти, а также маршрутные и экспедиционные исследования проведенные для Министерства по чрезвычайным ситуациям РФ и института ОАО «Севкавгипроводхоз», позволили оценить степень существующего риска селевых потоков для г. Тырныауза.

Фотографии и рисунки, приведенные в диссертации, за исключением специально оговоренных случаев, выполнены автором.

#### **Практическая значимость работы.**

Разработанные в диссертации предложения по селевой опасности городской территории будут востребованы проектными организациями для проектирования защитных противоселевых сооружений.

- По р. Камык – селенаправляющего лотка, нового моста через р. Баксан,
- По р. Тютюсу – железобетонного разделителя, смягчающего последствия выхода селевых потоков к р. Баксан.
- По р. Большой Мукулан – тоннеля в теле селевого конуса выноса, железобетонного разделителя для рассредоточения селевой массы на конусе выноса.

#### **Апробация результатов.**

Основные положения диссертационной работы докладывались на:

1. Всероссийской конференции по селям. Нальчик, 2002 г.
2. Конференции молодых ученых Высокогорного геофизического института, посвященной 90-летию профессора Г. К. Сулаквелидзе. Нальчик, 2003 г.
3. Научно-практической конференции «Итоги гляцио-гидрометеорологических наблюдений на Большом Кавказе за последние 40 лет и задачи на ближайшие десятилетия», КЧР. Теберда, 2003 г.
4. Международной конференции по селям «Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков». Пятигорск, 2003 г.
5. V Конференции молодых ученых. КБНЦ РАН. Нальчик, 2004 г.
6. Всероссийской конференции по селям, Нальчик, 2005г.
7. Итоговых сессиях ученого совета ГУ ВГИ
8. Специализированных совещаниях в МЧС

По теме диссертации опубликовано 9 работ.

#### **Объем и структура диссертации.**

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы. Общий объем работы составляет 202 страниц машинописного текста, в том числе 90 рисунков из них 14 схем, 5 таблиц, 2 графика. Список литературы содержит 146 наименований.

В процессе работы над диссертацией автор сотрудничал с рядом организаций и учреждений: Университетским центром инженерной геодинамики и мониторинга (МГУ, Москва); Центром «Антистихия» Министерства по чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий РФ (Москва); Комитетом природных ресурсов Кабардино-Балкарской республики (Нальчик); ГУП Территориальный центр «Каббалкгеомониторинг» (Нальчик); Администрацией г. Тырныауза; Тырныаузским вольфрамо-молибденовым комбинатом (г. Тырныауз); Северо-Кавказским институтом по проектированию водохозяйственного и мелиоративного строительства ОАО «Севкавгипроводхоз» (г.Пятигорск); ВСЕГИНГЕО (Москва). Автор выносит благодарность всем, помогавшим ему во время работы над диссертацией.

Автор благодарит своего научного руководителя Э.В. Запорожченко, поддержку которого он получал на всех этапах работы над диссертацией.



излагаются сведения, как от года к году люди на практике осознавали существующую селевую опасность. Особенно большой ущерб принесли мощные селевые потоки 1960 и 1977 г.г. Проводилось изучение селепроявлений в районе. Этим занимались ведущие специалисты селеведения: МГУ (Г.И. Тушинский, И.Б. Сейнова), ВГИ (В.А. Герасимов, Е.А. Рубцов), Тырныаузский ГМК, ВСЕГИНГЕО (А.И. Шеко и др.) и других ведомств. Причиной селей, проходящих по р. Герхожансу, являлось интенсивное таяние

ледников, подпруживание поверхностного речного потока моренным материалом бортов селевого тракта. Однако выработать надёжные методы заблаговременного прогнозирования явления не удалось. Мощные сели 18 – 25 июля 2000 г. оказались неожиданными. Проблема осталась актуальной и поныне, в том числе и в части внедрения уже достигнутого в противоселевые мероприятия. В диссертации подчеркнута авторская мысль, что наблюдению, анализу и прогнозу ежесуточной динамики метеорологических процессов в течение селеопасного сезона следует уделить первоочередное внимание.

В диссертации освещены положительные и отрицательные стороны, связанные с функционированием существующего селепроводящего лотка. Анализируется эффективность «селеудерживающей» плотины устроенной поперёк долины р. Герхожансу. Предложение оказалось неудачным, так как первый же сель 1999 г. эту плотину разрушил. Во время прорыва плотины разрушительная сила селя выросла в несколько раз. Катастрофа с плотиной на р. Герхожансу наглядно показала большую опасность, которую несет наличие неустойчивого селезащитного сооружения, расположенного над объектом защиты, выше по течению реки. Выявлено, что ограничиться одним мониторингом селевых процессов в рассматриваемых бассейнах недостаточно. Отмечена необходимость регулярных инженерных обследований по всей длине селевых трактов, особенно защитных сооружений (лотков и т. п.) на конусе выноса, для оценки их текущей пропускной способности и своевременного удаления различного рода препятствий на пути движения селя.

Подчеркивается, что для г. Тырныауза селевую опасность представляет не только р. Герхожансу, но и р. Камык и ряд других водотоков в окрестностях города, процессы в бассейне рр. Б. и М. Мукуланы, начиная со времени массового накопления в руслах карьерных отвалов горных пород и формирования условия для техногенных селепроявлений.

**Во второй главе** рассмотрены условия формирования селей, воздействующих прямым и косвенным путем и наносящих ущерб г. Тырныаузу, а также приведены характеристики селевых бассейнов. При этом проявление селевых потоков рассматривается как результат действия сложной многокомпонентной системы, включающей большое число факторов: геологическое строение (литология, тектоника и др.), рельеф, климатические условия, а также деятельность человека.

По рассматриваемой территории геологические исследования проводили Г.В. Абих, Л.А. Варданянц, И.П. Ситковский, Б.В. Орлов, С.П. Соловьев,

Е.А. Рубцов, М.Д. Докукин, В.А. Герасимов и др. Непосредственно для Тырныаузского месторождения детальные геологические и геофизические исследования, включая работы по обоснованию мероприятий по инженерной защите, неоднократно выполнялись «Гипроникелем», «Севкавгипроводхозом», «Армниигипроцветметом» и др. Детальный анализ гидрометеорологических условий формирования селей и всех известных случаев их проявления для бассейна р. Баксан и территорий, прилегающих к г. Тырныаузу, проведен И.Б. Сейновой, что отражено во многих ее публикациях. Анализ селей техногенного генезиса, связанных с работой ТГМК, выполнен И.А. Боярским.

В результате проведенных исследований выявлены следующие закономерности развития селевых процессов:

1. Характер селевых потоков, первоначальная форма подвижки твердой составляющей обусловлены особенностями очагов их зарождения. В бассейнах рр. Герхожансу и Тютюсу они связаны, в основном, с деятельностью ледников, в других бассейнах - с эрозией материала в руслах временных и малых водотоков и с явлениями подпруживания.

2. Развитию селевого процесса способствует наличие Пшекиш - Тырныаузской и Баксанской долгоживущих разломных зон, следствием чего является высокая раздробленность горных пород, накопление рыхлообломочного материала и развитие гравитационных процессов. Обновление рельефа происходило на фоне четвертичных положительных тектонических движений, имевших амплитуду 700 - 900 м. В настоящее время продолжается унаследованное воздымание территории со скоростью до 10 - 14 мм в год, что является одним из определяющих геологических факторов в развитии селей.

3. Наибольшую роль в селевом процессе играют четвертичные образования, являющиеся средой развития современных геологических процессов – это моренные и флювиогляциальные массивы различного возраста, а также современные склоновые отложения, в том числе и техногенного генезиса.

4. Селевая активность будет возрастать ввиду продолжающейся деградации оледенения (отступления ледников, уменьшения их площади).

5. Естественные условия формирования селей существенно нарушены хозяйственной деятельностью человека, в первую очередь – работой ТГМК.

Каталог селевых бассейнов Тырныаузской группы представлен в таблице 1, где даны: краткая характеристика основных селевых водотоков; генезис и повторяемость селей в пределах бассейнов; средний объем селевых выносов и наносимый фактический ущерб.

Это показатели и признаки положены диссертантом в основу оценки селевой опасности.

В диссертации приведены картосхемы изучаемой территории общей площадью 280 км<sup>2</sup> (орогидрографическая схема бассейнов – рис.2, –

среднемасштабная картосхема распространения стратиграфо-генетических комплексов горных пород и др.).

В бассейне р. Баксан активность селей – наиболее высокая на Северном Кавказе. Их исследования на протяжении последних 30-ти лет проводились проблемной лабораторией лавин и селей МГУ, Кабардино-Балкарской ГРЭ, Кавминводской экспедицией ПГО «Севкавгеология», ВГИ Росгидромета, ВСЕГИНГЕО. В результате в той или иной форме охарактеризованы все имеющие место крупные селевые потоки. Установлено, что в среднем 1-2 раза в десятилетие происходит усиление селевой активности, наблюдается массовый сход селей.

В работе, применительно к рассматриваемой территории, проанализированы случаи формирования наиболее значительных селей бассейна р. Баксан:

- август 1937 г. (превышение нормы количества осадков, средней температуры воздуха за год и за теплый период года).
- 1960, 1961, 1962, 1963, 1965 г.г. (верховья р. Герхожансу, таяние льда при жаркой, сухой погоде, иногда сменяющейся затяжными ливнями).

**Таблица 1**  
**Каталог селевых бассейнов Тырныауской группы**

| Мелп | Наименование реки | Площадь водосбора, км <sup>2</sup> | Длина реки, км | Высота истока, высота устья, м | Генезис               | Повторяемость селей, лет | Ожидаемый объем селей, тыс. м <sup>3</sup> | Ущерб фактический                                                                    |
|------|-------------------|------------------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Герхожансу        | 78,0                               | 15,0           | 3200/1270                      | Ледниково-дождевой    | 5-10                     | 500-3000                                   | Разрушения жилых домов, перекрытие р. Баксан, подтопление центральной части города   |
| 2    | Калык             | 25,3                               | 15,0           | 3160/1270                      | Дождевой, техногенный | 15-20                    | 50-100                                     | Занос промплощадки с электростанцией и жилых домов, подпруживание р. Баксан          |
| 3    | Тютюсу            | 55,0                               | 13,0           | 3560/1360                      | Ледниково-дождевой    | 20-25                    | 100-500                                    | В 1934г. селем подпружено русло р. Баксан, в 1977г. размыва дорога выше г. Тырныауза |
| 4    | Большой Мукулан   | 2,3                                | 4,0            | 3420/1390                      | Дождевой, техногенный | Ежегодно                 | 10-150                                     | Перекрытие р. Баксан, прорывная волна, затопление части г. Тырныауза                 |
| 5    | Малый Мукулан     | 5,2                                | 0,6            | 2500/1350                      | Дождевой, техногенный | Ежегодно                 | 10-100                                     | Перекрытие р. Баксан, прорывная волна, затопление части г. Тырныауза                 |



Рис. 2 - Орографическая схема Тырныаузской группы селевых бассейнов.

- 10–11 августа 1977 г. (разрушительный сель по р. Герхожансу, вызванный накоплением аномального количества тепла ( $976,8^0$ ) и влаги).

Особое внимание уделено катастрофическому проявлению селей 18 - 25 июля 2000 г. Среднемесячная температура воздуха накануне составила  $15,6^0\text{C}$  - самая высокая среднемесячная температура за весь период наблюдений. Существенную роль в формировании селей 2000 года сыграли осадки холодного периода года, способствовавшие накоплению массы снега и интенсивному таянию ее при высоких температурах в июле 2000 г.

После катастрофического проявления селей в 2000 г. ВГИ в бассейне р. Герхожансу были организованы режимные наблюдения за формированием селей в селеопасный сезон для выдачи оперативных прогнозов. В этих работах автор принимал непосредственное участие. Полученные результаты позволили разработать методы предвидения прохождения наиболее опасных гляциальных селей. Как следует из рис 3, суммы аномально высокой суточной температуры воздуха на опорных метеостанциях Терскол и Тырныауз достигали  $15,6^0\text{C}$  и держались в течение 8 суток, причем такая

температурная ситуация имела региональный характер – по всем имеющимся метеостанциям и метеопунктам бассейна р. Баксан. Сели 2000 г. прошли после этого.

Кроме р. Герхожансу мониторинг селевого процесса проводился и в бассейне р. Камык. Выявлено, что для бассейнов рр. Герхожансу и Камык, вследствие различного генезиса селей, наиболее опасные годы их проявления не всегда синхронны.

Значительной активностью в последние годы характеризуются бассейны рр. Малый и Большой Мукуланы, где проявление селей связано с техногенными отвалами ТГОК. Параметры техногенных селей находятся в прямой зависимости от интенсивности ливней. Ливень в 35 мм с интенсивностью 0,3 мм/мин, формирует селевой поток, достигающий русла р. Баксан. Самые крупные сели прошли 24 - 25 июля 1984г по руслу р. Б. Мукулан. (по материалам И.Б. Сейновой). В последние годы крупные селевые потоки наблюдались автором 4 марта 2004г. р. Б. Мукулан – 45-50 тыс. м<sup>3</sup>, р. М. Мукулан – более 100 тыс. м<sup>3</sup> с перекрытием р. Баксан; 15 марта 2005г. р. Б. Мукулан – 60-65 тыс. м<sup>3</sup>, р. М. Мукулан – 40 тыс. м<sup>3</sup>. Для техногенных селей характерна большая частота проявления. Объем отвалов в долине р. Б. Мукулан в течение 1968 – 1994 г.г. ежегодно пополнялся на 10 - 15 млн. м<sup>3</sup>. В настоящее время наблюдается тенденция нарастания частоты и мощности Мукуланских селей.

Аномалии метеорологических факторов в селеопасный сезон 1995 и 2000гг. в районе г.Тырныауза

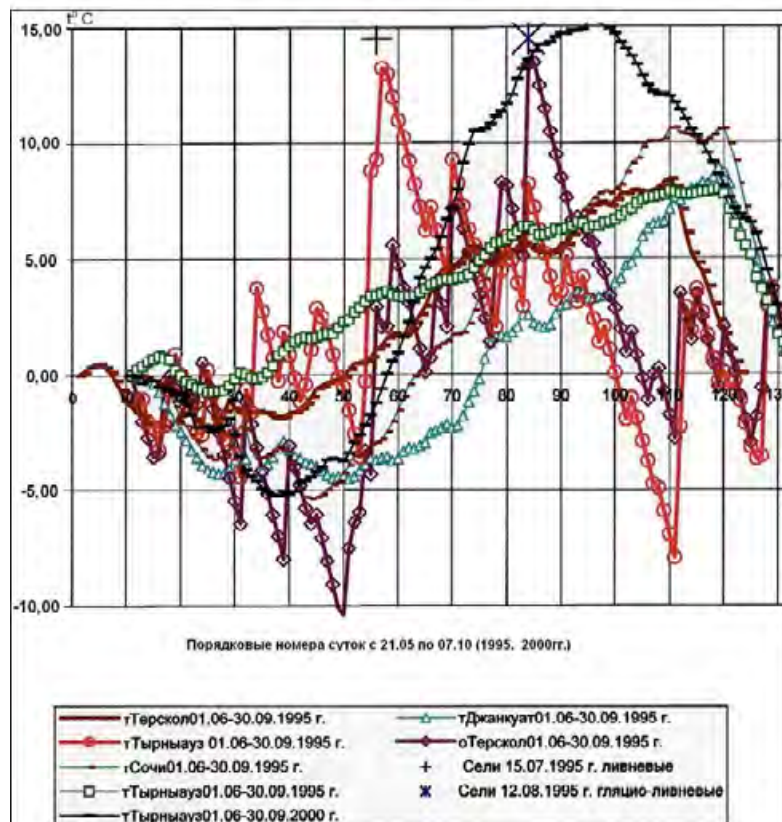


Рис. 3 - График суммы аномалий суточной температуры воздуха.

В бассейне р. Тютюсу сведения о прохождении селей ограничены. Большинство селевых потоков гляциального генезиса не доходят здесь до устья реки, трансформируются в долине или достигают устья его в режиме паводочного наносоводного потока.

Анализ активности проявления селей в различных бассейнах исследуемой территории позволяет утверждать ее усиление в последнее десятилетие. Это связано с изменениями в атмосфере в период глобального потепления, когда происходит активизация процессов, приводящих к увеличению как жидких, так и твердых осадков. Соответственно, возрастает и опасность формирования селей.

В первой части **третьей главы** проводится районирование территории исследований по бассейновому признаку, во второй - детальная характеристика этих бассейнов, с выявлением всех особенностей формирования селей, влияющих на оценку селевой опасности. Приводится скорость развития процесса, площадь, на которой он проявляется, объемы горных пород, вовлеченных в селевой процесс, дальность их перемещения, место и размер зон аккумуляции. На фоне анализа селевых бассейнов Тырнаузской группы – рр. Герхожансу, Камык, Тютюсу, Большой и Малый Мукуланы описываются физико-географическая характеристика, геологическое строение, геоморфологические условия, экзогенные геологические процессы, морфометрические параметры и особенности формирования селей в условиях интенсивного техногенного воздействия.

Наиболее опасным признан бассейн р. Герхожансу, его геологическое строение и рельеф, больше всего способствуют формированию мощных селей. Здесь распространены мощные ледниково-моренные комплексы, определяющие развитие и активизацию гляциальных очагов формирования селей. На устьевой конус выноса периодически поступают потоки высокой плотности, с расходами, превышающими  $250 \text{ м}^3/\text{с}$  и общим объемом выносов (за весь период прохождения селя) до 3 млн.  $\text{м}^3$  твердой массы. Антропогенные процессы в бассейне приурочены к черте города и имеют ограниченное распространение.

Формирование селей в бассейне р. Камык происходит при совместном действии природных и техногенных факторов. Активная селевая деятельность гляциально-ливневого генезиса с полным исчезновением ледников в XX веке ушла в прошлое, но сохраняются условия для формирования селей ливневого генезиса.

Очагом селеобразования могут явиться ограниченные массивы современных оползней в верховьях р. Чат-Баш (правый приток), оползневосовы по левому берегу и сравнительно большой оползневой массив, активизировавшийся по техногенным причинам по правому берегу р. Камык. Последний значительный сель прошел в 1972 г, с тех пор ситуация в бассейне р. Камык изменилась: в верховьях увеличился объем отвалов горного производства (не участвующих в общем селеформирующем процессе); пропускные возможности русла в устьевой части сократились, емкостные возможности для отложений селевого материала в пойме р.

Баксан резко (после 2000 г.) уменьшились; построенные в 1978 г. берегозащитные бутобетонные стенки вдоль нижней части русла р. Камык частично разрушились и не могут выполнять предназначенную им роль сопровождения селевой массы в р. Баксан. При параметрах селевого потока, приближающихся к объемам июня 1972 г., возможно образование «селевой пробки» в искусственно канализированном русле р. Баксан, что приведет к новому затоплению части г. Тырныауза.

В бассейнах рр. М. и Б. Мукулан формируются сели техногенно-ливневого генезиса. Повторяемость селей в этих бассейнах значительно выше, хотя по влиянию на ситуацию в г. Тырныаузе они уступают селям р. Камык и, тем более, р. Герхожансу.

**В четвертой главе** приведена оценка селевой опасности для рассматриваемой территории. Под оценкой опасности экзогенных геологических процессов понимается вероятность их проявления в заданном месте, в заданное время и с определенными, зависящими от энергетики, характеристиками (скорость развития процесса; уклон селевого тракта; площадь, на которой зарождается сель; объем пород, вовлеченных в данный селевой процесс; дальность прохождения селевого потока; зоны аккумуляции; частота процесса).

Определение селевой опасности заключается в оценке ее степени для каждого бассейна по перечисленным выше характеристикам.

В результате все селевые бассейны по степени селевой опасности разделены автором на пять категорий. За ведущие показатели приняты: длина водотока, уклон, площадь водосбора, максимальные расходы селевых потоков, суммарный объем выносов за одно событие, повторяемость.

Ниже приводится характеристика выделенных категорий.

1. Первая категория. Длина водотоков от 8 км и более. Площадь водосбора 5 км<sup>2</sup> и более. Значительная площадь активных стокообразующих поверхностей (с низкими значениями коэффициентов фильтрации). Расходы селевых потоков высокой плотности ( $\geq 2000$  кг/м<sup>3</sup>) свыше 250 м<sup>3</sup>/с. Объемы выноса более 1 млн. м<sup>3</sup>. (селевой бассейн р. Герхожансу).

2. Вторая категория. Длина водотоков 3 – 8 км. Площади водосборов 3 - 5 км<sup>2</sup>. Наличие селевых очагов и площадей стокообразования. Расходы селевых потоков 250 - 100 м<sup>3</sup>/с. Объемы выносов от 100 тыс. м<sup>3</sup> до 1 млн. м<sup>3</sup>. (селевые бассейны рек Камык и Тютюсу).

3. Третья категория. Длина водотоков не более 1 - 2 км. Развитие преимущественно мелких селевых очагов, селевых рытвин с площадями их водосборов 2 км<sup>2</sup> и менее. Расходы селей 10 - 100 м<sup>3</sup>/с. Объемы выносов от 10 до 100 тыс. м<sup>3</sup> (селевые бассейны балок Б. и М. Мукуланы).

4. Четвертая категория. Длина водотоков до 1 км. Расходы селей менее 10 м<sup>3</sup>/с. Объемы выноса до 10 тыс. м<sup>3</sup>, иногда менее 1 тыс. м<sup>3</sup> (логи восточной части г. Тырныауза).

5. Пятая категория. Участки с редкими маломощными селепроявлениями объемами выносов до 3 тыс. м<sup>3</sup> или участки, где раньше селей не отмечалось,

но в силу происходящих изменений природной среды они могут возникнуть (балка Чильмиян с площадью водосбора около 2 км<sup>2</sup>).

Категории опасности и объемы максимального выноса селевых масс в Тырныаузской группе селевых бассейнов отражены в таблице 2. Наиболее важным показателем, характеризующим бассейн по

Таблица 2

**Категории селевой опасности в Тырныаузской группе селевых бассейнов.**

| Категории опасности | Наименование бассейна         | Объемы выноса, м <sup>3</sup> | Наносимый ущерб                                                   | Года схода селей максимального объема |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| I                   | Герхожансу                    | Более 1 млн.                  | Жилые дома, хоз. постройки, линии электропередач                  | 2000                                  |
| II                  | Тютюсу, Камык                 | От 100 тыс до 1 млн           | Жилые дома, хоз. постройки, мост, линии электропередач            | 1977, 1967                            |
| III                 | Б. и М. Мукуланы              | От 10 до 100 тыс              | Автомобильный мост                                                | 1984, 2004                            |
| IV                  | Склоны восточной части города | От 1 до 10 тыс                | Частные дома, хоз. постройки, второстепенные автомобильные дороги | 1980                                  |
| V                   | Чильмиян                      | До 1 тыс                      | Хоз. постройки                                                    | 1984                                  |

степени селевой опасности, является объем селевых выносов (первоочередной показатель катастрофичности селя).

Для рр. Герхожансу и Камык при различии на порядок объемов выноса опасность последствий для городской черты может быть равноценной.

Особенно велика опасность одновременной сработки очагов во всех трех бассейнах с подпруживанием р. Баксан выше г. Тырныауза и образованием временного водоема. По расчетам, для подпруживания на стыковом участке достаточно единовременного выброса в русло р. Баксан грязекаменной массы объемом 250 - 300 тыс. м<sup>3</sup>. Прорыв подпруды создает дополнительный паводковый риск. Для русла р. Баксан в черте города паводковая волна высотой 1,5-2,0 м приведет к затоплению набережной города.

В главе впервые подробно рассматриваются выносы селевого материала на город из логов в восточной части г. Тырныауза и ущерб от них.

Обосновывается необходимость оценки влияния на р. Баксан других его селеопасных притоков, расположенных выше по течению и небезопасных для г. Тырныауза (рр. Кыртык, Адырсу, Губасанты).

**В пятой главе** обосновывается комплекс рекомендаций по селезащите г. Тырныауза, с учетом опасности от минимум пяти ближайших к городу рек

Тырныаузской группы селевых бассейнов. Они сформулированы следующим образом:

1. Перед каждым селевым сезоном в процессе ведения мониторинга необходимо выполнять инструментальную проверку степени соответствия пропускной способности селепропускного лотка по р. Герхожансу. Она должна соответствовать проекту и обеспечивать беспрепятственное поступление селевых масс в р. Баксан.

2. Следует изменить направление поступления селевого материала в устьевой части р. Камык, заключить реку в селепропускающее сооружение (лоток), конструкцию которого определить расчетами на ожидаемые параметры селя.

3. Следует провести инженерные мероприятия по улучшению существующего положения на конусе выноса р. Б. Мукулан путем строительства тоннеля в теле селевого конуса выноса для защиты автодороги Тырныауз – Азау. Выше тоннеля, в русле ручья, установить железобетонный разделитель для рассредоточения селевой массы на конусе выноса. В русле р.Тютюсу одной из основных задач является недопущение разрушений автотрассы Тырныауз - Азау. Для этого: а) необходимо закрепить правый борт существующего селенаправляющего лотка, б) в вершине конуса выноса, где река делится на старое русло и селенаправляющий лоток, построить железобетонный разделитель, смягчающий последствия выхода селевых потоков к р. Баксан.

### **Заключение**

1. В диссертационной работе впервые дана комплексная оценка селевой опасности исследуемой территории г. Тырныауза. Полученные результаты ориентированы на решение актуальных задач защиты города от воздействия опасных экзогенно-геологических процессов, каковыми являются селевые потоки, препятствующие устойчивому развитию города и рекреационной зоны «Приэльбрусье» и обеспечению безопасности населения.

2. В результате комплексной оценки природной ситуации на прилегающей к г. Тырныаузу территории выделены пять категорий селевой опасности. Предложена прогностическая систематизация последствий проявления селей с соответствующими рекомендациями для проектирования защитных мероприятий.

3. Обосновывается вывод о том, что в будущем основное значение могут иметь особо масштабные процессы, протекающие в бассейне р. Герхожансу (I категория опасности). Селевые потоки по р. Камык также могут привести к затоплению части города по аналогии с селями по р. Герхожансу 18 – 25 июля 2000 г., хотя, возможно, и не такой продолжительности (II категория опасности). Селевые потоки по рр. М. и Б. Мукуланы оценены как процессы III категории опасности (эрозионные русловые процессы и подъем паводкового уровня р. Баксан в районе г. Тырныауза, разрушение

транспортных коммуникаций). IV категорию опасности представляют логовые сели временных водотоков в восточной части г. Тырнауза. К V категории опасности отнесена балка Чильмиян на левом борту долины р. Баксан.

4. Увеличение селевой опасности на Северном Кавказе в современный период является закономерным, связаны с глобальным повышением температуры и увлажнением воздуха. Такое повышение способствует активизации экстремальных природных процессов. Эта тенденция характерна и для Тырнаузской группы селевых бассейнов. В этой ситуации будет усиливаться роль таких факторов, как таяние погребенных льдов, эрозионный размыв рыхлых отложений, переувлажнение, вызванное интенсивной абляцией за счет высоких температур воздуха, увеличение количества атмосферных осадков в летний период.

5. Анализ посткатастрофической селевой ситуации и реальных событий после июля 2000 г. указывает на необходимость дальнейших наблюдений и поддержания системы оповещения населения в селеопасный период. При этом крайне желательно совместить гидрологические наблюдательные посты с пунктами ежесуточных режимных метеорологических наблюдений. Необходимы также периодические измерения пропускной способности селепропускных сооружений, поддержка их проектных параметров. В общем комплексе работ должна изучаться и перманентно прогнозироваться энергетика селей.

6. В диссертации показано, что за 25 – 30 лет существования городских берегоукрепительных и селезащитных сооружений проектные решения по ним перестали отвечать новой природно-социальной обстановке. Угроза затопления г. Тырнауза не снято. Проведенная по всей изучаемой территории оценка опасности и прогностическая систематизация последствий проявления селей с соответствующими рекомендациями по инженерной защите должна быть учтена проектами защитных мероприятий.

7. Дальнейшие исследования должны иметь системную направленность, комплексный вероятностный учет селепроявлений и по более отдаленным от черты города бассейнам верховий р. Баксан, (рр. Адырсу, Кыртык, Адылсу, бассейна р. Ирикчат и др).

#### *Список работ, опубликованных по теме диссертации*

1. Исследование селевого бассейна р. Булунгусу (р. Кору) // Тр. Всеросс. конф. по селям (8 – 12 окт. 2002г., г. Нальчик, ВГИ). Нальчик, 2003. С. 168 - 176. (Соавторы Э.Д. Багов, Р.Х. Калов, С.М. Мукайлов, С.В. Толстель).
2. Бассейн р. Адылсу - потенциальный очаг зарождения катастрофических селей // Тр. ВГИ. Нальчик, 2004. С. 101 – 107. (Соавторы Э.Д. Багов, Р.Х. Калов).
3. Прогнозное ежесуточное прослеживание хода аномальности температуры воздуха в условиях селеопасности // Защита народнохозяйственных объектов

- от воздействия селевых потоков: Мат-лы Междунар. конф. по селям (17 – 21 ноя. 2003 г., г. Пятигорск, Севкавгипроводхоз). Вып. 1. Новочеркасск – Пятигорск, 2003. С. 32 - 35. (Соавтор Д.Г. Гонсировский).
4. Методические приемы посезонного анализа аномальности метеорологических факторов для прогнозных решений по селям методом аналогий // Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков: Мат-лы Междунар. конф. по селям (17 – 21 ноя. 2003 г., г. Пятигорск, Севкавгипроводхоз). Вып. 1. Новочеркасск – Пятигорск, 2003. С. 35 – 39. (Соавтор Д.Г. Гонсировский).
5. Противоселевая защита автодороги Тырныауз - Азау на участках Большие Мукуланы и Губасанты // Защита народнохозяйственных объектов от воздействия селевых потоков: Мат-лы Междунар. конф. по селям (17 – 21 ноя. 2003 г., г. Пятигорск, Севкавгипроводхоз). Вып. 1. Новочеркасск – Пятигорск, 2003. С. 93 – 94. (Соавтор О.А. Кумукова).
6. Результаты обследования бассейнов рек Загеданка и Пхия (правые притоки Большой Лабы), Западный Кавказ. // Тр. 5-ой конф. молодых ученых КБНЦ РАН. Нальчик, 2004. С. 44 – 46. (Соавторы Р.Х. Калов, Н.В. Кондратьева, Э.Д. Багов).
7. Селевые проявления в бассейне р. Камык и мероприятия по защите г. Тырныауза от затопления // Тез. Всерос. конф. по селям (26 -28 окт. 2005 г., г. Нальчик, ВГИ). Нальчик, 2005. С. 79 – 81.
8. Селевые проявления в бассейне р. Тютюсу и мероприятия по защите г. Тырныауза от подтопления // Тез. Всерос. конф. по селям (26 - 28 окт. 2005 г., г. Нальчик, ВГИ). Нальчик, 2005. С. 103 – 104.
9. Проявление техногенных селей в районе г. Тырныауза и мероприятия по защите федеральной автодороги Тырныауз - Азау с разрешением вопроса по возможному уменьшению воздействия селевой массы на р. Баксан // Тез. Всерос. конф. по селям (26-28 окт. 2005 г., г. Нальчик, ВГИ). Нальчик, 2005. С. 105-107.
10. Селевая опасность в верховьях бассейна р. Малка (Жылысу) // Тез. Всерос. конф. по селям (26 -28 окт. 2005 г., г. Нальчик). Нальчик, 2002. С. 107 – 108.