

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

ТРУДЫ ВЫСОКОГОРНОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

ВЫПУСК 97

СКЛОНОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ



Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)

ТРУДЫ
ВЫСОКОГОРНОГО
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

ВЫПУСК
97

СКЛОНОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

г. Нальчик
2012

УДК 551.324+551.311.21+551.578.48+504.4.064.36

Редакционная коллегия:

В.О. Тапасханов (ответственный редактор)

Х.М. Калов (зам. ответственного редактора)

Л.М. Федченко (зам. ответственного редактора)

М.В. Барекова (ответственный секретарь)

М.Т. Абшаев, А.Х. Аджиев, К.Н. Анахаев, Б.А. Ашабоков, Б.М. Хучунаев, А.В.

Шаповалов, М.К. Макуашев

Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований склоновых процессов, других опасных гидрометеорологических явлений, загрязнения окружающей среды.

Представлена методика оценки экономической эффективности противолавинных мероприятий. Предлагается методика дистанционного изучения микро-рельефа недоступных и труднодоступных участков горных склонов с использованием угломерных геодезических приборов.

Приводятся результаты разработки новой автоматизированной системы для дистанционного мониторинга селевой и паводковой опасности.

Приводятся результаты исследования деградации оледенения, особенности развития камнепадов, лавин и селей.

Представлены результаты исследований закономерностей возникновения и распределения опасных метеорологических явлений на Северном Кавказе.

Приводятся результаты исследования загрязнения поверхностных вод в реках Центрального Кавказа.

Сборник рассчитан на специалистов в области исследования лавин, селей, других опасных гидрометеорологических явлений, загрязнения окружающей среды.

© Высокогорный геофизический институт, 2012

ISBN

© ООО «Печатный двор», 2012

К РАСЧЕТУ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ, РЕНТАБЕЛЬНОСТИ И СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОТИВОЛАВИННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Освоению лавиноопасных территорий предшествует разработка всестороннего технико-экономического обоснования мероприятий по организации противолавинной защиты населения, народнохозяйственных объектов, рекреационных комплексов и инженерной инфраструктуры жизнеобеспечения, для чего необходимо иметь систему оценки показателей экономической эффективности противолавинных мероприятий (ПЛМ).

Существующие в настоящее время показатели не в полной мере учитывают социально-экономические и эколого-экономические показатели ущерба от снежных лавин. Это затрудняет работу противолавинных служб, проектных организаций и других заинтересованных ведомств.

В настоящей работе представлена методика расчета экономической эффективности ПЛМ по противолавинной защите населения и народнохозяйственных объектов, основанная на работах [1-5], включающая:

- а) показатели и критерии ущерба от снежных лавин для расчета экономической эффективности ПЛМ;
- б) показатели эффективности ПЛМ по оценочным категориям защищаемой территории;
- в) статистические ряды данных для расчета экономической эффективности ПЛМ;
- г) расчет экономической эффективности ПЛМ.

Показатели и критерии ущерба от снежных лавин для расчета экономической эффективности ПЛМ

Основные показатели ущерба от снежных лавин и критерии чрезвычайной ситуации, положенные в основу методов расчета экономической эффективности ПЛМ, представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Показатели ущерба от снежных лавин

Объект, подвергающийся воздействию лавин	Показатель поражающего воздействия	Единица измерения	Значение показателя поражающего воздействия
Население	Число погибших	чел.	
	Число пострадавших	чел.	
	Время действия лавин	ч.	
	Площадь зоны поражения	га	
	Затраты на проведение аварийно-спасательных Работ	тыс. руб.	
	Социальный ущерб	тыс.руб.	
	Экономический ущерб	тыс.руб.	
Народно-хозяйственные объекты и природная среда	Количество и сумма ущерба разрушенных, поврежденных объектов, в т.ч.....	кол.	
		тыс.руб.	
	Степень повреждения объектов, в т.ч.....	процент	
	Потеря эксплуатационных качеств объектов, в т.ч.	процент	
	Продолжительность воздействия лавин на объекты	ч.	
	Продолжительность аварийного периода	ч.	
	Продолжительность восстановительного периода	ч.	
	Площадь пострадавших земель	га	
	Число и стоимость погибших сельскохозяйственных животных	гол.	
		тыс.руб.	
	Площадь уничтоженных и пострадавших лесных массивов	га	
	Затраты на рекультивацию участков	тыс.руб.	
	Продолжительность периода рекультивации участков	ч.	
	Экологический ущерб	тыс.руб.	
	Экономический ущерб	тыс.руб.	
Итого по всем объектам	Социальный ущерб	тыс.руб.	
	Экологический ущерб	тыс.руб.	
	Экономический ущерб	тыс.руб.	

Данные показатели можно использовать как отдельно по каждому случаю схода лавин, так и в общем сводном виде по всему лавиноопасному району (региону) по ГОСТу Р 22.0.06.-95М.

Критерии чрезвычайной ситуации

Тип критерия	Описание критерия
Временной	Внезапность явления
Социально-экологический	Человеческие жертвы, падеж скота, повреждение сельскохозяйственных угодий, потеря природных ресурсов
Социально-психологический	Стрессовое состояние (страх, депрессия, паника и т.д). Дестабилизация психологической устойчивости населения в кризисный период
Экономический	Значительный экономический ущерб в денежном и натуральном выражении. Выход из строя инженерных систем и сооружений. Потеря бюджетных и внебюджетных фондов по налогам от реализации работ и услуг. Необходимость значительных материальных затрат на восстановление и компенсацию, создание страховых фондов. Необходимость использования техники для предотвращения кризисной ситуации и ликвидации ее последствий
Организационно-управленческий	Неопределенность ситуации, сложность прогнозирования хода событий и принятия решения. Необходимость привлечения специалистов и сторонних специализированных организаций при проведении спасательных работ

С учетом указанных показателей и критериев целесообразность проведения ПЛМ по защите населения, территорий и сооружений определяется различными хозяйственными интересами, а необходимость защиты населения социальными потребностями, в том числе и при отсутствии прямой экономической выгоды [5]. Стоимость защищаемых территорий не является полным выражением ее ценности, так как нельзя учесть невосполнимость потерь человеческих жизней, архитектурных, исторических, природных памятников и т.д.

В таких случаях на первый план выдвигаются критерии социальной защиты населения.

Показатели эффективности противолавинных мероприятий по оценочным категориям защищаемой территории

При определении показателей социально-экономической и экологической эффективности ПЛМ учитывают, в первую очередь, защиту населенных пунктов как основных объектов, отнесенных к 1-ой категории важности, для выбора необходимых ПЛМ по защите (табл. 3-4).

Таблица 3

Распределение по категориям важности объектов, находящихся в лавиноопасной зоне, для выбора первоочередных необходимых ПЛМ

Категория важности объекта	Наименование объекта	Первоочередные ПЛМ
1	Населенные пункты, рекреационные комплексы, подразделения погранвойск	Снеголавинные изыскания, профилактические, лавинопредотвращающие, лавинозащитные работы
2	Инженерно-техническая инфраструктура жизнеобеспечения на лавиноопасной территории, в т.ч. федеральные автомобильные и железные дороги	
3	Полевые дороги, тропы	Снеголавинные изыскания, профилактические работы
4	Природные ресурсы	

Таблица 4

Показатели эффективности ПЛМ по оценочным категориям с учетом необходимых расчетных данных

Цель	Категория важности объекта	Необходимые расчетные данные	Применяемые ПЛМ	Показатели эффективности ПЛМ
Защита населения и объектов от снежных лавин	1-2	Результаты снеголавинных изысканий, стоимость проектно-сметных документов и строительство противолавинных сооружений	Профилактические (с применением активных воздействий) Инженерные	Социальный Экономический Экологический
	3	Результаты снеголавинных изысканий	Профилактические	Социальный Экономический
	4			Экологический

Необходимые расчетные данные для определения показателей эффективности ПЛМ по оценочным категориям защищаемой территории охватывают все виды защищаемых объектов, однако не все они равноценны по своей значимости и предпочтительности.

Статистические данные для расчета экономической эффективности ПЛМ

При прогнозировании схода лавин необходима комплексная оперативная обработка многокомпонентных, взаимосвязанных статистических показателей.

Первоочередной задачей ПЛМ является проведение анализа накопленных статистических данных и оценка их информативности. Статистические данные снеголавинной информации должны включать в себя сведения об основных характеристиках лавин и лавиносборов.

Характеристики лавин и паспорта лавиносборов являются основными документами, с помощью которых производится систематизация снеголавинных данных. Анализ статистической информации используется для разработки методов прогнозирования лавинной опасности, составления карт (кадастров) лавинной опасности, планирования и проведения противолавинной защиты с оценкой ее экономической эффективности.

Необходимость вышеуказанных дополнений отражается и на выборе наиболее эффективного метода защиты застроенных территорий и дальнейшей целесообразности освоения территорий на лавиноопасных участках.

Расчет экономической эффективности ПЛМ

При определении влияния воздействия снежных лавин на отраслевую структуру защищаемой территории и расчетах экономической эффективности ПЛМ необходимо учитывать взаимосвязь экономических и социально-экономических показателей.

Ущерб и убытки от воздействия снежных лавин складываются из многих показателей, основными из которых следует считать:

- социально-экологический ущерб, учитывающий человеческие жертвы, падеж скота, потерю природных ресурсов и т.д.
- потери от простоев защищаемых объектов, руб;
- затраты на расчистку лавинных завалов, руб;
- затраты на устранение повреждений, нанесенных лавинами, руб;
- потери бюджетных и внебюджетных фондов от реализации работ и услуг, руб.

Экономическую эффективность работ по ПЛМ Эплм, руб. вычисляют по формуле (1) [1,2]

$$\text{Эплм} = (\overline{\text{Псп}} + \overline{\text{VCv}} + \overline{\text{У}} + \overline{\text{ПкСк}} + \overline{\text{Нф}} + \overline{\text{Sэу}}) - (\text{Псп} + \text{VCv} + \text{У} + \text{ПкСк} + \text{Нф} + \text{Sэу}), (1)$$

где П – время простоя защищаемых объектов из-за схода лавин, ч; Сп – стоимость часа простоя защищаемых объектов в лавиноопасный сезон, руб./ч.; V – объем расчистки лавинных завалов, м³; Cv – стоимость расчистки одного кубического метра лавинного завала, руб/ м³; У – ущерб от повреждений, нанесенных защищаемым объектам лавинами, руб; Пк – простой объектов в лавиноопасный сезон, ч.; Ск – стоимость одного часа простоя объектов в лавиноопасный сезон, руб/ч; Нф – налоги, потерянные (планируемые) бюджетными и внебюджетными фондами от реализации работ и услуг в лавиноопасный период, руб; Sэу – социально-экономический, экологический ущерб, нанесенный (возможный) лавинами, в том числе социальные выплаты, компенсации и прочие выплаты, руб.

Примечание: (в формуле (1) черта сверху – возможные, без черты – фактические величины)

Для оценки ущерба по всем показателям, указанным в формуле (1), создается комиссия, в состав которой должны быть включены специалисты соответствующих профилей для проведения детального обследования и разграничения ущерба.

На удаленных от населенных пунктов участках лавинопроявления функции комиссии выполняют соответствующие службы, которые обеспечивают безопасность и восстанавливают инфраструктуру жизнеобеспечения.

Расчет себестоимости противолавинных мероприятий

Различают фактическую и плановую себестоимости работ. Плановая себестоимость работ по ПЛМ $C_{\text{п}}$, руб. является нормативной, служит для

обоснования работ по ПЛМ и вычисляется по формуле

$$C_{\text{п}} = \frac{З_{\text{гп}}}{S}, \quad (2)$$

где $З_{\text{гп}}$ – годовая сумма запланированных денежных затрат на проведение работ по ПЛМ руб.; S – суммарная площадь зон зарождения лавин, подвергаемых активному воздействию, га.

Фактическую себестоимость ПЛМ $C_{\text{ф}}$, руб. вычисляют по формуле

$$C_{\text{ф}} = \frac{З_{\text{гф}}}{S}, \quad (3)$$

где $З_{\text{гф}}$ – годовая сумма фактических затрат на проведение работ по ПЛМ, руб.

Годовую сумму денежных затрат ПЛМ $З_{\text{гз}}$, руб. вычисляют по формуле

$$З_{\text{гз}} = Б + М_{\text{ф}} + КЕ + Т + Г + А + Р, \quad (4)$$

где $Б$ – годовая сумма заработной платы (с начислениями на заработную плату) работников, занятых в организации и проведении работ по предупредительному спуску лавин, руб.; $М_{\text{ф}}$ – фактическая стоимость израсходованных противолавинных изделий, руб.; $К$ – капитальные вложения в работы по ПЛМ, руб.; $Е$ – нормативный коэффициент капитальных вложений; $Т$ – транспортные расходы, руб.; $Г$ – затраты на горючесмазочные материалы и электроэнергию, руб.; $А$ – затраты на аренду автотранспорта, руб.; $Р$ – прочие общепроизводственные и общехозяйственные расходы, руб.;

К основным экономическим показателям работ по ПЛМ следует относить и уровень их рентабельности R (в процентах), который рассчитывают как отношение чистого дохода от работ по ПЛМ к их стоимости по формуле

$$R = \frac{D}{З_{ГЗ}} 100 \quad (5)$$

Чистый доход D , руб. ПЛМ определяют как разность между экономической эффективностью $Э_{ПЛМ}$ и годовой суммой денежных затрат $З_{ГФ}$:

$$D = Э_{ПЛМ} - З_{ГФ} \quad (6)$$

Следует различать уровень рентабельности первого и второго рода. Уровень рентабельности первого рода R_1 (в процентах) вычисляют с учетом фактических затрат на проведение работ ПЛМ по формуле

$$R_1 = \frac{D}{З_{ГФ}} 100 \quad (7)$$

Уровень рентабельности второго рода R_2 (в процентах) вычисляют на основании плановых годовых затрат по формуле

$$R_2 = \frac{D}{З_{ГП}} 100 \quad (8)$$

Рост производительности труда по ПЛМ характеризуется разностью между R_1 и R_2 . В целом производительность труда по ПЛМ определяется величиной чистого дохода, полученного от проведения работ в расчете на одного работника.

При решении вопроса об организации работ по ПЛМ рассчитывают величину коэффициента рентабельности $R_{ПЛМ}$ с учетом экономических и социально – экономических показателей по формуле

$$R_{ПЛМ} = \frac{(\overline{ПСп} + \overline{VCv} + \overline{Y} + \overline{ПкСк} + \overline{Нф} + \overline{Sэу})K - З_{ГЗ}}{З_{ГЗ}}, \quad (9)$$

где K – коэффициент эффективности работ по ПЛМ.

Значение коэффициента K зависит от вида защищаемых объектов и особенностей лавинного режима. Рекомендуемые значения K , полученные из опыта работ по ПЛМ в Высокогорном геофизическом институте, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Рекомендуемые значения K в зависимости от частоты схода лавин и вида
защищаемых объектов

Вид объекта	Частота схода лавин, раз в год		
	от 1 до 2 включи- тельно	от 3 до 5 включи- тельно	свыше 5
Линейный	0,5	0,4	0,3
Площадный	0,6	0,5	0,4
Точечный	0,7	0,6	0,5

АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ИНТЕРПОЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПО ИХ ТОЧЕЧНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ И ПОСТРОЕНИЕ ИЗОЛИНИИ ДЛЯ ИХ ОБОБЩЕННОГО ГРАФИЧЕСКОГО ОТОБРАЖЕНИЯ НА ПЛАНАХ И РАЗРЕЗАХ

Сущность интерполирования состоит в определении положения на планах и сечениях промежуточных точек с заданным шагом (высотой сечения) между известными опорными точками. Эти точки определяются для построения отображения исследуемого параметра с помощью изолинии. Например, наиболее совершенным способом изображения рельефа земной поверхности является его изображение с помощью изолинии или иначе горизонталей. Горизонталы – это плавные линии, соединяющие точки с одинаковыми абсолютными отметками на поверхности земли.

С помощью изолинии на картах и разрезах изображаются изменения данных, полученных в результате точечных наблюдений и измерений (изобары, изотермы, изотакхи и т.д.) Для построения изолинии существуют как графические, так и аналитические способы [1-3]. В предлагаемой статье рассматривается аналитический способ интерполирования - способ нахождения точек для построения изолинии.

Аналитические способы, предлагаемые в работах [1-3], имеют ряд недостатков. В них нет общей формулы для нахождения точек независимо от исходных данных. Нами предлагается формула, применимая для общего случая (рис.1)

$$S_i = \frac{S}{\Delta H} (i \cdot h - \Delta h_1), \quad (1)$$

где S – размер отрезка, соединяющего начальную точку А с конечной точкой Б (А и Б – опорные точки); S_i – расстояние от начальной точки до определяемой изолинии; i – порядковый номер определяемой точки для построения изолинии между взятыми двумя точками ($i = 1, 2, 3 \dots n$); ΔH – разность отметок между

исходными точками, которые вычислены по формулам. $\Delta H = H_K - H_H$. За начальную точку (H_H) принимается одна из исходных точек с меньшим значением ($H_K > H_H$); h – шаг принятого сечения (высота сечения); Δh_1 – превышение над ближайшей изолинией, находящейся под исходной точкой, зависящее от высоты сечения (табл. 1).

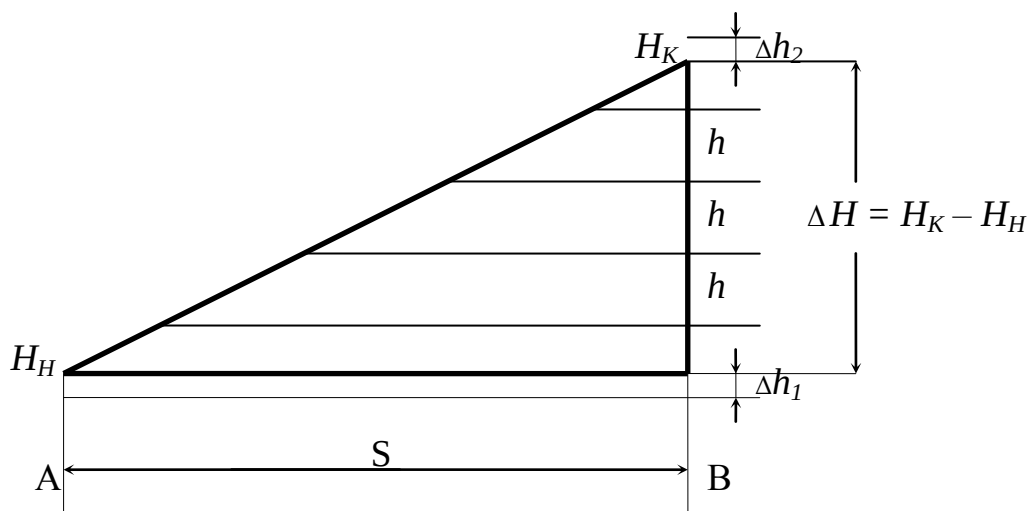


Рис.1. Расчетная схема.

Таблица 1

Численный пример определения значения Δh_1

Шаг (высота) сечения рельефа h , м	Отметка начальной точки H_H , м	Отметка горизонтальной изолинии под начальной точкой H_{HH} , м	Значение Δh_1 для принятых шагов сечения, м
0,25	231,6	231,5	0,1
0,50	231,6	231,5	0,1
1,0	231,6	231,0	0,6
2,0	231,6	230,0	1,6

Если между исходными точками проходит больше двух изолиний, то точки прохождения последующих изолиний находятся на одинаковом расстоянии друг от друга и определяется как $\Delta S = S_2 - S_1$. Полученный отрезок (ΔS) откладывается далее от точки с S_2 до тех пор, пока получают целые значения ΔS .

Для контроля вычисления предлагается следующая формула:

$$S_k = \frac{S}{\Delta H} (i \cdot h - \Delta h_1 - \Delta h_2). \quad (2)$$

Если $S_K = S$, то расчёт правильный. При этом

$$\frac{i \cdot h - \Delta h_1 - \Delta h_2}{\Delta H} = 1, \quad (3)$$

где Δh_2 – величина, дополняющая отметку конечной точки до ближайшей изогипсы над ней (табл. 2).

Таблица 2

Численный пример определения значения Δh_2

Шаг (высота) сечения рельефа h , м	Отметка конечной точки H_K , м	Отметка горизонтали под конечной точкой H_K , м	Значение Δh_2 для принятых шагов сечения, м
0,25	238,2	238,25	0,05
0,50	238,2	238,50	0,3
1,0	238,2	239,0	0,8
2,0	238,2	240,0	1,8

Количество изолиний (n), пересекающих интерполируемый отрезок, зависит от разности значений конечных точек и величины принятого шага сечения и определяется следующей формулой:

$$n = \frac{\Delta H + \Delta h_1}{h}. \quad (4)$$

Ниже приведем несколько примеров определения « n » с цифрами из плана участка (рис. 2) при разных значениях « h » (табл. 3).

Топографические планы и карты дают наиболее точное отображение поверхности земли, поэтому их строят и используют наиболее часто в исследовательских и практических целях. Ниже приводится пример построения топоплана предложенным в статье аналитическим способом. В узлах квадратов (рис. 2) заданы значения абсолютных отметок поверхности земли.

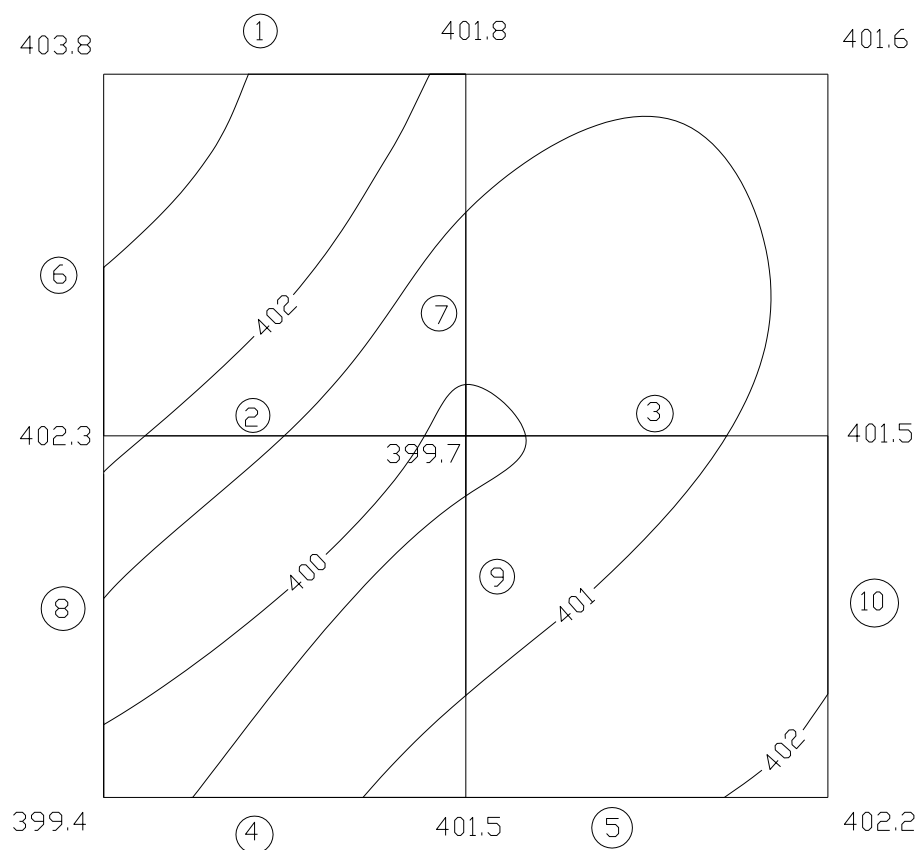


Рис. 2. Пример построения топоплана предложенным аналитическим способом
(план участка в М 1:1000):

-  - горизонтали, проведенные через 1м
 ① - ⑩ - номера проинтерполированных сторон квадратов
 403,8... - высотные отметки поверхности земли в узлах квадратов

Таблица 3

Численные примеры определения количества изолиний (горизонталей),
пересекающих интерполируемые отрезки

№№ плана	Шаг сечения h, м	Значение ΔH , м	Значение Δh , м	Результат вы- числения по формуле (4)	Количество изолиний, «n»
1	1,0	2,0	0,8	2,8	2
	0,5	2,0	0,3	4,6	4
2	1,0	2,6	0,7	3,3	3
	0,5	2,6	0,2	5,6	5
4	1,0	2,1	0,4	2,5	2
	0,5	2,1	0,4	5,0	5
5	1,0	0,7	0,5	1,2	1
	0,5	0,7	0	1,4	1

Полученные по формулам значения S_i откладываются от начальной точки (меньшей отметки). Расстояния между отметками $S=50$ м. Высота сечения $h=1$ м.

Расчеты проводим по формуле (1).

$$S_i = \frac{S}{\Delta H} (i \cdot h - \Delta h_1)$$

$$1. S_1 = \frac{5}{2} (1 \cdot 1 - 0,8) = 0,5 \text{ см}$$

$$2. S_1 = \frac{5}{2,6} (1 \cdot 1 - 0,7) = 0,57 \text{ см}$$

$$S_2 = \frac{5}{2} (1 \cdot 2 - 0,8) = 3,0 \text{ см}$$

$$S_2 = \frac{5}{2,6} (1 \cdot 2 - 0,7) = 2,5 \text{ см}$$

$$3. S_1 = \frac{5}{1,8} (1 \cdot 1 - 0,7) = 0,83 \text{ см}$$

$$4. S_1 = \frac{5}{2,1} (1 \cdot 1 - 0,4) = 1,42 \text{ см}$$

$$S_2 = \frac{5}{1,8} (2 \cdot 1 - 0,7) = 3,61 \text{ см}$$

$$S_2 = \frac{5}{2,1} (1 \cdot 2 - 0,4) = 3,8 \text{ см}$$

$$5. S_1 = \frac{5}{0,7} (1 \cdot 1 - 0,5) = 3,57 \text{ см}$$

$$6. S_1 = \frac{5}{1,5} (1 \cdot 1 - 0,3) = 2,33 \text{ см}$$

$$7. S_1 = \frac{5}{2,1} (1 \cdot 1 - 0,7) = 0,71 \text{ см}$$

$$8. S_1 = \frac{5}{2,9} (1 \cdot 1 - 0,4) = 1,03 \text{ см}$$

$$S_2 = \frac{5}{2,1} (1 \cdot 2 - 0,4) = 3,8 \text{ см}$$

$$S_2 = \frac{5}{2,9} (1 \cdot 2 - 0,4) = 2,75 \text{ см}$$

$$S_K = \frac{5}{2,9} (4 - 0,4 - 0,7) = 5 \text{ см}$$

$$9. S_1 = \frac{5}{1,8} (1 \cdot 1 - 0,7) = 0,83 \text{ см}$$

$$10. S_1 = \frac{5}{0,7} (1 \cdot 1 - 0,5) = 3,57 \text{ см}$$

$$S_2 = \frac{5}{1,8} (1 \cdot 2 - 0,7) = 3,6 \text{ см}$$

$$S_K = \frac{5}{1,8} (3 - 0,7 - 0,5) = 5 \text{ см}$$

Выше на правильность расчетов проверены две вертикальные стороны квадратов под № 8 и 9 по формуле (2).

Положение точек на плане при расчете аналитическим способом совпадает с теми же точками, полученными графическим способом.

Предложенные в статье формулы дают возможность проводить расчеты на компьютере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия.- М.: Недра, 1980.- 615 с.
2. Поклад Г.Г., Гриднёв С.П. Геодезия. - М.: Акад. проект, 2008. - 590 с.
3. Сироткин М.П. Справочник по геодезии для строителей.- М.: Недра, 1981.- 360 с.

ОЦЕНКА МОРФОЛОГИИ НЕДОСТУПНЫХ И ТРУДНОДОСТУПНЫХ СКЛОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

В формировании рельефа Кавказа активную роль играли в прошлом и играют сейчас эндогенные и экзогенные силы, которые совместно воздействуют на рельеф поверхности Земли. В результате действия внутренних сил Земли на Кавказе возникли и развиваются мощные вертикальные и горизонтальные движения земной коры, которые привели к образованию горных систем с высочайшими вершинами. Со временем изменение рельефа под воздействием внутренних сил привело к активизации внешних сил, влияющих на рельеф в обратном направлении. Деятельность внешних сил проявляется в работе ледников, физическом и химическом выветривании горных пород, развитии гравитационных процессов и т.д.

Рельеф выступает как один из активных факторов, способствующих формированию экзогенных процессов и явлений, и сам меняется под их воздействием. Надо отметить, что Большой Кавказ является одним из регионов, где рельеф меняется динамично. Изучение отдельных форм рельефа, их описание и картирование имеет большое значение для многих наук о Земле (геодезии, картографии, географии, геологии ...). Эти науки изучают рельеф с разных сторон с целью использования полученных результатов в научных и практических целях.

Изучение микрорельефа с использованием крупномасштабных топографических карт в высокогорных районах с альпийским сильно расчленённым рельефом не всегда даёт желаемый результат. Особенно это относится к недоступным и труднодоступным участкам, где развиты глубоко врезуемые речные долины с крутыми и отвесными бортами.

Предлагаемый метод изучения интересующих нас отдельных участков даст возможность с использованием геодезических приборов определять в результате дистанционных замеров конкретные размеры объектов, а также возможность построения профилей речных долин и склонов.

Наиболее доступным геодезическим прибором для угловых измерений является теодолит. Измерение угломерными геодезическими приборами по предлагаемой методике поможет дополнить словесные описания и фотографии объектов конкретными цифровыми данными (высота недоступного обрыва, размеры интересующих исследователя включений и разломов...).

Методики и предлагаемые формулы к изучению микрорельефа недоступных и труднодоступных природных объектов

При изучении конкретного участка в нижней доступной части склона выбирается база ($A' - C'$) с наилучшим обзором и закрепляются её конечные точки наблюдения. Замеряется базис мерной лентой и определяется величина горизонтального проложения – AC (рис.1):

$$AC = A'C' \cdot \cos \alpha ,$$

где AC – горизонтальное проложение базиса; $A'C'$ – измеренное расстояние. Точки A' и C' закрепляются на местах.

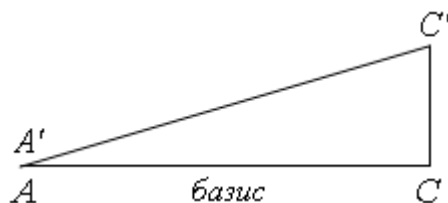


Рис. 1. Схема определения горизонтального проложения базиса.

Для изучения характера склона и составления его профиля необходимо сделать множественные измерения горизонтальных и вертикальных углов с двух точек наблюдения A' и C' (поочередно теодолитом и фототахеометром), наведя пересечение сетки нитей на одну и ту же точку, выбранную на склоне [1].

Обработка полученных измерений углов производится в следующем порядке (рис. 2):

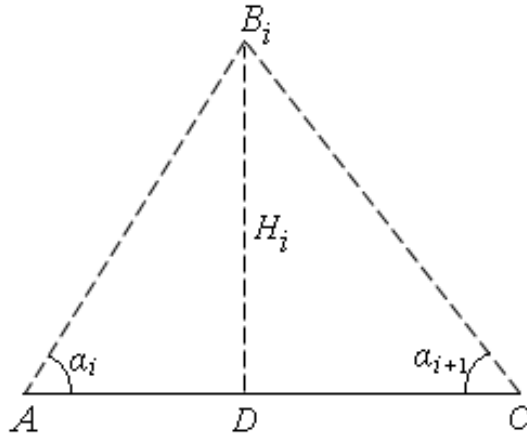


Рис. 2. Схема измерения углов с базиса AC.

- опускаем перпендикуляр на базис AC из точки B_i ;
- вычисляем размеры отрезков AD и DC и определяем величину горизонтального проложения $B_iD = H_i$;
- на основе 2-х прямоугольных треугольников AB_iD и DB_iC записываем уравнения:

$$H_i = AD \cdot \operatorname{tg} \alpha_i,$$

$$H_i = DC \cdot \operatorname{tg} \alpha_{i+1},$$

$$AD \cdot \operatorname{tg} \alpha_i = DC \cdot \operatorname{tg} \alpha_{i+1},$$

$$(AC - DC) \cdot \operatorname{tg} \alpha_i = DC \cdot \operatorname{tg} \alpha_{i+1},$$

$$DC = \frac{AC \cdot \operatorname{tg} \alpha_i}{\operatorname{tg} \alpha_i + \operatorname{tg} \alpha_{i+1}}, \quad (1)$$

$$AD = AC - DC, \quad AD = AC - \frac{AC \cdot \operatorname{tg} \alpha_i}{\operatorname{tg} \alpha_i + \operatorname{tg} \alpha_{i+1}}. \quad (2)$$

Находим по замеренным углам α_i и α_{i+1} значение горизонтального проложения DB_i .

Значение горизонтального проложения H_i вычисляется по следующим двум формулам:

$$H'_i = \frac{AC \cdot \operatorname{tg} \alpha_i}{\operatorname{tg} \alpha_i + \operatorname{tg} \alpha_{i+1}} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{iH}, \quad (3)$$

$$H''_i = \left(AC - \frac{AC \cdot \operatorname{tg} \alpha_i}{\operatorname{tg} \alpha_i + \operatorname{tg} \alpha_{i+1}} \right) \cdot \operatorname{tg} \alpha_i. \quad (4)$$

Эти два значения H_i , полученные по формулам (3) и (4), должны совпадать (при идеальных замерах) или быть близки. В дальнейших расчётах необходимо принять их среднее арифметическое значение

$$H_i = \frac{H'_i + H''_i}{2}.$$

Далее, исходя из замеренных горизонтальных углов и полученных по формулам (1) и (2) значений отрезков, находим величины горизонтальных проложений двух сторон треугольника AB_iC

$$AB_{\Gamma_i} = \frac{AD}{\cos \alpha_i}, \quad (5)$$

$$CB_{\Gamma_i} = \frac{DC}{\cos \alpha_{i+1}}. \quad (6)$$

Горизонтальные проложения этих же сторон вычисляются по следующим формулам:

$$AB_{\Gamma_i} = \sqrt{AD^2 + H_i^2}, \quad (7)$$

$$CB_{\Gamma_i} = \sqrt{DC^2 + H_i^2}. \quad (8)$$

Вычисляем высоту превышения точки B_i над исходными точками A и C . Если высотную отметку в точке « C » принять условно за «0», то

$$h_i = CB_i \cdot \operatorname{tg} \beta_{i+1} + h_{Ti}, \quad (9)$$

$$h_i = AB_i \cdot \operatorname{tg} \beta_i + h_T \pm \Delta h, \quad (10)$$

где $\pm \Delta h$ - это превышение точки A' над точкой C' ($C'=0$); h_T - высота инструмента.

Величины превышений, вычисленные по формулам (9) и (10), должны быть равными (в идеальном варианте) или близкими по значению. В расчётах принимается среднее арифметическое значение

$$h_i = \frac{h_i + h_{i+1}}{2}.$$

Поскольку не всегда доступны дорогостоящие геодезические приборы иностранных фирм типа GPT-7000i, поэтому в методике заложены обычные теодолиты.

Для составления поперечного или продольного профилей склона необходимо сделать измерения и расчёты для достаточного количества характерных точек B_i по намеченному профилю с точек стояния « A' » и « C' ». Для опознания точек визирования можно использовать лазер.

Предложенная нами методика даст возможность изучения микрорельефа недоступных и труднодоступных участков в глубоких долинах рек и высокогорных районах. Можно также получить ценную дополнительную информацию по изучению геолого-стратиграфо-тектонического строения изучаемого участка. По данной методике можно вычислить размеры ледниковых озёр с недоступными берегами.

В геодезии для вычисления недоступного расстояния на сравнительно ровной местности пользуются теоремой синусов [2]. Исходя из обозначений рис. 3 и пользуясь этой теоремой, недоступную ширину реки (l) можно определить по следующим формулам:

$$l_1 = H_1 - b = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \alpha_1)} \cdot AC - b, \quad (11)$$

$$l_2 = H_2 - b = \frac{\sin \alpha_3}{\sin(\alpha_2 + \alpha_3)} \cdot AD - b, \quad (12)$$

где $H = AB$; b - расстояние от берега реки до точки A .

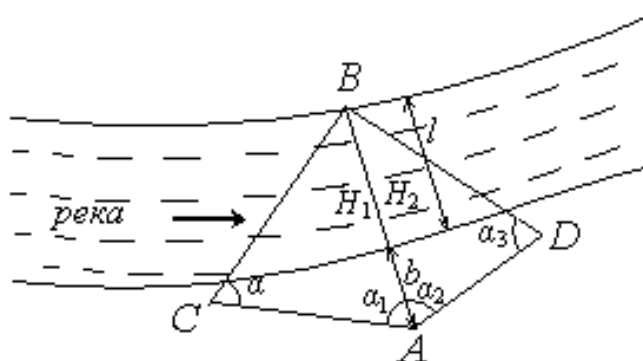


Рис. 3. Схема к определению недоступной ширины реки.

Определяем ширину реки « l » из двух треугольников, где замеряем базисы AC и AD . Также замеряем расстояние « b » от точки A до правого берега. С помощью теодолита замеряем горизонтальные углы: α , α_1 , α_2 , α_3 .

Чем ближе треугольники ABC и CBD к равносторонним, тем точнее результаты.

За окончательное значение ширины реки « l » принимается среднее арифметическое значение от полученных результатов по формулам (11) и (12):

$$l = \frac{l_1 + l_2}{2}.$$

Решение задачи по составлению профиля склона (рис. 4).

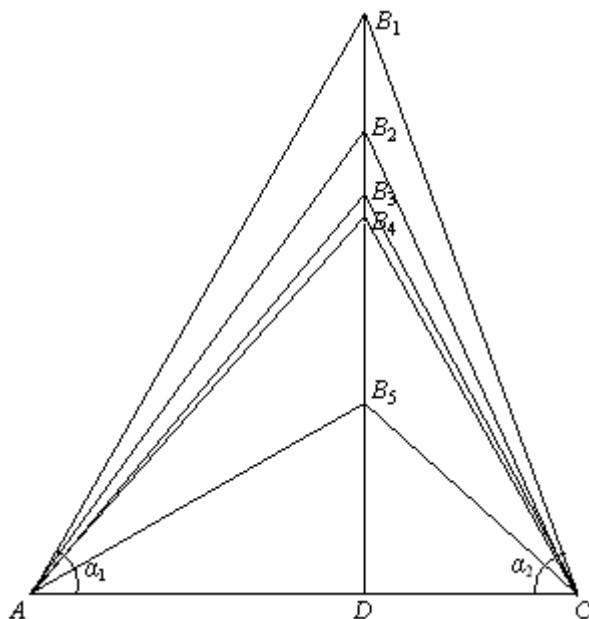


Рис. 4. Схема измерений горизонтальных углов на выбранном участке склона для составления профиля склона.

1. Определяем горизонтальное проложение базиса AC при $\beta = 10,3^\circ$ и расстоянии равном $A'C' = 111,8$ м.

$$AC = A'C' \cdot \cos \alpha = 111,8 \cdot \cos 10,3^\circ = 111,8 \cdot 0,9818 = 110 \text{ м}$$

2. Вычисляем значения отрезков AD и DC , на которые $\perp$ делит отрезок AC (горизонтальное проложение базиса).

$$DC = \frac{AC \cdot \operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2} = \frac{110 \cdot 1,7320}{1,7320 + 2,7474} = 42,53 \text{ м},$$

$$AD = 110 - 42,53 = 67,47.$$

3. Определяем длину $\perp H$, опущенного из точки B_1 на базис AC . Исходя из двух треугольников AB_1D и AB_1C находим:

$$H'_1 = AD \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 = 67,47 \cdot 1,7320 = 116,86 \text{ м},$$

$$H_2'' = DC \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 = 42,53 \cdot 2,7474 = 116,85 \text{ м},$$

$$H = \frac{116,86 + 116,85}{2} = 116,855 \text{ м}.$$

4. Определяем горизонтальное проложение сторон треугольника AB_1 и CB_1

$$AB_1 = \sqrt{H^2 + AD^2} = \sqrt{116,855^2 + 67,47^2} = 134,93 \text{ м},$$

$$CB_1 = \sqrt{H^2 + 42,53^2} = 124,35 \text{ м}.$$

5. Определяем превышение точки B_1 над точкой «C», принятой за «0», при $\beta_2 = 30^\circ$; $h_T = 1,5$; $\beta_1 = 21^\circ$

$$h_1 = CB_1 \cdot \operatorname{tg} \beta_2 + h_T = 124,35 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ + 1,5 = 73,29 \text{ м},$$

$$h_2 = AB_1 \cdot \operatorname{tg} \beta_1 + h_T + h = 134,93 \cdot \operatorname{tg} 21^\circ + 1,5 + 20 = 73,29 \text{ м}.$$

6. Находим высотную отметку в точке «D»

$$h_D = \frac{DC}{AC} \cdot h_A = \frac{42,53}{110} \cdot 20 = 7,7327.$$

После этого выбираем на склоне «п» характерных точек и производим для них расчет. Имея величину H_i и h_{Bi} , строим поперечный профиль склона.

Для точки B_2

1. $DC = 42,53 \text{ м}$; $AD = 67,47 \text{ м}$.

2. $H_2 = AD \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 = 67,47 \cdot \operatorname{tg} 53,74^\circ = 67,47 \cdot 1,36 = 91,98 \text{ м}$,

$$H_2 = DC \cdot \operatorname{tg} \alpha_3 = 42,53 \cdot \operatorname{tg} 65,19^\circ = 42,53 \cdot 2,16 = 92,00 \text{ м}.$$

$$H_2 = 91,99 \text{ м}.$$

3. Определяем горизонтальное проложение AB_2 и CB_2 .

$$AB_2 = \sqrt{H_{cp2}^2 + AD^2} = 114,08 \text{ м},$$

$$CB_2 = \sqrt{H_{cp2}^2 + DC^2} = 101,35 \text{ м}.$$

4. Определяем превышение точки B_2 над точкой «C».

$$h_{B_2} = CB_2 \cdot \operatorname{tg} \beta_2 + i = 101,35 \cdot 0,58707 + 1,5 = 60,999 \text{ м} \approx 61 \text{ м},$$

$$h_{B_2} = AB_2 \cdot \operatorname{tg} \beta + i + 20 = 114,08 \cdot 0,3462 + 1,5 + 20 = 60,9945 \text{ м} \approx 61 \text{ м}.$$

5. Наносим на план и профиль точку B_2 .

Подобным же образом, измеряя горизонтальные и вертикальные углы и проводя расчёты, получим для точек B_3 , B_4 и B_5 следующие цифры:

$$h_{B_3} = 50\text{м}; H_3 = 80\text{м}; h_{B_4} = 37,5\text{м}; H_4 = 74\text{м}; h_{B_5} = 28\text{м}; H_5 = 38\text{м}.$$

Результаты измерений углов и расчетов по этим замерам сводим в таблицу.

Таблица

Результаты измерений и расчетов

Точки наблюдения	Значение α_i°	Значение β_i°	$H_{i\text{ ср}}, \text{ м}$	AB_i и CB_i горизонтальн. пролож., м	Превышение точки B_i над C , м
1	$\alpha_1 = 60^\circ$ $\alpha_2 = 70^\circ$	$\beta_1 = 21^\circ$ $\beta_2 = 30^\circ$	$H_1 = 116,855$	$AB_1 = 134,93$ $CB_1 = 124,35$	$h_{B_1} = 73,29$
2	$\alpha_3 = 53,74^\circ$ $\alpha_4 = 65,19^\circ$	$\beta_3 = 19,098^\circ$ $\beta_4 = 30,416^\circ$	$H_2 = 92$	$AB_2 = 114,08$ $CB_2 = 101,35$	$h_{B_2} = 61$
3	$\alpha_5 = 49,88^\circ$ $\alpha_6 = 62^\circ$	$\beta_5 = 15,23^\circ$ $\beta_6 = 28,16^\circ$	$H_3 = 80$	$AB_3 = 104,65$ $CB_3 = 90,60$	$h_{B_3} = 50$
4	$\alpha_7 = 47,64^\circ$ $\alpha_8 = 60,11^\circ$	$B_7 = 9,007^\circ$ $B_8 = 22,87^\circ$	$H_4 = 74$	$AB_4 = 100,14$ $CB_4 = 85,35$	$h_{B_4} = 37,5$
5	$\alpha_9 = 29,39^\circ$ $\alpha_{10} = 41,78^\circ$	$B_9 = 4,9903^\circ$ $\beta_{10} = 24,92^\circ$	$H_5 = 38$	$AB_5 = 74,44$ $CB_5 = 57,03$	$h_{B_5} = 28$
6			$H_D = 0$		$h_D = 7,73$

По данным таблицы строим поперечный профиль лавиноопасного склона по линии $B_1 - D$ (рис. 5).

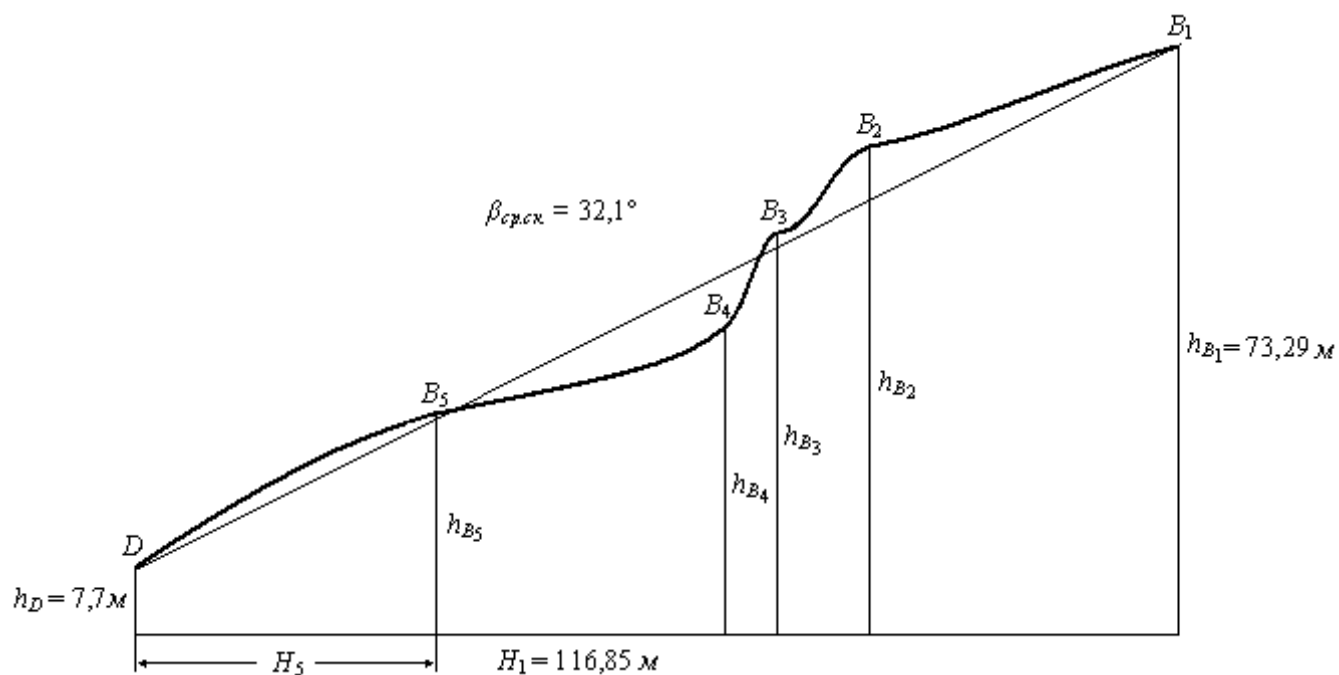


Рис. 5. Поперечный профиль склона по линии DB_1 .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дементьев В.Е. Современная геодезическая техника и ее применение. - М.: Акад. проект, 2008. - 590 с.
2. Поклад Г.Г., Гриднёв С.П. Геодезия. - М.: Акад. проект, 2008. - 590 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА СЕЛЕВОЙ И ПАВОДКОВОЙ ОПАСНОСТИ

Разработка удовлетворительного метода локального прогноза гляциальных и гляциально-ливневых селей и заблаговременного предупреждения о селевой опасности, основанного на многолетних натурных наблюдениях, выполненных в Высокогорном геофизическом институте, по нашему мнению, возможна только на данных одновременного мониторинга метеопараметров, состояния селевого очага и расхода водного или селевого потока в русле реки. Такие данные должны позволить установить количественные связи параметров, характеризующих динамику состояния потенциального селевого массива (ПСМ), расход потока в русле реки и метеоданных в процессе зарождения и развития селевого или паводкового явления, и в конечном итоге обеспечить создание удовлетворительного метода локального прогноза селей и заблаговременного определения селевой и паводковой опасности на конкретной реке. Разработанный на основе автоматизированного мониторинга на самой селеопасной в РФ реке Герхожансу локальный метод прогноза селя может быть адаптирован на реки других регионов с учетом физико-механических свойств грунта в ПСМ и морфометрических характеристик селевых бассейнов.

В настоящей статье изложены результаты разработки новой автоматизированной системы для дистанционного мониторинга селевой и паводковой опасности. Система разработана и изготовлена на современной элементной базе (радиомодем GPRS, микроконтроллеры и т.д.).

Блок-схема системы приведена на рис.1.

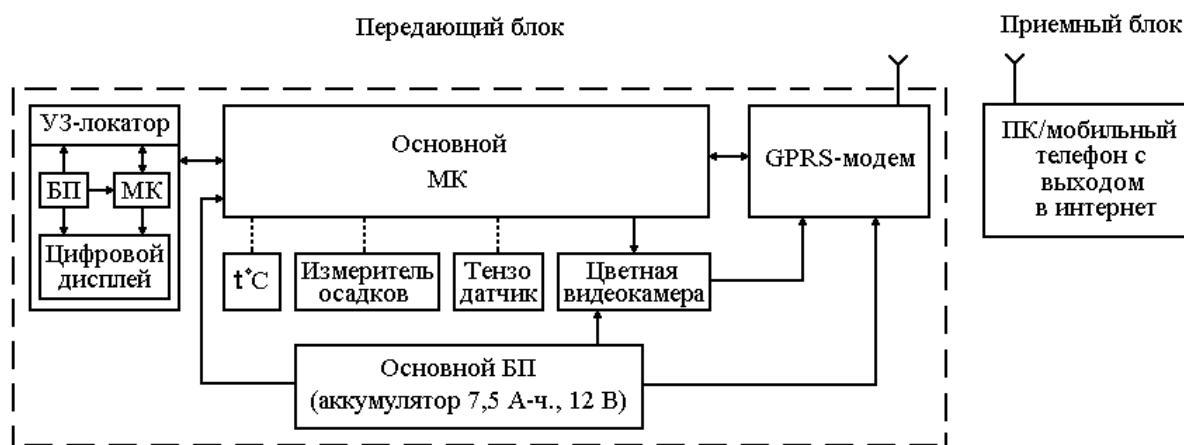


Рис.1. Блок-схема системы для автоматизированного дистанционного мониторинга селей и паводковой опасности.

Для заблаговременного определения селей и паводковой опасности система размещается в верховье реки таким образом, чтобы объектив фотокамеры захватывал селевой очаг (в районе г. Тырнауз на высоте около 3000м). Датчик расхода воды располагается на высоте 10-15м над поверхностью воды в реке во время межени на расстоянии до 100м и более от устройства. Сигнал от датчика расхода воды передается на устройство по витой паре проводов через порт интерфейса RS485.

В исходном режиме система после подключения питания от аккумулятора устанавливает связь с провайдером мобильной связи (Мегафон, Билайн и др.) и регистрируется (под номером на SIM-карте) как абонент GPRS связи с возможностью выхода в интернет.

Для приема информации от системы используется компьютер, находящийся в ВГИ или региональном центре Гидрометслужбы. После ввода в эксплуатацию системы с ней устанавливается и отлаживается надежная связь (на площади, покрытой связью Мегафон, Билайн и др.).

Далее по запросам в виде SMS-сообщения (кода) по сети мобильной связи (Мегафон, Билайн и др.) система будет передавать на компьютер изображение селевого очага, величину расхода потока в реке и другие данные. По этим данным можно (как это обосновано ранее [1-5]) определить момент времени зарождения и характер развития селевого или паводкового процессов.

В перерывах между связью с компьютером система переходит в ждущий режим, что позволяет экономить электроэнергию, потребляемую от аккумулятора.

Были выполнены натурные технические испытания системы для мониторинга селевой и паводковой опасности. Пример изображения русла реки, переданного системой по каналу GPRS на удаленный компьютер, представлен на рис.2.



Рис. 2. Изображение русла реки, переданное системой по каналу GPRS на удаленный компьютер.

Проведенные испытания показали, что система позволяет получать достаточно информативные видеоизображения селевого очага, чтобы контролировать его состояние в реальном времени и следить за глубиной (расходом) потока в реке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Машуков Х.М., Вороков В.Х., Зекореев Р.Х. и др. Радиотелеметрическая система для мониторинга паводковых и селевых потоков на горных реках // Всероссийская конференция по селям. – Нальчик, 2003.
2. Машуков Х.М., Вороков В.Х., Камбиев М.М. и др. Метод и устройство для определения опасности развития паводковых и селевых потоков на реках // Международная конференция по теме «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита». – Пятигорск, 2008.
3. Перов В.Ф. Селевые явления. – М.: Изд. МГУ, 1996. – 44 с.
4. Руководство по изучению селевых потоков. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 142 с.
5. Шеко А.И. Закономерности формирования и прогноз селей. – М.: Изд. Недра, 1980. – 296 с.

О СОСТОЯНИИ ЛЕДНИКОВ И ЛЕДНИКОВЫХ ОЗЁР СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОДНОЖИЯ ЭЛЬБРУСА В 2010 Г.

С северо-восточного склона Эльбруса спускаются ледники Бирджалычиран и Чунгурчатчиран. Их часто рассматривают как единый ледник Джикиуганкез [5,6,7]. Состоянию этих ледников уделяется пристальное внимание на протяжении более 50 лет. Результаты исследований обобщены в монографиях [5,7]. В последней монографии по результатам фототеодолитных работ и анализа аэрофотоснимков детально охарактеризованы параметры ледников через определённые промежутки времени: 1957, 1979, 1997 гг.

В этом районе авторы проводили маршрутные экспедиции в 2007, 2008 [1] и 2010 гг. В последней экспедиции были выявлены значительные изменения ледников, что побудило опубликовать предварительные выводы в настоящей статье. В работе были использованы: космический снимок Spot 4 от 05.09.2010 г., любезно предоставленный ООО «ИТЦ СКАНЭКС» (авторские права принадлежат © CNES 2010, произведено ЛИЦЕНЗИАТОМ согласно лицензии SpotImage /СКАНЭКС»); вертолётные снимки К. М. Давыдова (23.07.2009, 15.06.2010; 30.08.2010 гг.), В. Копылова (15.09.2010 г.), а также космические снимки и аэрофотоснимки за период 1957-2010 гг.; вертолётные снимки М. Д. Докукина 2009 г. и маршрутные материалы авторов; фотографии Ю. А. Авакяна (2007, 2009 гг.), В. Ю. Акилова (2009 г.), М. В. Голубева (2006 г.), Э. В. Запорожченко (2006 г.), С. С. Черноморца (2007 г.) и др.

Изменения ледников

В работе [5] показано, что 45% уменьшения общего объёма ледников Эльбруса за период 1957-1997гг. приходится на ледники Чунгурчатчиран и Бирджалычиран. Сокращение площади этих ледников за указанное время составило 3,46 км². По нашим данным за 1957-2010гг. (сравнение аэрофотоснимков 1957г. и космического снимка Spot 4 2010г.) площадь ледников уменьшилась на 5,7 км² (рис. 1).

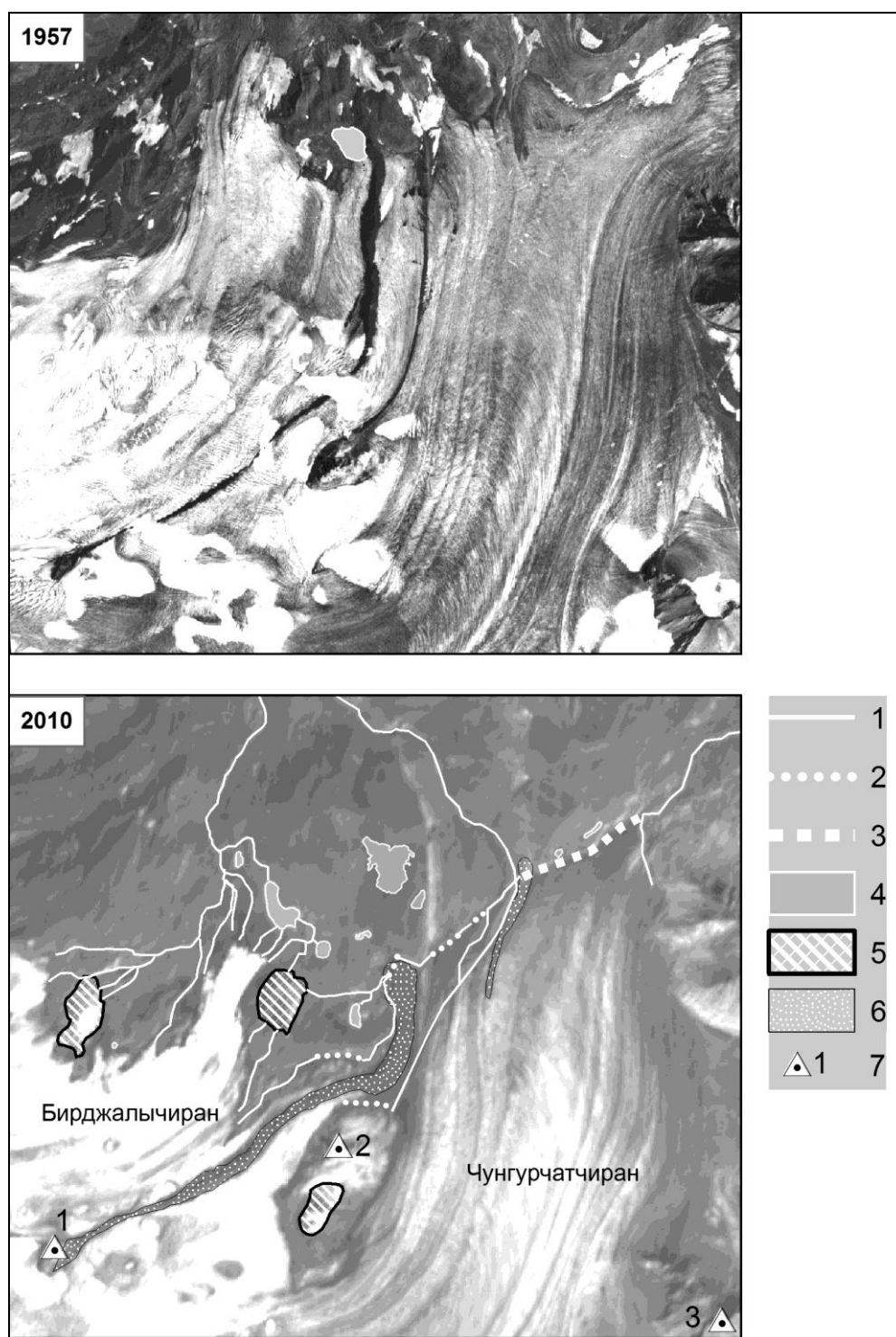


Рис.1 Состояние ледников и озёр в 1957 (аэрофотоснимки) и 2010 (фрагмент космического снимка Spot 4) гг.:

1 – поверхностные потоки талых ледниковых вод; 2 – участки подлёдного стока; 3 – будущее направление правой составляющей р. Бирджалы-Су после разрушения ледяной гряды; 4 – озёра в 1957 и 2010гг., 5 – характерные массивы мёртвых льдов, в 2010гг.; 6 – ледяные гряды срединных морен; 7 – характерные высотные отметки по карте М 1:25 000: 1) 3665м, 2) пик Калицкого 3581м, 3) 3678м.

Наиболее значительные изменения произошли с ледником Бирджалычиран. В створе скального выступа (нунатака) 3655м (на карте М 1:10 000 МГУ отметки другие – 3684м и 3744м) ширина ледника осталась прежней – около 2600м. В нижней части язык ледника разделился на три потока. Центральный поток ещё спускается на пологую площадку на высоте около 3300м, где сконцентрированы почти все современные озёра. Ширина окончания выводного языка составляет около 350м. Остальные потоки (правый и левый) отступили с пологой площадки лавового потока на склоны крутизной 13-18°. Боковые потоки льда, прилегающие к центральному, самому мощному потоку, отступили на расстояние 1500-1800м. Правый поток, разделённый срединно-моренной грядой красного цвета, тянувшейся от нунатака 3655м, в настоящее время интенсивно деградирует. Особенно быстро исчезает часть потока, прилегающая к гряде слева, которая потеряла связь с областью питания из-за того, что толщина льда стала недостаточной для преодоления поперечных ригелей в районе нунатака 3655м. В ближайшее время можно ожидать, что он полностью превратится в мёртвый лёд. Та же участь ждёт крайний правый поток центрального языка.

Ледник Чунгурчатчиран деградировал не так сильно. Справа он потерял поток льда, начинавшийся с вершин 3678м и 3629м (на карте МГУ 3679м и 3633м соответственно). Слева исчез поток льда, обтекавший пик Калицкого (3581м). На его месте сохраняется массив мёртвого льда, который с 2007г. уже сократился вдвое.

Весьма примечательно образование мощного водного потока, протекающего от подножия пика Калицкого вдоль левой границы ледника Чунгурчатчиран. Его ширина достигает 40-50м (рис.2). Начинается он с мёртвых льдов срединной морены, разделявшей ранее ледник Чунгурчатчиран и правый поток ледника Бирджалычиран. Образование нового поверхностного водного потока связано, вероятно, с процессом переформирования сети подлёдного стока.



Рис. 2. Верховья правой составляющей р. Бирджалы-Су в 2010 г.

Почти весь подлёдный сток правой ветви ледника Бирджалычиран сконцентрировался в одно русло. В результате этого происходит интенсивный размыв серии гряд срединных морен и смещение водного потока вправо с подрезкой и размывом единственной преграды в виде невысокой (до 4-5м) ледяной гряды срединной морены, разделяющей водосборные поверхности рек Бирджалы-Су и Кара-Кая-Су (рис. 2). Ещё в 2007г. на пути потока были две такие гряды. Есть все основания предполагать, что последняя преграда исчезнет ближайшие годы. В результате произойдёт кардинальная перестройка гидросети с перехватом большей части стока реки Бирджалы-Су рекой Кара-Кая-Су (рис.1, 3, 4).

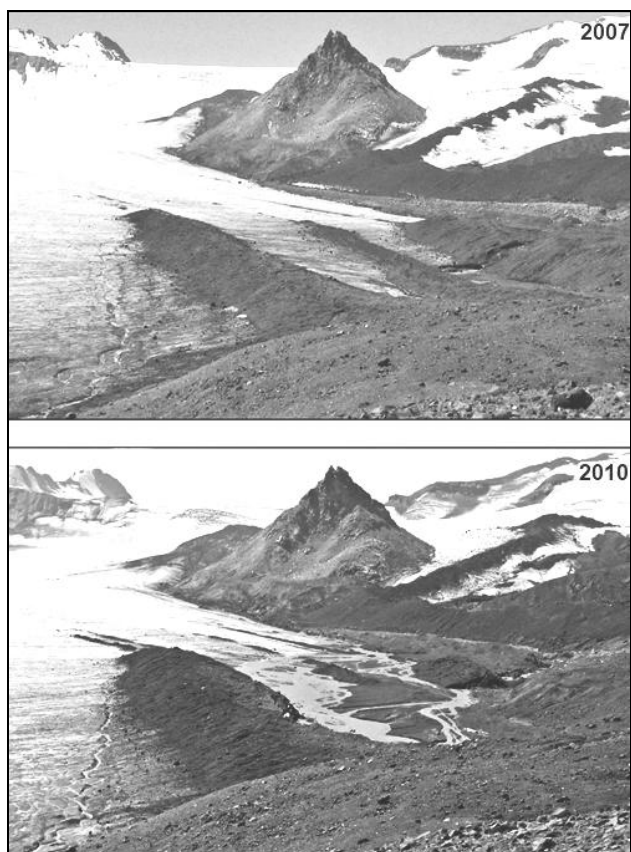


Рис. 3. Изменения в районе водораздела рек Кара-Кая-Су и Бирджалы-Су за период 2007-2010гг.

Деградация ледников Бирджалычиран и Чунгурчатчиран сопровождается отделением от ледников массивов мёртвых льдов. Перед ледником Бирджалычиран в 2010г. наблюдались три таких массива: 1) перед левым потоком, 2) к востоку от центрального потока, 3) к востоку от правого потока. Общая площадь их составляет $0,2\text{км}^2$. На начальном этапе отчленения от ледника, когда ещё не полностью оголился ригель в тыловой части массива, мёртвые льды по виду ничем не отличаются от ледника. Длительное время они сохраняются благодаря мощным, покрывающим их, метелевым снежникам. В сезоны, когда летом снежники полностью стаивают, деградация мёртвых льдов заметно усиливается.

Потоки льда, область питания которых расположена на больших высотах, отступают меньше. Повышение границы питания приводит к тому, что боковые потоки льда, область питания которых целиком превращается в область абляции, сокращаются очень быстро, но не так как ледники с отступанием концов, а

как мёртвые льды – резко уменьшается их толщина по всей площади. На космоснимках они ещё выглядят как ледники, но это уже лишь тонкий чехол льда. Примером может служить ледниковый поток, ранее бывший частью языка ледника Чунгурчатчиран, начинавшийся со склонов водораздельного гребня отрога г. Чаткара с отметками 3678 и 3629м.

Состояние озёр

Озёрам верховьев р. Малка посвящено несколько работ, среди которых можно выделить статьи, посвящённые прорыву озера в 1909г. [2], прорыву озера 11 августа 2006г. и селевой проблеме этого района [4,9], состоянию озёр в 2005г.[3,8].

На рис. 1 и 4 показаны все существующие озёра в районе ледников Бирджалычиран и Чунгурчатчиран в 2010г.

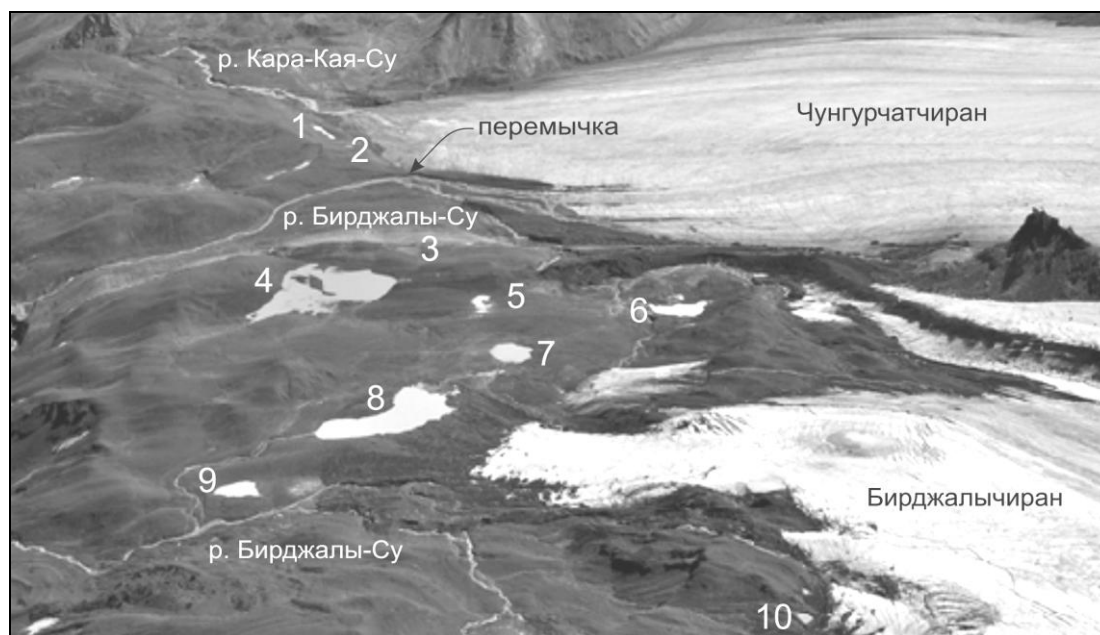


Рис. 4 Ледники Бирджалычиран и Чунгурчатчиран и группа озёр перед ними (фото К. М. Давыдова 30.08.2010г.). Стрелкой показана перемычка, отделяющая бассейны рек Бирджалы-Су и Кара-Кая-Су.

На рис.4 цифрами обозначены озёра: 1 и 2 – Юго-восточные Чунгурчатские, 3 – Треугольное (Юго-западное Чунгурчат), 4 – Северное Бирджалы, 5 – нижнее Восточное Бирджалы, 6 – остаточное Восточное Бирджалы, 7 – Круглое (остаточное Среднее Бирджалы [1]), 8 – Подкова, 9 – Западное Бирджалы, 10 –

Юго-западное Бирджалы. Озёра № 2 и №3 на фото почти не видны, их можно рассмотреть на схеме рис. 1.

За последние три года исчезли: 1) одно из самых стабильных озёр – Среднее Чунгурчат, существовавшее с 1979 по 2009гг.; 2) озеро Юго-Западное Чунгурчат, располагавшееся в 2007г. между грядками срединных морен; 3) одно из остаточных озёр на месте озера Восточное Бирджалы. Вдвое уменьшилось озеро Западное Бирджалы в результате заноса его отложениями потоков ледниковых вод.

Суммарные площади озёр, определённые в результате обследования и по аэрофотоснимкам и космическим снимкам, отображены в табл.1.

Таблица 1

Количество и суммарная площадь озёр в разные годы перед ледниками Бирджалычиран и Чунгурчатчиран

Год	Количество озёр	Площадь озёр, тыс. м ²
1957-2010		434
2005 [8]	11	226
2007 [1]	11	120
2010	10	112

Самое крупное озеро Северное Бирджалы имеет площадь около 55 тыс.м² и почти не меняется в размерах с 2002г. До этого озеро увеличивалось за счёт таяния мёртвого льда. С 11 августа 2006г. после прорыва озера Восточное Бирджалы сток с ледника в озеро Северное Бирджалы прекратился и теперь оно питается за счёт таяния снежников, часто перелетывающих. Сток с озера постоянный в летнее время (об этом свидетельствуют данные наших маршрутов июля 2007 и 2008гг., фотографии Ю. А. Авакяна и В. Ю. Акилова июля 2009г., С. С. Черноморца августа 2007г., К. М. Давыдова августа 2010г.), но расход потока к концу лета заметно уменьшается.

Озеро Подкова приобрело свою форму к 2006г. после слияния двух небольших озёр, образовавшихся в 2003г. на пути прорыва озера Среднее Бирджалы [1]. По сравнению с 2007г. озеро заметно увеличилось (с 21 до 28 тыс. м²)

в результате сокращения мёртвых льдов ледника Бирджалычиран, ограничивающих озеро с юго-востока. В настоящее время озеро Подкова является проточным и не имеет преград, которые могли бы исчезнуть с понижением уровня озера и его прорывом.

Озеро Круглое (6,6 тыс.м²), расположенное восточнее, является остаточным на месте бывшего озера Среднее Бирджалы. В настоящее время озеро Круглое питается талыми водами мёртвых льдов, покрывающих склон над ним. Но доля талого стока становится всё меньше, так как он в большей степени направлен к востоку, в обход выступа коренного ложа, покрытого мореной.

До 2005г. на участке между озёрами Круглое и современным озером Подкова существовало промежуточное озеро треугольной формы, но к 2006г. в результате переформирования ледникового стока и протаивания невысокой перемычки оно исчезло.

Озеро Восточное Бирджалы остаточное (около 6,5 тыс.м²) питается талыми водами снежника и мёртвых льдов, покрывающих склон ригеля и имеет поверхностный сток.

Озеро юго-восточное Чунгурчатское №1 (2,6 тыс.м²) появилось в 2006 г. На снимке с МКС 2005г. его ещё не было. В 2007г. оно уже увеличилось в два раза и достигло почти 100м длины. В озеро поступал сток с ледника Чунгурчат, и оно было проточным. На момент обследования 29.08.2010г. оно уже не имело стока, его уровень был на 1,2м ниже максимального, отмеченного 11.10 2006г.[4], 19.07.2007г. и 23.07.2009г.

Озеро юго-восточное Чунгурчатское №2 (1,2 тыс.м²) появилось в 2007г. на небольшом массиве мёртвого льда. В 2009г. оно ещё не имело поверхностного стока. В 2010г. озеро почти полностью вытекло после вытаивания мёртвых льдов, ограничивающих озеро от склона, обращённого к леднику. Сток с мёртвых льдов теперь минует мелеющее озеро.

Моренная терраса, на которой расположены озёра №1 и №2, имеет коренное основание, как и гряда, отделяющая его от ледника Чунгурчат.

Озёра Треугольное и Восточное Бирджалы нижнее (№3 и №5 на рис. 4) занимают неглубокие понижения в рельефе с очень малыми водосборами. Они существуют в тех же размерах более 5 лет и не имеют стока.

Озеро Юго-западное Бирджалы (№10 на рис.4) образовалось в 2009г. Оно имеет площадь менее 1 тыс.м². Это первое озеро, образовавшееся на более высокой ступени лавового потока. Отступление ледников на этом участке может привести к образованию новых озёр.

Другими участками возможного озёрообразования на этой пологой ступени являются площадки к юго-западу от пика Калицкого по обе стороны от гряды срединной морены, в настоящее время ещё занятые ледниковым льдом. Благодаря высоким темпам деградации ледников в ближайшие годы этим участкам следует уделить особое внимание.

Существующие на настоящий момент озёра не являются прорывоопасными. Основанием для продолжения мониторинга за ними можно считать усилившиеся процессы деградации ледников и резкие изменения русел потоков ледниковых вод, при которых водные массы озёр могут служить дополнительными источниками для мощных паводков.

Авторы выражают благодарность ИТЦ «СканЭкс» за предоставление космического снимка Spot 4, ГУ МЧС по КБР за предоставленную возможность проведения аэровизуальных наблюдений в 2009г., М. М. Багову за содействие в проведении экспедиции, Ю. А. Авакяну, В. Ю. Акилову, М. В. Голубеву, К. М. Давыдову, Э. В. Запорожченко, В. Копылову, И. А. Лабутиной, С. С. Черноморцу за любезно предоставленные фотографии и материалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багов Аз. М., Докукин М. Д., Савернюк Е. А. Особенности деградации ледников Бирджалычиран и Чунгурчатчиран северо-восточного подножия Эльбруса и эволюция приледниковых озёр за 50 лет // Материалы международной научной конференции «Гляциология в начале XXI века»,

Москва, 15-16 октября 2009 г. – М.: Университетская книга, 2009. – С. 156–161.

2. Герасимов А. О прорыве ледникового озера на NO склоне Эльбруса // Известия Геологического Комитета. – 1909. – Т. 28, № 7. – С. 156–160.
3. Ефремов Ю. В., Ильичёв Ю. Г., Николайчук А. В. Динамика современного оледенения и селевых процессов на северных склонах г. Эльбрус в истоках Малки // Труды Всероссийской конференции по селям 26-28 октября 2005 г. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – С. 210–220.
4. Запороженко Э. В. Селевые потоки по рр. Кара-Кая-Су и Бирджалы-Су в Кабардино-Балкарии: сравнительный анализ прошлой и новейшей истории // Вестник Владикавказского научного центра. – 2008. – Т. 8, №1. – С. 33-43; №2. – С.27–33.
5. Золотарёв Е. А. Эволюция оледенения Эльбруса. Картографо-аэрокосмические технологии гляциологического мониторинга. – М.: Научный мир, 2009. – 238 с.
6. Каталог ледников СССР. Том 8. Северный Кавказ. Часть 5. Бассейны рек Малки, Баксана. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 145 с.
7. Оледенение Эльбруса. Под ред. Г. К. Тушинского. М.: МГУ, 1968. – 345 с.
8. Черноморец С. С., Тутубалина О. В. Селеопасные ледниковые озера как фактор угрозы при строительстве (на примере Северного Приэльбрусья) // Труды Всероссийской конференции по селям 26-28 октября 2005 г. М.: Издательство ЛКИ, 2008. – С. 202–207.
9. Черноморец С. С., Петраков Д. А., Тутубалина О. В., Сейнова И. Б., Крыленко И. В. Прорыв ледникового озера на северо-восточном склоне Эльбруса 11 августа 2006 г.: прогноз, событие и последствия. // Материалы гляциологических исследований. – 2007. – Вып. 102. – С. 219–223.

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ДИНАМИКИ ОБВАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЛЕДНИКЕ БАРТУЙЦЕТЕ (РЕСПУБЛИКА СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ - АЛАНИЯ)

Каменная лавина на леднике Бартуйцете (1959г.) впервые описана М.Д. Докукиным [1]. В этой работе размеры обвалившегося блока, вызвавшего каменную лавину, были определены неточно, что объясняется особенностями сравнительного дешифрирования аэрофотоснимков и привязкой данных, снятых по ним, к карте.

Автор данной работы решила вернуться к этому вопросу, применив современные компьютерные технологии. Кроме уточнения параметров обвалившегося блока сделана попытка проследить изменения формы отложений, произошедшие в результате движения ледника за период 1959-2004 годы.

При выполнении работы использованы данные, снятые с топографической карты М 1:25 000, аэрофотоснимки 1957, 1959, 1975 годов, космический снимок 2004 года Quick Bird из проекта Google Earth, а также вертолётный снимок М.Д. Докукина 1988 года и вертолётные снимки НПП «InfoTERRA» 2004 года.

На рис.1 показаны фрагменты аэрофотоснимка 1957 года, фиксирующего состояние скального блока до обвала, и космического снимка Quick Bird этого же участка через 45 лет после обвала.

Форма обвалившегося блока близка к призматической. При средней высоте блока 140м и средней площади основания 15400м^2 объём составил немногим более 2 млн.м^3 , что значительно отличается от объёма 360–380 тыс.м³ в работе [1].

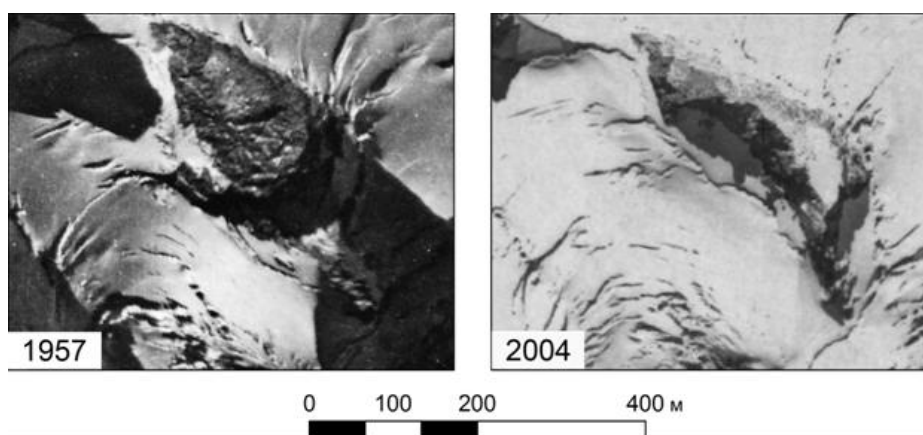


Рис. 1. Зона отрыва скального блока: 1957 год – аэрофотоснимок, 2004 – космический снимок Quick Bird от 23.10.2004 (Google Earth).

Особенности морфологии отложений каменной лавины в 1959г.

Обвал скального блока произошёл на высоте 3780м. Нижняя отметка зоны отложений – 2730м. Максимальное горизонтальное проложение – 3480м.

Обвальные массы на леднике распределились неравномерно, чутко реагируя на все неровности поверхности ледника. Выше 2860м обломочный чехол покрывал левый поток ледника на всю его ширину. Ниже продвинулись только два узких обломочных потока поздней фазы каменной лавины. Они обтекли выпуклость осевой зоны ледникового языка и двигались по краевым продольным ложбинам. Хотя правая ложбина была глубиной менее 10м, этого оказалось достаточно, чтобы вся обломочная масса поместилась в ней. Правый обломочный поток остановился на высоте 2750м, приняв каплевидную форму (рис.2, участок 1). Левый продвинулся только до высоты 2810м и во фронтальной зоне сузился (участок 2).

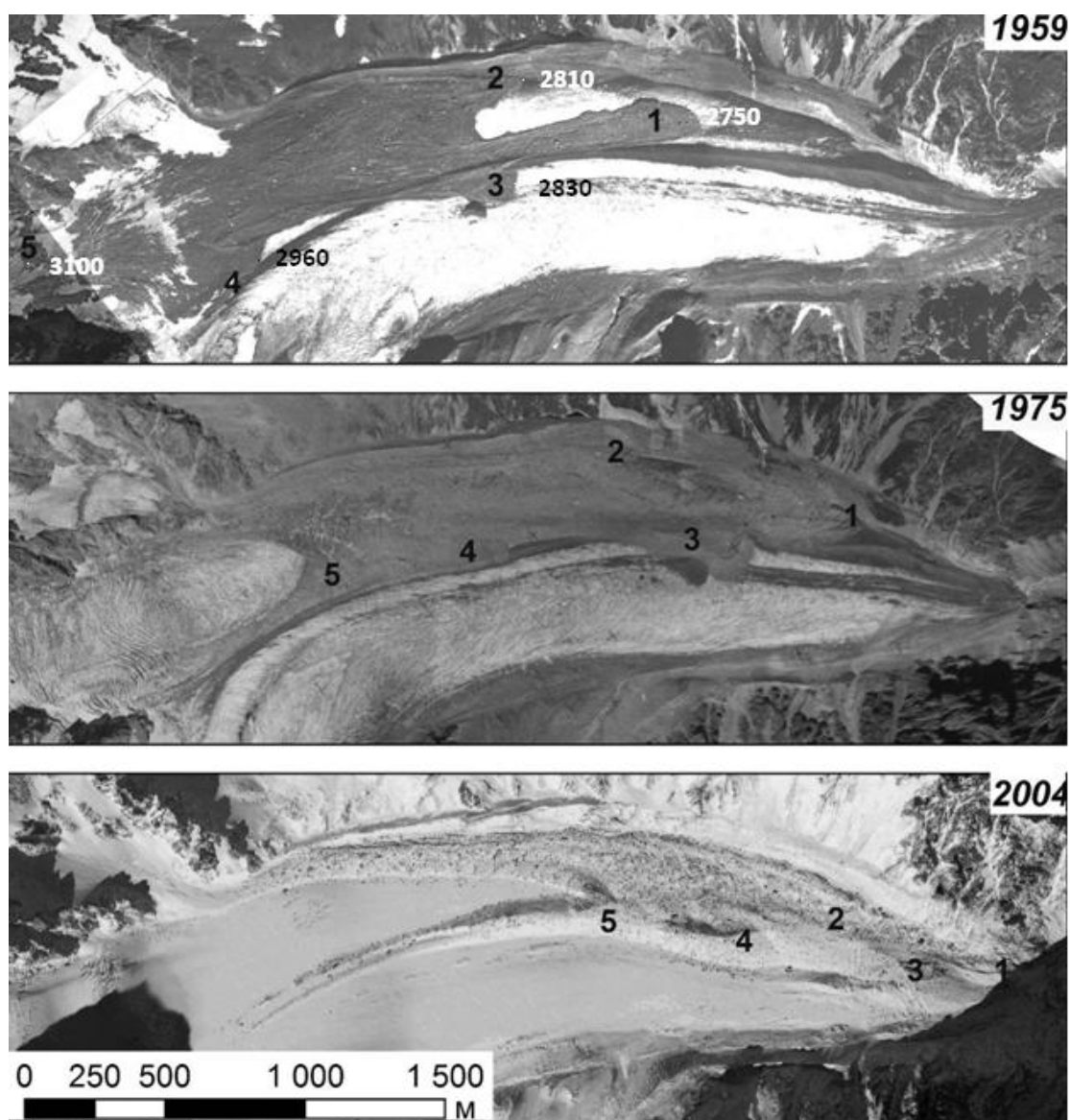


Рис. 2. Динамика отложений каменной лавины на леднике Бартуйцете за 1959–2004 годы. 1959 и 1975 – аэрофотоснимки, 2004 – космический снимок Quick Bird от 23.10.2004 (Google Earth). Цифрами отмечены характерные участки и абсолютные отметки.

На участке 3 обломочные массы третьей фазы каменной лавины преодолели невысокую гряду срединной морены и аккумуляровались на поверхности правого ледникового потока в виде трёхступенчатого террасовидного массива. Причём гряда срединной морены не была деформирована, а только обмазана тонким слоем обвальных отложений, через который отчётливо проглядывал острый гребень.

Участок 4, обозначенный на рис. 2 (1959 год), являлся коротким «шпатель-образным» ответвлением последней фазы обвального процесса.

В тыловой зоне отложений обвальных масс (участок 5) также выбран характерный участок, для того, чтобы в дальнейшем проследить скорость смещения верхней границы.

Изменения формы отложений каменной лавины как результат движения ледника

Ниже представлена сводная таблица, характеризующая скорости движения участков левого потока ледника Бартуйцете за период с 1959 по 2004 годы.

Таблица

Скорости движения участков левого потока ледника Бартуйцете

№ участка обломочного чехла на леднике (рис. 2)	Период, годы	Смещение нижнего края, м	Скорость, м/год
1	1959-1975	580	36
	1975-2004	580	20
2	1959-1975	350	22
	1975-2004	500	17
3	1959-1975	850	53
	1975-2004	660	20
4	1959-1975	900	56
	1975-2004	1000	34
5	1959-1975	1050	65
	1975-2004	1000	34

Средняя скорость движения левого потока ледника составила около 36м/год. Наибольшая скорость отмечена в верхней центральной части на выходе из цирка (65м/год), а также в правой части левого потока ледника (56м/год). Для крайней части левого потока ледника характерна наиболее низкая скорость (17м/год).

Замедление скоростей движения льда в нижней части ледника привело к увеличению ширины участков и уменьшению их длины. На крутых участках ледника массы обломочного чехла сползали под действием силы тяжести. Например, к 1975 году каплевидный массив участка 1 сместился влево и перекрыл ложбину между телом ледника и склоном. Участок 2 образовал массив погребенный

бённого льда с многочисленными трещинами. Изменение общего наклона ледника вправо в нижней части и понижение поверхности ледника относительно обломочного чехла привело к формированию протяжённых фронтальных уступов участков 3 и 4.

Появилась чёткая серповидная верхняя граница тыловой зоны обломочного чехла (рис. 2, 1975, участок 5), которая со временем приобрела стреловидную форму (рис. 2, 2004, участок 5). Серповидная морена, часто упоминаемая в литературе в описании моренного чехла ледника Шхельда в бассейне Адыл-су [2], может служить одним из характерных признаков тыловой границы обвального массива моренного чехла.

Относительно узнаваемыми остались формы участков 3 и 4, так как они расположены на внешней границе обломочного чехла и привязаны пространственно к гряде срединной морены.

В результате анализа произошедшей за 45 лет трансформации обломочного чехла ледника Бартуйцете были выявлены основные особенности этого процесса:

- 1) различие скоростей движения льда в осевой и краевых зонах языка ледника привело к изменению формы отложений в осевой зоне из серповидной в стреловидную;

- 2) общее понижение поверхности ледника в результате деградации за период с 1959 по 2004 годы, замедление абляции участков, покрытых обломками, ссыпание обломков под действием гравитационных сил, сгружение и перемещение обломочного чехла левым потоком ледника привели к увеличению откозов обломочного массива;

- 3) вследствие указанных процессов в нижней части языка ледника произошло увеличение ширины левого потока и уменьшение ширины правого потока ледника соответственно (рис. 2, 1975 и 2004 годы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Докукин М. Д. О каменной лавине в районе ледника Бартуйцете (Центральный Кавказ) // Известия ВГО. – 1988. – Т. 120, Вып. 4. – С. 348–353.

2. Сейнова И. Б., Золотарёв Е. А. Ледники и сели Приэльбрусья (Эволюция оледенения и селевой активности). – М.: Научный мир, 2001. – 203 с.

РАЗВИТИЕ КАМНЕПАДОВ НА ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ КБР

Ритм жизни камнепадов связан с температурой, а также с экспозицией склона, временем года и погодными условиями. Вся эрозия скал связана с водой. При плюсовой температуре лед тает, вода стекает по скалам, заполняя трещины и другие полости рельефа. Как только температура опускается ниже нуля, вода начинает замерзать и разрывает скалы по трещинам. Часть оторванных таким образом кусков породы обваливается, образуя вечерний камнепад. Когда вода окончательно замерзает, камнепады прекращаются. В утренние часы снова происходит таяние, вследствие чего начинают обваливаться оторванные, но примерзшие куски породы, образуя, как правило, утренний камнепад.



Рис. 1. Камнепад на Северном Кавказе

Летом на Кавказе, да и во многих других районах, этот ритм в солнечную погоду согласуется со временем освещения склона солнцем (начиная с его верхней части). Как только склон нагревается, а это примерно через 2 часа после освещения его солнцем, может произойти утренний камнепад. Вечерний камнепад

начинается через некоторое время после ухода солнца со склона и продолжается в течение нескольких часов [1] (рис. 1).

Камнепадами называют падение со склонов отдельных камней или глыб. Размер этих обломков может варьировать от нескольких сантиметров до нескольких метров в поперечнике. Механизм этого явления заключается сначала в подготовке к падению блока породы, отделенного от массива трещиной или удерживающегося силами сцепления между каменным обломком и окружающим его глинистым заполнителем. Расстояние, на которое может отлететь камень, зависит от высоты, с которой он падает, крутизны склона и величины самого камня (рис. 2).

Существует эмпирическая формула Е. К. Гречишева для теоретического расчета расстояния отлета камня (X_T)

$$X_T = -\frac{\alpha + 45^\circ}{450} \cdot H,$$

где α – угол откоса к горизонту (крутизна); H – высота откоса, в метрах.

В.Д. Ломтадзе предложен коэффициент угрожаемости обвалов и вывалов

$$K_y = X_\phi / X_T,$$

где X_ϕ – ширина имеющейся или проектируемой улавливающей площадки, в пределах которой существует угроза от падающих камней.

Если $K_y \leq 1$, то полотно дороги или площадки сооружения находится под непосредственной угрозой вывалов; если же $K_y > 1$, то на расстоянии от бровки откоса падение камней и глыб не будет опасным [4].



Рис. 2. Камнепад в районе Западного Тянь-Шаня

Непосредственно камнепады относятся к быстрым гравитационным процессам, проявляются на уступах плато и отпрепарированных даек с относительными высотами от нескольких десятков до нескольких сотен метров. На большей части уступов отчетливо выделяются три вертикальные зоны: верхняя – зона камнепадов или срыва, средняя – осыпная и нижняя – делювиально-солифлюкционная [3]. Здесь мы рассмотрим только верхнюю зону, в пределах которой происходит камнепад.

Зона камнепадов в зависимости от высоты уступов может занимать пояс высотой до нескольких десятков и даже сотен метров. В ее пределах распространены в основном коренные базальтовые породы. Обнаженные скальные уступы крутизной 50° - 90° чередуются здесь с более пологими участками, покрытыми обломочными продуктами выветривания. В поперечном профиле склонов выпуклые части чередуются с вогнутыми.

В камнепадах принимают участие продукты выветривания и отложения солифлюкционного происхождения. Первые образуются в результате выветривания обнаженных уступов, вторые поступают с лежащих выше пологих частей склонов. При поступлении грунтовых масс из зоны камнепадов на осыпные шлейфы падение материала сменяется его осыпанием. В последнем процессе

участвуют отчасти и те обломки, которые подверглись механическому воздействию камнепадов [3].

Особенности рельефа Кабардино-Балкарской Республики предопределяет широкое развитие процессов камнепада в горной части ее территорий. По имеющимся данным (Ульбашев Х.М., Чулков К.И.) в республике общая площадь, подверженная обвалам и осыпям, составляет 4250 км². Особенно интенсивно эти процессы проявляются в приледниковой зоне, которая характеризуется наличием крупных массивов незакрепленных пород, а также экстремальными величинами крутизны склонов, амплитуды относительных высот и интенсивности процесса выветривания [2].

Изучая камнепады на горных территориях КБР, можно проследить, где происходит падение на строения и инженерные сети. На данный момент можно выделить участки, наиболее подверженные камнепадам: 1) Черекский район: с.Бабугент – с.Карасу, с.Карасу – с.Безенги, с.Безенги – турб.Альплагерь, с.Бабугент – с.Верхняя Балкария; 2) Баксанский район: с.Жанхотеко – с.Бедык, с.Бедык - г. Тырныауз, г.Тырныауз – с.Верхний Баксан, с.Верхний Баксан – п.Эльбрус; 3) Чегемский район: с.Лечинкай – с.Нижний Чегем, с.Нижний Чегем- с.Хушто-Сырт, с.Хушто-Сырт – с.Верхний Чегем, с.Верхний Чегем – турб. Чегем.

На сегодняшний день проблема камнепадов в нашей республике остается малоизученной. Устранение угрозы, уносящей жизни многих людей, причиняющей большой урон жилым строениям, коммунально-транспортным коммуникациям, линиям электропередач и всему, что попадает на пути, требует инженерного решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интернет-сайт «Камнеопасные склоны.htm».
2. Мазура И.И. Атлас природно-техногенных опасностей Кабардино-Балкарской Республики. – Москва, 2005.

3. Суходровский В.Л. Рельефообразование в перигляциальных условиях (На примере Земли Франца-Иосифа). – М.: Наука, 1967.
4. Фролов А.Ф., Коротких И.В. – М.: Инженерная геология, 1983.

О СЕЛЯХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

Дагестан является горной республикой, которая подвержена широкому спектру опасных природных явлений. К одним из таких явлений относятся и селевые процессы.

По мере промышленного, рекреационного, сельскохозяйственного и научного освоения горной части республики все чаще возникает проблема оценки безопасности создаваемых объектов с точки зрения возможного воздействия указанных процессов.

Цель данного исследования – составить каталог селеопасности территории Республики Дагестан на основе имеющейся информации. Для достижения поставленной цели были использованы данные [1,2] и Дагестанского ЦГМС.

В работе представлена информация по бассейнам основных рек Дагестана (р. Сулак, р. Самур) вместе с их основными притоками (р. Андийское Койсу, р. Аварское Койсу, р. Каракойсу, р. Казикумухское Койсу, р. Кара-Самур)

При составлении каталога по селям Республики Дагестан учитывалась структура составления соответствующих каталогов в [2-4]. В связи с отсутствием достаточной информации по бассейну р. Самур использованы данные Дагестанского ЦГМС. При этом номера селевых бассейнов отмечены только по наиболее крупным рекам бассейна р. Самур.

Результаты, полученные в ходе исследования, представлены в табл. 1 и на рис. 1. На их основе создан электронный банк данных в виде компьютерной программы с возможностью редактирования.

Таким образом, в базе данных по селям собрана информация об одном из наиболее опасных экзогенных процессов на территории Республики Дагестан, которая может быть использована различными заинтересованными ведомствами.

Таблица 1

Каталог селевых бассейнов Республики Дагестан

№ п/п	№№ бас- сей- нов	Река, временный водоток	Площадь бассей- на, км ²	Абсолютные высоты, м		Сред- ний уклон ру- сел,‰	Количес- тво селе- вых оча- гов	Катего- рия се- лео- пасности	Тип селе- вого пото- ка	Генезис жидкой состав- ляю- щей	Объекты, которым угрожает сель
				максималь- ные	минималь- ные						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1. Река Андийское Койсу

1.	1 -01 – 1 -07	Сухие русла между с. Чирката и устьем р. Тлярата (лев.борт р. Андийское Кой- су)	-	-	-	-	8	-	ГК	Д	дорога
2.	1 -08	Река в районе с. Тлярата	-	-	-	-	-	-	ВК	Д	-
3.	1 -09	Река в 1 км выше с. Тлярата	-	--	-	-	-	-	ВК	Д	-
4.	1 -10 – 1 -12	Сухие русла между с. Игали и с. Ниж. Инхо (лев. борт р. Андийское Койсу)	-	-	-	-	3	-	ГК	Д	-
5.	1 -13	Р. Гелину		1890	530	113	-	-	ВК	Д	-
6.	1 -14	Р. Киятль	-	1350	535	121	-	-	ВК	Д	-
7.	1 -15 – 1 -24	Сухие рытвины с. Тлох и ниже	-	-	-	-	10	-	ГК	Д	-
8.	1 -25	Сухое русло в 2 км ниже с. Орта-Коло	-	1500	600	214	-	-	ГК	Д	дорога
9.	1 -26 – 1 -28	Сухие русла в 2 км от с. Орта-Коло вниз (лев. борт р. Андийское Койсу)	-	-	-	-	3	-	ГК	Д	дорога

10.	1-29	Пересыхающая река возле с. Орта-Коло	-	1400	615	191	-	-	ВК	Д	-
11.	1 -30	Пересыхающая река в 0,7 км выше с. Орта-Коло	-	-	-	-	-	-	ВК	Д	-
12.	1 -31	Сухое русло в 2 км выше с. Орта-Коло	-	-	-	-	-	-	ГК	Д	-
13.	1-32	Пересыхающая река в районе с. Нижн. Инхело	-	-	-	-	-	-	ВК	Д	-
14.	1 -33 – 1 -44	Расщелины с сухи- ми крутопада- ющими руслами от устья р. Ахвах до с. Агвали	-	-	-	-	12	-	ГК	Д	дорога
15.	1 -45	Р. Безымянная в 1 км выше с. Кучали	-	1750	934	326	-	-	ВК	Д	-
16.	1 -46	Р.Саситлигая	-	2950	1090	133	-	-	ВК	Д	-
17.	1 -47	Р. Безымянная в 4,2 км выше устья р. Китлярта	0,8	2400	1240	682	-	-	ВК	Д	-
18.	1 -48	Р. Куса	9,8	2900	1247	331	-	-	ВК-	Д	-
19.	1 -49	Р. Безымянная в 0,8 км выше с. Цехок	3,5	2050	1556	329	-	-	ВК	Д	-
20.	1 -50	Р. Безымянная око- ло с. Гениятль	9,5	2531	1655	175	-	-	ВК	Д	-
21.	1 -51	Р. Хема	-	3290	1518	158	-	-	ВК	Д	-
22.	1 -52	Р. Цадеиху	-	3282	1690	300	-	-	ВК	Д	-
23.	1 -53	Сухой лог около с. Хварши (ур.Ажи)	-	3105	1840	421	-	-	ГК	Д	-
24.	1 -54	Ручей Бочох	17,5	3350	1997	169	-	-	ВК	Д	-
25.	1 -55	Сухой лог в 1,2 км ниже с. Хонох	2,5	2700	1950	326	-	-	ГК	Д	-
26.	1 -56	Сухое русло в 1,7 км выше с. Хварши (ур.Квиги)	2,2	2750	1880	322	-	-	ГК	Д	-

27.	1 -57	Р. Торгай	-	2750	1558	518	-	-	ВК	Д	-
28.	1 -58	Р. Бецукаре	-	2550	1452	343	-	-	ВК	Д	-
29.	1 -59	Р. Безымянная в 4,5 км от устья р. Хварши	-	2500	1310	372	-	-	ВК	Д	-
30.	1 -60	Р. Хварши	187	32209	1080	92	-	-	ВК, ГК	Л, Д	-
31.	1 -61	Овраг в районе с. Кучали	-	1570	922	324	-	-	ГК	Д	-
32.	1 -62	Овраг в 1 км выше с. Кучали	-	1265	934	331	-	-	ГК	Д	-
33.	1 -63	Сухое русло напротив с. Кучали	-	1500	920	290	-	-	ГК	Д	-
34.	1 -64	Овраг с сухим руслом в 1,7 км выше устья р. Ахвах	-	-	-	-	-	-	ГК	Д	дорога
35.	1 -65	Пересыхающая речка в районе с. Анчик	-	-	-	-	-	-	ВК	Д	-
36.	1 -66	Р. Чуанди	-	2700	1300	140	-	-	ВК	Д	дорога
37.	1 -67	Р. Безымянная в 2,7 км выше устья р. Чуанди	-	2050	1490	280	-	-	ВК	Д	-
38.	1 -68	Р. Тахо	-	3274	1300	131	-	-	ВК, ГК	Д	дорога
39.	1 -69	Р. Ахвах в верхнем течении	275	3450	687	92	-	-	ВК, ГК	Д	-
40.	1 -70	Р. Артлисечтляр до устья р. Тахо	-	3450	1659	194	-	-	ВК, ГК	Д	-
41.	1 -71	Р. Тунситль	-	2770	1583	152	-	-	ВК	Д	-
42.	1 -72	Сухое русло напротив с. Орта-Коло	-	-	-	-	-	-	ГК	Д	-
43.	1 -73	Сухое русло в 3 км выше с. Тлох	-	2400	584,1	202	-	-	ГК	Д	-
44.	1 -74	Р. Хебдареч в рай-	-	1700	568	63	-	-	ВК	Д	-

45.	1 -75	оне с. Тлох Р. Эмита	-	1900	550	93	-	-	БК, ГК	Д	-
46.	1-76 –1 -82	Сухие русла на участ- ке между с. Игали и с. Ниж. Инхо (7 км)	-	-	-	-	7	-	ГК	Д	дорога
47.	1 -83	Пересыхающая река в районе с. Игали	-	1832	478	225	-	-	БК	Д	-
48.	1-84 – 1-93	Сухие овраги меж- ду с. Чирката и устьем р. Тлярота	-	-	-	-	10	-	ГК	Д	дорога
49.	1-94	Р. Безымянная в 4,3 км выше с. Чирката	-	-	-	-	-	-	БК	Д	-
50.	1-95	Р. Безымянная в 4 км выше с. Чирката	-	-	-	-	-	-	БК	Д	-

2. Река Аварское Койсу

51.	2 -01	Р. Безымянная юж- нее с. Унцукуль	2,3	862	420	164	-	-	БК	Д	дорога
52.	2 -02	Р. Безымянная в районе с. Хинтли- мита	3,5	1200	467	244	-	-	БК, ГК	Д	дорога
53.	2 -03	Р. Арсул	17,0	1200	522	71	-	-	БК	Д	-
54.	2 -04	Пересыхающая река напротив Кудут- линской площадки	7,5	1626	539,2	155	-	-	БК	Д	-
55.	2 -05	Р. Цечетляр	41,0	2087	590	71	-	-	БК	Д	-
56.	2 -06	Р. Алатляр	35,0	2036	621	67	-	-	БК	Д	-
57.	2 -07	Р.Тобот	90,0	1950	763	59	-	-	БК	Д	-
58.	2 -08	Овраг в районе с. Зайб	-	1010	778,4	129	-	-	ГК	Д	дорога
59.	2 -09	Овраг в 0,7 км выше с. Зайб	-	950	790	133	-	-	ГК	Д	дорога
60.	2 -10	Пересыхающая река в 2,3 км выше с. За-	3,2	2200	797	334	-	-	БК	Д	дорога

61.	2 -11	иб (по прямой) Р. Безымянная через с. Накитль	4,7	1400	800	133	-	-	ВК	Д	дорога
62.	2 -12	Р. Безымянная через с. Датуна	10,5	1350	821	160	-	-	ВК	Д	-
63.	2 -13	Р. Андихтляр	19,0	2600	842	120	-	-	-	-	дорога
64.	2 -14	Р. Безымянная, бе- рущий начало в ур. Талубмеэр	1,7	1376	849	229	-	-	ВК	Д	дорога
65.	2 -15	Р. Могохтляр	26,0	2460	883	124	-	-	ВК	Д	дорога
66.	2 -16	Р. Безымянная в 2,4 км выше с. Совет- ское	0,5	1250	932	244	-	-	ВК	Д	дорога
67.	2 -17	Р. Чарах	54,0	3130	1208,5	156	-	-	ВК	Д	-
68.	2 -18	Р. Безымянная в 2,2 км ниже с. Кособ- Орта	5,5	2980	1235	498	-	-	ВК	Д	-
69.	2 -19	Р. Безымянная в 0,4 км выше оврага в районе с. Никар	3,7	2750	1590	313	-	-	ВК	Д	-
70.	2 -20	Р. Безымянный в 1 км ниже аула Хади- ял	5,0	3000	1695	466	-	-	ВК	Д	-
71.	2 -21	Левый исток р. Ку- даор	13,0	2936	1946	198	-	-	ВК	Д	-
72.	2 -22	Р. Безымянная через аул Хадиял	2,0	2550	1740	289	-	-	ВК	Д	-
73.	2 -23	Р. Безымянная в 1 км ниже аула Хади- ял	2,1	2650	1715	374	-	-	ВК	Д	-
74.	2 -24	Овраг в районе с. Никар	-	2000	1565	544	-	-	ГК	Д	-
75.	2 -25	Р. Кудаор	88,0	3250	1475	100	-	-	ВК	Д	-
76.	2 -26	Р. Мазадинка	81,0	3190	1290	99	-	-	ВК	Д	-
77.	2 -27	Р. Темирор	132,0	3050	1078	117	-	-	ГК, ВК	Д	дорога
78.	2 -28	Р. Гичинор	85,0	2549	963	92	-	-	ГК, ВК	Д	-

79.	2 -29	Р. Безымянная в 2,7 км выше с. Советское	0,3	1300	948	352	-	-	ВК	Д	-
80.	2 -30	Р. Безымянная в 2 км выше с. Советское	0,8	1450	927	373	-	-	ВК,	Д	-
81.	2 -31	Р. Безымянная в 1,2 км выше с. Советское	2,5	1750	918	297	-	-	ВК	Д	-
82.	2 -32	Р. Безымянная, берущий начало в районе ур. Урзиб	2,4	1589	865	289	-	-	ВК	Д	-
83.	2 -33	Овраг в 0,9 км выше реч. Зиурляр	-	1300	849	451	-	-	ГК	Д	-
84.	2 -34	Р. Зиурляр	37,0	1741	847	78	-	-	ВК-	Д	-
85.	2 -35	Р. Безымянная в 0,7 км ниже с. Датуна	4,5	1550	812	194	-	-	ВК	Д	-
86.	2 -36	Р. Телетльяр	12,5	1400	800	80	-	-	ВК	Д	-
87.	2 -37	Пересыхающая река напротив с. Заиб	-	1250	781	130	-	-	ГК, ВК	Д	-
88.	2 -38	Овраг в 1 км выше с. Гоготляр	-	1200	790	315	-	-	ГК	Д	дорога
89.	2 -39	Р. Безымянная в 0,4 км выше устья р. Гоготляр	3,0	1140	755	145	-	-	ВК	Д	дорога
90.	2 -40	Р. Гоготляр	17,5	1829	762	138	-	-	ВК	Д	дорога
91.	2 -41	Р. Квартах	8,0	1370	664	94	-	-	ВК	Д	-
92.	2 -42	Пересыхающая река в 1 км выше Кудутлинской площадки	6,7	1078	552	100	-	-	ГК, ВК	Д	-
93.	2 -43	Р. Безымянная в 0,7 км выше Кудутлинской площадки	13,4	1269	547	83	-	-	ВК	Д	дорога
94.	2 -44	Пересыхающая река в 1,2 км ниже с.	13,0	1056	484,3	80	-	-	ГК, ВК	Д	-

95.	2 -45	Ирганай Сухой овраг в рай- оне ур. Кушмата	1,7	950	481	213	-	-	ГК	Д	дорога
96.	2 -46	Сухая расщелина в районе ур. Кушмата	1,5	670	475	115	-	-	ГК	Д	дорога
97.	2 -47	Пересыхающая река в 1,6 км ниже с. Хинтлимита	1,0	603	460	75	-	-	ГК, ВК	Д	дорога
98.	2 -48	Расщелина напро- тив с. Хинтлимита	2,5	969	469	185	-	-	ГК	Д	-
99.	2 -49	Расщелина с сухим рус-лом у начала расширения долины Ав. Койсу в 0,5 км выше моста через реку	2,5	1500	450	388	-	-	ГК	Д	дорога

3. Река Каракойсу

100	3 -01	Р. Гуртлякилатляр	11,0	1700	616	180	-	-	ВК	Д	-
101	3 -02	Сухое русло напро- тив с. Гергебиль ГЭС	1,2	960	734	224	-	-	ГК	Д	-
102	3 -03	Пересыхающая река у верхнего конца Гергебильского во- дохранилища	-	-	-	-	-	-	ГК, ВК	Д	-
103	3 -04	Р. Зиздатляр	4,2	2890	2017,2	249	-	-	ВК	Д	-
104	3 -05	Р. Кажалда	30,0	27239	1770	130	-	-	ВК	Д	-
105	3 -06	Р. у с. Тлярабазутль	8,7	2300	1690	135	-	-	ВК	Д	-
106	3 -07	Р. Хухухор	32,0	3400	1850	166	-	-	ГК, ВК	Д	-
107	3 -08	Река в 0,5 км от р. Хухухор	3,0	3000	1868	471	-	-	ГК, ВК	Д	-
108	3 -09	Река в 1,2 км от р. Хухухор	1,8	2800	1922	439	-	-	ГК, ВК	Д	-

109	3 -10	Р. около водопада Чирхалю	4,8	2468,3	2140	410	-	-	ГК, ВК	Д	-
110	3 -11	Сухое русло, берущее начало с вершины г. Герулом	1,0	31526,5	2010,5	573	-	-	ГК	Д	тропа
111	3 -12	Безымянная река в 0,5 км р. Хухухор	13,5	3350	1950	200	-	-	ВК	Д	-
112	3 -13	Сухое русло в 2,3 км выше с. Гилюб	1,5	2800	1804	452	-	-	ГК	Д	-
113	3 -14	Река через с. Хитаб	9,5	3100	1945	210	-	-	ВК	Д	-
114	3 -15	Река в 2,7 км выше с. Кубатль	1,8	2900	2258	428	-	-	ВК	Д	тропа
115	3 -16	Река в 1,3 км выше с. Кубатль	9,8	3350	2335	203	-	-	ВК	Д	-
116	3 -17	Левый исток р. Рисор	13,5	3050	2500	105	-	-	ГК, ВК	Д	-
117	3 -18	Р. Киренкра	10,1	3384	2392	174	-	-	ГК, ВК	Д	-
118	3 -19	Р. Шалиб	28,0	3050	1893	158	-	-	ГК, ВК	Д	-
119	3 -20	Р. у с. Читаб	0,5	2000	1845	221	-	-	ВК	Д	-

4. Река Казикумухское Койсу

120	4 -01	Р. Ершикадты	7,0	1218	938	93	-	-	ВК	Д	-
121	4-02 – 4 -06	Овраги на западном склоне хр. Кокма в 8-9 км выше с. Хосрех	-	-	-	-	5	-	ГК	Д	дорога
122	4 -7 – 4 -13	Русла небольших рек в 1-3 км выше с. Хосрех	-	-	-	-	7	-	ГК, ВК	Д	дорога
123	4 -14	Сухая рывтина около с. Хосрех	-	-	-	-	-	-	ГК	Д	дорога, поле
124	4 -15	Р. Улицрат	2,3	2400	1896,5	201	-	-	ВК	Д	дорога
125	4 -16	Р. Барчума	40,0	1700	860	54	-	-	ВК	Д	-

5. Река Самур

126	5-01	Р. Гюльгерычай	-	-	-	-	13	-	ГК, ВК	Д	а/д Тпиг – Касум-кент
127	5-02	Лев. борт р. Самур от с. Лучек до с. Луткун	-	-	-	-	7	-	ГК, ВК	Д	а/д Лучек – Ахты, с.Луткун, с.Кака, с.Зрых, с.Кича, с.Рутул
128	5-03	Р. Кара-Самур	-	-	-	-	2	-	ГК, ВК	Д	дорога, с.Джиш-хун, с.Ихрек
129	5-04	Р. Самур от верховьев до устья р. Кара-Самур	-	-	-	-	3	-	ГК, ВК	Д	дорога, с.Джиных, с.Мишлеш, с.Цахур, с.Курдул
130	5-05	Прав. борт р. Самур от устья р. Кара-Самур до с. Калук	-	-	-	-	2	-	ГК, ВК	Д	с.Кала, с.Куфа, с.Хлют, с.Калук
131	5-06	Р. Ахтычай	-	-	-	-	4	-	ГК, ВК	Д	дорога, с.Борч, с.Хнов, с.Гдым, с.Миджах, с.Ахты

132	5-07	Р. Усухчай	-	-	-	-	-	-	ГК, ВК	Д	дорога, с.Мик- рах, с.Калад- жух, с.Килер, с.Усух- чай
-----	------	------------	---	---	---	---	---	---	--------	---	---

Примечание: знак «-» означает отсутствие информации

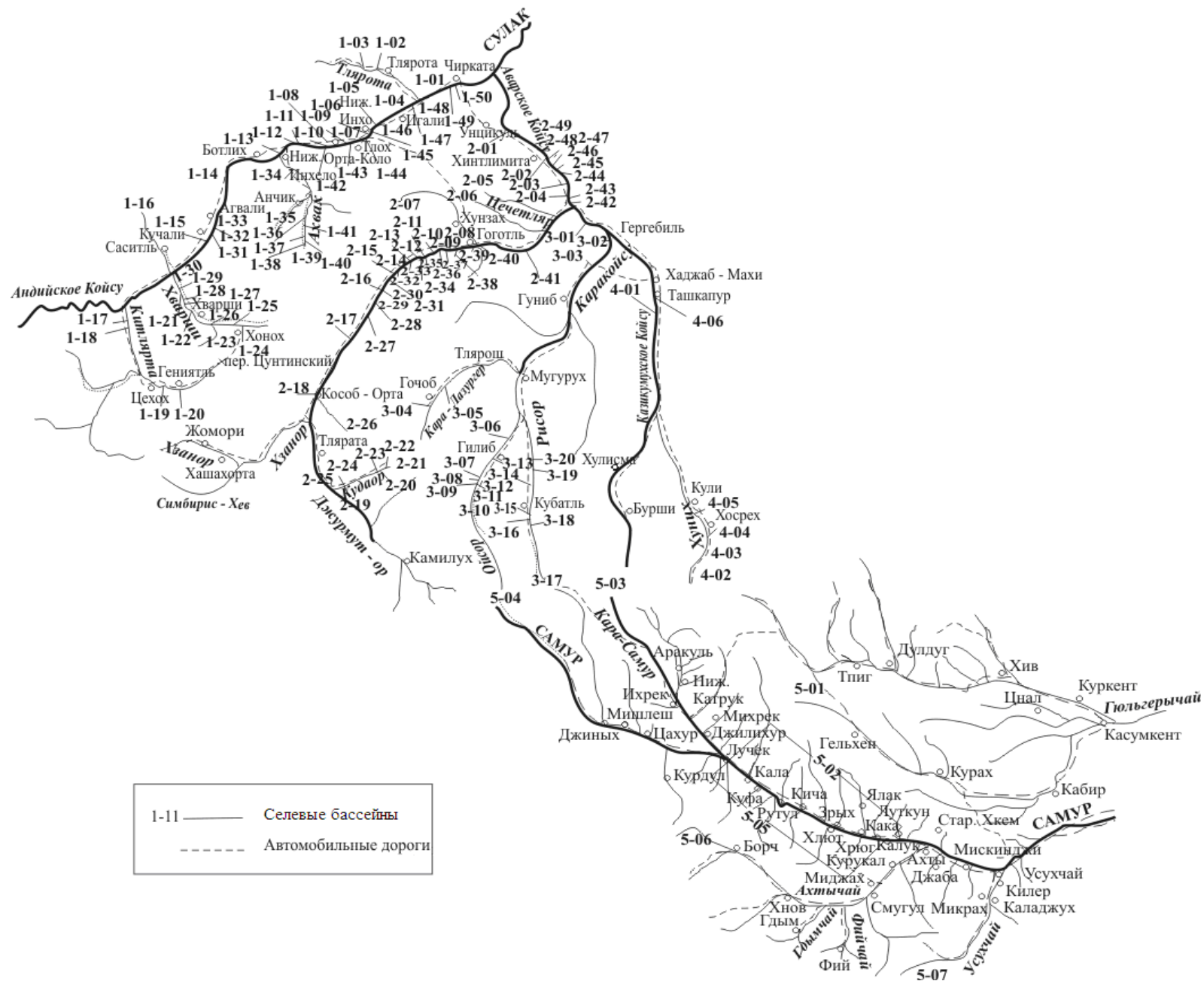


Рис.1. Карта-схема селеопасности Республики Дагестан

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимов В. А. О некоторых стихийных явлениях природы в горах юго-восточной части Северного Кавказа // Тр. ЗакНИГМИ. - Вып. 58(64). - 1974. - С. 295 - 298.
2. Герасимов В. А. Условия процессов селеобразования в Центральной части горного Дагестана // Тр. ВГИ. - Вып. 26. - 1974. - С. 138 - 156.
3. Кадастр лавинно-селевой опасности Северного Кавказа. - СПб: Гидрометеоиздат. - 2002. - 112 с.
4. Стрешнева Н. П. Некоторые закономерности распространения селевых очагов в ЧИАССР // Тр. ВГИ. - Вып. 57. - 1985. - С. 46 - 58.

И. М. Мамучиев, О. Л. Антоненко, Р. А. Ляхевич

СЕЛЕВЫЕ БАССЕЙНЫ РЕСПУБЛИКИ ИНГУШЕТИЯ

Развитие экономики любого государства основано на наличии имеющихся у него людских, природных ресурсов и т.д. В последние несколько лет руководством страны приняты приоритетные «Национальные проекты», в рамках которых достаточно внимания уделено созданию рекреационных зон в горных местностях, а также улучшению их инвестиционной и туристической привлекательности. В этих целях возникает необходимость проведения научных исследований по обеспечению безопасной жизнедеятельности людей (отдых и т.д.) на этих территориях.

При проведении исследований был изучен имеющийся материал по селям Республики Ингушетия, в частности [2], и использована геоинформационная программа Google Earth. В итоге составлен каталог селеопасных бассейнов территории Республики Ингушетия (табл. 1 и рис. 1). При этом была использована структура каталогов, представленных в [1] и [2].

В работе приведены результаты исследований по трем основным бассейнам рек: р. Армхи, р. Асса и р. Фортанга.

В связи с тем, что современный уровень сложных природных процессов требует разработки и внедрения в практику методов работы с интенсивным применением компьютерной техники, на основе полученных результатов создана база данных в виде компьютерной программы селевой опасности на территории Республики Ингушетия.

Разработанная программа дает возможность редактирования и хранения информации о распространении и режиме селевых проявлений.

Таким образом, в базе данных по селям собрана информация о селевой деятельности на территории Республики Ингушетия, которая в современных условиях актуальна для развития рекреационного комплекса республики.

Таблица 1

Каталог селевых бассейнов Республики Ингушетия

№ п/п	№№ бас- сей- нов	Наименования бас- сейнов	Площадь басей- нов, км ²	Абсолютные высоты, м		Сред- ний уклон ру- сел,‰	Количес- тво селе- вых оча- гов	Катего- рия се- лео- пасности	Тип селе- вого пото- ка	Генезис жидкой состав- ляю- щей	Объекты, которым угрожает сель
				максималь- ные	минималь- ные						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1. Река Армхи

1.	1-01	Ляжгинское ущелье	14	3668	1100	227	3	2	ГК, ВК	Д	дорога
2.	1-02	Ольгитское ущелье	34	3963	1190	213	15	3	ВК	Д	-
3.	1-03	р. Шондон	81	4451	1392	108	14	2	ВК, ГК	Д, Л-Д	-
4.	1-04	Ханкол	32	4229	1392	147	18	3	ВК	Д	-
5.	1-05	Чулхой-Чоч	20	3171	1311	152	6	3	ВК, ГК	Д	-
6.	1-06	Правый приток р. Армхи	11	3196	1280	130	1	3	ВК, ГК	Д	-
7.	1-07	Правый приток р. Армхи	7	2383	1214	131	1	3	ВК, ГК	Д	-
8.	1-08	Правый приток р. Армхи	3	1893	1157	244	3	3	ГК	Д	дорога
9.	1-09	Правый приток р. Армхи	1	1651	1137	350	1	3	ГК	Д	дорога
10.	1-10	Правый приток р. Армхи	7	2555	1080	163	2	3	ГК	Д	-
11.	1-11	Правый приток р. Армхи	6	2994	920	225	1	2	ГК	Д	-
12.	1-12	Правый приток р. Армхи	2	2343	900	533	1	3	ГК	Д	-

2. Река Асса

13.	2-01	р. Ламтычу	6	3035	1032	228	1	2	ГК	Д	дорога, трасса проект- ной жел.
14.	2-02	р. Тетри-Цкали	15	3172	1062	133	2	2	ГК, ВК	Д	дороги дорога, трасса проект- ной жел.
15.	2-03	Левый безымянный приток р. Асса	1	1440	1090	123	3	3	ГК	Д	дороги дорога, трасса проект- ной жел.
16.	2-04	р. Саргу	35	3803	1100	126	6	2	ГК, ВК	Д	дороги дорога
17.	2-05	Левый приток р. Асса	1	3031	1200	661	1	3	ВК	Д	дорога, трасса проект- ной жел.
18.	2-06	Правый безымян- ный приток р. Асса	42	4009	1218	156	6	3	ГК	Д, Л-Д	дороги дорога, трасса проект- ной жел.
19.	2-07	р. Гулойхи	134	4009	1112	111	23	3	ГК	Д, Л-Д	дороги дорога, трасса проект- ной жел.
20.	2-08	р. Тхабахро	13	2906	1106	156	5	3	ГК	Д	дороги дорога,

21.	2-09	Правый безымянный приток р. Асса	3	2602	1073	170	1	3	ГК	Д	трасса проект- ной жел. дороги -
22.	2-10	Правый безымянный приток р. Асса	2	2235	1068	240	1	3	ГК	Д	-
23.	2-11	Правый безымянный приток р. Асса	1	2550	1045	208	1	3	ГК	Д	-

3. Река Фортанга

24.	3-01	Истоки р. Фортанга	68	3033	846	144	5	3	ГК	Д	-
25.	3-02	р. Мереджи	107	3033	846	104	8	3	ГК	Д	-

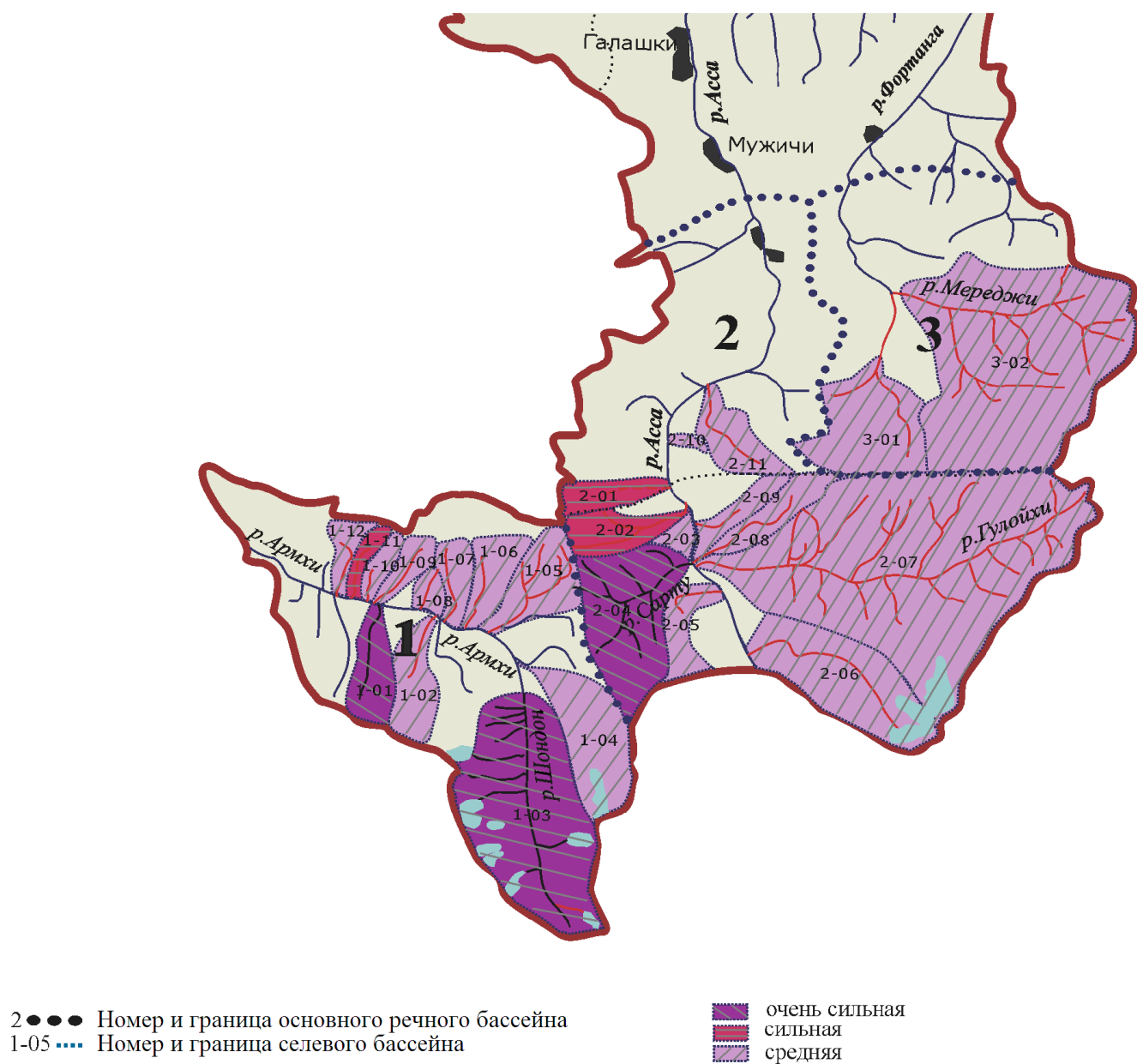


Рис.1. Карта-схема селеопасности Республики Ингушетия

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кадастр лавинно-селевой опасности Северного Кавказа. - СПб: Гидрометеоиздат. - 2001. - 112 с.
2. Стрешнева Н. П. Некоторые закономерности распространения селевых очагов в ЧИАССР // Тр. ВГИ. - Вып. 57. - 1985. - С. 46 - 58.

О СНЕЖНЫХ ЛАВИНАХ КАМЧАТКИ

Лавинные катастрофы

Из всего «букета» стихийных явлений, встречающихся на Камчатке, снежные лавины в зимнее время в горах являются одними из самых распространенных.

В 2006 году камчатский историк С. Гаврилов опубликовал в газете «Рыбак Камчатки» сведения о разрушении лавинами рыболовецких баз (артелей) в устье реки Жировая (1947, 1948 годы). При этом погибли более 50 человек.

Исторически так сложилось, что краевой центр – город Петропавловск-Камчатский – из-за ограниченности равнинной территории для строительства жилья и зданий был вынужден застраивать склоны сопки, которые, как впоследствии выяснилось, являются лавиноопасными. Первая большая трагедия в городе случилась в начале февраля 1969 года, хотя и до этого были неоднократные единичные случаи разрушения домов лавинами. В результате недельной пурги с северо-западного склона сопки Мишенная в сторону микрорайона «Сероглазка» сошла лавина объёмом 35 тыс.м³. По ходу движения она разрушила 10 частных домов. Погибли 16 человек, 12 были ранены (В. Пустовит, газета «Вести» от 09.02.1996 г.).

5 апреля 1996 года на Камчатке произошёл уникальный случай, связанный с разрушением лавиной самолёта ИЛ-76. В период с 1 по 5 апреля над южными районами полуострова бушевал мощный циклон с обильными снегопадами и метелями. В результате прирост свежавыпавшего влажного снега в горах составил 1-2м при общей его толщине 3-5м. Транспортный самолёт ИЛ-76, попав при подлёте к Камчатке в сложные снежно-метеорологические условия, не смог перелететь труднодоступную юго-западную часть хребта Быстринский и ударился на высоте 910м о склон крупной денудационной воронки, спровоцировав при этом огромную лавину объёмом более 500 тыс.м³. Лавина, подхватив самолёт, протащила его по узкому распадку более 2км, разорвав его на множество

отдельных блоков и деталей, плотно упаковала в многометровой толще лавинного снега (7-10м, максимум – 15м). Были уничтожены 49 т груза, погибли 20 человек. Поисково-спасательные работы, в которых лавинщики принимали самое активное участие, продолжались более 3-х месяцев. Осеннее (октябрь) обследование места катастрофы позволило выявить остаток лавины объёмом до 50 тыс.м³.

Другой случай произошёл под Новый год (с 31 декабря на 1 января 1993 года) в районе геологоразведочных работ Верхне-Мутновской геотермальной электростанции. На буровую установку обрушилась лавина. К счастью, бригада из 5-6 человек ушла в базовый посёлок Мутновский ГеоТЭС встречать Новый год. Лавина разрушила бытовку (балок), дизельную, а сама буровая устояла лишь благодаря мощным двухярусным тросовым растяжкам, но вышка буровой была согнута под давлением лавины.

15 апреля в верховьях реки Левая Колпакова (Срединный хребет) при восхождении на безымянную вершину (1874м) под лавиной погибли два опытейших туриста, которые спровоцировали лавину из свежавыпавшего (10-15см) снега на себя.

Несчастный случай произошел 26 марта 2006 года на левобережном склоне долины реки Паратунка (лавиносор №55), унесший жизни пятерых снегоходчиков. В данном случае, по свидетельству оставшихся в живых товарищей, лавину подрезали двое из них, заехав в зону отрыва лавины крупного лавинного очага. Лавина объёмом 126 тыс.м³ накрыла группу, расположившуюся в зоне транзита (лотке) на отдых. Из 11 снегоходчиков удалось спасти только шестерых.

И, наконец, очередная трагедия, произошедшая 10 апреля 2010 года в районе перевала Дукук (Срединный хребет). Группа фрирайдеров (сноубордистов) была высажена из вертолета МИ-8 МТВ для спуска с одноименной горы Дукук (1566м). Первая группа из 6 человек спустилась удачно. Вторая «перегрузила» склон и, подрезав снежную «доску», лежащую на слое глубинной изморози (слой отдельных снежных слабосвязанных кристаллов), спровоцировала очень

крупную лавину объёмом около 300 тыс.м³. Лавина, в которой оказались сноубордисты, двумя языками устремилась вниз, слившись в зоне транзита (лотке) выскочила на противоположный склон достаточно глубокого (20-30м) распада, где на бугре стоял вертолёт в ожидании сноубордистов. В вертолёте находились 3 члена экипажа. Лавина, выскочив на правый борт, подхватила вертолёт и протащила его словно спичечную коробку на 200м вниз по склону, полностью его разрушив. При этом погибли 2 члена экипажа. Командира с тяжелейшими травмами удалось спасти. Данная спровоцированная лавина унесла жизни 10 человек.

В последние годы во многих горных районах страны стали широко использоваться спуски на горных лыжах, сноубордах с использованием вертолётов (хели-ски). Делается это стихийно, не отработаны и не соблюдаются правила безопасности. Камчатский противолавинный центр неоднократно обращался к авиаторам и органам власти о необходимости контроля и наведения юридического порядка в данном виде экстрим-спорта, а также катания на склонах гор снегоходчиков. К сожалению, вопрос остается открытым.

Таким образом, из более чем 4500 лавин, зарегистрированных противолавинной службой за 28 лет наблюдений только в экономически освоенных районах Камчатки в 147 случаях они нанесли в той или иной степени материальный ущерб. Общее число погибших людей под лавинами на 2010 год составило 167 человек. В материальном плане от лавин больше всего потерь у ОАО «Камчатэнерго». Так, в долине реки Паратунка, в одном из самых лавиноопасных мест на Камчатке, в 1994, 1999 и 2005 годах лавинами были разрушены шесть опор ВЛ 220кВ Мутновской ГеоЭС-Авача [4]. В целом же, только относительно слабая экономическая освоенность горных территорий Камчатки минимизирует ущерб от лавин. Около 70% территории полуострова (300 тыс.км²) – горная, из них 274 тыс.км² являются лавиноопасными.

Распространение лавин

Основные орографические единицы – Срединный и Восточный хребты, со средневзвешенной высотой 1450м, сильно расчленены, с характерным альпийским обликом. В форме рельефа преобладают денудационные воронки, эрозионные врезы, деформированные кары и цирки. Особое место занимают вулканические формы – барранкосы. Вышеперечисленные отрицательные формы рельефа являются исключительно благоприятными для снегонакопления и лавинообразования с большим перепадом высот (500-2500м) и большой крутизной склонов в зоне отрыва лавин (30-50°). В лавинном отношении также представляют опасность ровные склоны (иногда залесенные). А в г.Петропавловск-Камчатский серьезные проблемы создают небольшие (20-40м), крутые (30-45°) склоны техногенного характера, с которых ежегодно обрушиваются лавины во дворы многоэтажных домов, иногда дважды за зиму. Таких лавинных очагов, рукотворно созданных человеком, в городе более 10-ти: ул. Океанская, 61, 67, 69; ул. Пономарева, 9; ул. Петропавловское шоссе, 41-43 и т.д. Общее же количество лавиносборов в городе – 95 [3].

Почти островное положение Камчатки и нахождение ее на стыке Тихого океана и Евразийского материка, а также на пути типовых траекторий большинства глубоких южных циклонов зимой обуславливают чрезвычайно сложные погодные условия. Здесь выпадает большое количество осадков: от 800 до 2500мм, из них около 60% в твердом виде. С большим количеством осадков связана большая снежность Камчатки. Например, в юго-восточных районах она достигает 2-5м, на вулканах 8-10м, на Срединном и Восточном хребтах 1,5-2,5м, в Петропавловске-Камчатском от 1 до 2,5м.

Таким образом, рельеф и большая снежность создают благоприятные условия для интенсивной лавинной деятельности на Камчатке. Высокая сейсмическая активность и вулканическая деятельность являются дополнительным фактором, усложняющим этот процесс.

Наибольшая интенсивность лавинной деятельности отмечается в средней высотной зоне гор (800-1500м). Здесь возможная повторяемость лавин от 1 до 4

из одних и тех же лавинных очагов за зиму. Преобладают лавины средних объемов от 30 до 250 тыс.м³, максимальные достигают 1 млн. м³ (бассейны рек Озерная Камчатка, Кашкан – «Пушинская» лавина, Авача, Паратунка, Вилюча, Жировая и т.д.) [1].

Особое место занимают лавины, сходящие со склонов вулканов. Они относятся к лавинам-гигантам с длиной пробега от 3 до 6,5км, зоной отложения лавинного снега от 1,0 до 2,5км². Перепад высоты таких лавин составляет 1000-2500м, объемы достигают 1,5-3,0 млн.м³. Такие лавины наблюдаются на вулканах Вилючинский, Козельский, Корякский, Ааг и вулканах Ключевской группы, которые являются популярными туристскими и альпинистскими объектами. Лавины с них сходят в течение всего года.

И совершенно необычным является тот факт, что на территории краевого центра, в г. Петропавловск-Камчатский, отмечается значительная лавинная деятельность. Противолавинной службой практически ежегодно здесь регистрируется от 5 до 15 лавин, однако, возможны случаи их массового схода, как это произошло 24 января 1988 года. В тот день в городе сошли 33 лавины суммарным объемом 330 тыс.м³, объемы 10-ти из которых составляли от 30 до 42 тыс.м³, максимальный – 70 тыс.м³ (!) (г. Раковая). Были разрушения частных жилых домов на ул. Советская и Портовская. Двое детей оказались под лавинами, но были вовремя извлечены из-под завала. В дом № 5 по ул. Закхеева лавина «ворвалась» в угловую квартиру, разбив при этом 3 балкона на 1 и 2 этажах. Если бы в этот день случилось землетрясение хотя бы в 3-4 балла, то масштабы лавинной деятельности приобрели бы размеры стихийного бедствия. Впрочем, в таком относительно крупном городе, как Петропавловск-Камчатский, даже небольшая лавина может оказаться катастрофической.

Условия образования лавин

Анализ лавин 28-летнего ряда наблюдений на Камчатке позволяет сделать некоторые предварительные выводы:

– минимальная крутизна склонов, с которых сходят до 90% лавин – 25° . Однако, при выпадении дождя на снежную поверхность или глубокой оттепели, возможны гидронапорные лавины (снежные сели) на крутизне даже $10-15^{\circ}$, а при сильных землетрясениях – практически с еще меньшей. Наиболее благоприятными являются склоны $35-45^{\circ}$.

– благодаря господствующим северо-восточным, восточным и юго-восточным направлениям влагонесущих воздушных масс при циклонах (пургах), перегружаются метелевым снегом подветренные ЮЗ, Ю и СЗ склоны, с которых сходит до 80% от общего числа лавин. Так, в бассейнах рек, впадающих в Тихий океан, большинство лавин сходит на левых бортах (р.р. Жупанова, Вилюча, Жирова и т.д.), а в бассейнах рек, впадающих в Охотское море, наоборот, на правых. Это одна из ярко выраженных отличительных особенностей режима лавин на Камчатке. Знание режима лавин одного бассейна позволяет судить (по методу аналогии) о режиме лавин другого неизученного бассейна, что очень важно на первоначальной стадии оценки лавинной опасности осваиваемых территорий [2].

– большая снежность в горах Камчатки создает предпосылки для образования очень крупных по объему и длине пробега лавин.

– крупные лавины на Камчатке играют заметную роль в физическом выветривании гор и вулканов. Например, лавина с влк. Вилучинский в 1989г. объемом $2,6 \text{ млн. м}^3$ и длиной пробега 5,6км включала в себя до 5-7 % от общего объема обломочного материала в виде валунов, шлака, песчаника и т.д.

– основной причиной массового схода лавин по всем горным районам Камчатки является выход на ее территорию южных глубоких ($950-980 \text{ гПа}$) циклонов, с которыми связаны очень сильные снегопады и метели (пурги).

– снегопад при низких температурах воздуха ($\text{минус } 10-12^{\circ}\text{C}$) может сформировать рыхлую непрочную прослойку в снежной толще. Дальнейшее нагружение этой прослойки при обильных снегопадах может привести к массовому сходу лавин даже на мелкосопочниках. Именно при таких погодных условиях отмечался массовый сход лавин в г. Петропавловск-Камчатский 28 января 1988

года, когда в один день (как выше отмечалось) на город сошли 33 лавины, суммарным объёмом 330 тыс.м³.

- пик лавинной активности в центральных районах приходится на ноябрь-декабрь и март-апрель, а в юго-восточных – декабрь-март.

- самая ранняя дата начала лавинной деятельности в южных районах - 16 октября (бассейн р. Паратунка), в центральных – 8 октября (район Агинского ГОКа, Срединный хр.) и окончание – середина июля и конец июня соответственно.

- продолжительность лавиноопасного сезона длится с октября до середины июля, а на вулканах – круглый год.

- древесная растительность на склонах гор, представленная в основном редкостойной (5-10м), паркового типа каменной березой, практически не является средством защиты от лавин, как это принято считать. В некоторых случаях лавины сходят широким фронтом по лесу, не повреждая деревьев, но, в то же время, в зависимости от физического состояния снега (более плотного, влажного) лавины разрушают лес на большой площади. Например, в бассейне р. Озерная Камчатка в 1984 году лавиной типа осова объёмом около 1 млн.м³ были разрушены более 500 деревьев диаметром от 30 до 80см. При этом был расширен старый лавинный прочёс по 150м в обе стороны. На склонах гор в лесной зоне часто наблюдаются «просеки». Это – не что иное, как «лавинные прочёсы», которые являются характерными признаками лавинной опасности горной территории.

- по генезису преобладают (до 80%) лавины смешанного типа из свежеснежавшего (часто влажного) и метелевого снега в юго-восточных районах и свежеснежавшего плюс сублимационного диафтореза – в центральных.

- пылевые лавины, из-за общего увлажнённого состояния снежной массы, связанной с морским типом климата в юго-восточных районах, скорее являются исключением, чем правилом. Но достаточно часто такие лавины могут наблюдаться на Срединном и Восточном хребтах, на их склонах, обращенных в долину р. Камчатка, и в северных районах.

– скорости движения сухих лавин на Камчатке находятся в пределах от 20 до 40м/с, максимальная (зафиксированная) – 50м/с, сошедшая в результате оружейного обстрела на влк. Вилучинский 22.01.1998 г.

– сила удара-давления лавины на сооружения варьирует в широких пределах: от нескольких сотен кг/м² до 50т/м². В г. Петропавловск-Камчатский у лавины объемом 15,6 тыс.м³ сила удара о строящееся здание составила около 15т/м² (оценка инженера-строителя). У лавины с влк. Вилучинский объемом 1,5 млн.м³ удар-давление о недостроенный лавинорез составил примерно 50т/м² (были сломаны несколько железобетонных свай размером 35х35см).

– повторяемость схода лавин – важная характеристика лавинных очагов. На Камчатке, в районах с континентальными климатическими условиями, например, в центральной части Срединного хребта (в районе Агинского ГОКа) повторяемость может достигать 1-5 раз за зиму из одних и тех же лавинных очагов, в г. Петропавловск-Камчатский 1 раз в 10 лет, в юго-восточных районах (бассейн р. Паратунка) 1-2 раза из большинства очагов за зиму и 1 раз в 2-3 года отдельно на влк. Вилучинский, а лавины редкой повторяемости (1 раз в 25-30 лет), обусловлены аномальной для данного района снежностью. Например, в зиму 2005 года, из лавинных очагов № 14, 30, 40 сошли крупные лавины (от 200 до 500 тыс.м³) с левого борта долины, перекрывшие впервые за 26 лет автодорогу на Мутновку.

– обычно, средняя толщина оторвавшегося снежного пласта, образовавшего лавину, составляет 80-120см. Однако, на Камчатке, за счет наметенного на подветренных склонах снега и в зависимости от его физического состояния и степени увлажненности, толщина пласта может достигать 10 м. Так, 28 января 1997 года с ЮЗ (подветренного) склона влк. Козельский сошла огромная лавина (объем 3,0 млн.м³, длина пробега 6,5км – рекордная для Камчатки). Толщина оторвавшегося пласта, измеренная группой альпинистов А. Биченко, составила от 1,5 до 10м при средней ее толщине 6-7м. Лавина, имея общую линию отрыва шириной более 1км, разделилась на три самостоятельные части: одна объёмом около 800 тыс.м³ упала на нижнюю часть ледника Козельский, тем самым спо-

собствуя сохранению деградирующей его части, другая, объемом более 200 тыс.м³, пересекла туристско-альпинистскую тропу и третья, самая мощная, пробежав по барранкосу 6,5км, достигла зоны леса (высота 200-300м). Перепад высоты лавины составил 1800м. На вулкане Вилучинский лавина объемом более 2,0 млн.м³, сошедшая в этот же день, имела толщину пласта (фактически измеренную лавинщиками) от 2 до 8м при средней толщине 5-6м. Такого же порядка была лавина на подветренном (ЮЗ) склоне влк. Ааг. Лавины объемом от 30 до 250 тыс.м³ имеют толщину оторвавшегося пласта от 0,7-2м до 2-3м.

– снеговоздушные волны, возникающие, как правило, у пылевых лавин при движении в узких каналах лавиносборов (лотках), как показывает практика, не характерны для Камчатки, хотя в определенных случаях не исключаются. Например, в г. Петропавловск-Камчатский, как выше отмечалось, лавина, ворвавшаяся в квартиру на 1-м этаже дома № 5 по ул. Закхеева, остановилась в зале, задержанная стенами. Но созданная ею воздушная волна высокой плотности (эффект действия поршня в цилиндре) выдавила оконную раму, находящуюся на противоположной стене квартиры, без давления лавинным снегом. Другой случай действия снеговоздушной волны, возникающей перед фронтом движущейся лавины на Камчатке, не известен. Дело в том, что большинство лавин здесь имеют широкую зону выката лавины на конус выноса или в долину. И если даже они возникают, то за счет рассеивания не повреждают строения. Вопрос сложный и требует специального изучения.

Краткий перечень объектов, находящихся в лавиноопасных зонах

1. В Петропавловске-Камчатском ограниченность равнинной территории в городе вынуждала строить дома на склонах сопок, делалось это без учета лавинной опасности, в результате в лавиноопасных зонах оказалось более 200 частных домов, 10 многоэтажных зданий, участки автомагистралей с общественным транспортом, а также горнолыжные трассы и рекреационные участки. В лавиноопасной зоне проживает около 4 тысяч человек.

2. На территории Камчатского края подвержены интенсивной лавинной деятельности на отдельных участках ВЛ 220кВ Мутновская ГеоЭС – Елизово (в 1994, 1999 и 2005 годах лавинами разрушены 6 опор) и одноименная автодорога, которая в пяти местах общей протяженностью около 6 км перекрывается лавинами. Лавинами перекрываются также участки автодороги Елизово – Усть-Большерецк (75-й и 129-131-й километры) общей протяженностью 2,1 км. Всего протяжённость участков автодорог, перекрываемых лавинами, составляет около 9 км.

3. Подвержены воздействию лавин районы работ горнорудных компаний: Агинский ГОК (высокая лавинная опасность), Шануч, Асачинско-Родниковое месторождение – умеренное проявление, а также месторождения Бараньевское, Сухарики, Порожистое, Быстринское – высокая лавинная опасность. Чрезвычайную лавинную опасность представляют, так называемые «домашние» вулканы: Вилучинский, Козельский, Авачинский, Корякский, Арик, Ааг, Бакенинг и Ключевская группа.

Таким образом, Камчатку по масштабам лавинной деятельности можно отнести к одним из самых лавиноопасных районов в стране.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. География лавин /под ред. С.М. Мягкова, Л.А. Канаева – М.: МГУ, 1992.– С. 290-298.
2. Шайхутдинов Р.Ш. Особенности условий лавинообразования на Камчатке //Труды Второго всесоюзного совещания по лавинам. – Л.: Гидрометеоздат, 1987– С. 398–404.
3. Шайхутдинов Р.Ш. О возможности защиты г. Петропавловск-Камчатский от снежных лавин //Труды Третьего всесоюзного совещания по лавинам. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – С. 28– 32.
4. Обзор снежных лавин (рукопись). Ежегодники за период 1982-2009 г.г. /под ред. Шайхутдинова Р.Ш. Гидрометеонд ГУ «Камчатское УГМС».

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА И КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

В последнее время уделяется большое внимание изучению особо опасных явлений погоды. Под опасными метеорологическими явлениями (ОМЯ) понимаются такие явления, которые по своей интенсивности, продолжительности и площади распределения могут нанести значительный ущерб народному хозяйству [1,2].

Территории Северного Кавказа и Краснодарского края характеризуются, в общем, благоприятными климатическими условиями для возделывания сельскохозяйственных культур. Однако, особенности физико-географического положения территории и циркуляционных процессов обуславливают большое разнообразие климатических условий и сравнительно частую повторяемость различных опасных явлений погоды, таких как град, сильный ветер, ливни, пыльные бури, сели и др. [3,4,6,8].

Для прогноза и уменьшения потерь от опасных метеорологических явлений необходимо, прежде всего, знать закономерности распределения этих явлений по территории и повторяемость их в различные годы и сезоны [3,5,7,9].

В работе были использованы данные технических обзоров и агрометеорологических ежегодников Северо-Кавказского управления ГМС за 1987-2007гг. Всего было обработано 1700 случаев особо опасных явлений. Особый интерес в связи с этим представляет исследование горных местностей со сложной орографией, в регионе Северного Кавказа.

Северо-Кавказский регион является уникальным по количеству опасных природных явлений. Это очень сильные дожди и ливни, крупный град, сильный ветер 30м/с и более (в том числе, шквалы), смерчи, паводки на реках, селевые потоки, снежные лавины, сильный гололед и другие явления.

Перечень ОМЯ на территории Южного федерального округа полностью совпадает с типовым перечнем опасных природных гидрометеорологических явлений Росгидромета за исключением цунами.

К опасным метеорологическим явлениям относятся:

1. Ураган
2. Сильный дождь, ливень
3. Крупный град
4. Шторм, ветер, шквал, пыльные бури, смерчи
5. Повышенная температура, засуха
6. Метели
7. Понижение температуры, заморозки
8. Гололедно-изморозевые явления
9. Сильные зимние явления
10. Фен
11. Паводок
12. Лавины
13. Грозы

Рассмотрим повторяемость ОМЯ в годовом и сезонном ходе с 1987-2007гг. (среднемесячные за весь период в %, отношение числа случаев ОМЯ за данный год к общему их числу в %) и выявим наиболее активные районы их деятельности.

В результате анализа данных оказалось, что в целом для Северного Кавказа наибольшая повторяемость приходится на сильные ливневые осадки, сопровождающиеся наводнением, что составляет 38% всех ОМЯ. Затем высокая повторяемость приходится на шквальные ветры и пыльные бури (11%) и на ураганные ветры (10%), (рис.1).

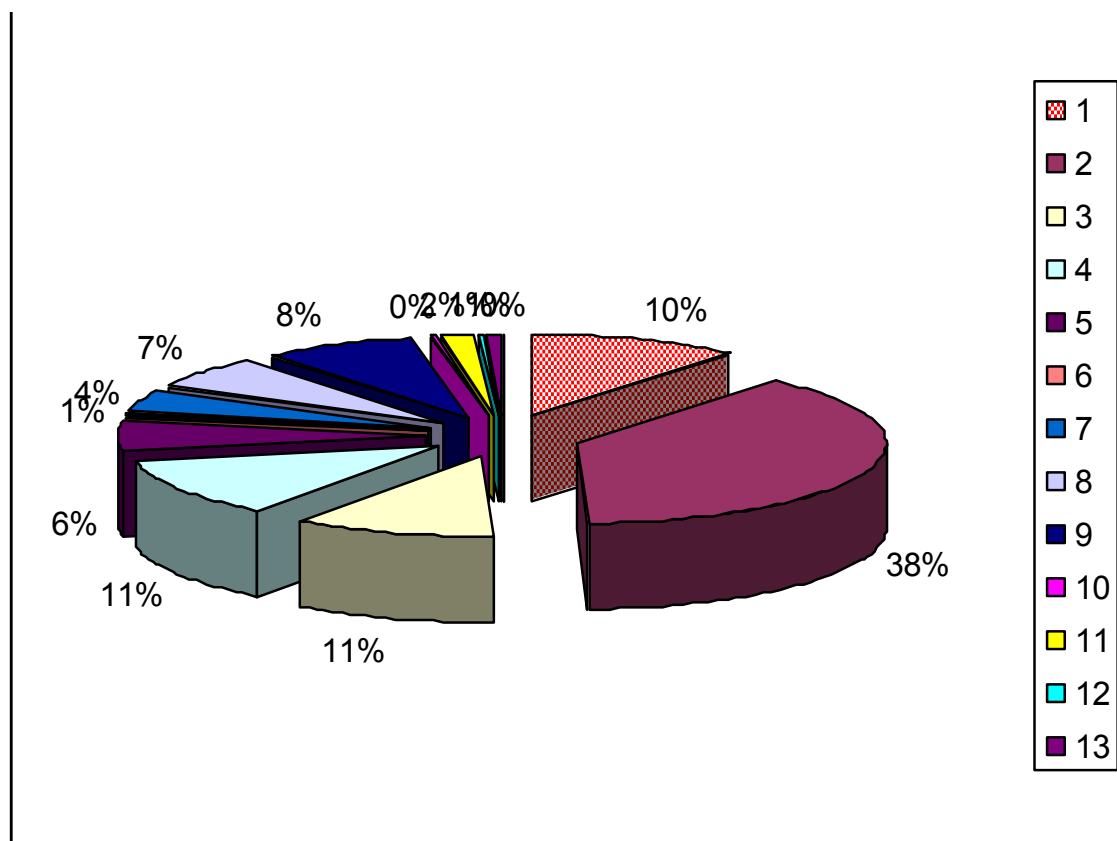


Рис 1. Доля числа случаев (по видам опасных явлений) за 1987-2010 гг.

1. Ураган, пыльные бури, смерчи: > 29 м/с (10%) (далее ОМЯ-по часовой стрелке); 2. Сильный дождь, ливень (38%); 3. Крупный град; 4. Шторм, ветер, шквал < 29 м/с; 5. Повышенная температура, засуха; 6. Метели; 7. Пониженная температура, заморозки. 8. Гололедно-изморозевые явления; 9. Сильные зимние явления; 10. Фен; 11. Паводок; 12. Лавины; 13. Грозы.

Статистические данные об ОМЯ показывают, что на территории Северного Кавказа опасные метеорологические процессы не редкое явление [4,5]. В период с 1987-2007гг. особенно это проявилось в 1999г. и 2000-2001гг., когда было зарегистрировано 105 и 130 опасных явлений соответственно. Ежегодный прирост количества ОМЯ составляет около 5,2%. Эта тенденция почти сохраняется.

На рис.2 представлена повторяемость ОМЯ в различные годы на Северном Кавказе за период 1987-2007гг.

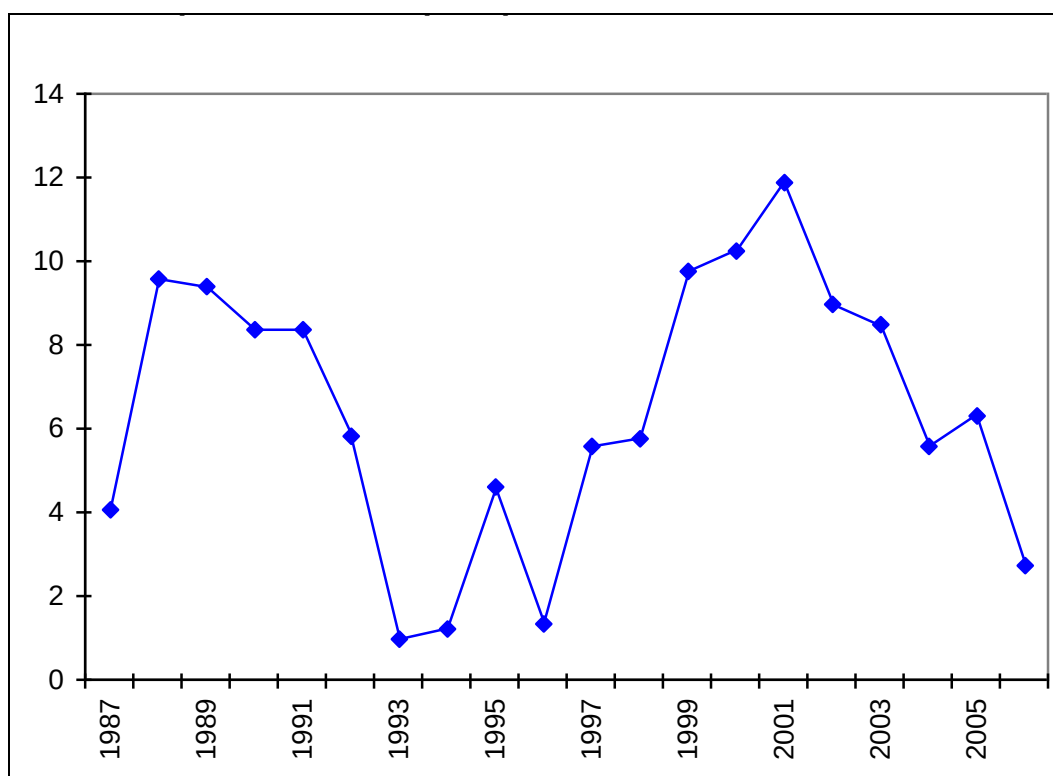


Рис. 2. Среднегодовое распределение ОМЯ

Наибольшее число случаев ОМЯ отмечено в Краснодарском и Ставропольском краях 55% и 30% соответственно. Максимум приходится на Краснодарский край в 2002г. (140 случаев) и в 1999г. (108 случаев), когда числа ОМЯ было максимальным для всего Северного Кавказа (табл. 1). Минимальное число случаев с ОМЯ было отмечено в 1993, 1996гг. (менее 12). Особо опасные метеорологические явления часты и в Ставропольском крае, где максимума они достигали в 1999, 2000, 2002гг. (87-99 случаев в год). Наименьшее их число было отмечено в 1987, 1994гг. (до 11 случаев в год).

Наибольшая подверженность Краснодарского и Ставропольского краев воздействию этих явлений объясняется, видимо, особенностями климата, которые в свою очередь зависят от ряда факторов (орографии, циркуляционных особенностей и т.д.) [6].

Рассмотрим особенности сезонного распределения ОМЯ (рис.3).

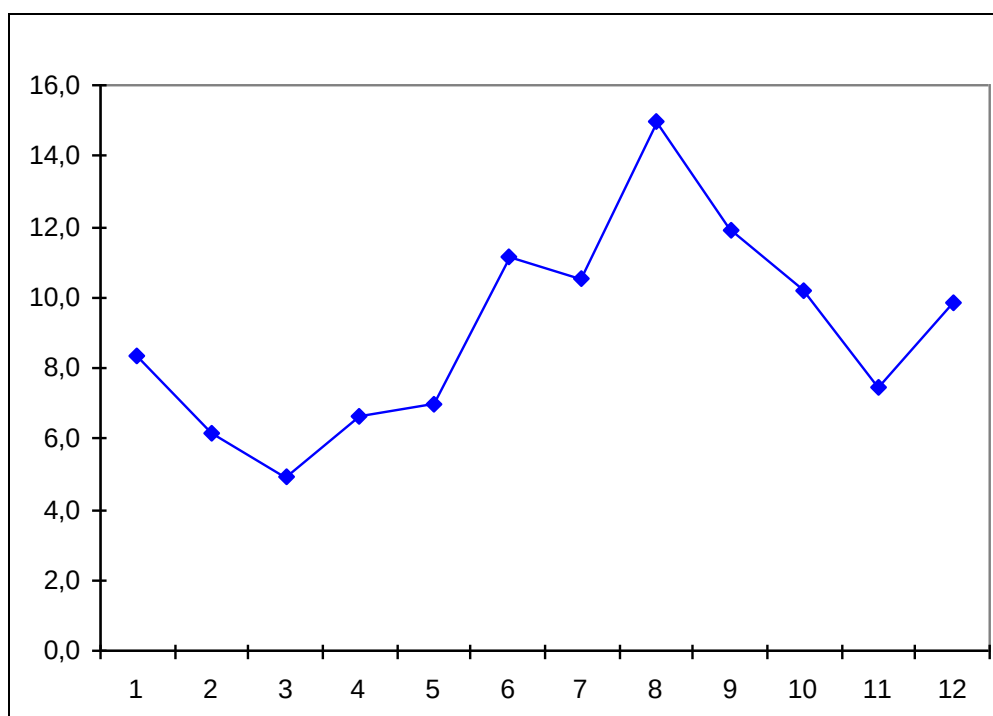


Рис. 3. Сезонное распределение ОМЯ

Более 65% опасных метеорологических явлений приходится на теплый период (апрель–октябрь). Наибольшая повторяемость опасных метеорологических явлений наблюдается в июне, июле, августе. Именно в этот период отмечается тенденция роста числа случаев ОМЯ. В теплый период их прирост, в среднем, доходит до 4-5 явлений в год. Второй максимум повторяемости приходится на холодный период (холодным периодом считаются ноябрь- декабрь предыдущего года и январь - март текущего года). Наибольшее число во втором максимуме наблюдается в январе, феврале. Более 37% всех ОМЯ приходится на группу из четырех явлений – очень сильный ветер, ураган, шквал, смерчи. По данным Мюнхенской компании перестрахования в 2002г. 39% от общего числа значительных природных катастроф в мире приходится именно на эти явления, что хорошо согласуется со статистикой по России.

На основе полученных результатов определены районы наибольшей повторяемости ОМЯ по всей территории, по каждому району и число случаев на единицу площади, т.е. проведено районирование территории Северного Кавказа. В основу районирования положены следующие характеристики: число случаев ОМЯ (наименьшее, наибольшее, суммарное).

В результате выделены 4 района:

1 - с наибольшим числом случаев ОМЯ > 500 (территория Краснодарского края);

2 - с числом случаев ОМЯ < 500 (Ставропольский край);

3 - с числом случаев ОМЯ > 100 (Кабардино-Балкария и Северная Осетия -Алания);

4 - с наименьшим числом случаев ОМЯ < 100 (территория Чеченской и Ингушской республик).

Таблица 1

Районирование территории Северного Кавказа по повторяемости опасных метеорологических явлений

Территория (район)	Число случаев ОМЯ			
	Min за год	Max за год	За 20 лет	В % за 20 лет
1.Краснодарский край (1)	12	140	858	54,01
2.Ставропольский край (2)	11	99	475	28,8
3. КБР (3)	8	37	151	6,97
4. Северная Осетия -Алания (3)	4	29	144	7,49
5.Чеченская и Ингушская республики (4)	4	23	72	2,79
Всего по Северному Кавказу	39	328	1700	100

Примечание: В скобках дан номер, присвоенный региону в результате районирования по повторяемости ОМЯ.

Результаты районирования по повторяемости опасных метеорологических явлений представлены на рис.4 и 4а.

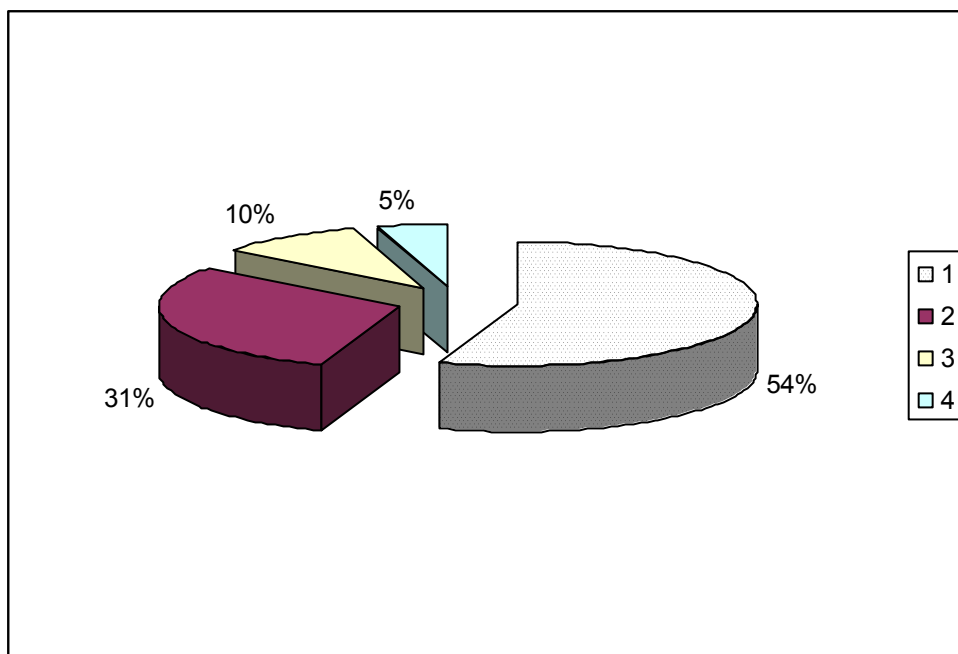


Рис. 4. Районирование территории по повторяемости ОМЯ.
 - Краснодарский край (1), Ставропольский край (2), КБР (3), Северная Осетия-Алания (4), далее ОМЯ расположены по часовой стрелке

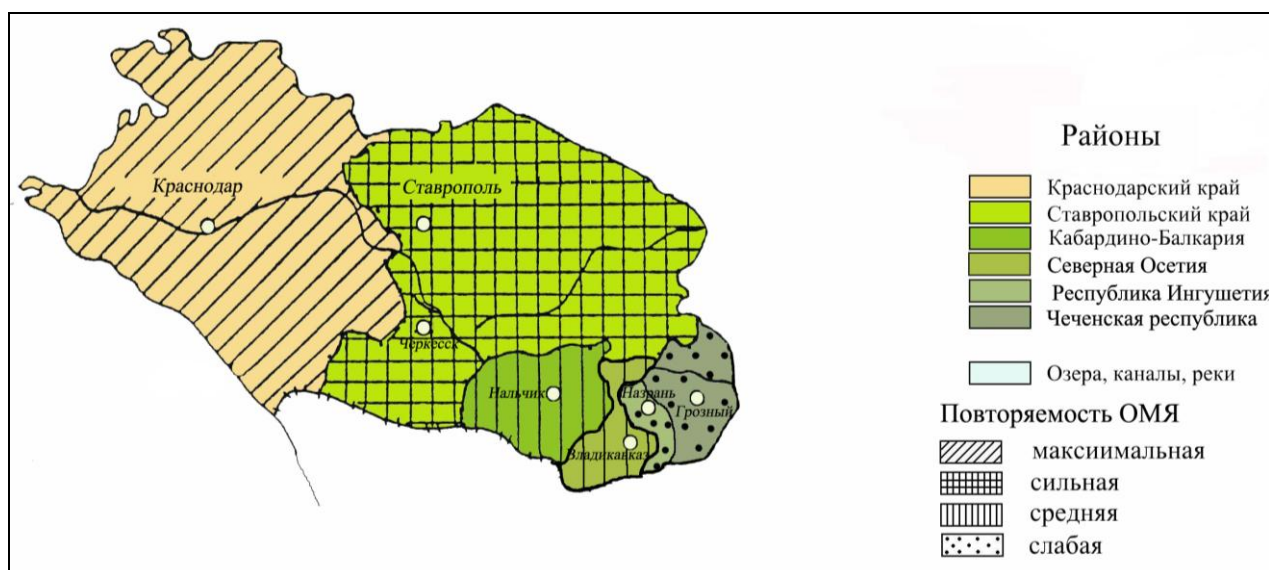


Рис. 4а. Карта- схема районирования по повторяемости опасных метеорологических явлений

На рис.5-7 представлены максимальные и минимальные числа случаев ОМЯ в процентном соотношении по каждому району, ОМЯ за 20 лет по каждому району.

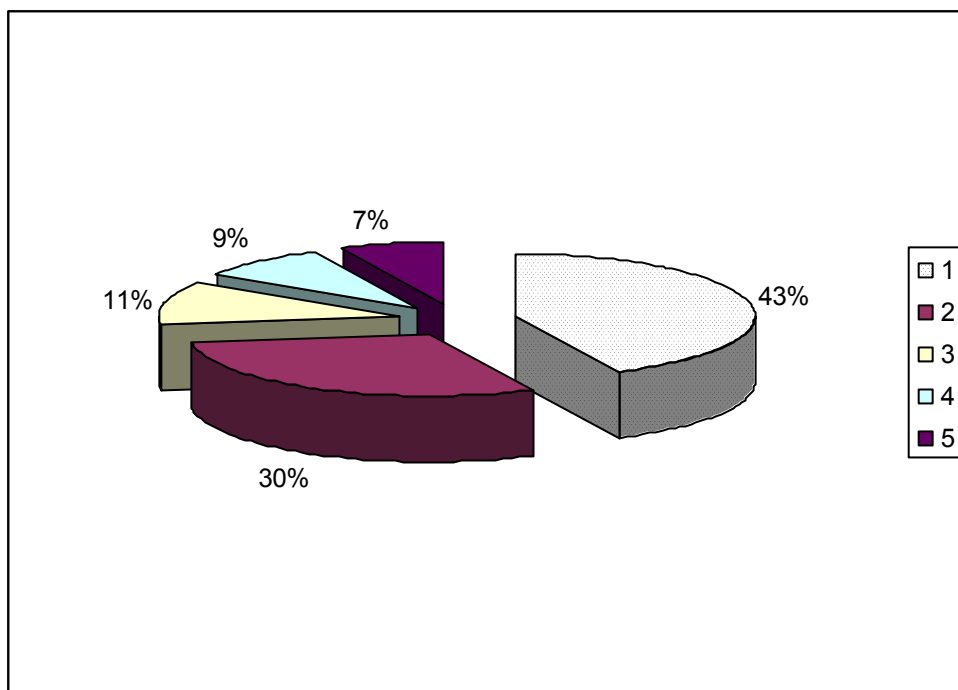


Рис. 5. Максимальное число случаев ОМЯ по каждому региону.



- Краснодарский край(1), Ставропольский край (2), КБР (3), Северная Осетия-Алания (4), Чеченская, Ингушская республики (5), далее ОМЯ расположены по часовой стрелке

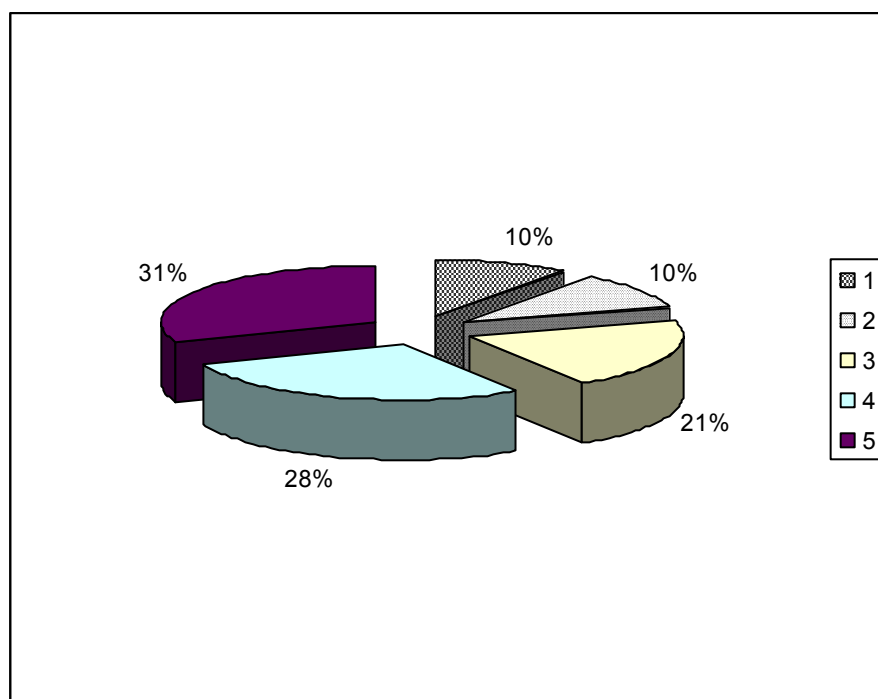


Рис. 6. Минимальное число случаев ОМЯ по каждому региону.



- Северная Осетия-Алания (1), Чеченская, Ингушская республики (2), КБР (3), Ставропольский край (4), Краснодарский край (5), далее ОМЯ расположены по часовой стрелке

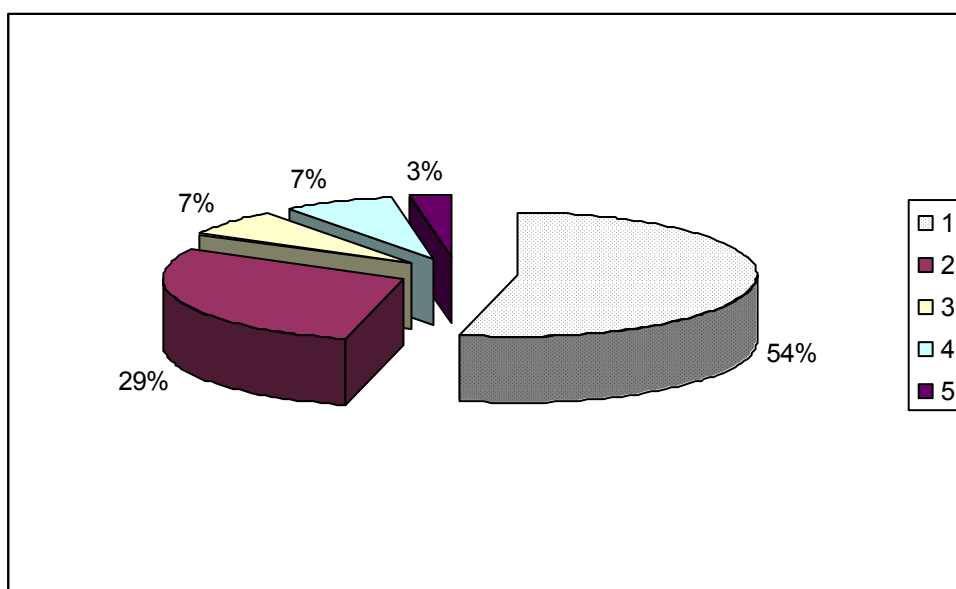


Рис. 7. ОМЯ за 20 лет по каждому району



- Краснодарский край(1), Ставропольский край (2), КБР (3), Северная Осетия-Алания (4), Чеченская, Ингушская республики (5), далее ОМЯ расположены по часовой стрелке

Для того чтобы результаты были сравнимы, необходимо учитывать площади рассматриваемых районов, так как величина их различна.

Северный Кавказ охватывает 225,7 тыс.км², из них: Краснодарский край - 40,4%; Ставропольский край - 41,96%; Кабардино-Балкарская республика - 5,6%; Северная Осетия- Алания - 3,6%; Чеченская и Ингушская республики - 8,5% площади (табл. 2).

Таблица 2

Районирование территории с учетом числа случаев
на единицу площади

Территория	Площадь, %	Число случаев ОМЯ на ед. площади
1. Северная Осетия – Алания (1)	3,54	14
2. Краснодарский край (2)	40,41	8,93
3.Кабардино-Балкарская республика (3)	5,54	8,4
4. Ставропольский край (4)	41,96	4,58
5.Чеченская и Ингушская республики (5)	8,55	2,18

Так как различия в площадях указанных территорий существенно, необходимо привести общее число случаев ОМЯ к единице площади (рис.8). Сравнение полученных результатов (табл.2) показывает, что, несмотря на наибольшую площадь Ставропольского края, на единицу площади приходится наименьшее число случаев опасных явлений, чем в других районах, занимающих меньше площади. В Осетии, занимающей сравнительно небольшую территорию (3,5%) Северного Кавказа, наблюдалось максимальное число случаев ОМЯ.

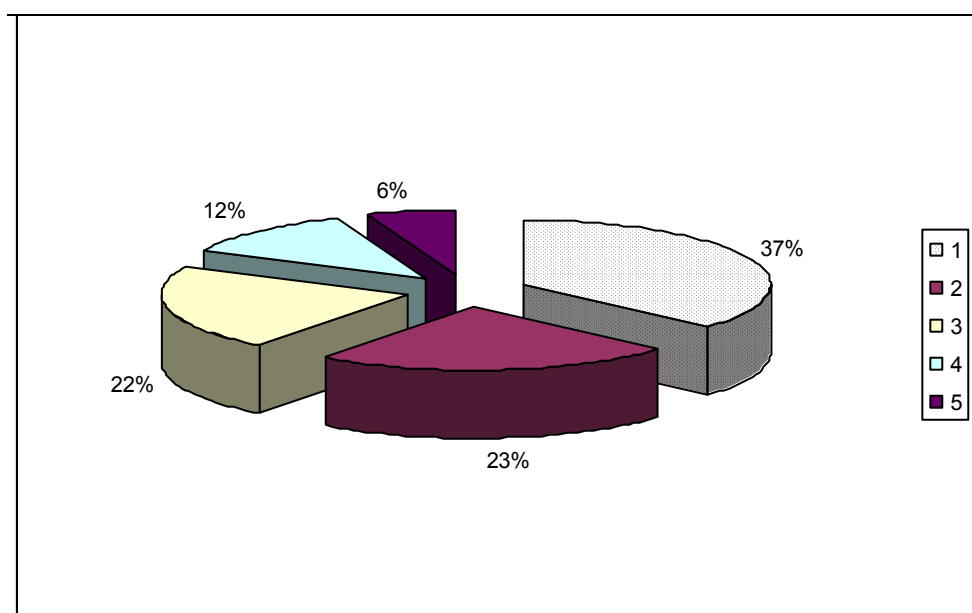


Рис. 8. Районирование территории с учетом числа случаев на единицу площади.

 - Северная Осетия-Алания (1), Краснодарский край (2), КБР (3), Ставропольский край (4), Чеченская, Ингушская республики (5), далее ОМЯ расположены по часовой стрелке

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. На территории Северного Кавказа и Краснодарского края весьма существенна повторяемость опасных метеорологических явлений, причем наибольшая повторяемость наблюдается в Краснодарском крае.

2. Из всех ОМЯ наибольшую повторяемость имеют сильные осадки и сопровождающие их наводнения, составляющие 38,5% всех ОМЯ.

3. Наибольшая повторяемость наблюдается в июне, второй максимум приходится на январь-февраль.

4. Проведено районирование территории Северного Кавказа по повторяемости опасных метеорологических явлений и составлена картосхема.

Полученные закономерности распределения ОМЯ по территории и повторяемость их в различные годы и сезоны могут быть использованы в таких отраслях экономики как: технические системы, энергетика, транспорт, строительство, а также здравоохранение. Полученные результаты могут позволить наметить стратегию разработки адаптационных мероприятий и обеспечить технико-экономическую безопасность территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.А., Песков Б.Е., Снитковский А.И. Смерчи 9 июня 1984 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. - С. 5-40.
2. Бедрицкий А.И., Коршунов А.А., Шаймарданов М.З. Опасные гидрометеорологические явления и их влияние на экономику России. // Обнинск, ВНИИГ-МИ-МЦД, 2001. 36 с.
3. Гусев А.М Новороссийская бора. // Тр. Моск. Гидрофиз. Ин-та 1959 г. Вып. 14. - С. 135-140.
4. Гусев А.М. Новороссийская бора. Тр. Морск.. гидрофиз. ин-та.1959, вып. 14. - С. 135-140.
5. Кунаева (Хоргуани) Ф.А. Внетропические ураганы на территории Северного Кавказа. М.: Гидрометиздат, 1977 г. Вып. 14. - С. 104-124.
6. Кунаева (Хоргуани) Ф.А. Климатическая характеристика внетропических ураганов на территории Северного Кавказа. М.: Гидрометиздат, 1977 г. Вып. 14. - С. 125-138.
7. Ляхов М.Е. Метеорологические условия возникновения и распространения пыльных бурь на Северном Кавказе весной 1960 г. //В сб. Пыльные бури. М.: Гидрометеиздат, 1963 г. - С. 31-38.

8. Материалы к стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010-2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России. // М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), 2005. 88 с.
9. Бедрицкий А.И., Коршунов А.А., Хандожко Л.А., Шаймарданов М.З. Гидрометеорологическая безопасность и устойчивое развитие России. // Право и безопасность, 2007. № 1-2 (22-23).

ВРЕМЕННЫЕ ВАРИАЦИИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ (ОМЯ) НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

Влияние солнечной активности на погодные явления представлено сравнительным анализом данных наблюдений. Однако, механизм этого влияния мало изучен. За последние годы многие исследования указывают, что на геофизические процессы непосредственно влияет и поток быстрых заряженных частиц (космические лучи), хотя плотность потока энергии этих частиц ничтожно мала. Поскольку интенсивность космических лучей сильно зависит от уровня солнечной активности, то неясно, влияют ли непосредственно процессы на солнце на явления в геосфере, или это влияние происходит через космические лучи. Вполне возможно, что оба фактора влияют одновременно [8].

Поэтому исследование солнечно-земных и космо-земных связей, стало еще актуальней. Возникает необходимость проведения корреляционного анализа как между опасными метеорологическими явлениями (ОМЯ), так и между ними и солнечной активностью.

С этой целью была поставлена задача: провести предварительный анализ наличия или отсутствия циклической динамики и корреляционной связи среднегодового, сезонного распределения опасных метеорологических явлений и сопоставить с вариациями солнечной активности за аналогичный период.

Анализ особенностей изменения экстремальных геофизических процессов и солнечной активности, и их распределения по частоте во времени, возможно, позволит установить некоторые закономерности солнечно-земных связей и их корреляцию. В настоящее время метеорологи, математики, геофизики, биологи, медики в своих исследованиях все больше обращают внимание на интенсивность и одновременность протекания особо опасных геофизических процессов, стремясь установить их связь между собой и с космическими процессами. В последние годы перед учеными встала задача разработки полной теории, позво-

ляющей понять динамический ритм солнечных и земных связей, всей солнечной системы как единого целого. Необходимо рассматривать взаимодействие Солнца, Атмосферы, Земли как единое целое, единую систему. В своем изменении во времени солнечная активность и особо опасные геофизические процессы имеют ритмические, пульсационные компоненты. Ритмические вариации – это важнейшее свойство природных процессов.

Известно, что солнечная активность оказывает прямое или косвенное воздействие на многие явления в атмосфере, а возможно и гидросфере и биосфере Земли. Проблема проявления солнечной активности в земной атмосфере представляет не только научный, но и народнохозяйственный интерес.

Несомненно, что главным возбудителем жизнедеятельности на земле является излучение солнца, весь его спектр, начиная от коротких невидимых ультрафиолетовых волн и кончая длинными красными, а также все его электронные, ионные потоки. Они служат «передатчиками состояний» и заставляют каждый атом поверхности оболочки Земли резонировать созвучно тем вибрациям, которые возникли на центральном теле солнечной системы. Солнечные излучения и космические явления – главнейшие источники энергии, оживляющие поверхностные слои земного шара. Вся эта жизнь имеет свой пульс, свои периоды и ритмы [5,6].

Наблюдения за деятельностью Солнца, учет числа пятен на поверхности ведутся с 1610г. [3].

Под солнечной активностью понимается комплекс нестационарных явлений в солнечной атмосфере.

Количественной характеристикой солнечной активности принято считать число Вольфа, которое учитывает не просто количество солнечных пятен, но и количество групп пятен.

Это число w определяется по формуле:

$$w = k(10g + f),$$

где: g - число областей, содержащих как группы пятен, так и отдельные изолированные пятна; f - общее число солнечных пятен независимо от того,

находятся они в группах или являются одиночными; k - коэффициент пропорциональности, зависящий от разрешающей способности телескопа.

Подавляющее большинство пятен появляется в полосе широт между 5° и 30° . На широтах 35° они появляются очень редко в силу того, что Солнце вращается не так, как обычно вращается твердое тело, все части которого движутся вместе. Сроки существования пятен различны. Как известно, одно обращение Солнца вокруг своей оси занимает приблизительно 27 суток (синодическое время обращения). На экваторе период одного оборота Солнца равен 26 суткам, а на полюсах он достигает почти 37-41 суткам. Чем больше на Солнце пятен, тем более активным оно считается [7].

Время между двумя ближайшими максимумами чисел Вольфа в среднем равно 11,1 года. Отдельные периоды имеют продолжительность 7, а некоторые 17 лет. Числа Вольфа одних максимумов больше, чем в других, и колеблются в больших пределах (рис.1).

Для проведения сравнительного анализа векового и сезонного хода солнечной активности с 1900 по 2010гг. и ОМЯ использованы данные среднегодовые, среднемесячные данные за период с 1987 по 2007гг. На рис.1 представлены циклические вариации солнечной активности W с 1900-2010гг. Изменения максимумов в них наблюдаются в широких пределах, но подчиняются определенным продолжительным циклам. Сами максимумы имеют некий сегмент продолжительности около 3-4 лет. Кроме того, скорость скачка от минимума к максимуму на подъеме и спуске, как видно из рис.1, различна, а иногда носит скачкообразный характер [1]. Несомненно, что необходимо обратить внимание на то, как это отражается на атмосферных и геофизических процессах.

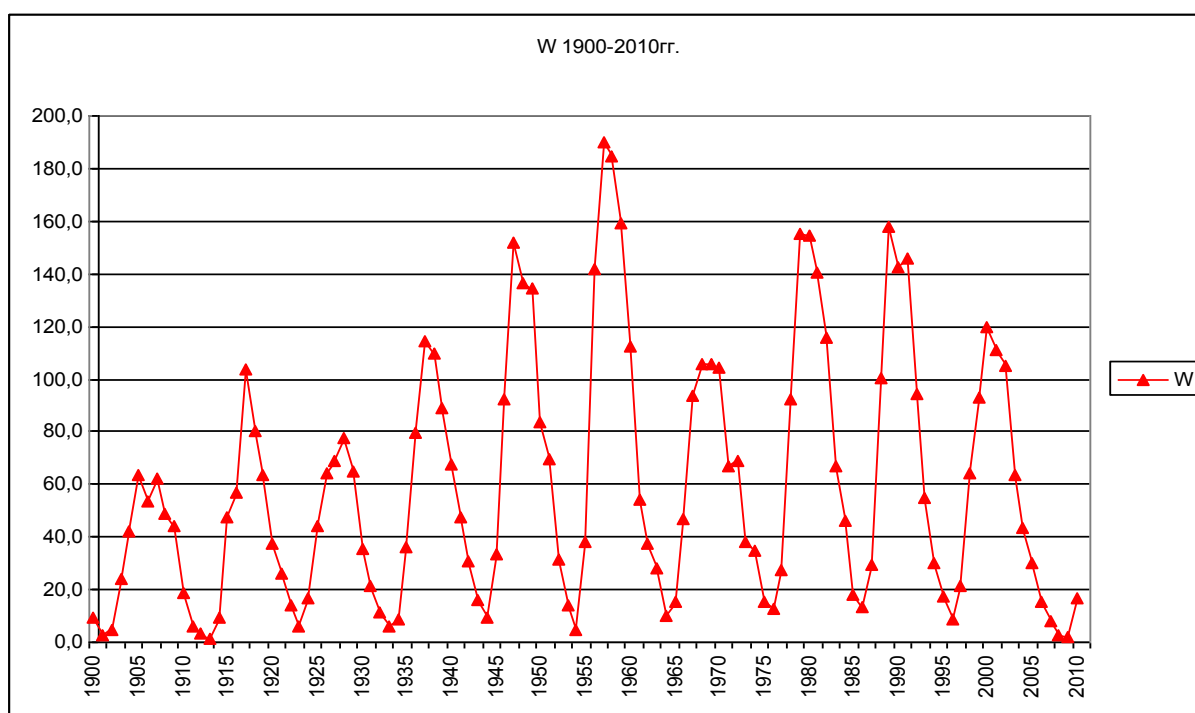


Рис. 1. Циклы солнечной активности с 1900-2010гг.

При анализе изменений ОМЯ в соответствующий год и месяц удобно провести аналогию с поведением солнечной активности и далее проанализировать наличие корреляционных связей.

В метеорологии до сих пор целый ряд явлений, таких как формирование крупных аномальных циркуляций атмосферы, природа локальных вспышек генерации кинетической энергии, пространственная локализация источников не находит достаточных объяснений с помощью лишь внутренних земных факторов. Здесь возникает вопрос о внешних по отношению к земной атмосфере процессах.

В последнее десятилетие появился ряд работ о влиянии солнечной активности на процессы в нижней стратосфере, что свидетельствует о возрастании зональной и меридиональной циркуляции атмосферы после солнечного воздействия, причем, чем мощнее барическое образование, тем больше вероятность участия в его развитии космических факторов [8,9].

В работе сделана попытка систематизировать собранный нами материал по опасным метеорологическим явлениям на территории Северного Кавказа за период 1987-2007гг., провести анализ наличия или отсутствия ритмических ва-

риаций в среднегодовой и сезонной динамике. Очевидно, что развитие ОМЯ зависят от факторов планетарной циркуляции атмосферы, в связи с чем, представляет интерес проследить наличие или отсутствие корреляций между ритмическими вариациями наиболее интенсивных, опасных метеорологических явлений и параметрами солнечной активности.

В ряде случаев ученые отмечали, что корреляции между метеорологическими параметрами и числом солнечных пятен нарушались и даже изменялся знак после того, как они существовали в течение нескольких солнечных циклов. Процессы, происходящие на Солнце, могут испытывать вековые изменения, которые не влияют на число пятен. Более того, изменения могут быть вызваны и другими метеорологическими, регионально – орографическими факторами, которые не связаны с солнечной активностью, но в течение продолжительного периода играют сначала второстепенную, а затем главную роль в рассматриваемых процессах. Представляет интерес рассмотреть основные случаи изменений знака и нарушений корреляции. Поскольку важно найти физические механизмы связи переменной солнечной активности с возможными метеорологическими проявлениями, то необходимо объяснить нарушение корреляций, изменение их знака. Как наличие, так и отсутствие корреляции может дать важный ключ к пониманию, определению реально существующей связи между погодой и переменной активностью Солнца.

Тем не менее, результаты проведенных исследований наводят на мысль о возможности существования связи между опасными метеорологическими явлениями и солнечной активностью [5,6]. Особый интерес в связи с этим представляет исследование этих явлений в горных местностях со сложной орографией в регионе Северного Кавказа.

Рассмотрим распределение ОМЯ на исследуемой территории и солнечную активность за аналогичные периоды и постараемся определить наличие или отсутствие корреляционной связи между ними.

На рис.2 и 3 представлены среднегодовые и сезонные циклические вариации солнечной активности и вариации ОМЯ за период 1987-2007гг. на территории Северного Кавказа.

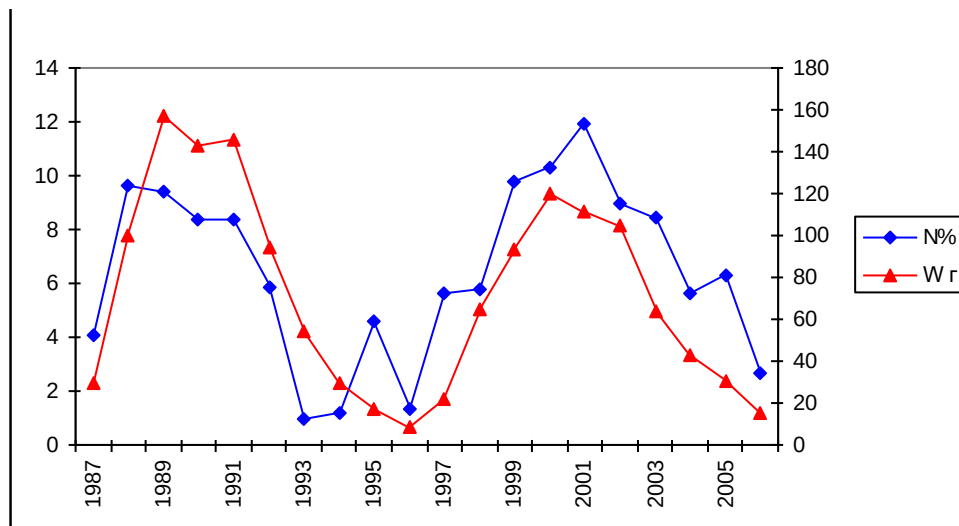


Рис.2. Среднегодовое распределение ОМЯ и солнечной активности в период 1987-2007гг.

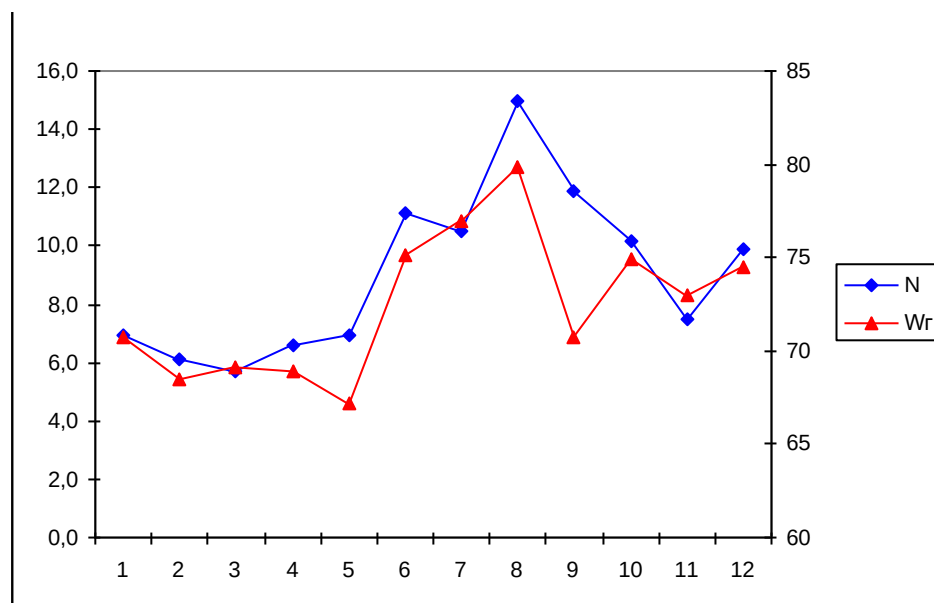


Рис.3. Сезонное распределение ОМЯ и солнечной активности в период 1987-2007гг.

Идентичность хода кривых говорит о тесной связи между солнечной и геофизической активностью. Динамика их вариаций имеет характер цикличности. Подъему солнечной активности во времени соответствует подъем

активности опасных метеорологических явлений, их спад также происходит синхронно.

Корреляционный анализ данных, приведенных на рис.2 и 3, показывает, что между ОМЯ и солнечной активностью существует взаимосвязь. Коэффициент корреляции в среднегодовой динамике составил 0,82, а сезонная корреляция 0,77, что указывает на высокую степень зависимости между показателями солнечной активности W и среднегодовым и сезонным распределением N количества ОМЯ. Наибольшая корреляция 0,82 имеет место для среднегодовой активности ОМЯ. Таким образом, для территории Северного Кавказа отчетливо прослеживается реакция опасных метеорологических явлений на проявления солнечной активности. Следует отметить, что солнечная активность является одним из многих параметров, влияющих на активизацию ОМЯ.

Для Северного Кавказа можно отметить следующее:

1. Временной ход солнечной активности W в среднемесечном распределении достаточно синхронен с распределением ОМЯ и коэффициент корреляции между числом ОМЯ N и W в среднем равен 0,77.
2. Коэффициент корреляции среднегодового распределения ОМЯ и солнечной активности достаточно высок и равен 0,82.
3. Годы с максимумом ОМЯ характеризуются максимальным проявлением солнечной активности. И, наоборот, годам спада солнечной активности соответствует спад интенсивности ОМЯ.

Прогнозирование солнечной активности даст возможность сделать прогноз о наиболее вероятном размещении во времени активности опасных метеорологических явлений на некоторый срок вперед. Представляется весьма важным выявить дополнительные факты высокой степени гелиочувствительности Северного Кавказа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аджиева А.А., Хоргуани Ф.А. Взаимосвязь солнечной и грозовой активности на Северном Кавказе. //Известия КБНЦ РАН. -2010. - № 4(36). - С. 80-88.

2. Бураев А.В. О влиянии солнечной активности на атмосферные процессы // Материалы Международного Российско-Узбекского симпозиума. – Нальчик. – 2003. - С. 113-115.
3. Витинский Ю.И. Солнечная активность. - М.: Наука, 1993.
4. Григорьев А.А., Липатов В.Б. Пыльные бури по данным космических исследований. – Л.: Гидрометиздат, 1974. - С. 29.
5. Кунаева (Хоргуани) Ф.А. Внетропические ураганы на территории Нижнего Дона, Северного Кавказа и Поволжья. - М.: Гидрометиздат, 1977.- № 38. - С. 104-125.
6. Нахушев А.М., Борисов В.Н., Бураев А.В. О некоторых базовых элементах математических моделей системы мониторинга экологии горной и предгорной территории // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной АН. - 2004. -Т. 7, № 1. - С. 110-124.
7. Пудовкин М.И. Влияние солнечной активности на состояние нижней атмосферы и погоду // Соросовский образовательный журнал. -1996. - № 10. - С. 106-113.
8. Робертс В.О. В кн.: Солнечно-земные связи, погода и климат / Под ред. Б. Мак-Нормана, Т. Селиги. – М.: Мир, 1982. – С. 44.
9. Markson R. Considerations regarding solar and lunar modulation of geophysical parameters, atmospheric electricity, and thunderstorms. // Pure and Appl. Geophys. - 1971. – V. 84. – P. 161.

УРАГАНЫ, СМЕРЧИ НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА И СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Под ураганом понимают ветер разрушительной силы и значительной продолжительности (в отличие от шквала) со скоростью более 29 м/с [5]. В тропиках циклоны ураганной силы называют тропическими ураганами, тайфунами (Китай, Япония), бэгвиз (Филлипины), вили-вилли (Австралия), а в умеренных и полярных широтах – внетропическими ураганами. Ураганы, выделяя колоссальный запас энергии (порядка 15010^9 эрг/с), наносят огромный ущерб народному хозяйству. Внетропические ураганы представляют собой циклоны, отличные от тропических циклонов, существенно большим диаметром и большей повторяемостью. Циклоны движутся в северном и южном полушариях, в основном по направлению с запада на восток.

Орография исследуемой территории весьма разнообразна. Ураганы данного региона многообразны по характеру происхождения, повторяемости и сопровождающим их явлениям, таким, как внетропические ураганы, катастрофические пыльные бури, смерчи, Новороссийская бора, ураганы со снегопадами, градом, ливнем. По степени наносимого ущерба их можно отнести к той же категории стихийных бедствий, как землетрясения, наводнения.

В настоящей работе предпринята попытка провести классификацию и систематизацию ураганов по их происхождению за период 1900-1987 гг., определить их повторяемость и выявить ураганоактивные районы на территории Северного Кавказа и Южного Федерального округа.

Для анализа использованы данные наблюдений 218 метеорологических ежемесячников и сведения об особо опасных явлениях погоды.

По данным наблюдений за 87-летний период по всей территории исследуемого района удалось систематизировать 486 случаев ураганов, т.е. в среднем 5-6 случаев в год (за последнее десятилетие наблюдается тенденция возрастания).

Выбор исследования ураганов данной территории обусловлен значительной их повторяемостью и большим ущербом, наносимым народному хозяйству.

Климат изучаемого района находится под воздействием трех незамерзающих морей: Азовского, Черного и Каспийского (общая площадь территории 538 тыс.км²). Исключительное разнообразие природных ландшафтов территории определяет разнообразие особенностей внетропических ураганов. Если тропические ураганы – циклоны с ветрами ураганной силы, то это понятие не полностью охватывает многие разновидности внетропических ураганов. Поэтому нами, в первую очередь, была проведена классификация их по происхождению:

1. Ураганы циклонического и антициклонического происхождения.
2. Катастрофические смерчи.
3. Катастрофическая Новороссийская бора.

Ураганы циклонического и антициклонического происхождения

Относятся к крупномасштабным атмосферным вихрям, горизонтальные размеры (100-1000км) которых во много раз превышают их вертикальные (10-12км) размеры и часто сопровождаются ливнем, градом, снегопадами или переносом пыли (тогда это случаи катастрофической пыльной бури). Строение внетропических ураганов циклонического происхождения близко к строению тропических, но форма и барические градиенты отличаются существенно. Внетропические ураганы охватывают большие пространства, радиус их в среднем составляет 50-500км. В стадии полного развития ураган можно разделить на четыре зоны:

- а) “глаз” урагана - зона затишья – располагается в самом центре урагана. Здесь наблюдается слабый ветер или штиль;
- б) зона ураганных ветров и максимальных осадков находится в пределах 10-300 км. Здесь наблюдаются резкие изменения давления и скорость ветра в большинстве случаев 40-50 м/с;
- в) зона штормовых ветров. Скорость ветра в большинстве случаев 18-25м/с;

г) внешняя зона - зона со слабой циклонической циркуляцией.

Спутниковые и радарные снимки внетропических ураганов (циклонов) показывают спиралевидный характер расположения облачного массива [4,5]. Несомненно, большой научный интерес представляют радарные исследования облачной системы не только летних внетропических ураганов, но и зимних. Следует сказать, что у внетропических ураганов “глаз” урагана слабо прослеживается, на экранах радиолокатора граница его с облачной системой зоны ураганных ветров размыта, в отличие от тропических ураганов. Радиус “глаза” урагана циклонического происхождения порядка 5-40км. По высоте внетропический ураган распространяется до 10-12км. Траектория перемещения несколько близка к параболической. Продолжительность жизни ураганов различна. На данной территории отмечались ураганы, продолжительность жизни которых была до 5-7 дней, хотя чаще они были менее продолжительными. Внетропические ураганы, в отличие от тропических, зарождающихся над океанической поверхностью, могут возникать на суше в зимнее время при низкой температуре подстилающей поверхности, в совершенно ясную погоду без выпадения осадков.

В выделенную группу входят и ураганы (тропического происхождения), проникшие на данную территорию со всеми признаками внетропических ураганов. Такие ураганы, связанные с циклонами, проникают на данную территорию с юга и запада. Ураганы, проникающие с юга, зарождаются в районе Сахары, Средиземного моря, перемещаются на север и северо-восток [5] и на исследуемой территории уже проходят со всеми признаками внетропических ураганов. Тропические ураганы, проникающие с запада, зарождаются в районе Карибского моря, проходят вдоль берегов Северной Америки и обрушиваются на западные берега Европы (иногда проникают до Сибири [4]) со всеми признаками внетропических ураганов.

Катастрофические смерчи

Катастрофические смерчи, выделенные во вторую группу, относятся к мезомасштабным атмосферным вихрям, вертикальные размеры которых от 300 до 600м, диаметр от 10 до 1500м, а скорости могут достигать 200-300м/с [4].

Смерч - это атмосферный вихрь, возникающий в грозовом облаке и затем распространяющийся в виде темного рукава или хобота по направлению к поверхности суши или моря. В верхней части смерч имеет воронкообразное расширение, сливающееся с облаками. Когда смерч опускается до земной поверхности, нижняя часть его иногда расширяется и напоминает опрокинутую воронку. Высота смерча может достигать 800-1500м. Воздух в смерче вращается и одновременно поднимается по спирали вверх, втягивая пыль или воду. Скорость вращения может достигать 330м/с. В связи с тем, что внутри вихря давление уменьшается, происходит конденсация водяного пара. Пыль и вода делают смерч видимым. Диаметр смерча над морем измеряется десятками метров, над сушей - сотнями метров. Он возникает обычно в теплом секторе циклона и движется вместе с циклоном со скоростью 10-20м/с. Смерч проходит путь длиной от 1 до 60км, сопровождается грозой, дождем, градом [4,5]. Протяженность смерчевого облака в среднем порядка 60-80км (материнское облако). Материнские облака смерчей представляют собой вращающиеся вихревые структуры, и это вихревое движение в облаке является основной причиной образования смерчей. По своей форме и строению смерчевые облака похожи на типичные грозовые, кучево-дождевые облака и обладают двумя особенностями: высокой турбулентностью и неоднородностью. Визуально, отдельные части грозового, смерчевого облака обладают своим особым, обычно вихревым движением, такие части называют "воротник бури", "дуговое облако" и др. На радарных снимках они имеют своеобразное эхо, напоминающее крюк. Смерч является частью горизонтальных вихревых движений, свойственных нижней части всего грозового (смерчевого) облака [1,5]. Строение смерча близко к строению урагана- циклона, но размеры отличаются существенно. Прослеживается безоблачная стена "глаза" смерча. Важная особенность - резкое падение давления, толь-

ко у смерчей это происходит быстро (почти внезапно) и длится недолго. Район деятельности - побережье Черного и Азовского морей.

Катастрофическая Новороссийская бора

Относится к типу местных ветров, вызванных особенностями орографии. Бора возникает в прибрежных районах морей и крупных озер, вблизи которых располагаются горные хребты. При больших градиентах давления холодный воздух перемещается с суши на теплую акваторию моря или озера. Встретив на своем пути горный хребет, воздух переваливает через него, образуя как бы воздухопад, при котором скорость ветра увеличивается за счет силы тяжести [2]. Система хребтов Кавказа, большое количество долин, ущелий, котловин создают сложную циркуляцию внутри горной системы. В предгорной зоне Северного Кавказа происходит задержка холодных масс, стационарирование и, нередко, обострение атмосферных фронтов перед орографическим препятствием. В северо-восточной части Черноморского побережья, где высота хребтов недостаточна, нередко происходит прорыв холодных масс через Мархотский перевал. Пройдя над Цемесской бухтой, они с огромной силой обрушиваются на Новороссийск. Новороссийская бора с ураганными ветрами свирепствует в зимнее время при низкой температуре воздуха, максимальное число случаев за исследуемые 87 лет (1900-1987гг.) отмечено в январе. Скорости ветра часто превышают 40м/с, а в некоторых случаях достигают 60м/с. Новороссийская бора с такими скоростями чаще всего наблюдается в феврале и марте, сопровождается понижением температуры, интенсивным снегопадом, метелью, гололедом. Возникновение катастрофической боры часто обусловлено существованием в течение длительного времени, обширного и мощного антициклона с высоким давлением и низкой температурой.

Ураганы первого типа составляют приблизительно 61%, случаи катастрофической боры приблизительно 31%, а катастрофические смерчи 8% от общего числа случаев (рис.1).

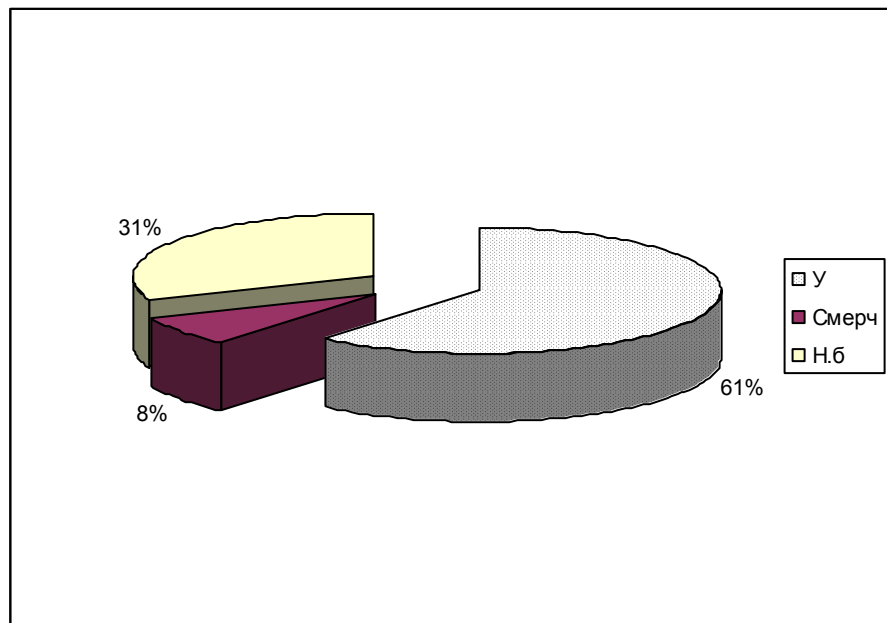


Рис. 1. Ураганы, смерчи, Новороссийская бора за период 1900-1987гг. Южный федеральный округ, Северный Кавказ.

Оказалось, что в связи с орографическими и синоптическими условиями особенностями каждого из районов повторяемость ураганов в них различна [3]. Краснодарский, Ставропольский края отличаются наибольшей повторяемостью ураганов, например, в Краснодарском крае до 260 случаев, в Ставропольском до 78. В предгорных зонах ураганы наблюдаются чаще, чем на равнинах, расположенных севернее.

Внетропические ураганы Краснодарского края наиболее разнообразны: смерчи прибрежных районов, пыльные бури и снежные катастрофические бури [3,5]. Это край благоприятных орографических условий и синоптических ситуаций для возникновения ураганных ветров и хороший полигон для их исследования [3].

Сезоны ураганов, смерчей и Новорossiysкой боры на территории Южного федерального округа и Северного Кавказа за период 1900-1987гг. представлены на рис.2-5.

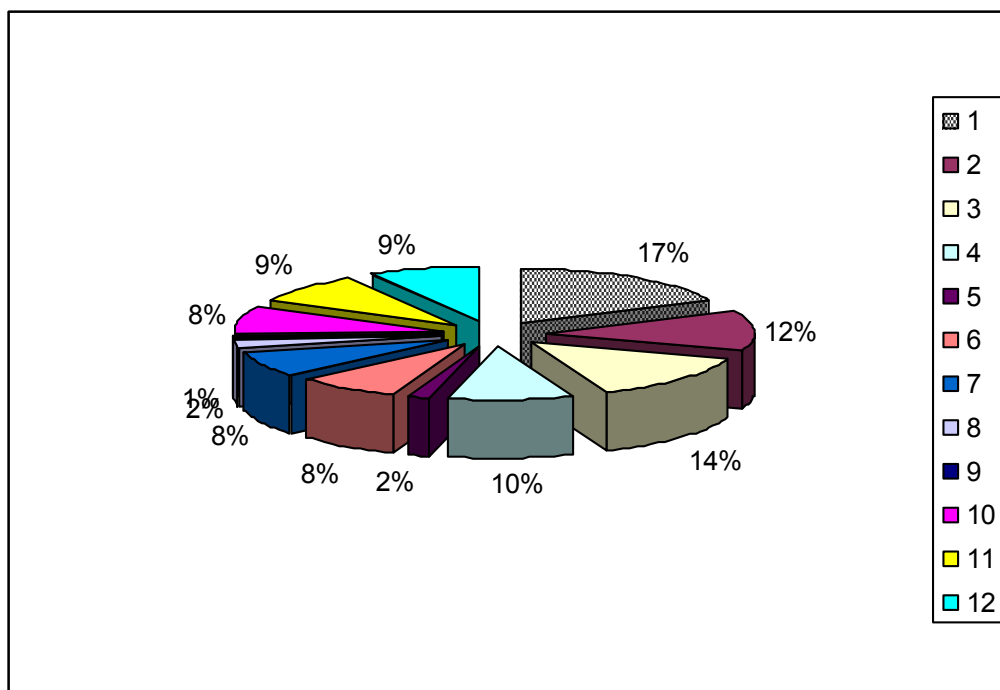


Рис.2. Сезонное распределение ураганов (первая группа)

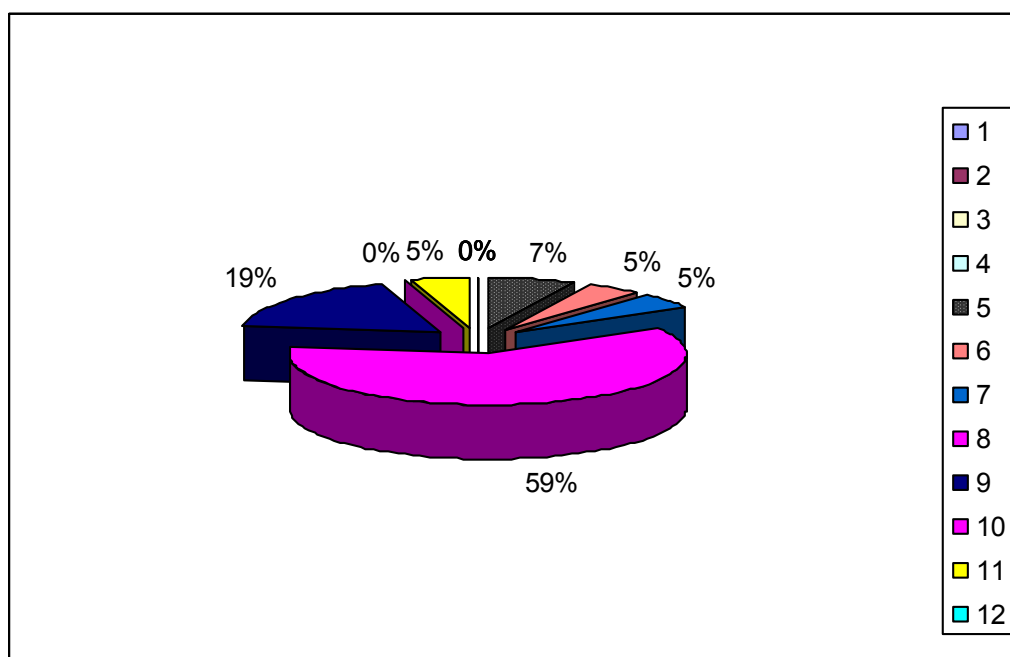


Рис.3. Сезонное распределение смерчей (вторая группа)

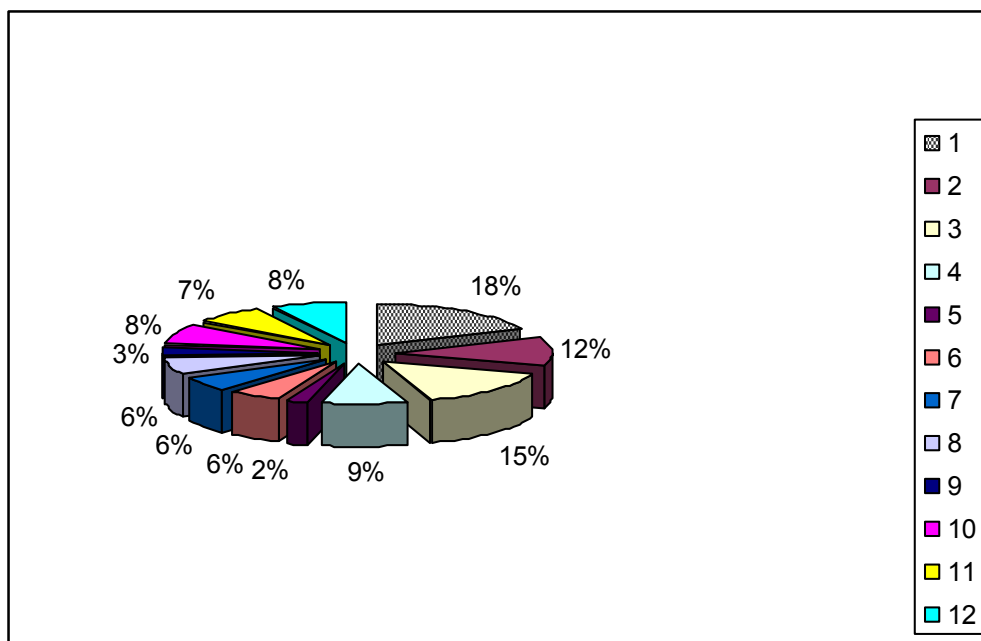


Рис.4. Сезонное распределение Новороссийской боры (третья группа)

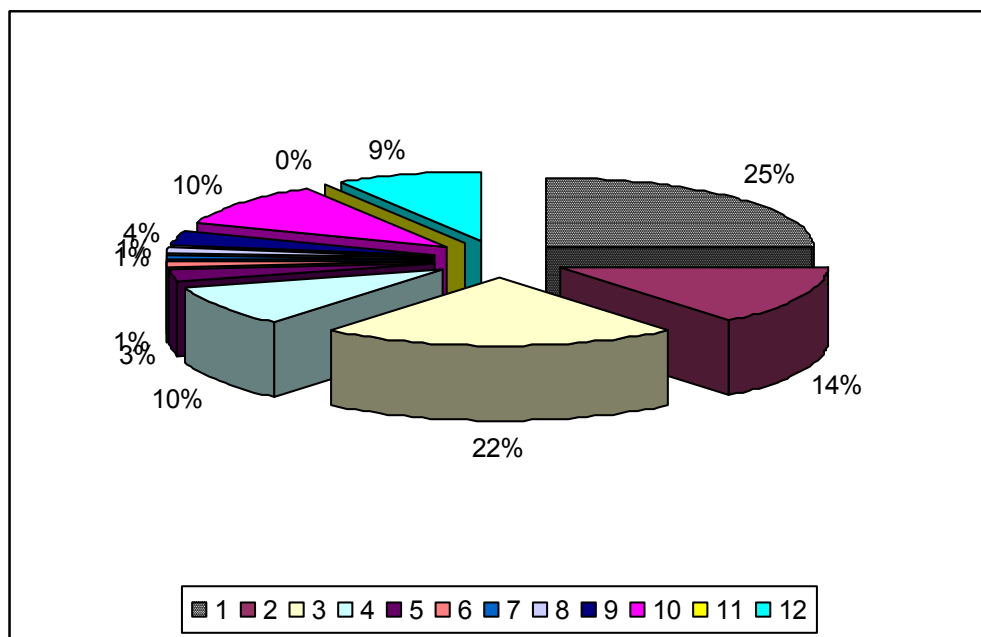


Рис.5. Сезонное распределение всех внетропических ураганов ($V > 29$ м/с) в 1900-1987гг. Южный федеральный округ, Северный Кавказ.

Сезоном ураганов Краснодарского края можно считать период с января по апрель, причем апрель более активный. С января по март ураганы чаще наблюдаются на побережье, уходя вглубь суши (табл.).

Второе место по повторяемости ураганов занимает Ставропольский край. Большое влияние здесь, видимо, оказывают отроги Кавказского хребта, нали-

чие меридионально ориентированных долин и ущелий и относительно большая высота Ставропольского плато (700-800м над ур. м.).

Меньше всего ураганов отмечено в Астраханской области, Северной Осетии, Чеченской и Ингушской республиках.

Волгоградская область и республика Калмыкия расположены в степной местности и влияние данной орографии на ураганы практически исключено. Каспийское море оказывает влияние только на непосредственно прилегающую зону. Кроме того, северная часть Каспийского моря зимой замерзает и не влияет на усиление ураганных ветров. Видимо, в перечисленных районах основная причина увеличения повторяемости и усиления ураганных ветров связана не с орографией, а с синоптическими условиями [3]. Само распределение повторяемости ураганов не только по областям, но и внутри каждой из них, неравномерно.

Таблица

Ураганы различных групп повторяемости, сезоны и районы их деятельности по данным метеостанций на территории Южного федерального округа, Северного Кавказа за период с 1900-1987гг.

№ метеостанции	% суммарного числа случаев по всей территории	Месяц максимальной повторяемости	Район
Первая группа			
136	31,07	I, III	Краснодарский
Вторая группа			
146	20,03	I, II	То же
132	16,31	I, III, XII	»
140	18,1	I, III	»
Третья группа			
153	12,03	III, XII	»
142	11,91	I, II	»
134	11,09	XII, XI	»
127	11,61	III, II	»
172	11,22	VI	Ставропольский край
178	1,68	IV, II, I	То же
179	11,10	I	»
51	12,11	III, XII	Ростовская область
Четвертая группа			
106	1,80	IV	Краснодарский край
122	1,33	III	То же

114	1,53	VI, V	»
112	1,70	IV	»
125	1,53	VIII	»
143	1,53	IV	»
124	1,53	III	»
116	1,03	IV	»
151	1,05	IX	»
107	1,33	XI	»
141	1,33	IV	»
113	1,03	II, IV	»
130	1,08	III	»
120	1,27	IV	»
115	1,53	XI	»
123	1,53	I	»
108	1,53	II	»
109	1,53	II	»
135	1,27	IV	»
110	1,53	IV	»
119	1,27	I	»
171	1,08	II, VI	»
169	1,05	I	»
195	1,53	I	»
185	1,75	I, XII	»
182	1,33	II, X	»
165	1,43	II, IV	»
176	1,53	II	Ставропольский край
187	1,53	II, VI	То же
166	1,80	II, IV, VI	»
160	1,78	III	»
162	1,68	IV	»
172	0,80	I. II, IV	»
158	1,05	II, IV, VI	Ставропольский край
175	1,33	II	То же
49	1,33	IX	Ростовская область
42	1,03	IX	То же
67	1,08	XII	»
38	1,27	I	»
35	1,53	XI	»
36	1,53	XII	»
24	1,53	I, II	Волгоградская об-
20	1,53	VIII	То же
26	1,27	X	»
30	1,53	VII	»
5	1,27	II	»
14	1,08	II	»
13	1,05	II	»
15	1,53	II	»
12	1,75	II	»
206	1,33	I, VI	Кабардино-Балкария
210	1,43	VI	То же

211	1,53	I	»
207	1,53	I	»
208	1,80	XI	»
217	1,78	I, VI	Северная Осетия
214	1,68	I	То же
216	0,80	I	»
215	1,05	I	»
213	1,33	I	»
94	1,33	I	Калмыкия
96	1,03	IX, X	То же
1000	1,08	XI	»
104	1,27	X	»
81	1,53	X	Астраханская область
85	1,53	X	То же
199	1,53	III	Чечня и Ингушетия
204	1,53	I	То же
197	1,27	III	»
201	1,53	IV	»

В таблице приведены повторяемости ураганов, разделенные на 4 группы по числу случаев: максимальной, сильной, средней и слабой повторяемостей.

Первое место по повторяемости ураганов занимает район Новороссийска (первая группа). За исследуемый период было отмечено 186 случаев катастрофической боры (со скоростью более 29м/с). Новороссийская бора относится к одному типу местных ветров, вызванных разнообразием условий рельефа [2]. Максимальная повторяемость за исследуемый период приходится на январь. Скорости ветра часто превышают 40м/с, в некоторых случаях достигают 60м/с. Бора с такими скоростями чаще всего наблюдается в феврале и марте, сопровождается понижением температуры, интенсивным снегопадом, метелью, гололедом.

Ко второй группе (район сильной повторяемости ураганов) относятся Анапа, Туапсе, Геленджик. При прохождении ураганов на Черноморском побережье Краснодарского края направление ураганных ветров в области их максимальных значений в основном юго-восточное. Сезоном ураганов этого района являются январь и март.

В третьей группе (район средней повторяемости ураганов) выделяются Джубга, Сочи, Мархотский перевал, Ростов-на-Дону, Зеленчукская, Краснодар, Невинномысск.

Ураганы Краснодарского, Ставропольского краев характерны разнообразием: смерчи, пыльные бури, наносящие колоссальный ущерб [3,5]. В зоне максимальных скоростей они имеют северо-восточное, восточное направление. Видимо сближение отрогов Кавказского хребта со Ставропольским плато в долине р. Кубань и образование входа в долину с востока способствуют усилению ураганных ветров этого направления.

Четвертая группа ураганов (район слабой ураганной повторяемости) это степные районы Волгоградской области, Калмыкии.

Ураганные ветры в этих районах имеют южное, юго-восточное направление. Как указывалось выше, в этих областях влияние орографии несущественно. Сезонами ураганов этой группы можно считать январь-апрель и июнь, причем на севере, северо-востоке территории повторяемость ураганов возрастает в апреле и июне.

Характеристика групп ураганов дает возможность выявить очаги наибольшей повторяемости ураганов в каждой из областей исследуемой территории и их сезоны.

Сделана попытка провести районирование исследуемой территории по фактору ураганоактивности. Под ураганоактивностью понимаем общее число случаев ураганов по каждому району за весь период, их максимальное число в году и максимальные скорости при урагане.

В результате анализа выделены 5 районов по фактору ураганоактивности, и предложена схематическая карта районов ураганной активности (рис. 6).

Вклад каждого из выявленных районов составляет соответственно 57%, 22,5%, 11,8%, 6,2%, 2,5% от общего числа случаев по всей исследуемой территории.

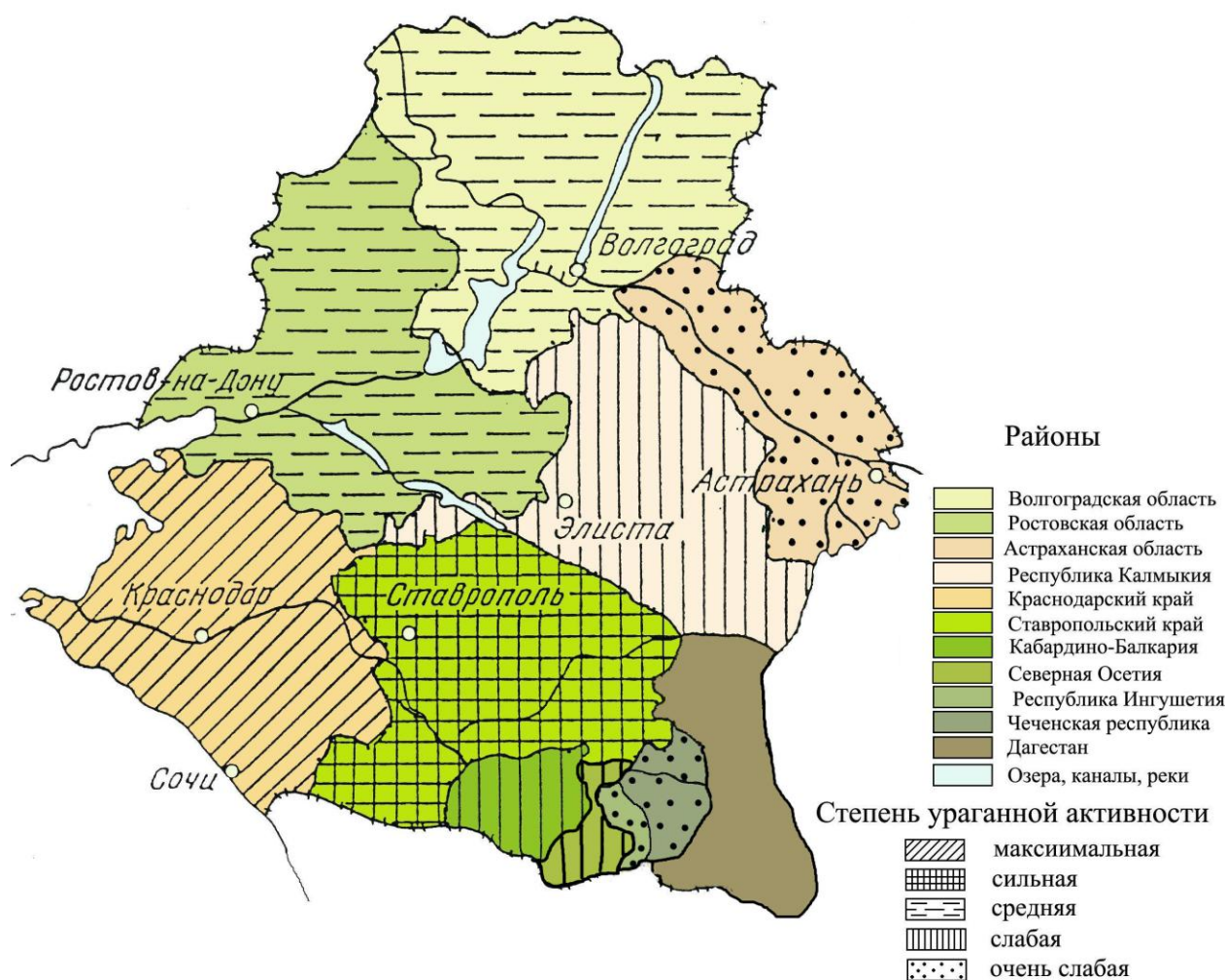


Рис. 6. Схематическая карта районов ураганной активности Северного Кавказа.

Ущерб, наносимый ураганами, велик, и вопрос прогноза ураганов, выявление районов их максимальной повторяемости, особенностей деятельности представляет не только научный, но и практический интерес. Предложенная карта позволяет выделить наиболее ураганоопасные районы для сельского хозяйства и дать рекомендации по использованию земель в сельском хозяйстве.

Выводы

Проведен анализ 486 случаев ураганов Южного Федерального округа и Северного Кавказа на основе данных 218 метеостанций за 87 лет и получены следующие результаты:

1 Проведена классификация внутропических ураганов по их происхождению и дана краткая характеристика.

2. Выделены группы ураганов по повторяемости, определены сезоны и места их деятельности внутри каждой области.

3. Определены преобладающие направления ураганных ветров для районов с наибольшей повторяемостью и сделана попытка связать их с особенностями орографии.

4. Проведено районирование всей территории по фактору ураганоактивности, определены ураганоактивные районы и составлена схематическая карта.

СПИСОК ЛИТЕРАТЫ

1. Васильев А.А., Песков Б.Е., Снитковский А.И. Смерчи 9 июня 1984 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 40 с.
2. Гусев А.М Новороссийская бора. // Тр. Моск. Гидрофиз. Ин-та 1959. – С . 104-110.
3. Ляхов М.Е. Метеорологические условия возникновения и распространения пыльных бурь на Северном Кавказе весной 1960 г. / В сб. Пыльные бури. - М.: Гидрометеиздат, 1963.
4. Мамедов Э.С., Павлов Н.И. Тайфуны. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – С. 36.
5. Наливкин В.Д. Ураганы, бури и смерчи. – Л.: Наука, 1996. – 474 с.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДЫ В Р. НАЛЬЧИК В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Река Нальчик является притоком одной из главных водных артерий республики - р. Черек. Исток реки находится на северном склоне Скалистого хребта и представляет собой родник, расположенный на высоте 2660м над ур. м.

Бассейн р. Нальчик расположен в пределах Центрального Кавказа, на северо-восточных склонах упомянутого выше Скалистого хребта. Верхняя часть бассейна захватывает крупнохолмистое предгорье и предгорную равнину, на которой расположен г. Нальчик.

Водораздел хорошо выражен в горах и слабо прослеживается на равнине. Гидрографическая сеть развита хорошо. Она представлена притоками горного типа с хорошо развитым руслом и постоянным стоком в течение года.

Южная часть бассейна сложена известняками средней и верхней юры. По мере движения на северо-восток известняки сменяются мергелистыми известняками и песчаниками. В верховьях реки, в области распространения известняков встречаются карстовые воронки и небольшие верховые болота. Предгорная равнина образована флювиогляциальными отложениями. В верхнем и среднем течении р. Нальчик имеют место выходы грунтовых вод с постоянным стоком в течение года.

По режиму стока р. Нальчик является горной рекой с устойчивым незначительным расходом в зимние месяцы и с повышением стока в остальную часть года. Наибольшие средние месячные расходы приходятся на май-июнь. Годовой ход уровня воды характеризуется тремя основными фазами водного режима: длительным летним паводковым периодом, кратковременным весенним половодьем и устойчивой зимней меженью.

Устойчивая зимняя межень устанавливается в ноябре и длится по март. Наименьший годовой уровень бывает в январе, иногда в декабре или феврале [6].

Для оценки химических показателей воды в зимнюю межень были выбраны 2 пункта отбора проб: первый вне г. Нальчик (Трек, 30-й км), второй в конце города в районе Александровки (пос. Адиух, 36-ой км). Расстояние между верхней и нижней точками равно 6-7км. Отбор проб речной воды проводился с января по март до наступления весеннего половодья.

Содержание компонентов в водах р. Нальчик в период зимней межени изменяется на исследуемом участке реки по течению слабо.

Определение гидрохимических показателей воды проводили в Лаборатории экологической химии ВГИ. При проведении химического анализа речных вод использовали источники [3,4,5]. Полученные результаты анализа вод р. Нальчик представлены в табл.1.

Величина рН речной воды на исследуемом участке в период зимней межени изменялась от 7,70 до 8,15ед. Температура воды соответствовала 0°C.

Гидрокарбонаты воды изменялись от 195 до 260мг/л, при этом в верхнем течении (30км) составляли 227-260мг/л, а в нижнем пункте отбора (п. Адиух) 195-230мг/л.

Содержание сульфатов в обоих пунктах изменялось незначительно и равнялось 20-23мг/л.

Хлориды холодного периода вели себя достаточно постоянно в верхнем течении реки (17,75мг/л) и слабо изменялись в нижнем (17,75-24,85мг/л).

Щелочноземельные металлы, представленные Ca^{2+} и Mg^{2+} , по содержанию находились в подчиненном положении. Кальций доминирует над магнием и его концентрации много выше. Содержание Ca^{2+} изменялось в пределах 63,32-84,97мг/л, при этом на 30-м км его концентрации выше. Концентрация магния варьировала от 2 до 11мг/л.

Таблица 1

Минерализация и гидрохимические показатели состава воды р. Нальчик в период
зимней межени 2011г.

Дата отбора	pH	t, °C	Концентрация, мг/л									Σи, мг/л
			HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Жесткос. мг-экв/л	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	
Трек, 28 км												
13.01	8,15	0	189,0	21,14	16,86	72,14	5,83	4,08	0,045	33,48	0,069	338,56
18.01	8,05	0	140,3	27,36	15,97	72,94	2,92	4,00	0,007	32,98	0,076	292,55
25.01	8,00	0	120,0	19,20	12,07	77,76	1,94	4,04	0,032	33,48	0,170	264,65
01.02	7,85	0	226,6	19,63	17,75	83,37	11,18	5,08	0,043	33,48	0,070	383,10
22.02	8,05	0	259,2	23,34	17,75	84,97	7,29	4,84	0,044	35,65	0,15	378,52
10.03	8,15	0	250,1	19,60	17,75	82,56	11,66	5,08	0,043	37,20	0,081	408,50
п.Адиюх, 36 км												
13.01	8,05	0	183,0	21,62	8,87	66,53	6,80	3,88	0,046	21,70	0,83	309,40
18.01	8,00	0	128,10	19,20	12,07	63,33	1,94	3,36	0,024	21,70	0,06	246,42
25.01	8,00	0	170,80	21,14	10,65	66,93	3,84	3,44	0,039	18,60	0,16	301,89
01.02	7,70	0	203,00	20,96	19,53	62,52	5,36	3,56	0,038	29,45	0,32	330,55
22.02	8,05	0	228,75	22,86	17,75	66,53	3,32	3,88	0,044	23,25	0,081	319,70
10.03	8,00	0	195,20	22,48	24,85	74,55	10,69	4,60	0,045	35,65	0,12	353,59
ПДК _{п.в}	6,5-8,5		-	100	300	180	50	7,00	0,08	40	0,5	1000

Общая жесткость вод р. Нальчик за исследуемый период доходила до 5,08мг-экв/л (Трек) и до 4,60мг-экв/л (пос. Адиух) при норме 7мг-экв/л.

Неорганические соединения азота - NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ присутствовали во всех пробах речной воды зимней межени. Концентрация NO_2^- изменялась от 0,015 до 0,045мг/л (ПДК по NO_2^- = 0,08мг/л), то есть в 2 и более раз ниже допустимых нормативов. Концентрация NH_4^+ в речных водах находилась в пределах требуемой нормы и соответствовала 0,06-0,36мг/л (ПДК по NH_4^+ = 0,5-2мг/л). Содержание нитратов резко отличалось от 2-х предыдущих форм азота и варьировало от 23,25 до 33,48мг/л, но не превышало допустимых концентраций (ПДК по NO_3^- =40мг/л) для поверхностных вод.

Минерализация вод р. Нальчик за исследуемый холодный период составляла 320-408,5мг/л, что по классификации О.А. Алекина соответствует пресным водам (до 1г/л) с преобладанием ионов HCO_3^- и Ca^{2+} [1].

По экологическим классам качества поверхностных вод суши [2] воды р. Нальчик в период зимней межени по величине рН относятся к чистым и соответствуют нейтральным, слабощелочным водам. Жесткость вод реки умеренная. Прослеживается загрязнение речных вод нитратами и нитритами. По классу качества вод концентрации NO_3^- характеризуют воды как сильно загрязненные и NO_2^- как незначительно загрязненные.

Приведенные гидрохимические данные показывают, что воды р. Нальчик в период зимней межени по содержанию главных компонентов хорошего качества, но отмечаются загрязнения формами азота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1970. – 442 с.
2. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. - 229 с.
3. Резников А.А., Муликовская Е.Л., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. - М.: Недра, 1970. – 488 с.

4. Унифицированные методы мониторинга фонового загрязнения природной среды. - М: Гидрометеиздат, 1986. - 178с.

5. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериологической и радиационной безопасности по международным стандартам. - М.: Протектор, 2010.- С. 77-79.

6. Экологические проблемы г. Нальчика/под ред. Академика РАН М.Ч. Залиханова. - Нальчик, 1998. - С. 64-79.

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ГЛАВНОМ МИНЕРАЛЬНОМ ИСТОЧНИКЕ ДЖИЛЫ-СУ

Исследованиями вод Северного Кавказа, в том числе углекислых газизирующих источников типа Джилы-Су занимались многие ученые и специалисты. Объектом нашего исследования являлся главный теплый минеральный источник (главный), расположенный у подножия правого склона долины р. Бирджалы-Су на высоте 2560м над ур. м.

Главная особенность минеральных источников Джилы-Су заключается в содержании углекислого газа, который оказывает влияние на ионно-солевой состав, формирование которого происходит под непрерывным воздействием CO_2 на всем протяжении пути этих вод. Вода минеральных источников Джилы-Су самоизливающаяся, по химическому и газовому составу – углекислая, гидрокарбонатно-хлоридно-кальциево-натриевая, слабо термальная ($22-23^{\circ}\text{C}$), мало-минерализованная ($M=3,2-3,6\text{г/л}$), величина $\text{pH}=6,35-6,5$ ед.- слабокислая.

Содержание углекислоты в воде источников Джилы-Су зависит, прежде всего, от температуры и давления. По мере движения подземных углекислых вод к поверхности земли снижается давление, а часть растворенной в воде углекислоты выделяется из нее в атмосферу в виде многочисленных пузырьков, придавая воде источников Джилы-Су эффект "кипения".

Отбор проб природной воды проводился в июле 2007г. В пробах определялись такие физические свойства воды, как запах, цветность, мутность, температура воздуха и воды, прозрачность, величина pH . Из главных ионов, характеризующих тип воды и соответственно их значение по концентрациям в лечебных и оздоровительных целях, определяли макрокомпоненты HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ и такие микроэлементы, как Cu, Pb, Mn, Zn, Cd, Cr, V, Ag, Mo, Ni. Рассчитывалась величина минерализации. Определение в пробах воды этих компонентов производилось преимущественно в соответствии с [2,3,8]. Изуче-

ние проводили в Лаборатории экологической химии Высокогорного геофизического института.

Минеральные вещества наряду с белками, углеводами и витаминами являются жизненно важными компонентами пищи человека и необходимы для построения химических структур живых тканей и осуществления биохимических и физиологических процессов, лежащих в основе жизнедеятельности организма. С минеральными веществами связаны процессы кроветворения и свертывания крови. Кроме того, они входят в состав или активизируют действие ферментов, гормонов, витаминов и, таким образом, участвуют во всех видах обмена веществ.

Вода главного источника, содержит множество необходимых минеральных компонентов. Прием вод таких минеральных источников может благотворно влиять на оздоровление организма человека.

Организм человека состоит практически из всех элементов. Содержание микроэлементов в организме крайне мало (10^{-3} - 10^{-6} мг), а оказываемые ими биологические эффекты трудно переоценить. Вода как раз и является тем самым материалом, который обеспечивает содержание в организме важнейших химических элементов. Исследованные нами воды Джилы-Су богаты такими компонентами жизнедеятельности, при использовании которых могут меняться важнейшие показатели здоровья.

Ранее в работе [5] были представлены результаты гидрохимического анализа на содержание в исследуемом источнике главных ионов. Для общей краткой характеристики химического состава минеральной воды главного источника были собраны основные особенности в одной формуле (по О.А. Алекину) [1]. В такой формуле в числителе дроби пишутся анионы, а в знаменателе - катионы, присутствующие в количестве больше 5%-экв. Внизу к символу иона приписывается содержание его в %-экв. Перед дробью сокращенно ставится величина минерализации (М) в г/л.

Ниже представлена формула химического состава минеральной воды, отобранной в районе Джилы-Су в виде гидротермы, с применением традиционной классификации А.М. Овчинникова.

Таблица 1

Гидротермы минеральных вод (по А.М. Овчинникову)

Минеральные воды	Формула химического состава	Специфические свойства углекислых вод
Кисловодский нарзан	$M_{3,9} = \frac{HCO_3 60 SO_4 26 Cl 14}{Ca 56 Na 23 Mg 20}$	CO ₂ =1,9 г/л
Главн. источник, Джилы-Су, июль 2010 г.	$M_{3,64} = \frac{HCO_3 65 (SO_4 9) Cl 26}{Ca 26 (Na + K) 65 Mg 9}$	CO ₂ =1,4 г/л Fe=0,0068г/л; H ₂ SiO ₃ =0,145г/л; HBO ₂ = 0,072г/л; Br,I,F.
Малкинский минеральный источник [3]	$M_{2,0-5,0} = \frac{HCO_3 55 - 75 Cl 20 - 45}{Ca 22 - 35 (Na + K) 55 - 75}$	CO ₂ =1,8-2,3 г/л Fe=0,01- 0,02 г/л; H ₂ SiO ₃ =0,06-0,1г/л; H ₃ BO ₃ = 0,1-0,15г/л;

Наглядное изображение результатов анализа воды главного источника Джилы-Су, представленное в виде гидротермы, выявляет химические свойства, особенности состава и характеристические соотношения. В формуле химического состава исследуемого минерального источника эти соотношения схожи с данными анализа Малкинского источника [3] и находятся в указанных пределах. Химические показатели вод главного источника Джилы-Су по лечебному применению питьевых минеральных вод соответствуют требованиям ГОСТ 13273-88.

В предлагаемой работе приводятся результаты анализа содержания тяжелых металлов (ТМ) в воде источника. Сведения о содержании ТМ в минеральной воде Джилы-Су малочисленны.

Результаты представлены на рис.1, где распределение определяемых металлов показано двумя диаграммами.

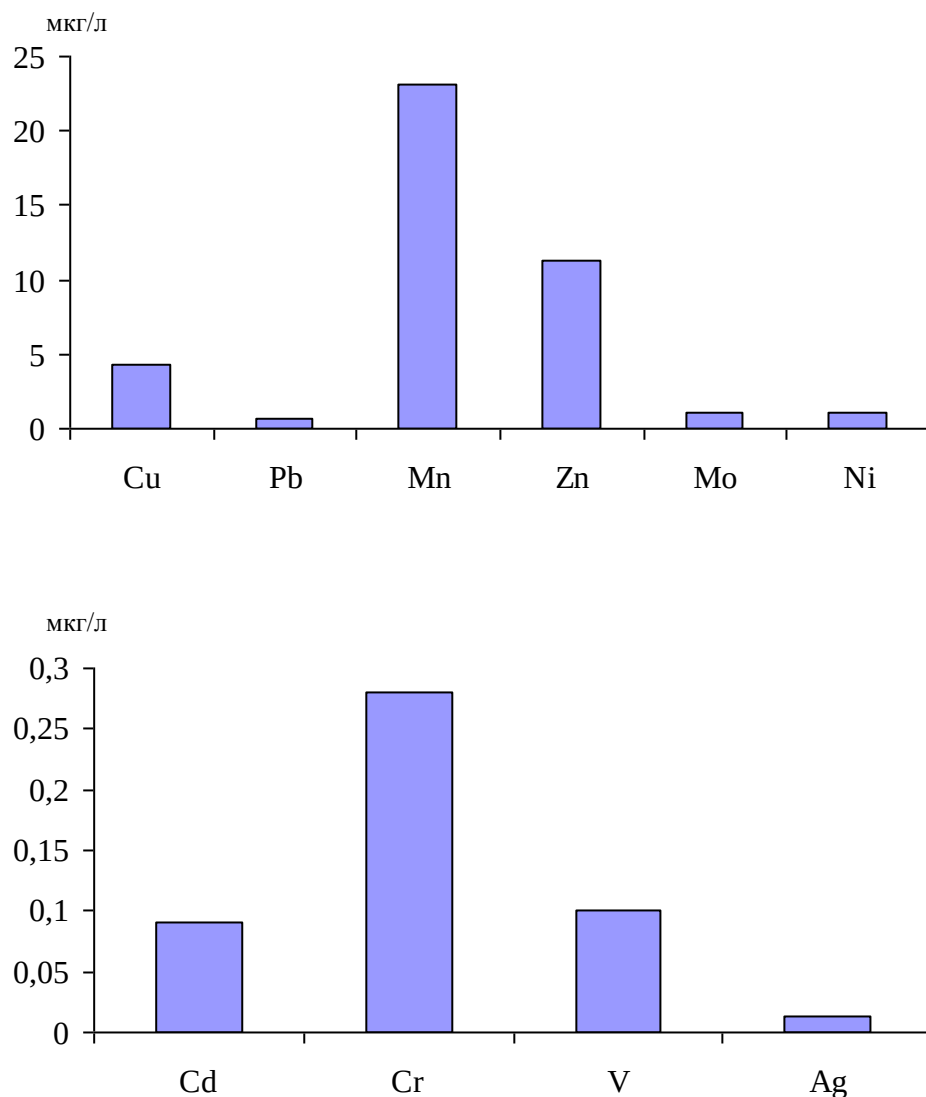


Рис.1. Содержание микроэлементов в водах главного минерального источника Джилы-Су (100м выше бассейна).

Лидером среди предлагаемых металлов по содержанию в воде углекислого источника являются Mn, Zn и Cu. Отметим, что Mn, Zn, Cu, Ni и Ag находятся на уровне фонового содержания микроэлементов в подземных водах [6]. Концентрации тяжелых металлов - Pb и Cr на порядок ниже от их кларковых содержаний [4] (табл.2).

Таблица 2

Встречаемость и содержание тяжелых металлов в главном минеральном источнике района Джилы-Су

ТМ	Кларк вес % [4]	Содержание, мг/л	Фоновое со- держание в подземных водах по Резнику [6]	Требования к качеству при- родной мине- ральной воды, мг/л [9]	СанПин 2.1.4.559-96, мг/л [7]
Zn	$8,3 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-4} - n \cdot 10^{-3}$	5	5
Mn	$9,0 \cdot 10^{-2}$	$2,32 \cdot 10^{-2}$	$n \cdot 10^{-3} - n \cdot 10^{-2}$	0,40	0,10
Cu	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-4}$	1,0	1,0
Ni	$5,8 \cdot 10^{-3}$	$1,05 \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-4}$	0,02	0,1
Pb	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$	$n \cdot 10^{-4}$	0,01	0,03
Ag	$n \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$n \cdot 10^{-4}$	0,05	0,01
Cr	$8,3 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$n \cdot 10^{-4}$	0,05	0,05
V	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$n \cdot 10^{-4}$	0,1	0,1
Mo	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$n \cdot 10^{-4}$	0,25	0,25

Отличительной особенностью для углекислой воды источника является содержание Мо ($1,1 \cdot 10^{-2}$), который в 2 раза выше его фонового ($n \cdot 10^{-4}$) и кларкового ($1,1 \cdot 10^{-4}$) содержания, но ниже ПДК более чем в 20 раз [4,6]. Повышенное содержание молибдена связано, вероятно, с расположением источника Джилы-Су в пределах Пшекиш-Тырныаузской разломной зоны, к которой приурочено месторождение молибдена.

В целом концентрации представленных микроэлементов невелики и наблюдается отношение $Mn > Zn > Cu$, которое выражается в цифровых данных 5:2:1, а для отношения металлов $Cr > V > Cd$ соответственно 3:1:1.

Сравнительный анализ полученных данных с требованиями к качеству природных минеральных вод и по СанПин 2.1.4.559-96 [2,7,9] показал, что определяемые тяжелые металлы находятся ниже и много ниже допустимых значений в минеральной воде, а Мо является более распространенным элементом, что связано с горообразующими породами территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии.- Л.: Гидрометеиздат, 1970.- 443 с.
2. Государственный контроль качества минеральной воды и напитков.- М.: Изд-во «Стандартов», 2003. - 829с.
3. ГОСТ 13273-88. Воды минеральные питьевые, лечебные и лечебно-столовые. - М.: Изд-во Стандартов, 1994.
4. Добровольский В.В. Химия земли.- М.: Просвещение, 1980. - С. 31-40.
5. Жинжакова Л.З., Докукин М.Д., Багов А.М. Исследование химического состава вод минеральных источников в районе Джилы-Су // Межрегиональная научно-практическая конференция "Обеспечение охраны, улучшения и восстановления поверхностных водных объектов в Зап.-Каспийском бассейновом округе", Махачкала, март 2011г.
6. Резников А.А., Муликовская Е.Л., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод.- М.: Недра, 1970. - 488с.
7. Сан.Пин 2.1.4.559-96.
8. Унифицированные методы мониторинга фоновое загрязнение природной среды. – М.: Гидрометеиздат, 1986. – 178 с.
9. Фомин Г.С. Вода Контроль химической, бактериологической и радиационной безопасности по международным стандартам. - М.: Протектор, 2010. - С. 77-79.

Т.И. Воробьева, Л.П. Гущина, Л.З. Жинжакова,

Т. В. Реутова, Е.А. Чередник

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДАХ РЕК ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

Химический состав речных вод в естественных условиях регулируется природными процессами и тесно связан с физико-географическими условиями бассейна и изменяющимися климатическими условиями. Взаимодействие веществ между собой с участием живой составляющей водного мира приводит к возникновению комплексных соединений, параллельному существованию растворимых и взвешенных частиц. Сложность состава речных вод обусловлена не только широким естественным сосуществованием различных форм химических веществ, но и разнородными их количественными соотношениями [5]. Постоянное поступление в воды дополнительных примесей обусловлено факторами как природного, так и антропогенного характера. При этом концентрации веществ в значительной степени изменяются в зависимости от гидрологического режима. Попадающие в водный поток различные примеси в результате десорбции, комплексообразования, осаждения и биологического поглощения переходят из водной фазы в твердые взвеси и при определенных условиях вновь возвращаются в раствор [3]. Несмотря на то, что большинство тяжелых металлов в речных водах содержатся в микродозах, их токсические свойства сохраняются в растворах и взвесях, из пищевой цепочки они практически не выводятся, и их действие на человека и животных является «миной замедленного действия» [4]. Наблюдения за содержанием в водных объектах вредных веществ, в том числе и биофильных соединений в больших концентрациях, является одной из насущных задач, решению которых способствует проведение мониторинга рек.

Цель работы состояла в оценке содержания токсичных загрязняющих веществ в водах основных артерий Кабардино-Балкарии в разные фазы водного режима на базе данных мониторинга рек Центрального Кавказа. Эта база вклю-

чает ежегодные измерения уровней концентраций ряда тяжелых металлов и трех форм минеральных соединений азота в 73 створах, охватывая территорию от р. Подкумок до р. Терек, в период 2002-2010гг. Определение концентраций тяжелых металлов проводилось методом атомно-эмиссионной спектроскопии и методом анодной инверсионной вольтамперометрии, минеральных форм азота – спектрофотометрическим методом и методом прямой потенциометрии с использованием ион-селективных электродов [7].

По полученным данным прослежена динамика концентраций микропримесей в речных водах 13 рек в зимнюю межень и летние дождевые паводки и выявлен спектр загрязнителей (Cr, Ni, Mo, Mn, Zn, Pb, Cu, Ag, V, NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+) [1,2]. Сравнительный анализ величин концентраций микропримесей в водах рек показал, что концентрации тяжелых металлов в зимнюю межень систематически ниже, чем в летние дождевые паводки, и концентрации ряда элементов (Zn, Pb, Cr, Ni) фиксируются около предела определения. В это же время концентрации неорганических форм азота, наоборот, в зимнюю межень выше, чем в летний период, и увеличиваются к устью, достигая ПДК по NO_2^- в водах рек. В результате подробного анализа установлено, что к уровню концентраций микропримесей от природных источников существенно добавляется антропогенная составляющая. Систематизированные по всем рекам данные показали, что приоритетными загрязняющими токсичными веществами в водах р. Баксан являются Mo, Cr, Cu, NH_4^+ , $^-$ в водах р. Черек – Zn, Pb, NO_2^- , в водах р. Малка – Cr, Ni, Zn, Cu, NO_2^- , NH_4^+ , в водах р. Терек – Zn, Pb Cu, NH_4^+ [4].

Анализ данных ежегодных измерений величины pH в среднем течении и в устьевой зоне основных водных артерий Кабардино-Балкарии показал, что в водах р. Баксан в зимнюю межень величина pH фиксировалась от 7,60 до 8,20ед., в водах р. Черек - от 7,50 до 8,35ед.; в летние паводки в водах Баксана - 8,05-8,10ед., в водах Череха – 7,05-8,10ед. При этом замечено, что с 2005г. в зимнюю межень в обеих реках к устью щелочность снижается на 0,5-0,6ед., в летние паводки, наоборот, в водах Череха она повышается на 0,2-0,6ед., а в водах Баксана изменяется незначительно, на 0,1-0,2ед. В целом же воды обеих

рек стабильно носят слабощелочной характер, как и воды остальных рек Центрального Кавказа.

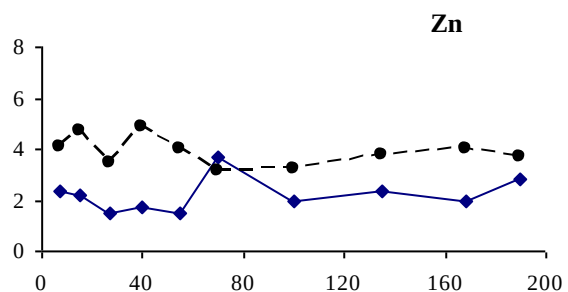
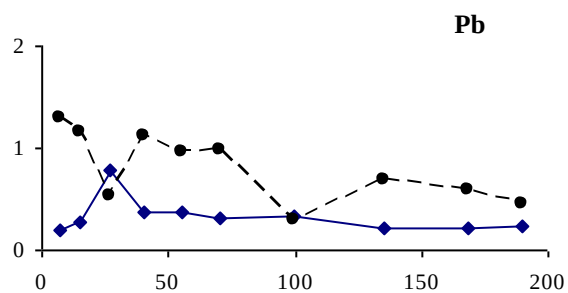
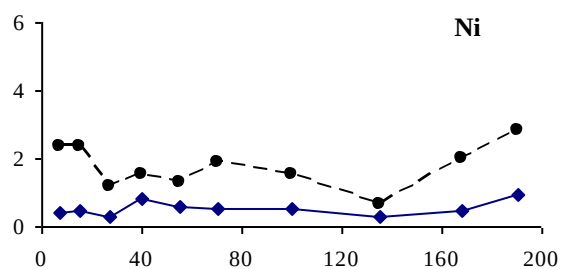
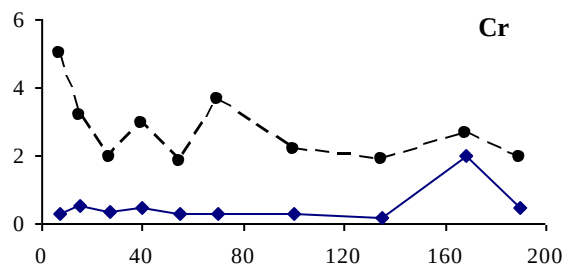
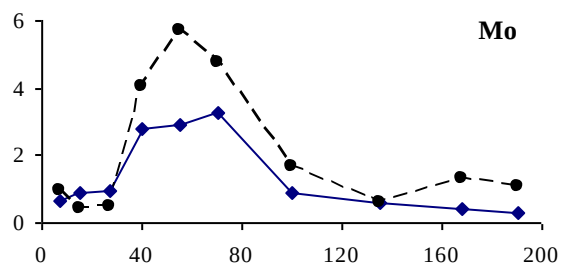
Данные, полученные в период 2002-2004 и 2008-2010 гг., позволили проследить загрязнение вод Баксана и Черёка практически по всей длине рек. На рис. 1 представлены профили пространственного распределения средних многолетних концентраций ряда ингредиентов от истока до устья в разные фазы водного режима, которые позволили оценить экологическое состояние рек и выявить наиболее неблагополучные районы.

Как видно из рисунка, концентрации микропримесей в водах обеих рек в зимнюю межень находятся на примерно одинаковом уровне, выявляя фоновые значения каждого из ингредиентов. В летние дождевые паводки значения концентраций тяжелых металлов увеличиваются больше, чем в два раза. Содержание неорганических форм азота в водах р. Баксан, как и в р. Черёк, отмечается на том же уровне, что и в зимнюю межень, но увеличивается к устью и достигает уровня ПДК при выходе рек на равнину (с. Исламей, 100 км, с. Старый Черёк, 74 км). При этом очевидное увеличение концентраций NO_2^- и NO_3^- в зимнюю межень, по-видимому, связано с антропогенным влиянием населенных пунктов, где практически в каждом организованы несанкционированные свалки бытовых отходов в поймах обеих рек.

Из сравнения профилей тяжелых металлов видно, что по уровню содержания Cr, Ni, Zn, Pb воды рек, как в зимнюю межень, так и в паводковый период различаются незначительно. Подробный анализ содержания Cu показал, что в водах обеих рек концентрации изменяются синхронно фазам водного режима, превышая ПДК в 20-30 раз и постепенно увеличиваясь к устью. Увеличение концентраций Pb в летний период происходит в среднем в 2,6-3,0 раза и максимальные концентрации достигают уровня ПДК. В некоторых пунктах наблюдается увеличение концентрации Cr в 6-13 раз, но максимальные значения концентрации, как и Ni, не превышают 1,5 ПДК.

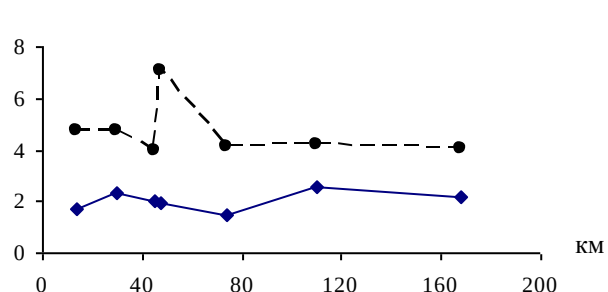
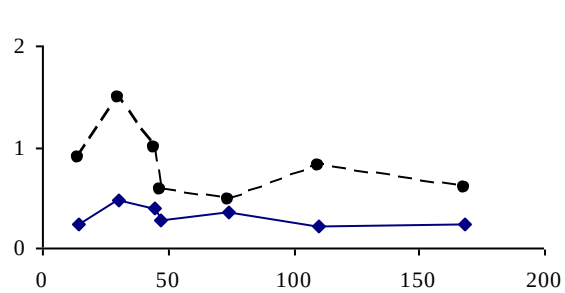
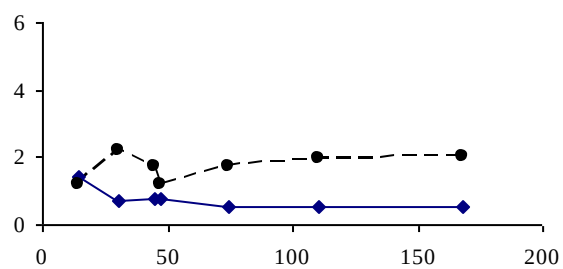
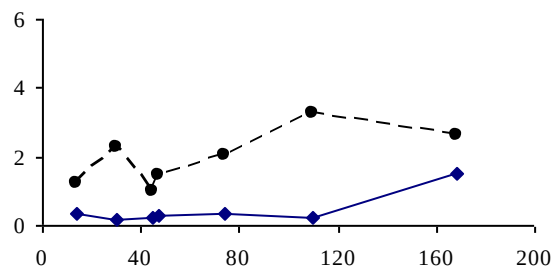
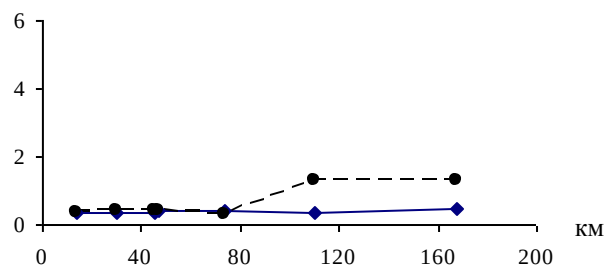
р. Баксан

С, мкг/л



р. Черек

С, мкг/л



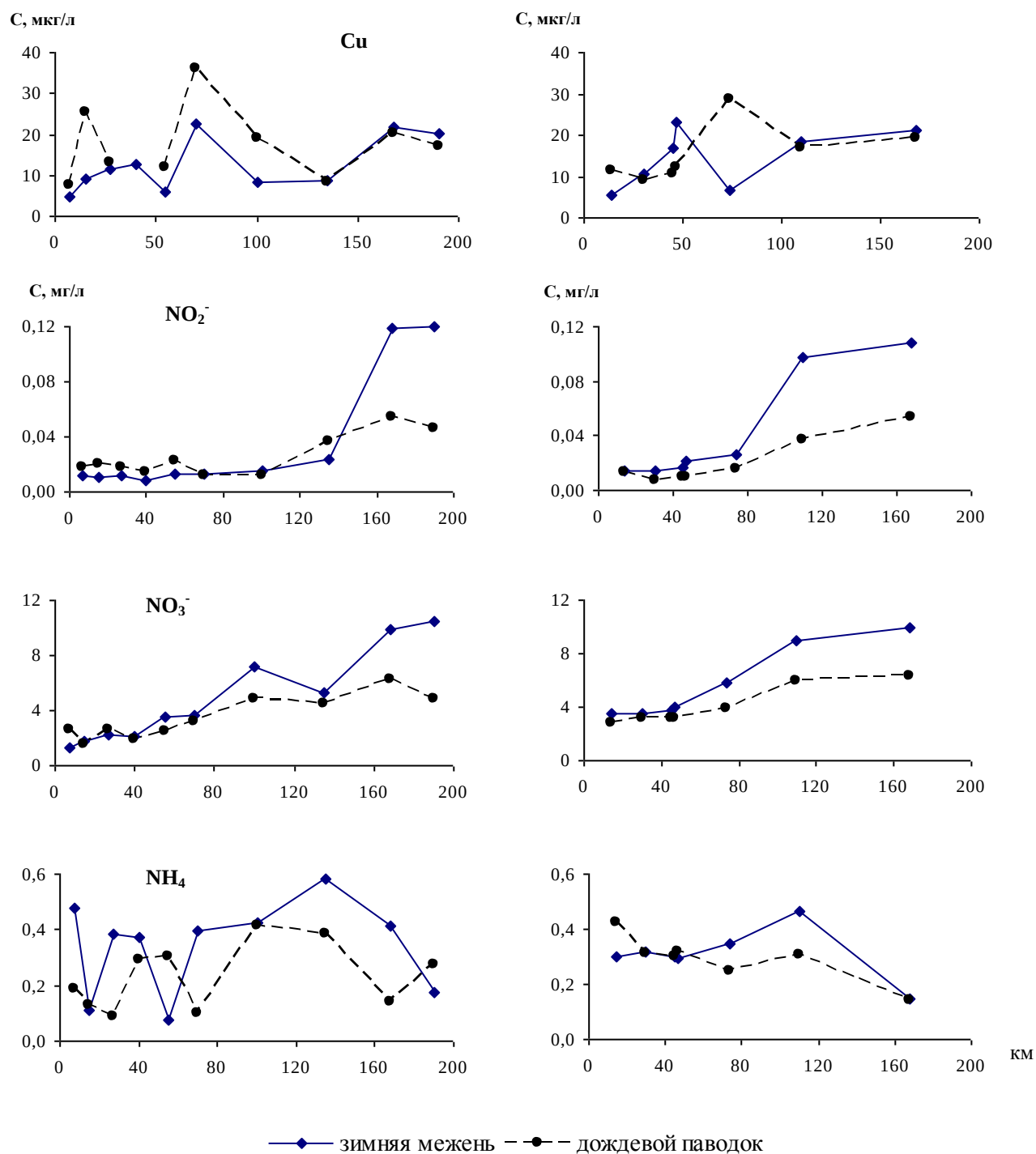


Рис.1. Профили пространственного распределения среднееголетних концентраций микропримесей в реках Центрального Кавказа.

Анализ уровней концентрации Мо и Си показал, что они неоднократно превышают 6 и 50 ПДК соответственно. В водах р. Баксан содержание Мо в 4-5 раз выше, чем в р. Черек.

Как видно из рисунка, четко выявляется участок р. Баксан с постоянным сильным загрязнением Mo и Cu , охватывая территорию с 40 по 70 км реки от истока. Представляло интерес оценить уровни загрязняющих веществ на этом участке р. Баксан, так как именно здесь воды интенсивно используются для полива сельскохозяйственных угодий.

Заметим, что на опасно загрязненном токсичными примесями участке реки расположены г. Тырныауз с рудоперерабатывающими предприятиями и их «хвостохранилищами», являющимися долговременными экологически опасными объектами. В настоящее время работы по добыче и переработке руды не проводятся, и природоохранные мероприятия на «хвостохранилищах» отсутствуют, но вынос загрязняющих веществ в р. Баксан происходит постоянно с дренажными и сточными водами и периодически с дождевыми.

В табл. 1 представлены экстремальные, средние значения и коэффициент вариации (v) концентраций токсичных примесей, характерных для выявленного загрязненного района, в зимнюю межень (I) и летние дождевые паводки (II).

Как следует из представленных данных, средние концентрации Mo в зимний период составляют 2,77-3,28 мг/л, в летний период – 4,03-5,71 мг/л, что соответствует 2,7-5,7 ПДК. Сравнение средних концентраций в зимнюю межень и летний период показало, что в летний период они возрастают в 1,5-2 раза, и это свидетельствует о вкладе поверхностного стока в загрязнение дренажными водами. Минимальные концентрации в зимний период, равные 0,92 мг/л, по-видимому, указывают на постоянное загрязнение вод, а коэффициенты вариации – на возможное влияние на химический состав воды погодных условий. Зафиксированная максимальная концентрация равная 16,4 ПДК, измеренная на 4-ый день после выпадения осадков, вероятнее всего, обусловлена стоком сильно загрязненных дренажных вод с защитной дамбы «хвостохранилища». По-видимому, в дождливые дни концентрации микропримесей могут быть значительно выше, увеличивая общую токсичность вод. Поскольку «хвостохранилище», представляя собой сложный комплекс гидротехнических сооружений, в большей своей части состоит из захороненных сухих ядовитых отходов произ-

водства, то его даже частичное разрушение или перелив вод из прудостойника после выпадения интенсивных осадков может вызвать по течению р. Баксан и далее Малки отравление вод на десятки километров. В связи с этим в указанном районе, чтобы обеспечивать безопасность населения, требуется оценка не только концентраций загрязняющих веществ, но и периодический технический контроль за состоянием самого «хвостохранилища».

Таблица 1

Средние и экстремальные концентрации вредных примесей в загрязненном районе р. Баксан в период 2002-2010гг.

Баксан	Ингредиент	Ед. изм.	С _{сред.}		v		С _{min}		С _{max}	
			I	II	I	II	I	II	I	II
40 км	Cr	мкг/л	0,45	2,96	0,57	0,71	0,20	0,95	0,80	5,98
	Mo	-“-	2,77	4,03	1,35	0,70	0,47	0,91	8,35	8,37
	Pb	-“-	0,38	1,12	0,28	1,17	0,27	0,20	0,49	3,62
	NH ₄ ⁺	мг/л	0,38	0,29	1,34	1,21	0,01	0,01	1,10	0,99
55 км	Cr	мкг/л	0,29	1,83	0,54	0,77	0,20	0,74	0,47	4,20
	Mo	-“-	2,89	5,71	0,14	1,23	2,50	0,92	3,31	16,40
	Pb	-“-	0,37	0,96	0,64	0,68	0,20	0,33	0,53	1,93
	NH ₄ ⁺	мг/л	0,08	0,30	1,18	1,41	0,01	0	0,18	1,15
70 км	Cr	мкг/л	0,28	3,65	0,28	0,87	0,20	0,39	0,38	8,80
	Mo	-“-	3,28	4,76	0,72	0,98	1,34	0,20	6,38	12,03
	Pb	-“-	0,31	0,98	0,58	1,10	0,20	0,20	0,57	2,64
	NH ₄ ⁺	мг/л	0,40	0,10	1,16	0,67	0,01	0,01	1,05	0,17

Накопленный многолетний ряд данных позволил проследить сезонные изменения концентраций загрязняющих веществ в предгорной зоне и устьевой части 13 рек Центрального Кавказа. Эта территория представляет собой наиболее заселенную часть исследуемого района. По берегам рек расположены как крупные населенные пункты, имеющие сельскохозяйственное направление (Баксан, Чегем), так и города с развитой промышленностью (Прохладный, Те-

рек, Нальчик). Предполагалось, что при отборе проб в двух створах максимальное значение концентрации отражает уровень загрязнения вод данного участка реки. Первые створы располагались в зоне перехода от структурно-денудационного комплекса к аккумулятивной (предгорная зона), вторые – в устьевой зоне.

В табл. 2 представлены сводные данные о максимальных уровнях содержания загрязняющих веществ в реках Центрального Кавказа в зимнюю межень (I) и летние дождевые паводки (II). Здесь же для сравнения приведены значения ПДК в соответствующих каждому компоненту единицах измерения.

Сравнительный анализ представленных данных показал, что в зимнюю межень содержание тяжелых металлов на порядок величины ниже, чем в дождевые паводки, и в отдельных реках только изредка концентрации незначительно превышали ПДК. В летние паводки концентрации всех ингредиентов были в 2-10 раз выше ПДК. Содержание минеральных форм азота, наоборот, в зимнюю межень было выше, чем в летний период, и варьировало бессистемно. Исключение составляли концентрации NO_2^- и NH_4^+ в водах р. Терек, Урвань и Куркужин, где они превышали ПДК в обе фазы водного режима. Сопоставление данных с уровнем ПДК показало, что за 9 лет наблюдения превышения ПДК по каждому ингредиенту в ледниковых реках отмечалось 1-3 раза, в неледниковых реках 2-4 раза. К настоящему времени пиковые значения концентраций составляют: Cr - 24,8мкг/л, Ni - 23,6мкг/л, Mo - 4,9мкг/л, Mn - 35,9мкг/л, Zn - 98,8мкг/л, Pb - 57,0мкг/л, Cu - 52,5мкг/л, Ag - 0,12мкг/л, V - 13,8мкг/л, NO_2^- - 5,52мг/л, NO_3^- - 55,8мг/л, NH_4^+ - 2,85мг/л.

Таблица 2

Максимальные концентрации тяжелых металлов (мкг/л) и минеральных форм азота (мг/л) в предгорной и устьевой части рек Центрального Кавказа, 2002-2010гг.

Река		Cr	Ni	Mo	Mn	Zn	Pb	Cu	Ag	V	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
Малка	I	0,9	3,5	0,8	3,9	14,2	1,9	27,1	0,04	–	0,45	24,8	1,2
	II	24,8	23,6	5,8	14,8	25,0	11,3	50,0	0,07	7,2	0,09	17,1	1,2
Баксан	I	1,1	1,2	2,4	4,5	13,4	1,0	46,0	0,03	0,4	0,22	24,8	0,9
	II	15,7	9,3	14,9	14,1	37,7	10,6	50,0	0,08	10,9	0,08	15,5	1,3
Черек	I	0,6	1,8	0,7	3,5	5,1	0,8	50,0	0,08	0,6	0,24	24,8	1,2
	II	15,9	8,4	5,8	18,5	98,8	15,0	52,5	0,06	10,8	0,05	15,5	1,0
Терек	I	3,6	3,6	2,6	12,5	13,1	5,4	13,5	0,06	0,8	0,2	21,7	1,2
	II	16,2	9,5	1,1	30,7	49,3	57,0	32,3	0,07	13,4	0,2	12,4	1,1
Куркужин	I	19,6	3,5	2,7	2,5	6,1	1,3	19,1	0,04	0,8	0,31	49,6	1,0
	II	14,3	5,1	3,7	8,5	18,1	8,5	33,9	0,04	4,3	5,52	55,8	1,9
Шалушка	I	1,6	2,8	1,0	6,0	16,5	4,8	28,0	0,13	3,3	0,07	26,7	1,5
	II	15,0	16,8	4,0	11,3	12,4	6,8	36,7	0,06	6,9	0,06	29,8	0,9
Чегем	I	1,4	1,8	0,6	2,2	18,2	2,4	9,6	0,03	0,6	0,04	15,5	0,8
	II	14,1	7,4	1,3	9,7	10,7	10,9	18,1	0,04	4,1	0,04	5,7	0,2
Подкумок	I	3,6	0,9	0,3	6,0	13,3	0,6	9,3	0,10	0,6	4,1	55,8	1,2
	II	4,0	1,1	0,4	4,2	11,0	4,3	26,9	0,09	0,6	0,4	49,6	0,7
Нальчик	I	0,9	9,5	0,8	4,1	4,9	0,8	17,5	0,03	1,6	0,09	32,5	0,7
	II	7,8	5,4	1,8	12,3	27,6	6,6	34,2	0,16	4,9	0,04	40,3	1,4
Урвань	I	1,2	1,8	0,9	2,8	10,9	4,8	25,0	0,04	1,5	3,8	39,7	2,8
	II	3,8	2,1	1,0	12,0	18,2	17,4	29,0	0,06	1,0	1,7	39,7	2,4
Лескен	I	2,5	5,0	0,9	11,9	6,4	1,6	19,8	0,12	0,7	0,11	37,2	0,7
	II	6,8	2,3	0,3	14,3	19,1	0,6	22,8	0,17	0,6	0,06	32,2	0,4
Урух	I	4,7	2,6	1,4	5,2	8,2	3,8	25,8	0,02	13,0	0,04	15,5	0,7
	II	4,5	5,6	1,1	11,7	81,2	21,5	56,3	0,08	3,1	0,02	35,6	0,5
Ардон	I	0,4	0,6	0,7	2,7	9,8	3,9	15,1	–	–	0,04	5,1	0,1
	II	5,2	8,1	0,3	35,9	57,0	10,8	16,2	0,04	2,4	0,02	4,3	0,3
ПДК [6]		20	10	1	10	10	6	1		100	0,08	40	0,5

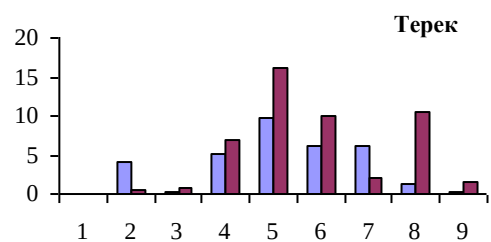
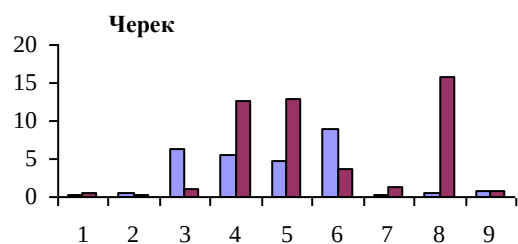
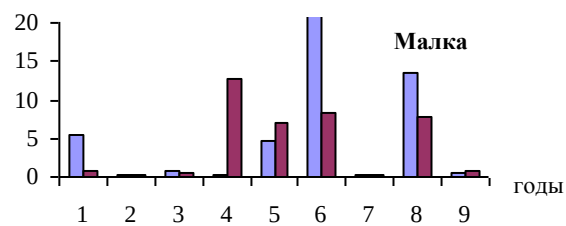
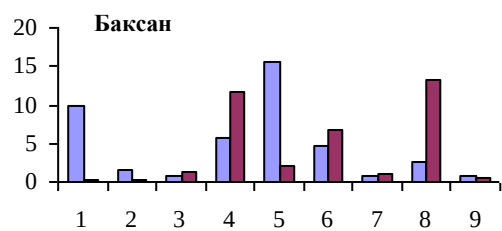
Изменение загрязненности по течению рек было прослежено по отношению концентрации компонента в устьевой зоне к значению концентрации в предгорной зоне (k). Вычисленные значения k сильно варьировали по годам, но осредненные значения были достаточно информативны и составляли $0,4 \div 3,0$. Значения, равные или близкие к 1, означали стабильный уровень содержания микропримесей, отклонение в большую сторону свидетельствовало о загрязнении вод к устью, отклонение в меньшую сторону – о самоочищении рек. В целом было принято, что изменение $k_{\text{сред}}$ от 0,5 до 3 можно считать природным размахом изменений концентраций, значения $k_{\text{сред}} = 3-5$ свидетельствовали о значительных отклонениях от природного процесса и зафиксированных опасных уровнях загрязнения, значения $k_{\text{сред}} > 10$ – это сигнал о катастрофическом залповом сбросе, возможно, природная среда в этих случаях быстро и надолго омертвляется. Отметим, что параллельно проводилось сравнение концентраций с уровнем ПДК. За опасные уровни загрязнения принимались концентрации, приближающиеся и превышающие уровни ПДК. В обследованных водах рек как вредные микропримеси с опасным уровнем содержания были прослежены Cr, Ni, Mo, Zn, Pb, Cu, NO_2^- , NH_4^+ .

Анализ показал, что в зимнюю межень k по тяжелым металлам изменялся в основном в пределах 0,7 – 1,5, по минеральным соединениям азота 1 – 3, что в целом не вызывало практического интереса, так как загрязнение вод всех рек было низким. Характерные изменения загрязнения рек проявились в летние дождевые паводки.

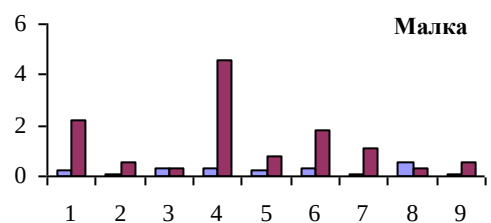
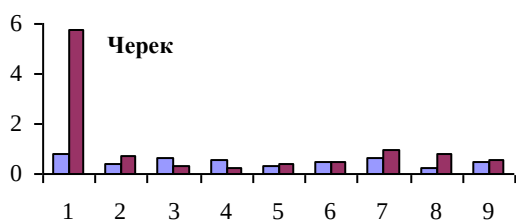
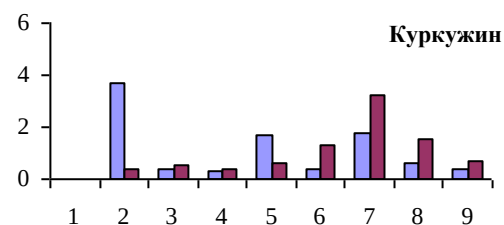
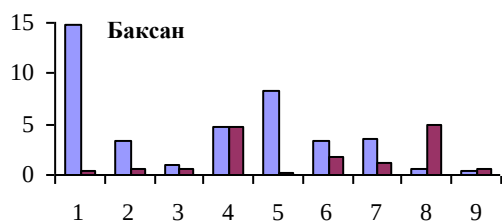
На рис. 2 представлено изменение содержания Cr, Mo, Zn, Pb, NH_4^+ в летний период 2002-2010 гг. в водах некоторых наиболее загрязненных рек в предгорной и равнинной частях Центрального Кавказа, а именно, Баксан, Черек, Малка, Терек, Куркужин и Урвань. Как видно из рисунка, концентрации Cr в водах Малки в предгорной зоне выше, чем в равнинной. Согласно расчетам в летний паводок $k_{\text{сред}} = 4,6$, что свидетельствовало о загрязнении реки к устью. При этом максимальная концентрация, равная

C, мкг/л

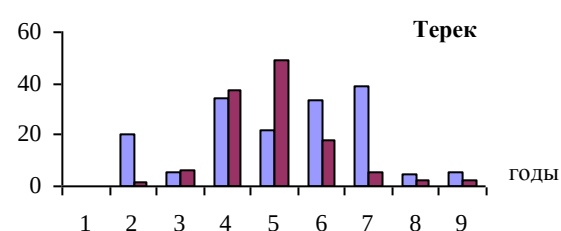
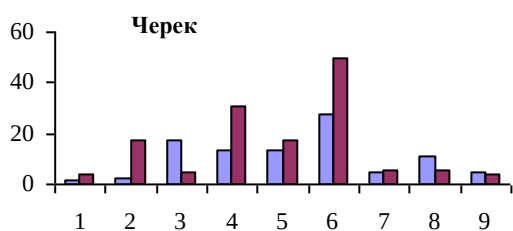
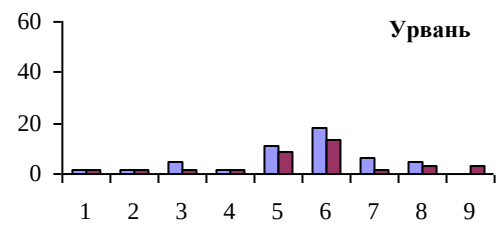
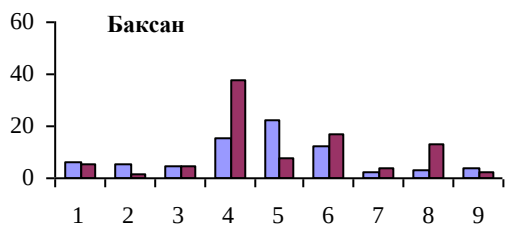
Хром



Молибден

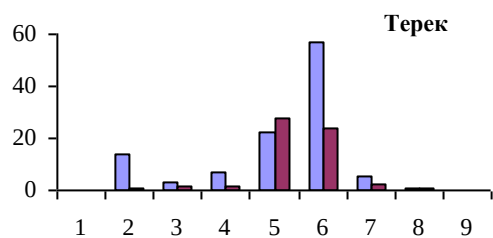
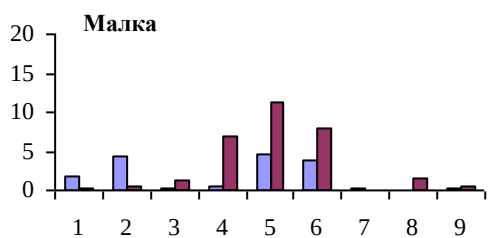
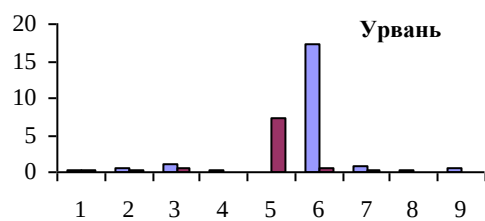
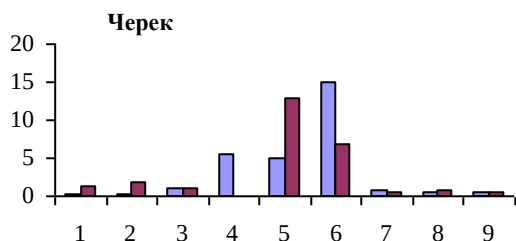
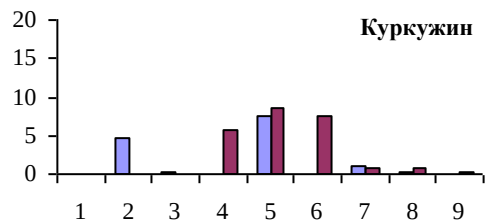
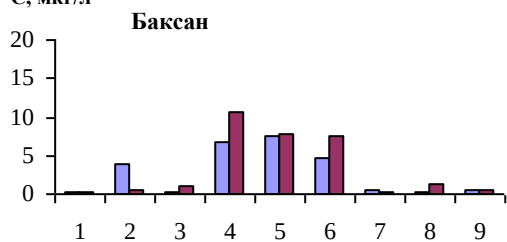


Цинк



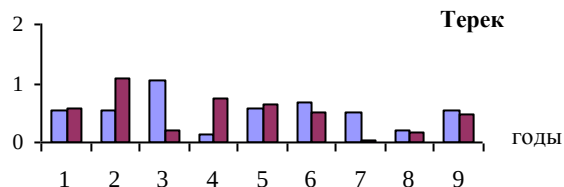
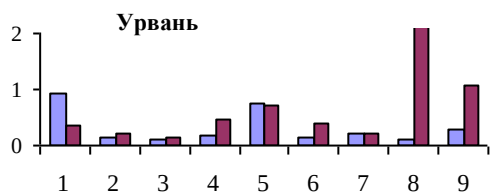
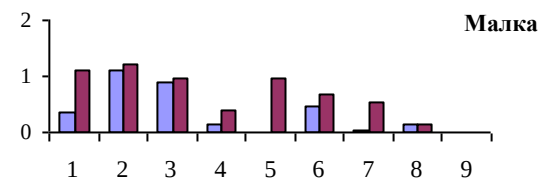
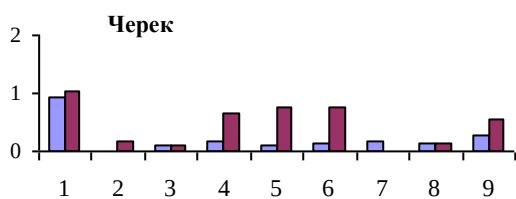
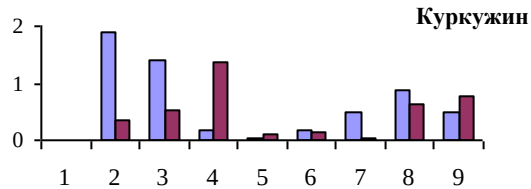
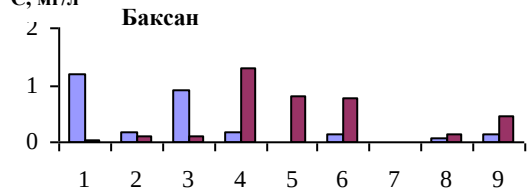
Свинец

С, мкг/л



Аммоний

С, мг/л



■ предгорье ■ устье

Рис.2. Динамика содержания микропримесей в водах рек Центрального Кавказа в период дождевых паводков 2002-2010 гг.

Цифрами по оси Х от 1 до 9 последовательно обозначены годы с 2002 (1) до 2010 (9).

23,57мкг/л, соответствовала 1,2 ПДК. Отметим, что в водах Череха, Терека, Баксана в летний период концентрации достигали 15мкг/л, но коэффициент $k_{\text{сред}}$ составлял 1,7, 1,0 и 1,8 соответственно. Поскольку $k_{\text{сред}} < 3$, этот уровень загрязнения можно считать незначительным.

На быстрое самоочищение от Мо вод Баксана указывает величина коэффициента $k_{\text{сред}} = 0,7$. Однако максимальное значение концентрации Мо равное 14,9мкг/л, что соответствует 14,9 ПДК, указывает на значительное загрязнение вод в этом районе. Уровень содержания Мо в 4 ПДК в водах Куркужина свидетельствует о природном ареале содержания Мо, тогда как в других реках прослеживается его наличие только после слияния с загрязненными водами, например, в Черехе ($k_{\text{сред}} = 1,6$) и Малке ($k_{\text{сред}} = 6,0$).

Загрязненность рек Zn до 2-3 ПДК прослеживается в водах Терека и Череха, как правило, в предгорной зоне. Самоочищение вод наблюдалось только по рекам Терек ($k_{\text{сред}} = 0,6-0,8$) и Урвань ($k_{\text{сред}} = 0,5$). В период с 2005-2007гг. в водах рек Черек и Терек фиксировалось его содержание до 5 ПДК, что, вероятно, связано с антропогенным влиянием работающих предприятий городов Терек, Владикавказ и Баксан. Не исключается изменение климатических условий, так как в период сильной засухи при увеличении ледникового стока отмечался общий рост концентраций микропримесей только в ледниковых реках.

Максимальное значение концентрации Pb в предгорной зоне фиксировалось в водах р. Терек (57мкг/л) и составляло 9,5 ПДК. Концентрации до 2 ПДК отмечались во всех ледниковых реках и 1 раз за 9 лет в водах р. Урвань. Самоочищение вод наблюдалось по рекам Терек ($k_{\text{сред}} = 0,6$) и Урвань ($k_{\text{сред}} = 0,4$). По расчетам прослеживается стабильный уровень содержания Pb в водах Баксана ($k_{\text{сред}} = 1,3$) и Череха ($k_{\text{сред}} = 2,0$). В р.Малка $k_{\text{макс}} = 14,3$ свидетельствует о залповом сбросе загрязнителя в ее воды. Загрязнение Zn и Pb в водах всех рек от Череха до Ардона, в том числе в Тереке, очевидно, связано с переработкой ископаемых руд в промышленных центрах.

Вызывает определенный интерес содержание NH_4^+ , так как в водах практически всех рек его уровень составляет 2-4 ПДК как в зимний, так и в летний период. В водах неледниковых рек (Куркужин, Урвань) в предгорной зоне концентрации систематически больше, чем в устье, но в последние годы (2009 и 2010гг.), наоборот, загрязняющие вещества возрастают в устье. Так, максимальное загрязнение фиксировалось в 2003г. в летний паводок в р. Куркужин (1,91мг/л) в предгорной зоне, составляя 3,8 ПДК. В 2009г. максимальное значение отмечено в устье р. Урвань (2,85мг/л) в зимнюю межень, достигая 5,7 ПДК, и там же в летние паводки – 4,8 ПДК. Подобное наблюдается и в ледниковых реках, за исключением р. Терек, где концентрации уменьшаются к устью ($k_{\text{сред}} = 0,77$ в зимнюю межень и 0,88 в летний период) до уровня 1 ПДК. В водах других рек в летний период в устье фиксировалось увеличение концентраций в среднем в 7 – 10 раз, но, не превышая 2 ПДК.

Подобная картина в реках прослеживалась и по содержанию NO_3^- , но уровень концентраций в 1,4 ПДК был зафиксирован только в водах р. Куркужин (55,8мг/л). В последние годы прослеживается тенденция к росту концентраций NO_3^- , например, в неледниковых водах в 62% случаев она уже достигала 1,2 ПДК.

На фоне многолетнего ряда значений обращает внимание всплеск на 1-2 порядка концентраций NO_2^- . Зафиксировано загрязнение вод в предгорной зоне в 2010г. в р. Куркужин (5,52мг/л) до 69 ПДК. Примерно такое же резкое увеличение концентрации NO_2^- наблюдалось в водах р. Урвань (в 132 и 191 раз) в 2006г., достигая 3,83мг/л (47,9 ПДК), что свидетельствует об антропогенном залповом сбросе загрязняющих веществ в реки Урвань и Куркужин.

Таким образом, в результате проведенных исследований получено, что в период зимней межени загрязнение вод рек Центрального Кавказа носит фоновый характер и воды пригодны даже в качестве питьевых. В летний период воды большинства рек относятся по тяжелым металлам к слабозагрязненным, но из-за наличия большого количества твердых взвесей и содержания мине-

ральных форм азота воды относятся к загрязненным. Постоянное превышение ПДК Cr, Ni, Zn, Pb, Cu, NH_4^+ и NO_2^- в устьях всех рек в летний период обусловлено наложением на природные уровни загрязнений антропогенного характера, и это вызывает тревогу, так как водами горных рек орошается предгорная и степная территории КБР, где базируется сельскохозяйственное производство, и регулярно с водой в почву поступают токсические вещества, которые могут накапливаться и служить замаскированным долговременным источником загрязнения сельскохозяйственной продукции. Сравнение полученных результатов с фоновыми уровнями загрязняющих веществ дает основание надеяться, что воды рек Центрального Кавказа являются надежным ресурсным капиталом, но этот капитал надо охранять от влияния антропогенных загрязнений и контролировать в связи с явным изменением в последние годы климатических условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьева Т.И., Гущина Л.П., Жинжакова Л.З. и др. Динамика уровней концентраций тяжелых металлов и неорганических форм азота в водах рек Центрального Кавказа // Материалы научной конференции «Современные проблемы гидрохимии и формирования качества вод». - Азов, 27-28 июня 2010 г. Ростов-на-Дону. - С. 93-96.
2. Воробьева Т.И., Гущина Л.П., Жинжакова Л.З. и др. Микропримеси в водах главных рек Центрального Кавказа // Известия КБНЦ РАН. - Нальчик, 2005. - С. 101-108.
3. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. - 229 с.
4. Некоторые вопросы токсичности ионов металлов / Под. ред. Х. Зигель, А. Зигель. - М.: Мир, 1993. - 368 с.
5. Никаноров А.М. Гидрохимия. - Л.: Гидрометеиздат, 2001. - 444 с.

6. Перечень рыбохозяйственных нормативов ПДК и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. - М.: ВНИРО, 1999. - 380с.

7. Унифицированные методы мониторинга фонового загрязнения природной среды / под ред. Ф.Я. Ровинского. - М.: Гидрометеиздат, 1986. – 190 с.

УДК 551.578.48:13

К расчету экономической эффективности, рентабельности и себестоимости противолавинных мероприятий. Атакуев Ж.К., Калов Х.М. Тр. ВГИ, 2012, вып.97, с.

В статье представлена методика оценки экономической эффективности противолавинных мероприятий, в которой применены новые показатели, учтены социально-экономический и экологический ущерб.

Оценены себестоимость, рентабельность и экономическая эффективность противолавинных мероприятий с учетом новых показателей.

Результаты работы могут быть использованы противолавинными службами, проектными организациями, администрациями районов и другими заинтересованными ведомствами.

Табл. 5. Библ. 5.

УДК 528.97.932

Аналитический способ интерполирования различных параметров по их точечным значениям и построение изолинии для их обобщенного графического отображения на планах и разрезах. Вороков В. Х., Гяургиев А. В., Калов Р. Х. Тр. ВГИ, 2012, вып. 97, с.

В статье рассмотрен аналитический способ интерполяции числовых точечных данных для построения изолиний измеренных начальных параметров на плане по точечным замерам. Приводится формула для нахождения требуемых точек с заданным шагом. Дается численный пример построения топоплана.

Табл. 3. Ил. 2. Библ. 3

УДК 528.06.067

Оценка морфологии недоступных и труднодоступных склонов с использованием геодезических приборов. Вороков В. Х., Калов Р. Х. Труды ВГИ, 2012, вып. 97, с.

В статье предлагается методика дистанционного изучения микрорельефа недоступных и труднодоступных участков горных склонов с использованием угломерных геодезических приборов. Приводится методика и порядок выполнения работ по изучению склона. В качестве исходных данных служит выбираемая база данных у основания склона с двумя закрепленными точками с известным расстоянием. Полученные результаты предлагается использовать при изучении современных физико-геологических явлений.

Табл. 1. Ил. 5. Библ. 2

УДК 551.311.21

Автоматизированная система для мониторинга селевой и паводковой опасности. Машуков Х.М., Зекореев Р.Х., Камбиев М.М. Труды ВГИ, 2012, вып.97, с.

Приводятся результаты разработки новой автоматизированной системы для дистанционного мониторинга селевой и паводковой опасности, изготовленной на современной элементной базе (радиомодем GPRS, микроконтроллеры и т.д.) и позволяющей передавать по сети мобильной связи на удаленный компьютер изображение селевого очага, величину расхода потока в реке и другие данные, по которым можно определить момент зарождения и характер развития селевого или паводкового процессов. Натурные технические испытания системы показали, что она позволяет получать достаточно информативные видеоизображения селевого очага, чтобы контролировать его состояние в реальном времени и следить за глубиной (расходом) потока в реке.

Ил. 2. Библ. 5.

УДК 551.324.433: 551.332.56

О состоянии ледников и ледниковых озёр северо-восточного подножия Эльбруса в 2010 г. Докукин М. Д., Савернюк Е. А., Багов А. М. Труды ВГИ, 2012, вып. 97, с.

Приводятся данные об отступании ледников Чунгурчатчиран и Бирджалычиран, о количестве и площадях ледниковых озёр, существовавших в 2010 г. Сделан вывод о том, что в ближайшем будущем произойдёт перестройка гидросети северо-восточного подножия Эльбруса.

Табл. 1. Ил. 4 Библ.9.

УДК 551.435.644

Особенности морфологии и динамики обвальных отложений на леднике Бартуйцете (Республика Северная Осетия - Алания). Савернюк Е. А. Тр. ВГИ, 2012, вып. 97. с.

Приводятся уточнённые данные об объёме обвалившегося скального блока, о динамике отложений каменной лавины и ледника Бартуйцете с 1959 по 2004 годы и особенности изменения форм отложений каменной лавины.

Табл. 1. Ил. 2. Библ. 2.

УДК 551.34

Развитие камнепадов на горных территориях КБР. Гегиев К.А., Акшайков З.Т. Тр. ВГИ, 2012, вып. 97, с.

В данной статье проводится анализ наиболее камнеопасных участков на территории КБР. С помощью эмпирической формулы Е. К. Гречишева для теоретического расчета расстояния отлета камня (X_T) нашли предполагаемый характер падения глыб. Предложены защитные мероприятия по защите жилых строений, коммунально-транспортных коммуникаций, линий электропередач в КБР.

Ил. 2. Библ. 4

УДК 551.311.21

О селях Республики Дагестан. Мамучиев И.М., Антоненко О.Л., Ляхевич Р.А. Труды ВГИ, 2012, вып. 97, с.

В статье представлены результаты исследований по селеопасным бассейнам на территории Республики Дагестан. На их основе составлен каталог селевой опасности и создана компьютерная программа селеопасности территории Республики Дагестан, которые могут быть использованы строительными организациями при выборе площадок застройки для объектов рекреационного комплекса.

Табл. 1. Ил. 1. Библ. 4

УДК 551.311.21

Селевые бассейны Республики Ингушетия. Мамучиев И.М., Антоненко О.Л., Ляхевич Р.А. Труды ВГИ, 2012, вып. 97, с.

В статье приводятся результаты исследований по селеопасным участкам на территории Республики Ингушетия. На основе полученных данных составлен кадастр селеопасности и создана компьютерная программа селеопасности территории республики, которые могут быть использованы строительными организациями при выборе площадок застройки для объектов рекреационного комплекса.

Табл. 1. Ил. 1. Библ. 2

УДК 551.578.48

О снежных лавинах Камчатки. Шайхутдинов Р.Ш. Труды ВГИ, 2012, вып. 97, с.

В статье приводятся сведения о лавинах Камчатки за период наблюдений автором с 1982 по 2010 годы. Отмечаются особенности условий лавино-

образования на полуострове, характер распространения и некоторые параметры лавин. Приводятся случаи наиболее выдающихся лавинных катастроф в горах Камчатки, в том числе в Петропавловске-Камчатском.

УДК 551.51.515.12

Особенности распределения опасных метеорологических явлений на территории Северного Кавказа и Краснодарского края. Хоргуани Ф.А., Агзагова М.Б. Тр. ВГИ, 2012, Вып.97. с.

В работе исследовались закономерности распределения опасных метеорологических явлений по территории Северного Кавказа и Краснодарского края и их повторяемость в различные годы и сезоны.

Всего обработано 1700 случаев опасных явлений. Используются данные метеостанций, технических обзоров за 1987 - 2007 гг.

Проведено районирование территории Северного Кавказа по повторяемости опасных метеорологических явлений и составлена картосхема.

Ил.8. Табл. 2. Библ. 9.

УДК 550.385:523.9

Временные вариации солнечной активности и опасных метеорологических явлений (ОМЯ) на Северном Кавказе. Хоргуани Ф.А., Агзагова М.Б. Труды ВГИ, 2012, вып.97, с.

В данной работе рассматривается взаимосвязь между опасными геофизическими процессами и солнечной активностью.

Проведен анализ циклической динамики и корреляционной связи среднегодового, сезонного, временного распределения опасных метеорологических явлений с вариациями солнечной активности за аналогичные периоды времени.

В результате исследования показали следующее: временной ход солнечной активности W в среднемесечном распределении достаточно синхронен с распределением ОМЯ и коэффициент корреляции между N и W в среднем равен 0,77; коэффициент корреляции среднегодового распределения ОМЯ и солнечной активности достаточно высок и равен 0,82; годы с максимумом ОМЯ характеризуются максимальным проявлением солнечной активности, а годам спада солнечной активности соответствует спад интенсивности ОМЯ.

Ил.3. Библ. 9.

УДК 551.515.2

Ураганы, смерчи на территории Южного Федерального округа и Северного Кавказа. Хоргуани Ф.А., Агзагова М.Б. Тр. ВГИ, 2012, вып.97,с.

В работе приводится классификация и систематизация ураганов по их происхождению за период 1900-1987гг., определяется их повторяемость и выявлены ураганоактивные районы на территории Северного Кавказа и Южного Федерального округа.

Проведено районирование всей территории по принципу ураганоактивности, определены ураганоактивные районы и составлена схематическая карта.

Ил. 6. Табл. 1. Библ. 5

УДК 504.4.064.2:543.31

Гидрохимические показатели воды в р.Нальчик в зимний период. Жинжакова Л.З., Воробьева Т.И., Чередник Е.А. Тр. ВГИ, вып. 97, с.

Выявлены уровни концентраций HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , содержание биогенных веществ NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ и определены величина рН, общая жесткость и минерализация в водах р. Нальчик в период зимней межени 2011г.

Табл.1. Библ.6.

УДК 504.4.054.2:543.3.06

Содержание микроэлементов в главном минеральном источнике Джи-лы-Су. Жинжакова Л.З., Докукин М.Д., Багов А.М., Чередник Е.А. Тр. ВГИ, вып.97, 2012 г., с.

Проведено исследование воды главного минерального источника, расположенного у подножия правого склона долины р. Бирджалы-Су на высоте 2560м над у.м. на содержание 10 тяжелых металлов. Выявлены уровни концентраций Cu, Pb, Mn, Zn, Cd, Cr, V, Ag, Mo, Ni, приведена гидротерма минеральной воды источника по гидрохимическим показателям.

Ил.1. Табл.2.Библ.9

УДК 504.4.064.2:543.31

Исследование содержания токсичных загрязняющих веществ в водах рек Центрального Кавказа. Воробьева Т.И., Гущина Л.П., Жинжакова Л.З., Реутова Т. В., Чередник Е.А. Труды ВГИ, 2012, вып. 97, с.

На основании данных, полученных в 2002-2010 гг., проведено исследование загрязнения тяжелыми металлами и минеральными соединениями азота двух рек от истока до устья в зимнюю межень и летние дождевые паводки. Выявлены специфические для каждой реки загрязняющие вещества и опасно

загрязненные участки рек. Прослежена изменчивость загрязненности 13 рек Центрального Кавказа от предгорной зоны к устью и представлены пиковые уровни концентраций вредных примесей.

Ил. 2. Табл. 2. Библ. 7.