

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ВЫСОКОГОРЬЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Л.А. Плоткин, С.Ю. Береговая, Г.В. Золотарева

При проведении научных исследований в Кавказском государственном биосферном заповеднике одной из основных задач является познание процессов и явлений в незатронутых хозяйственной деятельностью территориях как эталонах природы региона. Информация о текущем состоянии природных комплексов заповедника необходима для решения задач, связанных с использованием горных территорий Северо-Западного Кавказа. Естественно, такие работы могут проводиться лишь стационарным способом, что достаточно сложно в условиях высокогорья. История таких исследований на Северо-Западном Кавказе начинается с создания в 1934 году метеостанции Ачишко на высоте 1850 м, к сожалению прекратившей свое существование в 1988 году. И хотя здесь были получены лишь климатические данные, они представляют огромную ценность. В дальнейшем создается целая сеть метеорологических станций и гидрологических постов (Гузерипль, Киша, Красная Поляна и др.) на высотах, не превышающих 1000 м. В высокогорье проводились лишь маршрутные наблюдения за климатом, растительностью и животным населением. Как правило, они носили узкоспециальный характер. В 1981 году в устье р. Лаура начала функционировать станция комплексного фонового мониторинга (СКФМ) Госкомгидромета. Круг ее задач был несколько расширен, но ни место ее расположения, ни методологическая направленность не позволяли решать задачи комплексного фонового мониторинга района. Во-первых, СКФМ Лаура расположена в 3—4 км от крупного поселка Красная Поляна, во-вторых, она находится в пределах заповедного кордона, в третьих, здесь даже не поставлена задача изучения отклика природно-территориальных комплексов (ПТК) на те или иные воздействия. Таким образом, существующей сети станций Госкомгидромета, несмотря на ее большую значимость, недостаточно, чтобы обеспечить регион необходимой информацией о процессах в природных комплексах. В то же время, программа ведения Летописи природы в биосферных заповедниках, в том числе в Кавказском, предусматривает как инвента-

ризацию элементов ПТК, так и исследование их динамики, внутренних и внешних связей, что позволит познать процессы энергобаланса и перейти на высшую стадию научной деятельности заповедника — мониторинг природных процессов и их прогноз.

Если в данное время инвентаризация компонентов природной среды в Кавказском заповеднике проведена на достаточно высоком уровне, то исследований динамики природных процессов явно недостаточно. С целью восполнения этого пробела в 70-е годы начали активно формироваться стационары. В основу их организации были заложены самые разнообразные принципы. Например, в основу стационара Ачипсе был заложен профиль по бассейну реки, а при организации стационара Сенная-Бурьянистая, его территория ограничивалась ареалом волчьей семьи. Несмотря на значительный вклад этих стационаров в исследование природных комплексов Северо-Западного Кавказа, они по ряду причин, таких, как очень большая территория (до 400 кв.км), невозможность постоянных наблюдений, а также преувеличение значения волчьей семьи, как регулятора экосистем (Филонов, Калецкая, 1985) не позволяют комплексно решить вопросы слежения за состоянием ПТК на системном уровне, обеспечить экстраполяцию полученных данных.

Учитывая предыдущий опыт создания стационаров, нами была разработана концепция организации стационарных исследований (Тимухин, Плоткин, 1990) на основе теоретических разработок о морфологической структуре ландшафта (Анненская и др., 1963), состоящего из ПТК разного иерархического уровня в функционально-генетической взаимосвязи. ПТК, согласно этим разработкам, состоят из набора основных компонентов: воздуха, воды, растительности и животного населения, функционируя и обособляясь при организующей роли литогенной основы и сопряженном развитии всех компонентов. Большая информативность ПТК, как комплексных природных образований, дает возможность наиболее полно изучать как биотические, так и геоматические процессы (Федоров, Гильманов, 1980).

Таким образом, ландшафтный подход, как комплексное учение о природных системах, является, на наш взгляд, обязательным при организации стационарных исследований динамики процессов и явлений в ПТК.

На основе этого подхода при организации наблюдательного полигона (НП) стационара были выработаны следующие принципы (Плоткин, Мельченко, 1990):

- ведущая роль литогенной основы;
- репрезентативность территории НП по отношению к большей части региона;
- мозаичное строение территории НП, состоящей из ПТК разного генезиса;
- включение как ненарушенных, так и хозяйственно используемых территорий с целью определения как оптимальных, так и предельно допустимых нагрузок на ландшафт;
- использование щадящих методов исследований.

На основе этих принципов в Кавказском заповеднике была организована биосферная станция Джуга с площадью главного наблюдательного полигона (НП) 64 кв.км (6400 га). НП расположен на восточных склонах Джугского массива (левый берег р. Уруштен, притока Малой Лабы) в пределах 1250-2970 м над уровнем моря. Территория НП (Рис. 2) с севера ограничена Солонцовским хребтом, с запада — Джугским хребтом, с юга — хребтом Бурьянистый, с востока — р. Уруштен. Вспомогательный полигон расположен на закарстованном массиве Трю-Ятыргварт (950-2750 м) в нижнем течении р. Уруштен (Рис. 1). В геологическом отношении это карбонпермский, триасовый и нижнеюрский осадочный комплекс промежуточной зоны между Передовым и Главным хребтами Большого Кавказа, представленный песчаниками, сланцами, мраморизованными известняками (на вспомогательном полигоне), брекчиями и кварцевыми конгломератами. Эти породы перфорированы как мощной позднепалеозойской гранитоидной интрузией Джуги, так и целым комплексом локальных эфузивов от докембрия до среднего карбона (Аянов, 1959). На базе данного геологического образования сформировался рельеф района, отличающийся мощным вертикальным расчленением (Сафонов, 1979). Основными геоморфологическими процессами на фоне орогенетических движений здесь были ледниковая эрозия и аккумуляция, солифлюкция, дефлюкция и гравитация, криогенные, флювиальные, карстовые и биогенные процессы. Высокогорный альпийский рельеф станции характеризуется полным набором криогенных (бугры пучения, полигональные образования), перегляциальных (троги, кары, карлинги, морены), гравитационных (обвалы, осыпи, оползни), карстовых (воронки, карпы, пещеры),

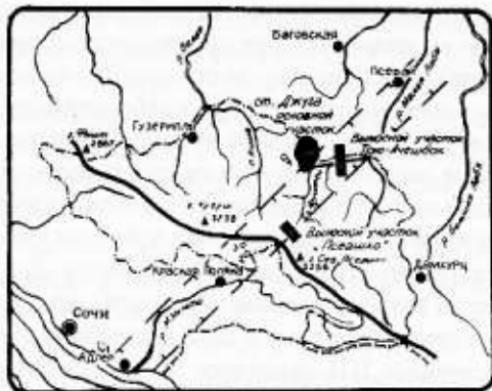


Рис. 1. Краснодарский государственный биосферный заповедник:
 — Главный Кавказский хребет; \pm — главный экологический профиль;
 \— граница заповедника; 1 — хостинский заповедный участок; 2 — станция физического мониторинга "Лакре"; 3 — стационар "Ачипсе"; 4 — стационар "Синий-Бурзянташ".

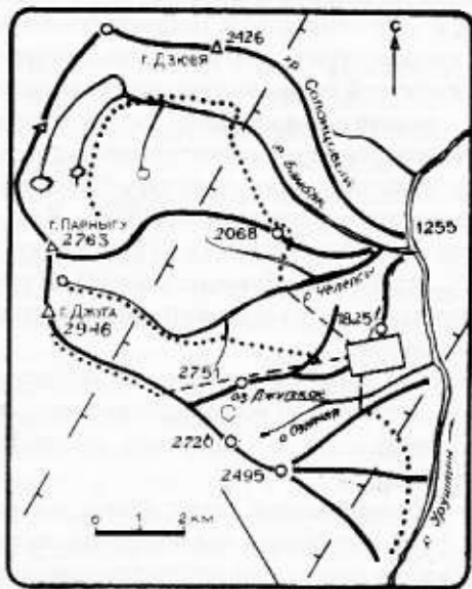


Рис. 2. Схема расположения рабочих профилей на биосферной станции "Джути": \blacksquare — центральный профиль; $---$ — дежурные профили; $---$ — сезонные профили; \sim — главный биогеографический профиль.

эррозионных и флювиальных форм. На этой базе в результате сопряженного развития компонентов при организующей роли литогенной основы сформировались ландшафты складчато-глыбовых структур, сложенных песчаниками, гранитами, карбонатными, терригенными и глинистыми породами с горно-лесными бурыми почвами под буково-пихтовыми лесами на крутых склонах, горно-луговыми альпийскими почвами под субальпийскими и альпийскими лугами.

Район основного НП находится в зоне действия умеренных, реже тропических воздушных масс. Большой отпечаток на климат района накладывают ветры горно-долинной и феновой циркуляции воздуха. Для Джуги характерно прохладное лето и довольно суровая зима.

Реки на территории НП относятся по классификации Хортона (Райс, 1980) к водотокам 2, 3 и 4 порядка, что наиболее характерно для высокогорья Большого Кавказа. Гидрографическая сеть представлена реками горного типа Челепсы, Бамбачки и Озерной с руслами большого уклона и быстрым течением, а также высокогорными олиготрофными озерами карового и моренно-запрудного типа. Водосборные бассейны рек Челепсы, Бамбачка и Озерная составляют соответственно 19,1 кв.км, 22,3 кв.км, 6,30 км.км площадь водного зеркала озер 5-7 га. По гидрохимической классификации О.А. Алешина (1970) вода рек и озер относится к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, второму типу, а по величине минерализации — к водоемам с водой, имеющей очень малую минерализацию.

При воздействии климата и вод на горно-лесных и горно-луговых почвах сформировалась современная растительность района, относящаяся к Лабинскому геоботаническому округу Северо-Кавказской геоботанической провинции (Голгофская, 1977). Леса занимают здесь 37% территории. Из них пихтарники 63%, сосняки 11%, березовое криволесье 21%, кленовые и буковые леса 5%. Луга занимают 55% территории, остальное — кустарники рододендрона, можжевельник, каменные пустоши.

Набор видов животных здесь характерен для высокогорий Северо-Западного Кавказа. Это прежде всего медведь, волк, лиса, куница, зубр, олень благородный, тур Северцова, серна Кавказская, кабан, белка, полевки и др.

Для организации наблюдательной сети с целью дальнейшей экстраполяции данных была выполнена ландшафтная съемка НП. На основе ландшафтной карты определена наблюдательная сеть полигона в виде 32 площадок, представляющих фоновые и наиболее дина-

мичные уроцища. На этих площадках с разной периодичностью ведутся геоморфологические, климатические, почвенные, гидрологические, гидро- и геохимические, биологические наблюдения по единой международной программе комплексного мониторинга ЕЭК ООН (The Field and Laboratory Manual, 1989), которая предусматривает унифицированные методики отбора, первичной обработки и анализ информации.

В 1993 году на биосферной станции Джуга завершен семилетний цикл непрерывных наблюдений за динамикой процессов и явлений в ПТК наблюдательного полигона.

Одним из наиболее мобильных компонентов ПТК являются воздушные массы, которые характеризуются климатическими показателями. В результате наблюдений выявлен хороший показатель сезонности природных, прежде всего климатических процессов территории. Это сумма суточных температур выше 10°C (Табл. 1). Эти температуры, безусловно, являются также хорошим показателем цикличности фенологического ряда на полигоне. Так, зимой (декабрь — март) среднесуточные температуры выше 10°C вообще не фиксировались, весной (апрель — май) их среднемесячная сумма составила $32,0^{\circ}\text{C}$, летом (июнь — сентябрь) — $233,2^{\circ}\text{C}$, осенью — $21,0^{\circ}\text{C}$.

ЗИМА. Начало зимы на Джуге фиксируется довольно четко. В последней декаде ноября или первой декаде декабря среднесуточная температура воздуха переходит через 0°C в отрицательную сторону, сумма температур выше 5°C падает от $25,3^{\circ}\text{C}$ в ноябре до $0,9^{\circ}\text{C}$ в декабре. Зима на Джуге сурова не столько низкими температурами воздуха (средняя — $5,0^{\circ}\text{C}$, минимальная — $-20,5^{\circ}\text{C}$), сколько сильными ветрами и обильными снегопадами (более 74% годовых случаев). Иногда зимой (1987 г.) происходит гибель до 20—35% поголовья копытных из-за обильных и длительных снегопадов. Основные места дислокации этих животных — выдувные южные склоны хребтов, так как преобладающими ветрами зимой являются южные (Рис. 5). Основным кормом для аборигенных птиц в это время служат плоды рябины, семена пихты, клена и др. Зимой выпадает до четверти годовых осадков, в основном в виде снега и лишь в 3,7% случаев в виде дождя. В лесу фиксируется 60% лугового количества осадков, что связано с задержкой снега кронами деревьев. Среднемесячная норма осадков зимой на 26,1 мм ниже годовой среднемесячной нормы (93,7 мм). Осадки зимнего периода имели среднюю величину рН

Табл. 1.

Атмосферные явления на б/ст Джуга за 1987 — 93 г.г.

Параметры/время		декабрь	январь	февраль	март	апрель	май
Т/луг воз- духа	ср	—3.8	—6.8	—6.0	—3.3	1.8	5.7
	макс	11.0	11.2	14.1	14.2	18.2	21.9
	мин	—19.2	—20.0	—19.7	—20.5	—12.4	—10.3
Т/лес воз- духа	ср	—3.2	—7.1	—6.6	—1.2	2.2	5.6
	макс	7.9	6.7	5.3	10.7	16.3	22.0
	мин	—20.4	—20.1	18.9	—20.7	—19.1	—5.0
Вл/луг возд.	ср	65	60	61	59	68	70
	мин	2	6	2	2	4	9
	ср	69	59	64	70	72	78
Вл/лес возд.	мин	4	3	3	5	5	6
Осадк. мм луг		93.8	72.7	54.6	49.4	90.8	115.1
Осадк. мм лес		61.5	43.0	29.5	28.6	53.6	78.0
h снега луг		57	66	78	78	39	8
h снега лес		42	53	71	72	22	6
Тпчв. мин луг		—28.7	—32.3	—34.2	—30.5	—19.7	—15.2
Тпчв. мин. лес		—17.3	—19.5	—19.5	—18.3	9.3	4.9
Давл. воз- духа	ср	801.1	801.4	801.2	801.7	803.5	805.5
	Макс	813.9	814.0	813.0	817.6	813.2	814.5
	Мин	767.6	783.0	782.3	781.0	791.7	789.3
Прд. сол. сиян		85.8	108.0	123.7	148.0	143.9	169.0
Сумма акт Т	>5°	0.9	—	—	12.8	48.4	148.0
	>10°	—	—	—	—	20.4	43.1
Ат- мос- фер- ные яв- ле- ния	дождь	1	1	—	1	7	17
	снег	19	20	20	15	10	2
	мокр. с	1	—	—	3	7	5
	град	1	—	—	—	1	2
	гроза	—	—	—	—	3	4
	туман	3	3	6	3	8	15
	метель	7	7	7	2	2	—
	изм.	1	1	1	2	—	1

Продолжение табл. 1.

Атмосферные явления на б/ст Джуга за 1987 — 93 г.г.

Параметры		июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	ГОД
Т/луг воз- духа	ср	9.4	12.4	11.9	8.6	5.3	-1.7	2.8
	макс	22.9	24.5	26.6	23.7	26.6	18.9	26.6
	мин	0.1	1.4	1.5	-3.8	-10.0	-15.2	-20.5
Т/лес воз- духа	ср	9.5	12.3	11.9	8.3	6.5	0.2	3.2
	макс	21.2	24.2	23.1	21.8	16.6	11.9	24.2
	мин	0.9	1.9	2.7	-2.1	-11.6	-14.3	-20.7
Вл/луг возд.	ср	76	76	76	66	63	66	67
	мин	9	9	12	6	4	1	1
Вл/лес возд.	ср	78	81	82	73	64	68	71
	мин	14	9	14	14	3	3	3
Осадки, мм луг		127.3	87.9	82.5	107.4	125.2	117.7	1124.1
Осадки, мм лес		82.3	63.3	60.6	84.8	70.3	84.8	740.3
h снега луг		—	—	—	1	5	43	28
h снега лес		—	—	—	—	5	21	24
Тпчв. мин луг		-6.5	-2.8	-2.3	-10.4	-23.4	-24.2	-34.2
Тпчв. мин. лес		-5.0	2.5	2.6	-1.5	-7.0	-12.7	-19.5
Давл. воз- духа	ср	806.2	808.2	808.6	808.5	808.6	804.8	804.9
	Макс	815.3	813.5	814.8	816.5	819.1	815.7	819.1
	Мин	798.6	797.0	800.0	790.0	778.1	790.3	767.6
Прд. сол. сиян		167.6	207.8	212.5	204.6	169.2	105.6	1845.7
Сумма акт Т	>5°	284.6	367.1	365.4	240.7	150.1	25.3	1643.3
	>10°	171.1	354.6	294.9	112.1	41.7	—	1037.9
Ат- мос- фер- ные яв- ле- ния	дождь	24	14	16	12	7	3	103
	снег	—	—	—	1	4	14	105
	мокр. с	1	—	—	1	3	4	25
	град	3	2	2	2	1	—	13
	гроза	6	5	5	4	2	—	29
	туман	9	11	9	10	12	5	94
	метель	—	—	—	—	3	15	43
	изм.	—	—	—	—	3	—	9

5,50, то есть близкую к среднегодовой (Табл. 3). Концентрации большинства компонентов зимой ниже уровня среднегодовых значений (Рис. 3). Исключение составляют ионы хлора и натрия, концентрации которых (0,82 и 0,39 мг/л соответственно) в 1,5—2,0 раза выше этого уровня, что связано с преобладанием зимой ветров, несущих малотрансформируемые воздушные массы, испытывающие влияние морских акваторий. В зимнее время, как и в течение всего года, аммонийная форма азота в 1,5 раза превышает нитратную. Как и в течение всего года, в составе осадков преобладали гидрокарбонатные, сульфатные и кальциевые ионы. Осадки под кронами пихтового леса имели среднюю величину pH 5,64, то есть близкую к среднегодовой для осадков в лесу. Концентрации практически всех компонентов имели минимальные в году значения (Рис. 4). Следует отметить, что в зимнее время концентрации большинства компонентов и сумма ионов в осадках в целом различались в лесу и на лугу не столь значительно, как в другие сезоны года. Длительность солнечного сияния составляет в это время 465,5 часов (25,2% годового), что в пересчете на среднемесячное значение (116,4 часа) является самым малым в году. Зимой самые низкие значения в году имеют такие параметры, как среднемесячное давление воздуха (801,4 мб), температура поверхности земли ($-34,2^{\circ}\text{C}$) и относительная влажность воздуха 63%.

Наблюдения за снежным покровом показали интересную динамику его метаморфизма. В начале декабря, наиболее плотный снег (до $0,6 \text{ г}/\text{см}^3$) находится, как правило, у поверхности земли, вверху же он рыхлый с плотностью до $0,19 - 0,25 \text{ г}/\text{см}^3$, правда, иногда с настовой корочкой толщиной до 2—5 см. Далее, по мере перекристаллизации, приземный слой снега становится крупнокристаллическим и очень пористым с плотностью до $0,15 \text{ г}/\text{см}^3$. На границе этого слоя и почвы устанавливается положительная температура до $0,8^{\circ}\text{C}$, почва отогревается и под глубоким, до 4 м, снежным покровом появляются зеленые побеги листьев злаков. В средней части шурfov снег наиболее плотный ($0,35 - 0,45 \text{ г}/\text{см}^3$), у поверхности он, как правило, рассыпчатый ($0,21 - 0,28 \text{ г}/\text{см}^3$) или покрыт снежной коркой. Химический состав снежного покрова в целом отражает состав атмосферных осадков в зимнее время. Преобладающими ионами являются гидрокарбонат, сульфат и кальций. Минерализация имеет среднее значение 6,00 мг/л. Величина pH снежного покрова составляет в среднем 5,70.

Рис. 3.

Сезонный хим. состав осадков.
б/ст Джуга 1987 — 91 г.г.

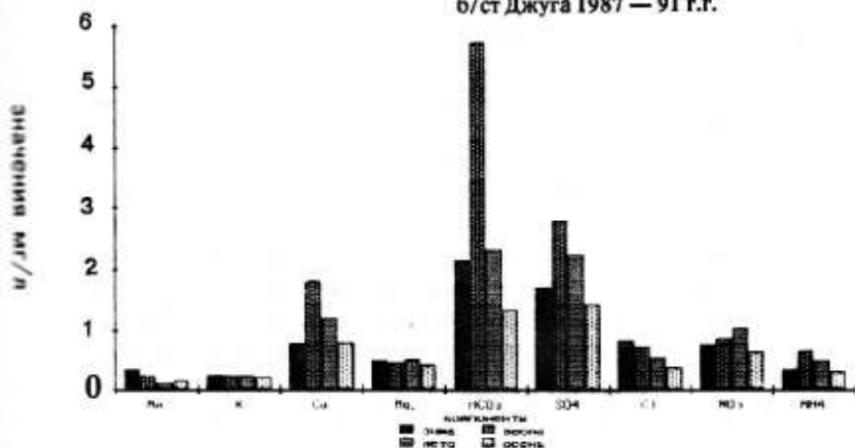


Рис. 4

Сезонный хим. состав подкронового стока
б/ст Джуга 1987 — 91 г.г.

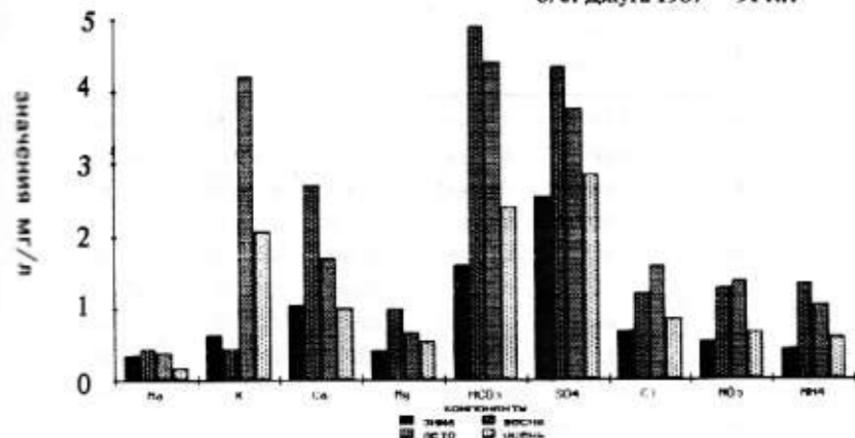


Табл. 2.

**Химический состав воды (мг/л) на б/ст Джуга
р. Челепса/р.Озерная 1987 — 92 г.г.**

	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
pH	7.45/7.33	7.25/7.03	7.18/7.22	7.48/7.16	7.24/7.16
Na	1.15/1.15	0.66/0.67	0.48/0.79	1.06/0.90	0.59/0.77
K	0.35/0.38	0.28/0.27	0.22/0.33	0.43/0.40	0.26/0.32
Ca	11.48/5.78	6.90/3.60	6.40/4.52	9.38/5.59	7.13/4.28
Mg	1.89/1.55	1.14/1.00	1.16/1.20	1.60/1.67	1.31/1.18
HCO ₃	38.92/22.9	23.16/14.0	22.06/18.8	32.00/22.4	23.66/17.1
SO ₄	4.97/2.65	2.99/1.92	2.46/1.51	3.63/2.47	2.83/1.68
Cl	0.32/0.35	0.28/0.36	0.26/0.40	0.40/0.39	0.28/0.38
NH ₄	0.01/0.01	0.01/0.04	0.04/0.08	0.04/0.05	0.01/0.04
NO ₃	1.33/1.20	0.84/0.53	0.53/0.49	0.93/0.58	0.16/0.11
S _i	2.49/2.71	1.87/2.28	1.66/2.68	2.18/2.71	1.64/2.49
Ионы	60.02/34.94	36.98/22.42	33.91/28.11	46.14/34.45	36.96/26.20

Табл. 3.

**Химический состав воды (мг/л) на б/ст Джуга
осадки/подкроновый сток 1987 — 91 г.г.**

	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
pH	5.50/5.64	5.73/5.68	5.52/5.77	5.33/5.58	5.52/5.68
Na	0.34/034	0.22/0.42	0.10/0.38	0.14/0.17	0.19/0.33
K	0.23/0.62	0.22/0.42	0.21/4.21	0.20/2.07	0.23/3.04
Ca	0.78/1.04	1.79/2.71	1.18/1.70	0.79/1.00	1.11/1.62
Mg	0.48/0.40	0.44/0.98	0.50/0.66	0.41/0.53	0.47/0.65
HCO ₃	2.14/1.60	5.73/4.90	2.30/441	1.32/2.41	2.34/3.57
SO ₄	1.68/2.54	2.78/4.34	2.22/3.75	1.41/2.85	2.01/3.36
Cl	0.82/0.67	0.71/1.21	0.52/1.59	0.37/0.85	0.60/1.16
NH ₄	0.32/0.41	0.64/1.34	0.48/1.03	0.28/0.57	0.42/0.84
NO ₃	0.75/0.53	0.84/1.28	1.02/1.37	0.62/0.66	0.84/0.84
S _i	0.25/0.25	0.34/0.86	0.21/0.91	0.09/0.47	0.20/0.69
Робш	0.003/0.001	0.004/0.016	0.005/0.012	0.003/0.001	0.004/0.005
Ионы	6.93/7.86	11.15/20.08	8.90/18.00	6.13/10.63	8.00/14.70

Рис. 5 Диаграммы распределения бетона по направлениям за 1991 г.
(раза бетонов)

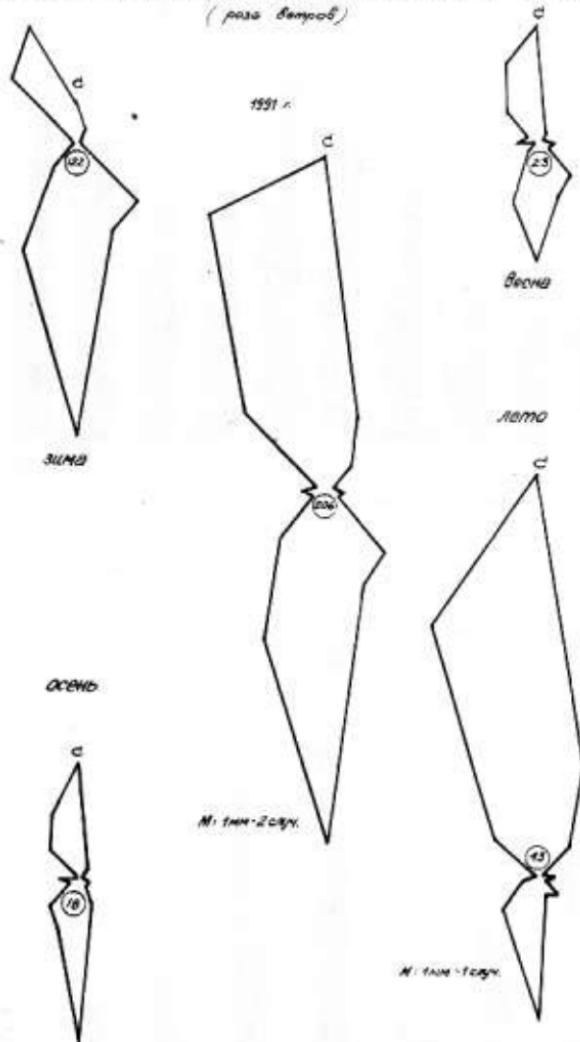


Рис. 6

Среднемесечное кол-во осадков мм
б/ст Джуга 1987 — 93 г.г.

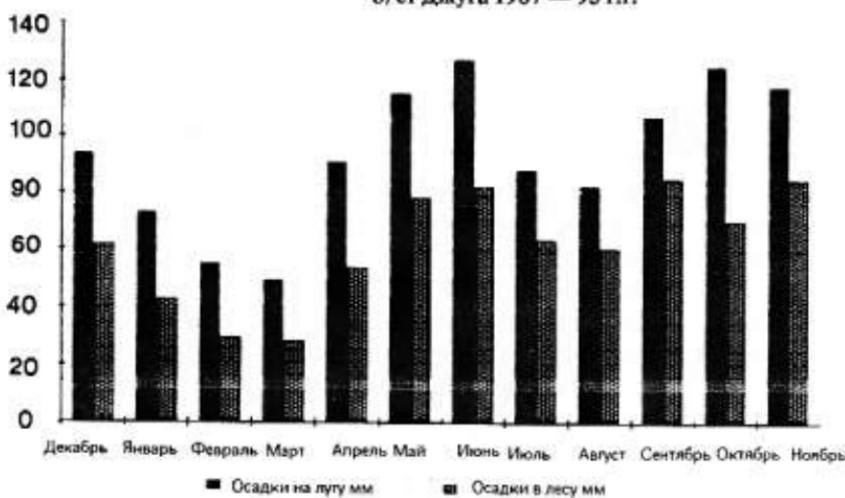
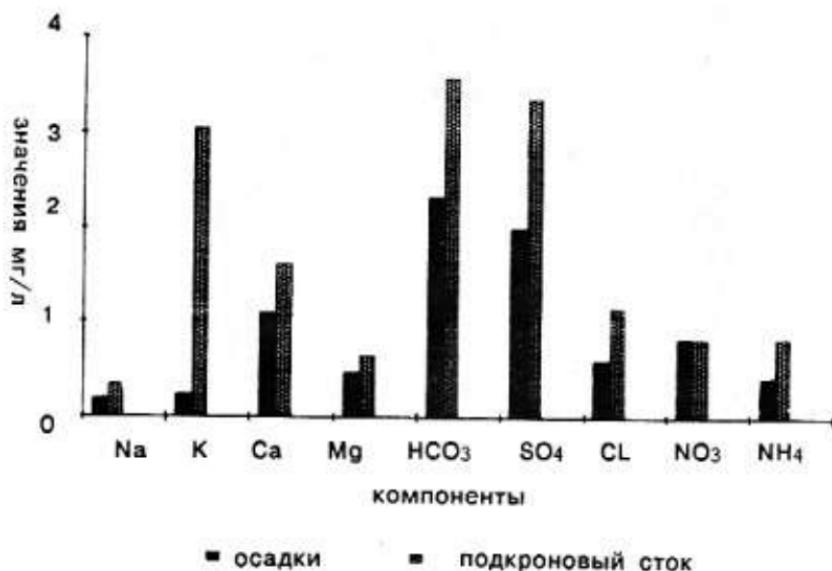


Рис. 7

Хим. сост. осадков/подкронового стока.
б/ст Джуга 1987—91 г.г.



В декабре устанавливается режим зимней межени для гидрографической сети района. Все озера покрыты слоем льда до 80 см, реки на 70—80% перекрыты снегом и льдом. Питание водотоков осуществляется в это время в основном за счет грунтового стока. Объем водного стока зимой составляет для р.Озерной 7%, р. Челепсы 8% годового. Расходы воды самые минимальные в году и составляют для р.Озерной 29,6 л/сек, для р.Челепсы — 116,0 л/сек. В период зимней межени минерализация воды повышается до максимальных значений. Средняя минерализация за зимний сезон в 1,5 раза выше среднегодовых значений. Максимальных концентраций достигают все ионы за исключением аммония. Средняя за сезон величина pH (7,33 в р.Озерной, 7,45 в р. Челепсы) выше среднегодовых значений (Табл. 2). В Джугском озере в зимнее время минерализация воды (подо льдом) повышается до максимальных значений (25,0 мг/л), почти в два раза превышающих среднегодовые. Максимальных концентраций достигают практически все ионы. Величина pH повышается до нейтральных значений 7,00.

ВЕСНА. В конце марта — начале апреля происходит переход среднесуточных температур через 0°C в положительную сторону, фиксируя наступление весны. Если в марте сумма температур выше 5°C составила 13,7°C, то в апреле уже 62,9°C. Весна в высокогорье один из наиболее неустойчивых сезонов. Сильные потепления (до 21,9°C) чередуются с суровыми заморозками (до —12,4°C), что ведут к ухудшению условий питания животного населения и сходу лавин. В весенне время наблюдается довольно мощные ветры (до 25 м/сек) северных, северо-западных, а также южных румбов (Рис. 3). Весной выпадает 18,3% годового количества осадков, среднемесячное же значение 103,0 мм на 9,3 мм выше среднемесячной нормы за год. В 47% случаев осадки выпадают в виде снега, часто мокрого, в 47% случаев в виде дождя. В лесу выпадает 64% лугового количества осадков. В весенне время происходит резкое изменение в химическом составе атмосферных осадков, что связано с изменением метеорологических параметров. Средняя за сезон величина минерализации 11,15 мг/л — самая высокая в году, что в 1,4 раза выше среднегодовой величины.

Самых высоких значений достигает концентрации гидрокарбонатных, сульфатных, кальциевых и аммониевых ионов, кремния — в 1,5 — 2,5 раза превышая среднегодовые величины. Среднее значение pH 5,73 — также наиболее высокое в году. Эти явления обуслов-

лены, по нашему мнению, воздушными массами северных и северо-западных румбов, несущих с собой в этот период с Кубанской равниной аэрозоли с повышенным содержанием гидрокарбонатов, сульфатов, кальция, аммония, кремния, что связано с началом активных весенних полевых работ и частными туманами на равнине. Химический состав подкронового стока пихт также претерпевает в весенне время значительные изменения. Минерализация его повышается в 2,6 раза по сравнению с зимней и в 1,4 раза — со среднегодовой, концентрации большинства компонентов повышаются в 2—3 раза, по сравнению с зимой причиной чего можно считать ветры с Кубанской равниной. Другой серьезной причиной является начало периода вегетационной активности пихты (цветение). Это подтверждает резкое повышение концентрации ионов калия — в 6 раз по сравнению с зимним периодом, а калий, как известно, является элементом биологической миграции. О важнейшей роли биологического фактора свидетельствует и повышение концентрации общего фосфора. Величина pH остается на уровне среднегодового значения. Минерализация подкронового стока в 1,8 раза превышает минерализацию атмосферных осадков. При этом, наиболее значительная разница наблюдается для ионов калия, магния, аммония, кремния и общего фосфора. Следствием неустойчивого состояния атмосферы весной является самое большое месячное количество туманов — до 12 случаев, что на 4 случая больше среднемесечной нормы в год. Грозы бывают 3 раза в месяц, что также выше среднемесечной нормы. Месячная длительность солнечного сияния весной на 2,7 часа больше среднемесечной нормы и составляет за сезон 319,9 часа. Температура воздуха весной ($3,7^{\circ}\text{C}$) выше среднегодовой на $0,9^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха равна 69%, а давление ниже годового на 0,4 мб (Табл. 1).

В весенне время на проталинах, особенно на южном склоне, начинается вегетация растений и даже цветение таких видов, как каньк Кавказский, крокус Сетчатый, ветренница Кавказская, калужница болотная и др. В это время в лесной зоне олени-самцы сбрасывают рога, а отелившиеся самки с сеголетками вдоль рек поднимаются к луговой части территории по мере схода снежного покрова. В отличие от зимы весной животные сильно рассредоточены по территории, что связано с появлением больших площадей луговой растительности, свободных от снега. В это время в луговой зоне очень интенсивно проявляют себя кабаны и медведи, которые роют корни

подбелы и других растений, способствуя внедрению пионерной дендрофлоры (береза, ива, сосна) в луговые сообщества. Очень активны весной землеройные животные. Так, в районе контрольной площадки на лугу площадь ходов землеройных животных достигала 30—40% общей площади. Такое интенсивное разрыхление почвы, покрытой мощной дерниной способствует хорошему аэрированию деятельных горизонтов, что особенно важно в период большой влагонасыщенности территории талыми водами.

К маю плотность снега от поверхности в глубину увеличивается от 0,28 до 0,84 г/см³. Естественно, что в это время начинает реализовываться зимний влагозапас в виде мощного половодья, которое протекает в районе НП неоднородно. Так, пик половодья на р. Озерной приходится на май, а на р. Челепсы — на месяц позже, что связано с более высоким — на 500—700 м расположением истоков последней. В весенний период половодья в р. Озерной сбрасывается до 47% годового объема водного стока, в р. Челепсы — до 30%. Среднемесечные расходы воды в реках достигают 676 л/сек у р. Озерной и 1718 л/сек у р. Челепсы. Начало весеннего половодья на реках характеризуется понижением минерализации воды обратно пропорционально повышению расхода. Вместе с этим поникаются концентрации большинства компонентов и значение показателя pH. Для р. Озерной, пик половодья которой приходится на май, концентрации всех компонентов имеют в этот период минимальные значения (Табл. 2). К концу мая начинается таяние льда на Джугском озере и образуется слой талой воды поверх 30—40 сантиметрового слоя льда. Состав воды в озере в это время отражает собой фактически состав талых вод, концентрации компонентов падают до минимальных значений, а общая минерализация составляет 1,80 — 5,00 мг/л, то есть соответствует минерализации атмосферных осадков в зимнее время. Величина pH падает до слабокислых значений 5,40—5,80.

ЛЕТО. В июне происходит переход температур через 10°C, что для данного района означает наступление лета. Если в мае сумма температур выше 10°C составляла 43,1°C, то в июне она была 171,1°C. Лето на Джуге — период наибольшей активности растительности и животных. Животные в это время максимально рассредоточены по территории, что связано с избытком кормовой базы. Среднемесечная температура воздуха в это время составляет 10,6°C что на 7,8°C выше среднегодовой. Заморозков летом практически не бывает, часты грозы — до 69% годовых, град — до 6 случаев в месяц.

Летом выпадает 36 % годовых осадков при среднемесячном значении 101,3 мм, что на 7,6 мм больше среднегодовой нормы. Основные осадки выпадают в виде дождя (85 %), града (12 %) и изредка мокрого снега. Под пологом пихтового леса выпадает 72 % лугового количества осадков. Химический состав осадков в это время остается на уровне среднегодовых значений. В осадках под кронами пихт концентрации большинства компонентов понижаются по сравнению с весенним периодом, исключение составляют ионы калия, концентрация которых максимальна в это время, что еще раз подтверждает активность его биологической миграции. Общая минерализация подкронового стока в это время в два раза превышает минерализацию атмосферных осадков. При этом различия в концентрации калия максимальны — в 20 раз. Значения давления воздуха летом — 807,8 мб, относительной влажности воздуха — 74 %, максимальной температуры воздуха — (26,6 °С) достигают летом высших в году значений. Летние ветры имеют ярко выраженную северную, северо-западную направленность. С южными же связаны основные осадки района. Среднемесячная длительность солнечного сияния составляет летом 198,1 часа, что на 44 часа больше среднегодовых значений. По мере стаивания снежного покрова в зависимости от экспозиции склона, высоты и рельефа местности в районе сменяются растительные аспекты со смешением до 3 месяцев.

В июне наблюдается пик весенне-летнего половодья на р. Челепсы, а в конце июля устанавливается летний режим водотоков, прерываемый частыми ливневыми дождями, которые, смывая остатки снежного покрова формируют на крутых склонах мощные селевые потоки. К концу августа в режиме питания водотоков снег перестает играть существенную роль. К концу июля — началу августа Джугское озеро полностью освобождается ото льда и его уровень начинает стремительно падать со скоростью до 10 см в сутки, что связано с большой фильтрующей способностью запрудной морены. За летний период р. Озерной сбрасывается до 38 % годового объема водного стока, р. Челепсы до 55 %. Минерализация воды в р. Челепсы падает в летнее время до минимума (в связи с пиком половодья), также как и концентрация всех компонентов и значение показателя pH (7,18). На р. Озерной, напротив, с концом половодья начинается постепенное повышение концентрации компонентов практически до уровня среднегодовых значений. Вода в озере Джугском в течение лета по-

степенно меняет свой состав, повышается ее минерализация до уровня среднегодовых значений.

ОСЕНЬ. В конце сентября происходит переход температуры воздуха через 10°C в сторону уменьшения. В октябре, несмотря на довольно высокую температуру воздуха (максимальное значение до $18,9^{\circ}\text{C}$), начинается короткая высокогорная осень. Если в сентябре сумма температур выше 10°C составляла $112,1^{\circ}\text{C}$, то в октябре — только $41,7^{\circ}\text{C}$. В октябре — ноябре до появления устойчивого снежного покрова часты заморозки с температурой на поверхности почвы до $-24,2^{\circ}\text{C}$. Это самые низкие значения в году, так как зимой температура на "поверхности почвы" измеряется на снегу. Почва в это время промерзает до глубины 15—25 см с формированием игольчатых кристаллов льда длиной до 5 см. В такие периоды в водотоках наблюдалось повышение показателя pH до слабошелочных значений 8,00—8,50, что говорит о практически полном отсутствии в воде CO_2 и косвенно свидетельствует о замедлении почвенно-биологических процессов в результате промораживания ее деятельного слоя. Ветры юго-западных и северо-западных румбов приносят осенью до 22% годового количества осадков, из которых 69% в виде снега, 28% в виде дождя и до 3% в виде града. Месячная норма осадков осенью является самой большой в году и составляет 121,5 мм, что на 27,8 мм больше годовой нормы. В лесу в это время выпадает 64% от суммы осадков на лугу. Атмосферные осадки имеют наиболее низкие среднесезонные значения минерализации (в 1,3 раза ниже среднегодовых) и показателя pH (5,33). Среднесезонные концентрации всех компонентов также минимальны. Связано это, на наш взгляд, с хорошей промытостью атмосферы, а также с максимальным среднемесечным количеством осадков в осенний период. В подкроновом стоке пихт концентрации всех компонентов понижаются по сравнению с летним временем в 1,5—2,0 раза. Важную роль продолжает играть выщелачивание водорастворимых компонентов с поверхности хвои. Концентрации большинства компонентов в 1,5—2,0 раза выше в подкроновом стоке, чем в атмосферных осадках, а концентрации активно выщелачиваемых из хвои ионов калия и кремния — 10 и 6 раз соответственно. Среднемесечная длительность солнечного сияния осенью составляет 137,4 часа, что на 16,4 часа меньше месячной годовой нормы. Давление воздуха осенью на 1,8 мб выше среднегодового, относительная влажность воздуха на 3% меньше, а температура воздуха на $1,0^{\circ}\text{C}$ ниже среднегодовой. Снежный покров в ноябре

достигает 43 см. Снег в это время рыхлый, плохо отструктуренный по слоям, с равномерной плотностью $0,10-0,19 \text{ г}/\text{см}^3$.

Осенний режим водоемов является переходным к зимней межени и периодически прерывается дождями в октябре и таянием снега, связанным с редкими оттепелями в ноябре.

Осенью р. Озерной сбрасывается до 8% годового стока, а р. Челепсы — до 7%. В октябре уровень водного зеркала Джугского озера достигает минимальных отметок (от — 2,7 до — 3,3 м) и оно сковывается льдом. Минерализация воды рек осенью в 1,2—1,3 раза превышает среднегодовую. В Джугском озере также постепенно повышается минерализация до 22,0 мг/л, значение pH до 7,00, то есть до значений, характерных для зимнего периода.

Конец сентября — октябрь время гона оленей, сопровождаемое большой скученностью животных (до 4—8 особей на га в некоторых местах). В это время происходит мощная зоогенная дегрессия дерново-почвенного покрова.

ГОДИЧНАЯ ДИНАМИКА. Семилетние исследования на биосферной станции Джуга позволяют охарактеризовать годичную динамику компонентов ПТК наблюдательного полигона в их взаимосвязи:

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. Наиболее интенсивными процессами рельефообразования являются снежные лавины и селевые потоки. Снежные лавины регулярно сходят с вершин Челепсинского хребта в русло р. Озерной, с Джугского хребта — в долину р. Челепсы, с хребта Парнигу — в долину р. Бамбачка. Это происходит чаще всего в результате весеннего прогрева — промерзания снега и грунта. В осенне-зимнее время наблюдается спорадический сход снежных лавин-основов, не имеющих, как правило, большого объема снежной массы. В правом борту р. Челепсы во время весенне-летних и летне-осенних ливней наблюдается сход довольно мощных селевых потоков с Джугского хребта, в результате чего образуются пролювиальные конусы и шлейфы. В первом случае мощному селеобразованию способствует наложение дождевого паводка на снеготаяние, во втором — летнее накопление обломочно-осыпного материала в селевых лотках. Все пролювиальные конусы и шлейфы района НП легко различимы визуально и на аэрофотоснимках по характерной форме и рододендроновому плащу. В июне 1988 года в нивационно-оползневой нише произошел катастрофический отрыв оползневых сланцево-глинистых масс объем до 30 м^3 . За истекший период наблюдается

зарастание тела оползня геранью голостебельчатой на фоне резкого углубления эрозионных борозд со скоростью до 3—5 см в год. За ходом менее интенсивных процессов ведутся наблюдения, но малый интервал времени не позволяет судить об их интенсивности. Важнейшим интегральным показателем интенсивности геоморфологических процессов является показатель химической денудации. По результатам наблюдений с помощью специальной методики (Pulina, 1974) рассчитана химическая денудация, которая для территории основного полигона на метаморфических кислых и осадочных некарбонатных породах составляет 10—18 мм/1000 лет и относится ко второму классу — слабой денудации. Для вспомогательного же полигона (на массиве Трю-Ятыргварт), сложенного мраморизованными известняками триасового возраста химическая денудация составляет 120—130 мм/1000 лет (пятый класс — очень сильная).

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. Одним из наиболее мобильных компонентов ПТК являются воздушные массы, которые характеризуются климатическими показателями. Климат района Джуги зависит как от системы глобальной циркуляции воздушных масс, так и от орографических особенностей местности. Это подтверждается проведением градиентных исследований термического поля с контрольной точкой для синхронизации полученных данных. Такие работы позволяют выявить особенности изменения температуры воздуха в зависимости как от высоты местности, так и от особенностей геоморфологического строения. На графике связи (Рис.13) видна неоднородность термического поля, связанная с рельефом и закономерное увеличение температуры в пределах 0,6°C (в лесу) — 1,0°C (на лугу) на каждые 100 метров высоты, что соответствует сухоидиабатическому градиенту температуры (Хромов, Мамонтова, 1974). В районе мощной долины р.Уруштен термический градиент меняет знак на противоположный, то есть происходит инверсия термического режима. Особенно неоднородна в горах пространственно-климатическая структура. В долинах и котловинах наблюдаются в безветренное время "озера" холода с температурой на 6,0 — 10,0°C ниже контрольной, расположенной значительно выше. Высота снежного покрова на северном склоне Челепсинского хребта в 8—13 раз больше, чем на южном (наветренном). Энергетический ресурс климатических процессов для данной территории определяется суммарной радиацией, которая для данной местности характеризуется величинами 100—120 ккал/см². В зависимости от центров действия

атмосферы происходит перемещение континентальных, местных и тропических воздушных масс, состояние которых определяется давлением, температурой и относительной влажностью воздуха. Давление воздуха на станции, высота которой 2014 м, колеблется в пределах 151,5 мб, самое низкое фиксируется в декабре — 801,1 мб, самое высокое в октябре — 808,6 мб (среднемесячные значения). Температура воздуха колеблется в пределах абсолютных значений 47,1⁰C. При этом самая низкая среднемесячная температура наблюдается в январе ($-6,8^{\circ}\text{C}$), самая высокая — в июле ($12,4^{\circ}\text{C}$). Относительная влажность воздуха колеблется в пределах абсолютных значений — 99%, при этом самая низкая относительная влажность периодами составляет 1%. Вообще периодически для данной территории характерны очень низкие значения влажности воздуха, связанные, безусловно, с фенами. Осадки на станции выпадают в виде снега — 53%, дождя — 42% и града — 6%. Их годовое количество 1124,1 мм на 2075,9 мм меньше, чем на метеостанции Ачишко, расположенной на 30 км юго-западнее Джуги. Такая значительная неравномерность в распределении осадков объясняется трансформацией воздушных масс на наветренных склонах, где и расположена станция Ачишко. Измеренное впервые на высоте более 2000 метров северного макросклона Главного Кавказского хребта годовое количество осадков на 800—1200 мм отличается от расчетной для этой местности величины.

Среднемноголетний химический состав осадков на станции Джуга представлен в Табл. 3. Средняя величина pH осадков имеет значение 5,52, что немногим ниже величины 5,50, характерной для чистых атмосферных осадков (Израэль, 1984). Преобладающими ионами в составе осадков являются гидрокарбонат — 34% от суммы ионов в эквивалентной форме, сульфат — 38%, кальций — 42% от суммы ионов. Средняя концентрация в осадках — 2,01 мг/л при небольших колебаниях среднегодовых значений от 1,43—3,12 мг/л. Доля морских сульфатов составила по расчетам (по соотношению ионов хлора, сульфатов) всего 4—8%, остальные сульфаты — терригенного и антропогенного происхождения. Годовая величина поступления сульфатов на поверхность земли составила в среднем 22,8 кг/га. Среднее содержание гидрокарбонатов в осадках — 2,34 мг/л при среднегодовых колебаниях от 0,69 до 4,72 мг/л, которые коррелировались величиной pH. Среднее величина поступления гидрокарбоната на поверхность наибольшая — 26,6 кг/га в год. Ион кальция в атмосфер-

ных осадках имел концентрацию от 0,84 до 1,71 мг/л при среднем значении 1,11 мг/л. Его среднее поступление — 12,6 кг/га в год. Содержание других компонентов в атмосферных осадках значительно ниже и не превышало 1 мг/л. Можно отметить, что концентрация натрия и калия имела очень близкие значения (соотношение 0,82). Средняя концентрация азота аммония (0,33 мг/л в 1,7 раза превышает среднюю концентрацию нитратного азота, что характерно для чистых фоновых районов (Зверев, Семенюк, 1986). Для осадков на станции Джуга выдерживается и соотношение, приводимое для не загрязненных осадков (Georgii, 1982), которое представляет собой отношение концентрации ионов аммония и сульфата в эквивалентной форме, равное 0,5. Годовое поступление суммарного минерального азота составляет в среднем 5,91 кг/га. Общая сумма ионов атмосферных осадков составила в среднем 8,00 мг/л, среднегодовое поступление — 90,8 кг/га.

В лесу (под пихтовой кроной) выпадает на 32,6 % осадков меньше, чем на открытой местности (Рис. &). Атмосферные осадки, проходя через крону пихты значительно трансформируют свой состав. В подкроновом стоке пихтового леса на станции Джуга среднее значение показателя pH составило 5,68 при небольших среднегодовых колебаниях, то есть атмосферные осадки при прохождении через кроны подщелачиваются. Многие исследователи (Глазовская, 1988; Снakin, Андреева, Присяжная, 1990) отмечали подкисляющее действие хвойных пород деревьев, но например, у W. T. Swank (1981) имеются данные о подщелачивающем воздействии сосны смолистой. По нашему мнению, изменение величины pH осадков при прохождении через кроны деревьев зависит от многих причин, в числе важнейших — физико-географические условия территории, на которой расположены леса, и сезонные особенности вегетации. В подкроновом стоке пихты следует отметить возрастание концентрации практически всех компонентов (Рис. 7). Концентрация большинства компонентов (сульфаты, хлориды, кальций, натрий, аммоний) возрастает в 1,5—2,0 раза. Мало меняется концентрация гидрокарбонатов и нитратов. Наиболее значительно возрастание содержания кремния — в 3,5 раза и ионов калия — в 13 раз. Поступление минеральных веществ на поверхность земли под пологом пихтового леса меняется не столь значительно, как концентрации, с учетом того, что часть осадков (в среднем 35%) задерживается кронами. Можно отметить, что наиболее значительно увеличивается поступление ионов калия и состав-

Рис. 8.

Гидрологический режим
р. Челепсы 1987—93 г.г.

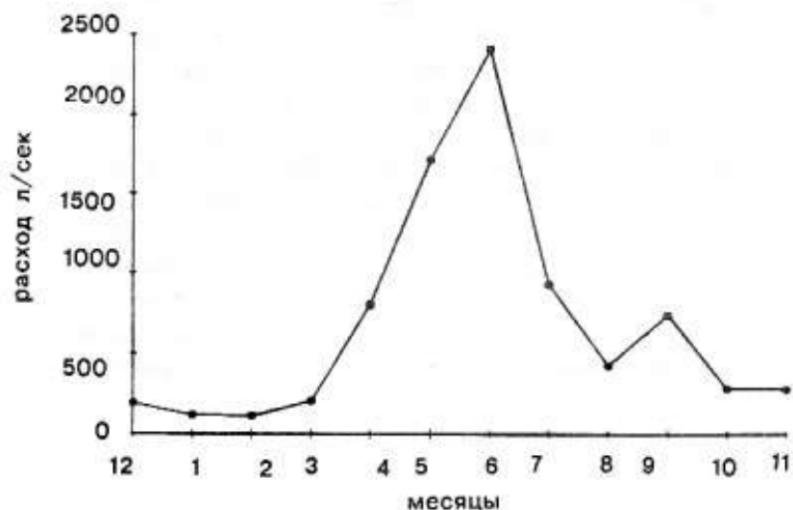


Рис. 9

Средн. хим. состав воды мг/л
р. Челепсы 1987—92 г.г

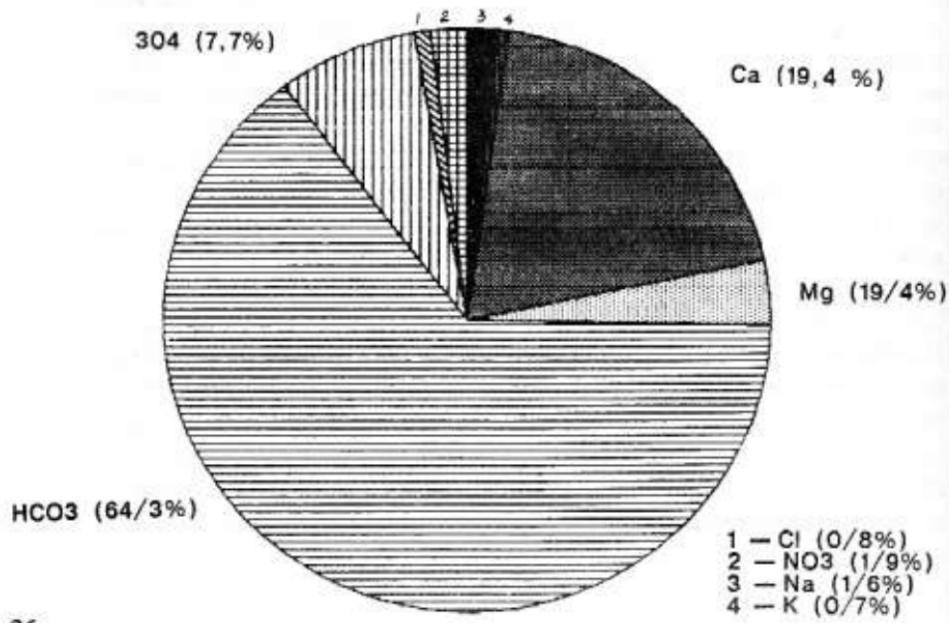


Рис. 10

Гидрологический режим
р. Озерная 1987 — 93 г.г.

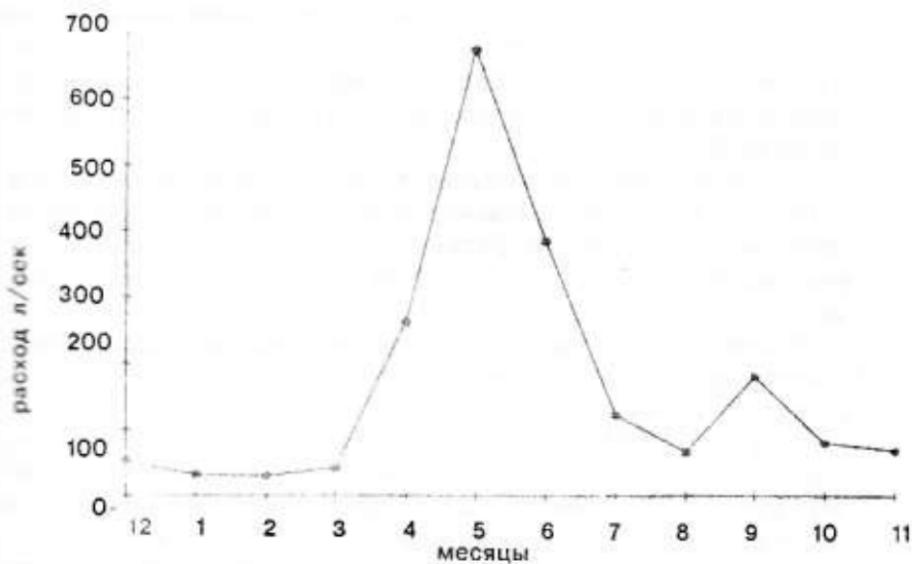
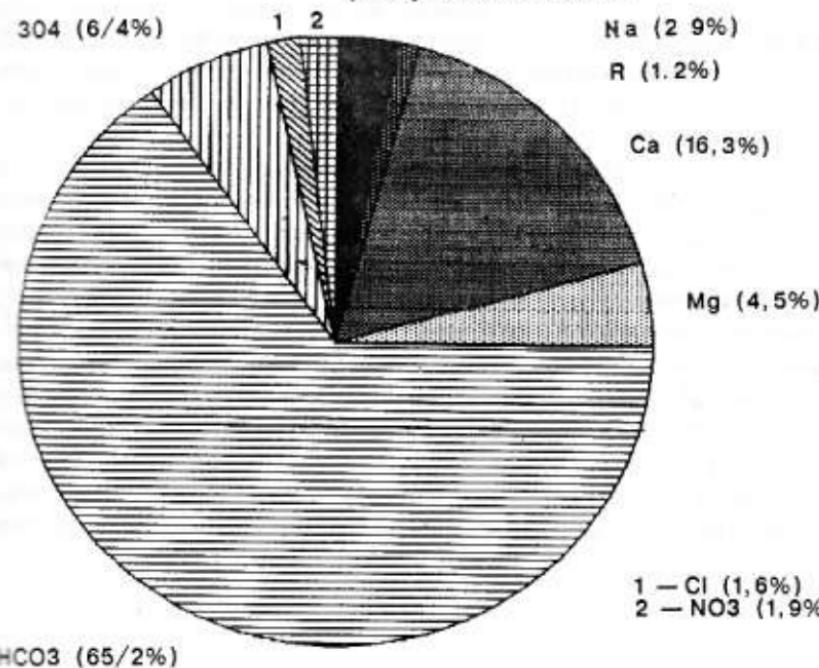


Рис. 11

Средн. хим состав воды мг/л
р. Озерная 1987 — 1992 г.г.



ляет в среднем 22,6 кг/га, что уступает лишь поступлению гидрокарбоната — 26,5 кг/га и сульфатов — 25,0 кг/га. Повышается также под пологом пихтового леса по сравнению с лугом поступление таких компонентов, как кремний, аммоний, хлориды. В небольшой степени задерживаются кронами деревьев нитраты, ионы кальция и магния. В целом увеличивается и общая сумма минеральных веществ, поступающих с подкроновым стоком, которая составляет 109,2 кг/га (Береговая, 1989).

Устойчивый снежный покров на станции наблюдается с конца октября по начало мая. Максимальная его высота, измеренная на метеоплощадке достигает 150 см, на подветренном склоне — 5 метров. Хорошая настовая корочка на снегу появляется в марте — апреле.

Интересно отметить, что в лесу ход ряда метеопараметров сильно стабилизирован. Так, например, колебание температуры воздуха в лесу на 2,2°С ниже, чем на лугу.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. Наблюдения за водными объектами станции показали, что доля снегового питания рек составляет 60—70% от их общего стока, остальное приходится на дожди и грунтовые воды. Модуль стока р.Озерная — 45,6 л/ (сек^{*}км²), р. Челепсы — 57,8 л/(сек^{*}км²), что является характерным для рек этого района. Слой стока Озерной составляет 1418 мм, Челепсы — 1798 мм, что значительно превышает количество осадков в этом районе. Данный факт объясняется тем, что основные осадки зимой связаны с южными ветрами, а, благодаря продольному расположению долин с запада на восток, снег выпадает со значительным смещением в склоны северной экспозиции.

Средняя минерализация воды р.Челепсы составляет 38,0 мг/л, в р.Озерная — 26,2 мг/л. Показатель pH имеет нейтральное значение: в р.Челепсы — 7,40, в р.Озерная — 7,16. Биогенных веществ в воде очень мало, при этом среди форм минерального азота преобладают нитратные, что свидетельствует о хорошем режиме аэрации в воде. Некоторые различия в химическом составе воды этих двух рек связаны с особенностями литологического состава пород в водосборных бассейнах (Рис. 9,11). Например, более высокое содержание сульфатов в воде р.Челепсы связано с выходами жильного барита в ее бассейне. А более высокое содержание кремния в воде р. Озерная обусловлено большей долей песчаников среди пород. Годовой показатель ионного стока, характеризующий интенсивность процессов

выноса вещества, составляет для Челепсы 670 кг/га, для Озерной — 410 кг/га, что характерно для горных рек этого региона. Годичная динамика гидрологического режима рек Озерная и Челепса представлена на графике (Рис. 8,10).

В ионном стоке рек наибольшую роль играет поверхностный сток (60—70%), представляющий собой поступление за счет размыва талыми и дождевыми водами почвенного покрова и частиц горной породы. На втором месте — атмосферная составляющая (14—30%) и наименьший вклад вносит подземный сток — 10—20%, что связано с литолого-структурными особенностями бассейна.

Джугское озеро относится к олиготрофным, вода его содержит очень малое количество питательных веществ, имеет слабокислую реакцию, среднемноголетняя величина которой 6,44, очень малую минерализацию, в среднем 13,2 мг/л. Колебания этих величин в разные годы незначительно. Вода озера имеет следующий химический состав (в мг/л): Na — 0,25; K — 0,20; Ca — 2,25; Mg — 0,71; HCO_3 — 7,15; SO_4 — 1,50; Cl — 0,40; N/ NH_4 — 0,02; N/ NO_3 — 0,17; Si — 0,57; Робщ. — 0,002. Следует отметить, что озеро, чьим основным источником питания являются атмосферные осадки (посредством поверхностного и почвенного стоков), имеет воду, состав которой отличается от осадков увеличением концентраций кремния и ионов кальция, магния, гидрокарбоната и повышением рН, уменьшается при этом среднее содержание аммония.

БИОТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. Важнейшим показателем условий существования биоты является гидротермический режим территории. Этот показатель хорошо иллюстрирует климадиаграмма по методу Вальтера — Госсена. Для Джуги (Рис. 12) она свидетельствует о высоком уровне обеспечения биотических процессов гидротермическими ресурсами. Здесь практически отсутствуют засухи, а повышенное количество осадков в определенные периоды не является угнетающим фактором, благодаря высокой испаряемости и крутым склонам гор, по которым быстро сбрасывается излишняя влага. Исходя из наших наблюдений с 1986 года основным лимитирующим численность животного населения фактором является зимняя бескорница и снежный покров, препятствующий перемещению крупных животных.

Данная работа, являющаяся итогом наблюдений на НП Джуга с 1986 по 1993 годы является попыткой проследить динамику компо-

нентов ПТК, в дальнейшей же работе планируется исследовать сами ПТК, их динамику и взаимосвязь между собой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алекин О.А. Основы гидрохимии. — Л. Гидрометеоиздат, 1970. — 442 с.
- Анненская Г.Н. и др. Морфологическое изучение геологических ландшафтов// Ландшафтovedение. — М.: Изд-во АН СССР, 1963. — с. 5 — 28.
- Аянов В.М. Малые интрузии г.Джуга и бассейнов рек Киши и Безымянка (Северный Кавказ)// Известия АН СССР. Серия геологическая, 1959, N10, с. 92—99.
- Береговая С.Ю. Поступление и вынос макробиогенов в высокогорных ландшафтах. Экологическая кооперация, N 3—4, Братислава, 1989, с. 30—32.
- Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР, М., Высшая школа, 1988. — 326 с.
- Голгофская К.Ю. Конспект дендрофлоры Кавказского заповедника// Труды Кавказского государственного заповедника. — Краснодар, 1977. — Вып. XI. — с. 67 — 88.
- Зверев В.Л., Семенюк О.В. Последствия антропогенного влияния на геохимические циклы азота и фосфора// Комплексный глобальный мониторинг состояния биосферы. — Труды III международного симпозиума, т. 2. — Л., Гидрометеоиздат, 1986, с. 377—386.
- Ираззль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. — М.: Гидрометеоиздат, 1984. — 560 с.
- Плоткин Л.А., Мельченко В.Е. Принципы организации стационарных почвенно-ландшафтных исследований в заповедниках// Проблемы охраны почв. — М., 1990. — с. 48—52.
- Райс Р.Дж. Основы геоморфологии. — М.: Прогресс, 1980. — 574 с.
- Сафонов И.Н. Западный и Центральный Кавказ// Региональная геоморфология Кавказа. — М.: Наука, 1979. — с. 40—51.
- Снакин В.В., Андреева А.Е., Присяжная А.А. Трансформация состава атмосферных осадков пологом колхидского леса// Почвенно-биогеоценологические исследования на Северо-Западном Кавказе. Пущино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1990. — с. 70—82.
- Тимухин Н.Т., Плоткин Л.А. Опыт организации ландшафтной станции в Кавказском государственном биосферном заповеднике// Почвенно-биогеоценологические исследования на Северо-Западном Кавказе. Пущино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1990. — с. 122—126.
- Федоров В.Д., Гильманов В.Г., Филонов К.П., Калецкая М.Х. Экология. — М.: Изд-во МГУ, 1980. — 464 с.
- Воздействие волка на диких копытных животных// Волк. М. — М.: Наука, 1985. — с. 336—355.

Хромов С.И.,
Мамонтова Л.И.

Метеорологический словарь.— Гидрометеоиздат, 1974. — 568 с.

Georgii R — W.

Review of the chemical composition of precipitation as measured by the WMO BAPMON. WMO Environmental Pollution Monitoring Programme, 1982, № 8.

Pulina M.

Denudacja chemiczna na obszarach krasu węglanowego. — WROCZAWA, KRAKOV, GDANSK: Polska Akademia Nauk, 1974, 159 s.

Swank W. T., Swank S. W. 20 Dynamics of water chemistry in hardwood and pine ecosystems. In Catchment experiments in fluvial geomorphology. — GEO BOOKS. Norwich, 1981, p. 335—346.

The Field and laboratory Manual Prepared by the Programme Centre EDC. NATIONAL BOARD OF WATERS AND ENVIRONMENT. FINLAND, 1989.

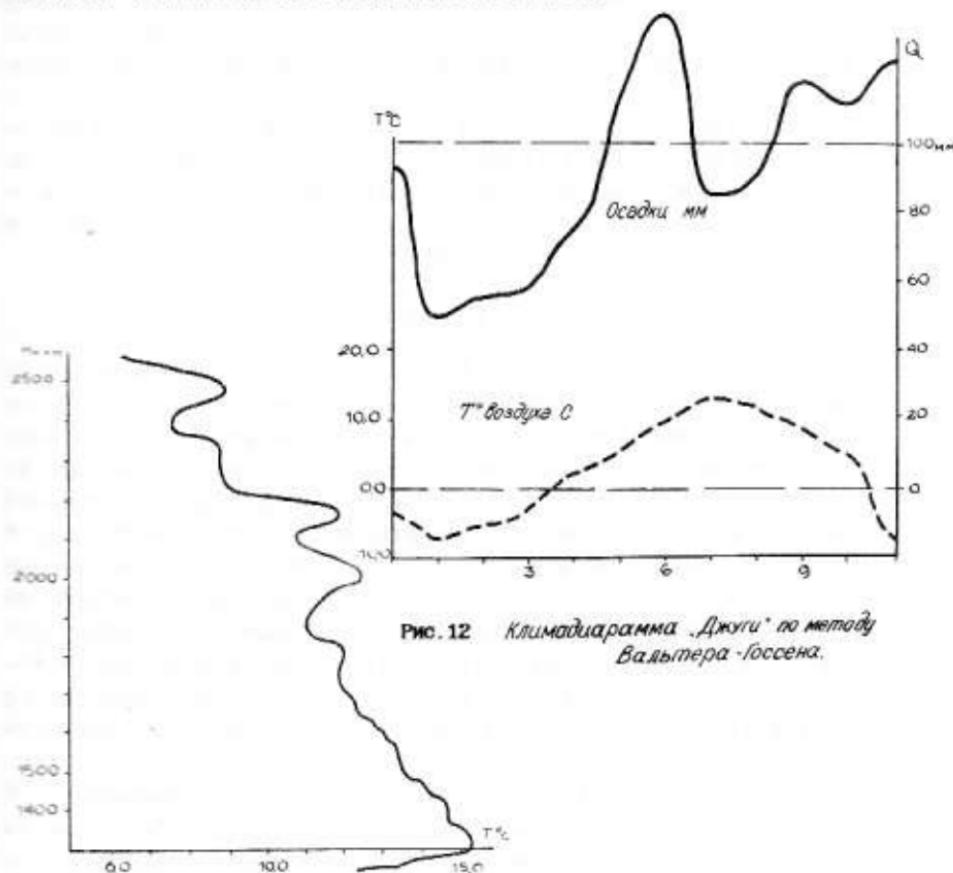


Рис. 12 Климатдиаграмма „Джуги“ по методу Вальтера-Госсена.

Рис. 13 График связи температуры воздуха с высотой местности и рельефом