

ДИНАМИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ТЕРРИТОРИИ КАВКАЗСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (1985–2005 гг.)

Оценка многолетних изменений метеорологических параметров на территории заповедника никогда не производилась. Причиной этому являлось отсутствие репрезентативных рядов наблюдений. К настоящему времени по двум метеостанциям «Лаура» и «Джуга» имеются двадцатилетние данные, сравнительный анализ которых осуществлялся посредством линейных трендов. Аппроксимация с использованием более сложных функций не увеличивает приближение и затрудняет интерпретацию результатов.

Станция комплексного фонового мониторинга «Лаура» Гидромета РФ расположена в долине одноименной реки, в 2 км от ее слияния с р. Мзымта. Абсолютная отметка над уровнем моря 570 м. Наблюдаемые метеорологические характеристики могут быть интерпретированы на долины средних и крупных рек среднегорных районов южного склона ГКХ.

Площадка м/с «Джуга» находится в альпийской зоне на отметке 2041 м н.у.м. Расположение метеостанции допускает аналоговое распространение ее данных на нижний ярус альпийских лугов (1800–2300 м) практически всего северного макросклона в пределах заповедника.

Температура воздуха

Характеристика изменений

Среднегодовое значение годовая температура воздуха на южном и северном склонах составила 9,2 и 3,4° С. Здесь и далее первая цифра – данные м/с «Лаура», вторая – м/с «Джуга». Синхронность многолетнего хода изменений по двум станциям характеризуется коэффициентом корреляции (K_k) 0,73. Амплитуда колебаний (A) составила 2,5 градуса при минимуме 7,8 и 1,7° С (1992 год) и максимуме 10,3 (1998) и 4,2° С (2001). Тенденция повышения годовых значений за два десятилетия прослеживается отчетливо. Разность пересечения линии тренда с осями ординат (увеличение) составила 1,0 и 0,8° С для южного и северного макросклонов, соответственно (табл. 1; рис. 1).

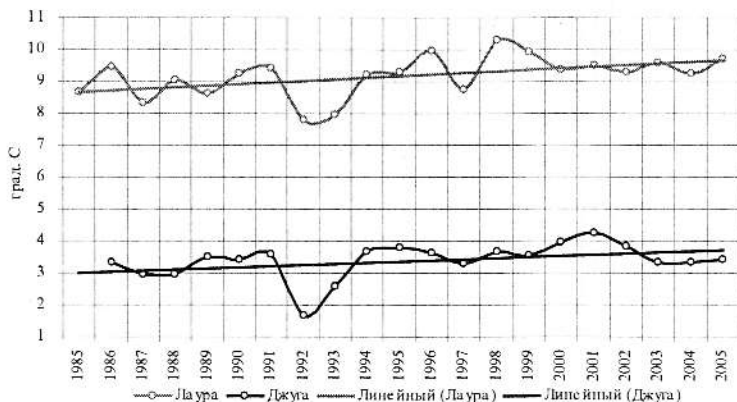


Рис. 1. Динамика средней годовой температуры воздуха

Абсолютные за год минимальные температуры воздуха имеют существенный разброс и асинхронное поведение во времени. Отрицательный экстремум ($-18,3^{\circ}\text{C}$) на южном склоне наблюдался в феврале 1993 года; на северном ($-22,1^{\circ}\text{C}$) – в марте 1990. Амплитуда колебаний 9,9 и 5,5 градусов. Линейная аппроксимация, с меньшими приближениями чем для средних значений, показывает повышение минимума по м/с «Лаура» на $1,4^{\circ}\text{C}$, а по м/с «Джуга» понижение на $0,2^{\circ}\text{C}$ (рис. 2).

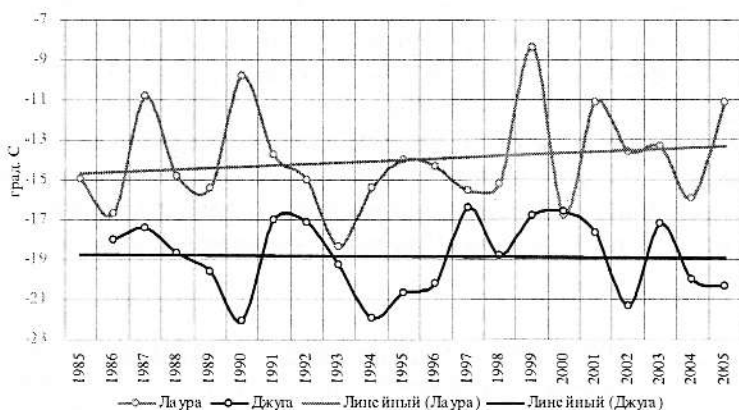


Рис. 2. Динамика минимальной годовой температуры воздуха

Ход изменений максимальных экстремумов более стабильный, однако, взаимосвязь между ними слабая ($K_k = 0,40$). Нижний предел $29,2$ и $20,1^{\circ}\text{C}$ отмечен в 1988 году; верхний $36,9$ и $30,3^{\circ}\text{C}$ в 1998 и 2000 годах. Повышение максимальной температуры воздуха за 20 лет составило $2,3$ (юг) \div $1,2$ (север) градусов (рис. 3).

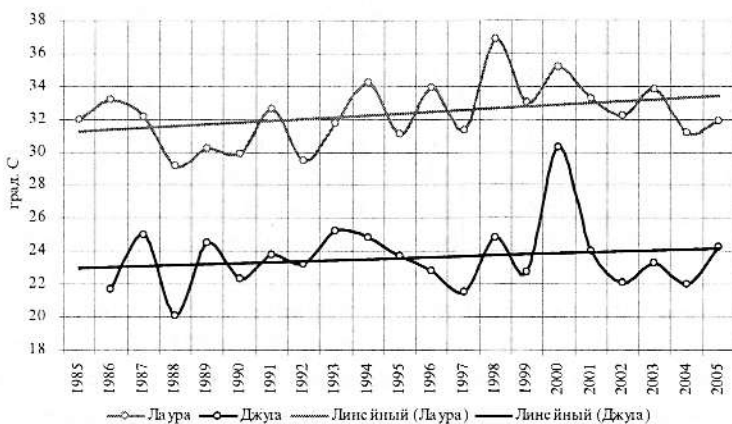


Рис. 3. Динамика максимальной годовой температуры воздуха

На южном склоне средние температуры всех месяцев имели тенденцию к повышению. В январе при норме $-0,3^{\circ}\text{C}$ разброс значений составлял от $-2,9$ (1989) до $1,6^{\circ}\text{C}$ (1999, 2004). Разность ординат тренда $+1,6$ градусов. Минимальный экстремум повысился на $3,6$, максимальный на $4,0^{\circ}\text{C}$. В феврале средняя величина повышения сохранилась при очень высоком приросте ($4,2^{\circ}\text{C}$) минимальных тем-

ператур. Увеличение средней температуры марта соответствовало среднегодовому значению. Направленность изменений экстремумов обратная: минимум +2,4; максимум -1,3 градусов. Апрель характеризуется низким средним приростом (0,3° С) и наиболее значительным падением, на 2,8 градусов, минимальных температур. В мае температурный режим стабилизируется во времени. Несмотря на уменьшение экстремальных значений (0,3-1,7° С), средние увеличились на 0,6 градусов. Противоположные тенденции поведения экстремумов в июне, с более интенсивным повышением максимумов, обеспечили рост средних на 0,7° С. С июля по сентябрь все показатели испытывали рост, который превышал 3 градуса для минимумов сентября и максимумов июля и сентября. Тем не менее, общее потепление июля (+0,3° С) самое незначительное. В октябре-ноябре контрастность температурного режима за 2 десятилетия возросла. Превосходство интенсивности повышения максимумов, особенно в октябре (+3,3° С), способствовало повышению средних значений на 0,9-1,6 градусов. В декабре все температурные параметры выросли, в т.ч. средние на 0,8° С (табл. 2).

Таблица 2

Изменение температур воздуха (1985-2005)

Месяц	Пределы изменений (°С)						Разность (°С)		
	Лаура			Джуга			Лаура-Джуга		
	среднее	минимум	максимум	среднее	минимум	максимум	среднее	минимум	максимум
Январь	1,6	3,6	4,0	3,9	3,5	2,2	4,9	4,5	4,3
Февраль	1,6	4,2	2,7	1,0	-0,2	2,1	5,0	5,1	3,7
Март	1,0	2,4	-1,3	0,5	4,0	-0,7	5,7	6,4	10,8
Апрель	0,3	-2,8	0,4	-1,9	-3,6	-1,3	6,9	6,4	12,8
Май	0,6	-0,3	-1,7	1,5	4,3	-1,3	6,9	4,9	10,9
Июнь	0,7	-0,4	1,8	-0,3	-1,8	1,1	6,6	4,2	8,8
Июль	0,3	0,6	3,3	0,8	0,5	2,8	7,0	3,9	9,4
Август	1,1	2,0	2,5	0,7	2,0	-1,0	6,8	4,9	9,5
Сентябрь	1,2	3,3	3,1	0,2	3,9	1,7	5,6	4,4	6,7
Октябрь	1,6	-0,3	3,3	0,3	-2,5	3,0	4,7	6,2	5,9
Ноябрь	0,9	-0,5	0,6	4,2	0,9	4,2	4,4	5,2	6,6
Декабрь	0,8	1,7	2,0	0,4	0,8	-0,3	4,6	6,7	4,2

На протяжении 20 лет наибольшие колебания среднемесячных температур воздуха наблюдались в июле: от 16,5 (1985) до 24,7° С (1988). Амплитуды в 5 и более градусов характерны для февраля-апреля, сентября и ноября-декабря. Устойчивый температурный режим в июне, августе и октябре: амплитуда 3,4-3,9 градусов. За рассматриваемый период самым холодным месяцем был февраль 1985 года (-3,4° С), а теплым июль 1988 (24,7° С).

Северный макросклон отличается более неоднозначной тенденцией изменения температурного режима. Средняя температура воздуха первых трех месяцев года повысилась на 0,5-3,9 градусов. Положительная направленность изменения экстремумов в январе (2,2-3,5° С) обеспечила высокий средний прирост (3,9° С). Предельные температуры февраля-марта изменялись в противоположные стороны.

Аномально повысился, на 4 градуса, минимум марта. Рост средних температур воздуха составил 0,5–1,0° С. Следует обратить внимание на весьма значительное похолодание апреля. Все параметры изменений являются экстремальными для времен года: минимум понизился на 3,6, максимум на 1,3 и средние значения на 1,9 градусов. Май, с предельным подъемом минимума (4,3° С) и снижением максимума на 1,3 градуса, в среднем потеплел на 1,5° С. Вторым месяцем в году с многолетней тенденцией снижения средней температуры воздуха на 0,3° С является июнь. С июля и до конца года средние температуры испытывали рост. В июле, сентябре и ноябре все параметры повышались. В августе, октябре и декабре изменения экстремумов были разнозначными. Аномально потеплел ноябрь (+4,2° С) с таким же высоким повышением максимума (табл. 2).

Диапазон изменений среднемесячных температур за двадцатилетие наибольший в сентябре: 4,8–12,9° С. Амплитуды колебаний, превышающие 7 градусов, характерны для февраля, апреля и ноября. Устойчивый ход температур ($A < 5^\circ \text{C}$) наблюдался в июле–августе и октябре. Самым холодным месяцем (–9,3° С) являлся февраль 1992 года; теплым (15,8° С) – июль 2000 года.

Сравнительная характеристика параметров

Многолетние среднемесячные температуры воздуха (норма) имеют правильный ход изменений, т.е. значения увеличиваются с января по июль с последующим уменьшением к декабрю. Исключение для северного склона составляет февраль с температурой равной январской. Наибольший прирост температуры воздуха во времени наблюдается между мартом и апрелем: для южного склона он составляет 5,9; для северного 4,8 градусов. Максимальное падение температуры происходит между октябрем и ноябрем: 5,1 и 4,7° С. Взаимосвязь средних величин тесная ($K_k > 0,8$), с некоторым ослаблением только в июле и октябре. Разность между среднемесячными температурами юга и севера («Лаура» – «Джуга») превышает 6 градусов для апреля–августа с максимумом (7,0° С) в июле. Менее 5 градусов она составляет в январе–феврале и октябре–декабре с минимумом (4,4° С) в ноябре.

Нарушение хода изменений во времени среднемноголетней минимальной температуры (норма) наблюдается в августе на южном склоне и в феврале на северном. В первом случае температурный минимум превышает июльский, во втором он ниже январского. Скачкообразное повышение минимумов для обоих макросклонов (на 5,6–5,7° С) происходит в апреле. Резкое падение отмечается в сентябре на южном (5,1° С) и в октябре на северном склоне (6,7° С). Взаимосвязь между минимальными величинами тесная ($K_k > 0,8$) в апреле–июне и декабре; практически отсутствует ($K_k < 0,5$) в июле–августе. Более чем на 6 градусов минимальные температуры южного склона превышают таковые на северном в марте–апреле, октябре, декабре. Минимальная разность 3,9 градусов в июле.

Норма изменений максимальных температур нарушается только в марте на северном склоне, она ниже февральской. Экстремальное повышение максимумов наблюдается в апреле (7,4 и 5,0° С), понижение в декабре (7,0° С) на юге и в ноябре (5,5° С) на севере. Корреляционная зависимость изменений рядов максимальных значений тесная и хорошая в апреле, июне–июле и сентябре. В остальные месяцы она слабая или отсутствует. Разность максимальных температур южного и северного

макросклонов более значительная, чем для ранее рассмотренных показателей. Это обусловлено различием абсолютных отметок расположения метеостанций «Лаура» (570 м н.у.м.) и «Джуга» (2041 м н.у.м.). На 10 и выше градусов максимумы отличаются в марте–мае; менее чем на 5 градусов в январе–феврале, декабре (табл. 1–2).

Продолжительность безморозного периода

Продолжительность безморозного периода определяется количеством дней между датами последнего от начала года и первого от конца года заморозков. По данным м/с «Лаура» самый продолжительный период без отрицательных температур (220 суток) имел место в 1990 году, а наиболее короткий (148 суток) в 1987 году. Для местоположения м/с «Джуга» эти периоды соответственно составили 152 дня (2002) и 87 дней (2004). За 20 лет продолжительность безморозного периода на южном склоне увеличилась на 18 суток, а на северном уменьшилась на 10 суток. Среднемноголетнее непрерывное наличие положительных температур (норма) составляет 187 и 127 суток. Изменение по годам длительности безморозного периода на обоих склонах между собой не связано (табл. 3).

Таблица 3 По данным м/с «Лаура»

Продолжительность безморозного периода (сут.)

Год	Продолжительн.		Посл. заморозок		Перв. заморозок	
	Лаура	Джуга	Лаура	Джуга	Лаура	Джуга
1985			117			
1986	165	140	115	131	84	94
1987	148	129	117	131	99	104
1988	173	119	122	135	69	110
1989	204	125	89	131	71	108
1990	220	143	94	142	50	79
1991	218	148	83	148	63	68
1992	167	126	120	141	77	97
1993	160	114	115	149	89	101
1994	165	131	127	155	72	78
1995	217	131	97	130	50	103
1996	191	116	110	145	63	103
1997	194		110		60	119
1998	205	127	92	121	67	
1999	167		128		69	81
2000	168	99	125	172	72	94
2001	190	128	108	145	67	91
2002	193	152	102	142	70	71
2003	216	136	103	156	46	73
2004	178	87	109	163	78	115
2005	198	141	97	135	70	89
Норма	187	127	109	143	69	94

диапазон проявления последнего заморозка составил 83 (1991) – 128 (1999) суток от начала года. Другими словами последние отрицательные температуры наблюдались между 24 марта и 8 мая. На северном склоне этот период составил 121 (1998) – 172 (2000) суток или 1 мая – 21 июня. Согласно линейному тренду за двадцатилетие последний заморозок стал проявляться раньше на 5 суток для южного и позже на 19 суток для северного склонов. Среднемноголетние даты последнего заморозка 19 апреля и 23 мая, т.е. разность на противоположных склонах составляет 34 дня. Взаимосвязь между датами отсутствует.

Наступление первого заморозка на южном склоне происходило в период 23 сентября – 16 ноября или 99 (1987) – 46 (2003) суток от конца года. Для северного склона диапазон составлял 119 (1997) – 68 (1991) суток (3 сентября – 24 октября). Линейно аппроксимированные

даты наступления первых отрицательных температур приблизились к концу года на 14 и 10 суток. Нормативное проявление первых заморозков 23 октября («Лаура») и 28 сентября («Джуга»), т.е. на северном склоне отрицательные температуры воздуха наблюдаются на 24 дня раньше. Даты наступления первых заморозков не коррелируются.

Обеспеченность параметров

Стандартная обеспеченность (в %) интерпретируется как вероятность повторения явления 1 раз в определенное количество лет. Обеспеченность двадцатилетних рядов наблюдений будет корректной при вероятности 1 раз в 20 лет. Диапазон 5–50% характеризует вероятность отклонения значения в положительную сторону; 50–95% – в отрицательную. Центр интервала (50%) показывает возможность ежегодного проявления.

С точки зрения аномальности температурного режима наибольший интерес представляют крайние значения рядов обеспеченности. В годовом разрезе среднемесячные температуры 5% обеспеченности характеризуются цифрами 20,2 и 13,4° С для южного и северного склонов, соответственно; 95% обеспеченности – (-1,1 ÷ -6,2° С). Разность значений температур одинаковой обеспеченности большая для положительного интервала, чем для отрицательного. Среднемесячные температуры теплого сезона года (апрель–сентябрь) один раз в 20 лет могут иметь крайние значения от 8,6 до 20,8° С на южном и от 1,4 до 14,0° С на северном склоне. Для холодного периода (октябрь–март) среднемесячные величины 5, 95% обеспеченности равны 10,6 ÷ -1,7° С и 5,8 ÷ -7,0° С.

По данным м/с «Лаура» и «Джуга» температуры воздуха ниже -14,4 и -18,9° С могут наблюдаться только в один год из 20. С октября по март с такой периодичностью могут быть встречены значения -15,1 и -19,9° С, а с апреля по сентябрь – -2,4 и -10,1° С. Максимальная разность минимальных температур (6,1–7,0 градусов) приходится на интервал 50–80% обеспеченности. То есть, минимальные экстремумы с периодичностью в 1–5 лет отклоняются более резко в отрицательную сторону на северном склоне, чем на южном. Амплитуда колебаний минимальной температуры между положительными и отрицательными пределами обеспеченности превышает 10 градусов в феврале–марте и декабре по м/с «Лаура»; в марте–апреле и октябре–декабре по м/с «Джуга». Это объясняется запаздыванием наступления устойчивых положительных температур, примерно, на один месяц для северного склона и ранее (2 месяца) установление отрицательных температур осенью. Интересно, что на южном склоне отклонения от нормального хода в феврале и августе наблюдаются только для отрицательного интервала обеспеченности. Или февраль и июль холоднее января и августа только при низких минимальных температурах. В то же время, на северном склоне февраль холоднее января, как правило, при высоких минимальных значениях. Здесь же, 1 раз в 20 лет абсолютный минимум марта ниже январского и февральского; а один раз в 10–20 лет абсолютный минимум августа выше июльского. Разность минимумов температур 5% обеспеченности южного и северного склонов превышает 7 градусов в марте и декабре, а 95% обеспеченности в марте, октябре–ноябре.

На южном склоне максимальные температуры воздуха с повторяемостью 1 раз в 20 лет в течение года имеют значения 8,1 и 33,3° С; на северном 4,7 и 23,8° С.

В один год из двадцати максимальные температуры апреля–сентября могут быть ниже 24,0 и 11,7 или выше 33,7 и 24,8° С. В холодное время года максимум 5...95% обеспеченности имеет пределы 24,7...7,1 и 18,4...3,5 градусов. В отличие от минимальных значений, разность максимальных повышена (>9°С) в положительном интервале обеспеченности, что связано с недобором температур в альпийской зоне (м/с «Джуга»). Амплитуды в 10 и более градусов между пределами обеспеченности на южном склоне характерны для февраля, сентября и декабря, а на северном для апреля и июля. В области высоких значений (5–30% обеспеченности) максимумы июня южного склона уступают майским, а один раз в 10 лет сентябрьские превышают августовские. На северном склоне максимальные температуры марта практически во всем интервале меньше февральских. При низких уровнях максимальных значений (60–95% обеспеченности) в августе они выше июльских. Для 5 и 95% обеспеченностей разности максимальных температур более 10 градусов характерны в марте–мае.

Ежегодно возможная (50% обеспеченность) продолжительность безморозного периода составляет 190 и 132 дня по данным м/с «Лаура» и «Джуга». С вероятностью 1 раз в 20 лет отсутствие отрицательных температур воздуха наблюдается в пределах 155–223 и 93–157 суток. При этом увеличение продолжительности безморозного периода происходит более интенсивно на южном склоне, а уменьшение на северном. Только в одном случае из двадцати последний заморозок в речных долинах южного склона может проявляться ранее 1 апреля и позднее 11 мая. Для субальпийской зоны заповедника предельными датами проявления минусовых температур являются 7 мая и 20 июня. С вероятностью 1 раз в 5 лет этот диапазон сужается до 8 апреля – 3 мая и 12 мая – 3 июня. 5...95% обеспеченность наступления первого заморозка дает нам периоды 23 сентября – 10 октября и 2 сентября – 22 октября. Интервалы времени 20...80% обеспеченности составляют 13–30 октября и 14 сентября – 13 октября для южного и северного склонов.

Относительная влажность воздуха

Относительная влажность воздуха в большей степени, чем температура, зависит от местоположения точек наблюдений. Изменения значений в среднегорном лесном и в субальпийском поясах зачастую имеют противоположную направленность.

По данным м/с «Лаура» и «Джуга» норма среднегодовой влажности составила 74 и 70%. Диапазоны колебаний 67–88% и 62–79%. Взаимосвязи между рядами нет: коэффициент корреляции равен -0,16. Линейная аппроксимация дает уменьшение среднегодовой относительной влажности воздуха с 1985 года в лесной зоне на 19% и увеличение в субальпийской на 5% (рис. 4).

Норма среднемесячной влажности на южном склоне уменьшается с 82 в январе до 64–67% в апреле–мае. Затем идут колебания в пределах 71–78% с максимумом в декабре (85%). Противоположная тенденция наблюдается на северном склоне: возрастание среднемесячных значений с января (66%) по июль (77%) с последующим падением до ноября (65%). Коэффициент корреляции между рядами -0,55. В холодный период (сентябрь–февраль) среднемесячная влажность на 4–18% выше в лесной зоне; в теплый (март–август) на 1–6% в субальпийской. Связь между

рядами многолетних изменений среднемесячных величин отсутствует и только в ноябре является значимой. Наибольшей неустойчивостью изменений влажности во времени в лесной зоне характеризуется ноябрь с амплитудой колебаний 42%. В этом же месяце самые значительные отклонения от нормы в низшую сторону, экстремальные превышения нормы в мае. Стабильный влажностной режим воздуха в декабре ($A=25\%$). В альпийском поясе неустойчивостью отличается март ($A=44\%$), а стабильностью июль ($A=15\%$). Аппроксимация 20-летних изменений относительной влажности воздуха на южном склоне показала ее безысключительное снижение на 8 (октябрь)–26% (апрель). На северном склоне влажность увеличилась в январе–мае, августе–октябре, декабре; уменьшилась в июне–июле, ноябре. Пределы изменений от -12% в ноябре до $+14\%$ в марте (табл. 4).

Минимальная относительная влажность воздуха как абсолютная, так и среднелетняя во все времена года выше в лесной зоне южного склона, чем в субальпике. Максимальная разница (36%) наблюдается в декабре, минимальная (7%) в апреле. Взаимосвязь между рядами практически отсутствует. В отдельные месяцы ход изменений имеет противоположную направленность. В многолетнем разрезе абсолютные значения изменяются в диапазонах 8–29% и 1–21%. Самой высокой минимальной влажностью воздуха (50–51%) по данным м/с «Лаура» отличаются декабрь–январь, низкой (20%) – апрель. По м/с «Джуга», соответственно, июнь–август (22–30%) и октябрь–ноябрь (12%). За 20-летний период минимальная влажность повысилась, в целом, на 2% на обоих склонах. Предельное повышение (на 10%) в лесном поясе произошло в октябре, в альпийском (на 15%) в августе; снижение на 6% в январе и на 11% в июне (рис. 5).

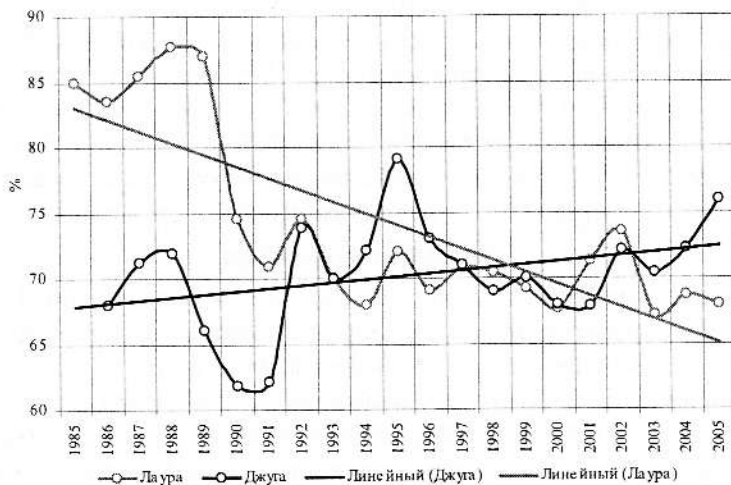


Рис. 4. Динамика среднегодовой относительной влажности воздуха

При значениях годовой относительной влажности 55–60% (правый интервал обеспеченности) один раз в 5–10 лет в альпийской зоне она может быть выше чем в лесной. В месячном плане ряды 5 и 95% обеспеченности более «подвижные». Для левого интервала (высокие значения) с марта по май в субальпике воздух более

влажный; далее ряды меняются местами с незначительными различиями до августа и с максимальной разницей (14–15%) в октябре, декабре–январе. Подобным образом ведут себя 1 раз в 20 лет и ряды низкой влажности. С декабря по март в лесном поясе относительная влажность выше на 13–25%; в апреле–июле в субальпике более влажно и с августа по ноябрь разность может быть как положительной, так и отрицательной. В целом зимний сезон (октябрь–март) более влажный на южном склоне, а летний (апрель–сентябрь) на северном.

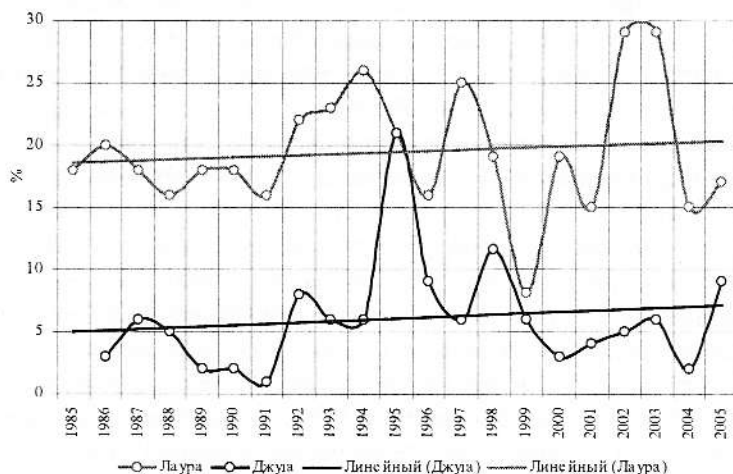


Рис. 5. Динамика минимальной годовой относительной влажности воздуха

Ряды любой обеспеченности минимальной относительной влажности воздуха не имеют пересечений; на южном склоне она всегда выше. По данным м/с «Лаура» предельные значения минимальной влажности 5% обеспеченности отмечены в январе, декабре (67%) и в апреле (30%); 95% обеспеченности в январе (38%) и апреле (15%). В субальпике диапазон наиболее высоких значений 23 (октябрь) – 47% (июнь–июль); низких 2 (ноябрь) – 17% (июль). На южном склоне, относительная влажность воздуха холодного периода всегда выше, чем теплого, на северном – наоборот.

Атмосферные осадки

Количество атмосферных осадков, выпавших за определенный промежуток времени, обуславливает не только степень увлажнения, но и потенциальную возможность усиления или затухания тех или иных экзогенных процессов. Линейная аппроксимация двадцатилетнего хода изменений годовых сумм осадков показывает их уменьшение на 57,6 мм (м/с «Лаура») и увеличение на 544,4 мм (м/с «Джуга»). В лесном поясе южного склона, при среднемноголетней годовой сумме 2105 мм, изменения происходили в диапазоне 1384 (2000 год) – 2732 мм (2001); в субальпике северного склона норма 1168 мм, интервал колебаний 678 (2000) – 2055 мм (2004). В первом случае максимальное отклонение от нормы происходило в меньшую сторону, а во втором наоборот. Разность годовых сумм со временем уменьшается, примерно, на 29,1 мм/год или на 582 мм за 20 лет (табл. 5; рис. 6). Корреляционная связь между годовыми суммами осадков на противоположных склонах очень слабая.

Анализ рядов обеспеченности показывает, что на южном склоне более неустойчивый правый интервал ряда (80–90%), а на северном левый (5–10%). То есть, для юга аномальным является пониженное количество осадков один раз в 5–10 лет, а для севера повышенное один раз в 10–20 лет.

Многолетние месячные суммы осадков не взаимосвязаны. По данным м/с «Лаура» максимальная норма 270,5 мм приходится на декабрь, минимальные (103,9–109,0 мм) на июль–август. По м/с «Джуга» максимум отмечается в октябре–ноябре (131,0–131,5 мм), минимум в январе–марте (63,4–78,3 мм). Нормы осадков на южном склоне, в течение всех месяцев, превышают таковые на северном. В январе и декабре разность более 140 мм, в июле–августе менее 30 мм. Тесная взаимосвязь между месячными суммами ($K_k > 0,8$) характерна для февраля, сентября–октября, отсутствие связи наблюдается в январе и апреле. Многолетнее изменение слоя осадков более резкое на южном склоне. Здесь преимущественно произошло уменьшение месячных сумм; наибольшее в ноябре–декабре (на 92–110 мм); увеличение, превышающее 100 мм, в феврале–марте и октябре. С вероятностью 1 раз в 20 лет количество осадков может превышать 600 мм в январе, 500 мм в ноябре–декабре, 400 мм в феврале и октябре. На северном склоне количество осадков уменьшилось только в августе (на 6,6 мм), увеличилось на 50 мм и более в марте, мае, октябре–ноябре. С той же вероятностью возможно выпадение более 300 мм в сентябре и ноябре. Минимальные суммы осадков нивелируются, особенно, в июле–сентябре, когда их количество близко к 40 мм. Значительные отличия между теплым и холодным сезонами наблюдаются только на юге, где за октябрь–март, при 5% обеспеченности, может выпасть на 161 мм осадков больше, чем за апрель–сентябрь.

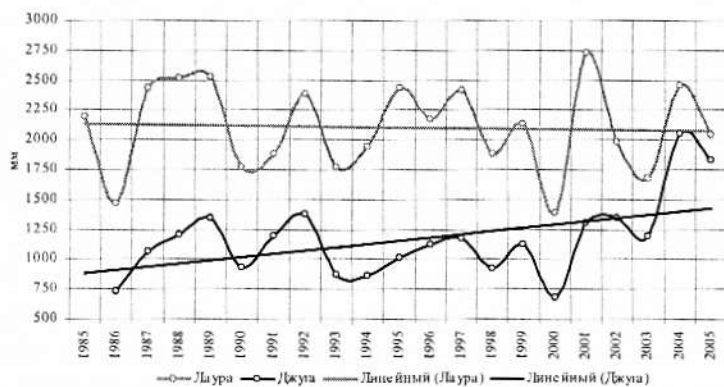


Рис. 6. Динамика годовых сумм осадков

Норма среднесуточных выпадений по м/с «Лаура» колеблется от 8,7 мм (март) до 16,5 мм (ноябрь); по м/с «Джуга» от 4,8 мм (февраль) до 11,9 мм (ноябрь). Действительная взаимосвязь между ними наблюдается только в январе–феврале и сентябре ($K_k > 0,6$). Разность слоя осадков достигает 6,8–8,0 мм/сут в январе–феврале и декабре, уменьшаясь до 1,9–2,1 мм/сут в июне–июле. В среднем, величина суточных осадков уменьшилась за 20 лет на 0,1 мм в лесном поясе и увеличилась на 5,4 мм в альпийском. В первом случае наблюдалось как уменьшение, так и увеличение ин-

тенсивности осадков с экстремумами в июле (-5,3 мм/сут) и феврале (+7,1 мм/сут); во втором только увеличение с максимумом приращения (10,1 мм/сут) в октябре. Высокоинтенсивные осадки, обеспеченностью 5–30%, имеют на противоположных склонах существенные различия с разностью до 18 мм/сут один раз в 10–20 лет. С уменьшением интенсивности величины нивелируются. На южном склоне суточные выпадения 5% обеспеченности превышают 55 мм в октябре–декабре; на северном более 40 мм в октябре–ноябре. В холодное время года интенсивность осадков выше на 9,4 мм/сут только для юга.

Норма максимальных суточных осадков колеблется в пределах 33 (март) – 60 мм (октябрь) и 16 (февраль) – 35 мм (октябрь) для южного и северного склонов, соответственно. Хорошая связь ($K_k=0,6-0,8$) между суточными максимумами прослеживается в январе–феврале, августе–октябре; практически отсутствует в мае–июле, ноябре–декабре. Разностью в интенсивности более 25 мм/сут характеризуются февраль, октябрь и декабрь; менее 10 мм/сут март–апрель. В субальпике северного склона средняя интенсивность максимальных выпадений выросла за 20 лет на 21,2 мм/сут; причем катастрофически, более 35 мм/сут, в январе, марте и октябре. На южном склоне, при общем снижении интенсивности на 1,6 мм/сут, изменения неоднозначные: экстремум роста (33,4 мм/сут) в марте, снижения (34,5 мм/сут) в июле. С повторяемостью 1 раз в 20 лет количество максимальных суточных осадков может превышать 110 мм в сентябре–октябре (м/с «Лаура») и 80 мм в марте и ноябре (м/с «Джуга»). С этой же вероятностью суточный максимум в марте на 5,4 мм может быть большим на севере, чем на юге. Различия экстремальных выпадений в теплый и холодный периоды на обоих склонах незначительные.

Больше 16 дней в месяц с осадками приходится на январь–февраль и декабрь (южный склон) и март–апрель (северный). В холодный период частота выпадений преобладает на юге, в марте–мае и июле–августе на севере. При этом в марте связь между показателями обратная, в апреле отсутствует, в остальное время хорошая прямая. С ростом интенсивности выпадений их количество не связано. На 5–8 дней в месяц осадки стали проявляться чаще в марте, октябре (м/с «Лаура»); на 4–6 дней в феврале, октябре (м/с «Джуга»). Существенное уменьшение количества дней с осадками на обоих склонах произошло в январе и ноябре–декабре.

Снежный покров

Многолетняя среднегодовая высота снежного покрова на обоих склонах составляет 49–50 см, максимальная 68–71 см. На южном склоне наиболее многоснежным является февраль с мощностью покрытия 68–103 см; на северном март – 65–87 см. В январе–феврале снега больше в лесном поясе. Однако, уже в марте–апреле высота покрытия в субальпике превышает на 17–29 см. В конце года, начиная с октября, высота снежного покрова более устойчивая на северном склоне. Данные м/с «Лаура» показывают уменьшение средней и максимальной высоты снега с 1985 года на 27–56 см, в то же время в альпийской зоне северного склона произошло увеличение на 17–35 см. Если в первом случае основное уменьшение мощности снега наблюдалось с января по апрель, то увеличение во втором случае происходило с октября по декабрь. На южном склоне 1 раз в 5–10 лет высота снежного покрова больше, чем на

северном, в основном за счет января и февраля. В остальные месяцы, практически по всем градам обеспеченности высоты, северный склон имеет преимущество. Статистический анализ показывает, что вариабельность высоты снежного покрова, почти все время его сохранности, гораздо значительнее на южном склоне (табл. 6–7).

Таблица 6

Норма средней высоты снежного покрова

Метеост.	Январь	Февраль	Март	Апрель	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
Лаура	53,0	68,0	48,0	8,0	0,0	14,0	29,0	49,0
Джуга	52,0	60,0	65,0	37,0	16,0	32,0	45,0	50,0

Таблица 7

Норма максимальной высоты снежного покрова

Метеост.	Январь	Февраль	Март	Апрель	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
Лаура	81,4	102,9	80,1	24,5	0,0	43,6	73,6	67,7
Джуга	67,6	81,0	87,3	67,3	25,6	58,6	66,1	71,3

Средняя продолжительность сохранности снежного покрова составляет 97 суток в лесном поясе южного склона и 175 суток субальпийского северного, в т.ч. устойчивого 69 и 160 суток. Наблюдениями на м/с «Лаура» в течение двух десятилетий отмечено резкое сокращение длительности залегания снега. В последнее время устойчивый покров образуется только в январе, а в 1996 и 2003 годах полностью отсутствовал. Линейный тренд дает сокращение наличия снежного покрова на 36 суток, а устойчивого на 57 суток. По данным м/с «Джуга» длительность залегания снега сократилась на 6 и 8 суток, соответственно.

Продолжительность солнечного сияния

Средняя годовая длительность солнечного сияния по данным м/с «Лаура» и «Джуга» составляет 1535,1 и 1863,3 часов. Различие обусловлено не только погодными условиями южного и северного склонов, но и расположением станций в рельефе. Разрывы в рядах наблюдений не позволяют корректно оценить изменения, происшедшие за 20 лет. Тем не менее, линейный тренд среднесуточных значений показывает уменьшение продолжительности солнечного сияния на 0,3 и 0,06 час/сут или на 109,5 и 21,9 часов за год.

Изменения во времени и статистическое распределение весьма неравномерные. В январе–апреле и сентябре–декабре многолетняя суточная продолжительность солнечного сияния в альпийском поясе больше. В феврале и октябре разность достигает 2,1–2,2 час/сут. С мая по август в субширотных речных долинах южного склона на 0,1–0,5 час/сут солнечное сияние продолжительнее, чем в альпике. За исключением января и октября взаимосвязь солнечного сияния на противоположных склонах довольно тесная ($K_k > 0,7$). Следует отметить, что в многолетнем плане сентябрь в субальпике более солнечный, чем август. Изменения продолжительности сияния за 20-летний период происходят практически синхронно во времени. На южном склоне уменьшение наблюдалось в феврале–апреле и августе–октябре, на северном в январе–апреле и августе–сентябре. В холодный период

(октябрь–март) устойчивость солнечного сияния более высокая на м/с «Джуга», в теплый (апрель–сентябрь) на м/с «Лаура».

Среднегодовое солнечное сияние по всем градациям обеспеченности более продолжительное в альпийской зоне. Высокие значения длительности с вероятностью 1 раз в 5–20 лет также преобладают во все периоды года на северном склоне. При длительности сияния до 2 час./сут. ряды 80–95% обеспеченности практически совпадают. Тенденции изменений рядов ежегодной повторяемости (50% обеспеченности) соответствуют изменениям норм, однако между собой их связь менее тесная.

Таблица 1

Среднемесячная температура воздуха (1985-2005)

Год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
	Метеорологическая станция "Лаура"												
1985	0,2	-3,4	1,5	9,4	15,3	15,6	16,5	19,8	12,9	9,9	6,5	-0,3	8,6
1986	0,8	1,0	4,8	11,1	11,1	16,1	19,4	20,3	17,0	8,8	3,5	-0,4	9,5
1987	-0,3	0,9	1,5	5,6	13,0	16,1	19,5	17,2	12,7	8,5	4,1	1,2	8,3
1988	-1,7	0,7	3,0	9,5	12,0	15,7	24,7	18,5	13,5	10,3	2,0	0,5	9,1
1989	-2,9	-1,6	4,1	11,4	12,6	15,6	18,8	19,2	13,6	8,9	4,1	-0,4	8,6
1990	-0,9	0,9	3,1	8,7	12,9	16,0	19,9	17,4	14,5	9,3	7,2	2,2	9,3
1991	-0,4	-1,2	4,0	10,7	12,0	17,7	20,6	19,2	14,3	10,9	5,4	-0,1	9,4
1992	-2,8	-1,9	2,1	6,2	12,0	15,8	17,4	18,5	13,6	9,3	3,8	-0,6	7,8
1993	-2,6	-3,1	2,4	6,5	12,9	15,3	19,7	19,2	13,5	8,6	2,0	1,0	7,9
1994	1,1	-0,3	3,2	9,1	12,8	15,5	19,8	18,5	17,9	10,8	4,5	-2,1	9,2
1995	0,5	1,8	5,6	8,0	14,1	16,2	18,5	18,5	14,7	9,6	4,6	-0,8	9,3
1996	0,9	2,1	4,5	8,9	14,9	15,7	20,2	19,4	13,0	10,1	5,7	4,0	10,0
1997	-0,3	-0,8	0,5	7,3	14,5	17,2	17,8	18,8	11,9	10,0	5,6	2,6	8,8
1998	-0,7	-1,8	2,0	11,5	14,4	19,2	20,1	21,0	16,7	11,9	5,9	3,3	10,3
1999	1,6	0,9	5,4	10,5	11,3	17,1	20,6	21,1	15,0	9,5	3,2	2,7	9,9
2000	-1,0	-0,3	1,2	11,0	11,8	15,8	21,5	19,9	15,1	10,2	5,4	2,0	9,4
2001	-0,0	1,1	5,6	10,2	11,9	15,7	20,6	20,0	14,8	8,5	4,3	1,2	9,5
2002	-1,1	1,3	4,8	8,2	12,8	16,6	19,9	18,0	15,3	10,8	6,3	-1,5	9,3
2003	1,1	0,6	2,1	8,4	15,7	16,0	19,0	20,0	14,9	11,3	4,7	1,1	9,6
2004	1,6	0,2	4,3	9,0	12,7	16,1	18,6	19,5	14,8	10,2	5,2	-1,5	9,2
2005	0,0	0,8	1,1	9,7	14,6	15,6	20,4	20,0	15,8	9,4	5,7	3,0	9,7
Норма	-0,3	-0,1	3,2	9,1	13,1	16,2	19,7	19,2	14,5	9,8	4,7	0,8	9,2
Год	Метеорологическая станция "Джуга"												
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
1986	-5,2	-5,2	-2,6	4,7	3,3	9,6	12,3	14,2	10,4	5,0	-2,3	-4,2	3,3
1987	-4,7	-3,9	-5,3	-0,1	6,7	9,8	12,7	11,0	8,8	3,2	1,0	-3,8	2,9
1988	-5,5	-3,9	-3,2	2,3	5,1	9,7	12,8	12,2	8,3	5,0	-3,7	-3,7	3,0
1989	-8,1	-6,1	-0,2	6,6	6,5	9,5	11,9	13,4	8,4	4,6	-0,5	-4,3	3,5
1990	-6,9	-4,4	-2,0	1,3	6,0	9,3	12,9	9,9	9,2	5,6	2,4	-2,3	3,4
1991	-6,4	-6,6	-1,2	3,7	5,1	10,5	13,9	11,8	8,6	6,7	1,6	-4,7	3,6
1992	-9,0	-9,3	-3,2	-0,2	5,1	9,3	10,8	12,5	6,9	4,9	-1,8	-5,6	1,7
1993	-7,7	-7,9	-3,0	-0,4	6,2	9,7	11,7	11,7	9,0	6,5	-3,6	-1,7	2,6
1994	-2,2	-6,4	-2,6	5,3	6,5	8,6	12,2	11,2	12,9	7,4	-1,7	-7,5	3,7
1995	-3,3	-2,3	-0,3	1,4	8,3	11,0	11,3	11,9	9,0	3,4	-0,4	-4,3	3,8
1996	-4,5	-2,3	-3,3	1,5	8,7	8,7	13,8	12,0	7,5	5,1	0,3	-3,9	3,6
1997	-5,2	-5,2	-2,6	2,2	6,2	9,7	11,2	12,0	4,8	4,9	3,0	-1,5	3,3
1998	-5,7	-6,7	-3,9	3,7	6,6	11,9	12,9	14,5	9,2	5,1	0,3	-3,9	3,7
1999	-5,2	-5,2	-2,6	2,2	6,2	10,5	13,7	13,5	8,6	4,6	-0,1	-3,9	3,5
2000	-5,2	-5,2	-2,6	2,2	6,2	9,0	15,8	12,8	9,3	4,3	3,1	-2,1	4,0
2001	-2,8	-3,7	0,7	3,4	4,3	10,2	14,5	13,9	10,1	3,9	0,1	-3,6	4,2
2002	-6,0	-1,6	-0,6	0,2	5,3	9,6	13,8	11,3	10,6	6,3	4,0	-7,0	3,8
2003	-3,3	-7,0	-6,0	0,8	9,0	8,5	11,6	12,3	7,6	5,3	3,0	-1,7	3,3
2004	-2,9	-5,5	-2,0	1,0	5,6	8,7	10,9	12,7	9,8	5,8	0,4	-4,4	3,3
2005	-3,6	-5,9	-5,2	2,6	7,2	8,3	13,4	13,4	9,0	2,9	0,8	-1,7	3,4
Норма	-5,2	-5,2	-2,6	2,2	6,2	9,6	12,7	12,4	8,9	5,0	0,3	-3,8	3,4

Таблица 4

Среднемесячная относительная влажность воздуха (1985-2005)

Год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
	Метеорологическая станция "Лаура"												
1985	91	89	78	77	77	87	85	85	90	79	91	93	85
1986	91	88	73	74	87	83	80	77	81	85	88	94	84
1987	95	90	81	81	76	86	84	85	82	84	89	92	85
1988	91	87	84	77	79	88	88	87	90	92	94	95	88
1989	92	85	84	75	82	86	89	86	92	89	91	94	87
1990	91	84	78	79	62	69	69	67	70	76	70	80	75
1991	75	68	63	57	65	70	67	72	79	78	71	87	71
1992	86	77	61	60	64	75	73	70	76	85	81	85	75
1993	89	68	56	64	69	63	71	73	66	62	73	88	70
1994	80	62	68	64	65	63	54	64	53	68	83	88	68
1995	87	68	55	63	57	73	73	74	78	73	83	83	72
1996	71	70	64	55	60	69	69	75	84	78	53	80	69
1997	79	67	57	62	53	70	76	78	75	84	61	88	71
1998	83	73	75	55	77	74	67	50	54	65	83	87	70
1999	61	80	60	55	65	74	62	70	69	77	77	80	69
2000	85	80	71	56	63	69	57	63	68	76	52	71	68
2001	67	78	63	59	73	66	62	64	72	78	84	91	71
2002	84	72	72	66	65	72	73	77	79	85	66	70	73
2003	83	70	62	60	52	54	60	62	74	84	71	75	67
2004	73	84	59	47	63	66	64	76	68	73	71	81	69
2005	76	61	73	56	59	69	64	71	67	73	65	78	68
Норма	82	76	68	64	67	73	71	72	75	78	76	85	74
Метеорологическая станция "Джуга"													
1986	66	66	68	64	88	69	77	69	66	53	71	61	68
1987	67	71	64	67	70	80	78	76	61	75	65	82	71
1988	73	72	73	66	68	75	75	76	71	70	73	69	72
1989	64	52	63	63	67	74	84	72	67	54	68	62	66
1990	53	54	55	69	69	69	75	79	60	57	57	45	62
1991	42	41	41	63	68	75	73	80	71	65	56	69	62
1992	71	83	72	75	73	79	75	72	76	67	72	70	74
1993	68	65	69	70	73	75	78	75	70	68	63	69	70
1994	63	57	75	68	74	74	77	81	71	65	84	78	72
1995	75	76	80	81	76	82	86	79	81	78	81	75	79
1996	79	70	71	72	70	79	80	82	70	66	65	67	73
1997	68	68	70	70	72	76	77	75	71	64	67	68	71
1998	65	67	71	65	78	85	71	58	70	66	65	67	69
1999	63	65	70	69	71	75	77	76	71	66	65	68	70
2000	66	67	69	70	73	71	72	74	72	74	50	61	68
2001	53	71	61	69	80	67	71	69	66	62	67	73	68
2002	80	69	81	83	74	77	76	80	69	61	45	69	72
2003	71	71	69	69	62	65	77	83	85	78	58	53	70
2004	61	72	75	66	77	77	83	85	69	59	68	74	72
2005	72	75	85	74	75	81	78	76	75	78	63	74	76
Норма	66	67	69	70	73	75	77	76	71	66	65	68	70

Таблица 5

Атмосферные осадки (1985-2005)

Год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
Метеорологическая станция "Лаура"													
1985	171,9	361,4	52,3	141,8	111,3	313,4	140,0	40,0	282,2	219,2	250,9	112,3	2196,7
1986	159,7	138,6	10,0	151,3	178,0	56,0	55,4	24,5	30,7	97,3	153,0	411,2	1465,7
1987	620,4	148,8	100,8	208,0	238,7	130,7	88,8	149,7	34,7	123,4	248,0	348,0	2440,0
1988	115,9	190,2	173,9	134,4	178,4	194,0	146,8	161,8	144,5	187,3	423,8	470,1	2521,1
1989	268,4	59,9	223,6	122,8	168,6	147,5	115,1	64,8	339,0	248,0	502,1	265,9	2525,7
1990	125,8	79,2	131,2	187,6	111,0	109,7	155,3	28,4	153,3	190,9	286,3	216,5	1775,2
1991	141,8	142,6	72,7	99,4	343,7	51,7	78,2	133,6	292,5	212,9	85,0	223,3	1877,4
1992	215,5	174,6	76,8	271,0	134,5	137,0	216,2	53,6	106,9	441,3	390,2	171,5	2389,1
1993	346,0	66,5	90,8	266,9	133,6	130,7	104,5	109,9	87,4	71,1	117,8	243,6	1768,8
1994	251,4	89,3	149,5	160,9	178,2	62,2	37,5	143,0	53,3	110,1	485,1	219,4	1939,9
1995	268,4	155,7	182,0	232,4	153,0	137,6	176,3	121,6	121,0	261,1	327,3	300,9	2437,3
1996	56,7	192,5	103,7	131,2	101,2	157,1	81,5	193,3	310,1	203,1	51,4	593,4	2175,2
1997	247,6	199,8	107,5	245,3	110,4	70,5	244,3	158,1	195,0	428,0	80,1	328,3	2414,9
1998	196,5	322,5	161,6	73,4	175,4	73,2	64,7	25,4	76,3	73,3	320,7	315,2	1878,2
1999	78,7	305,2	93,4	103,3	245,8	230,9	34,3	117,8	30,1	421,6	274,5	199,0	2134,6
2000	236,7	183,8	247,0	81,5	113,5	90,3	22,0	124,0	92,7	76,3	44,2	71,8	1383,8
2001	85,9	425,5	283,5	206,3	364,5	119,6	51,7	107,3	145,7	189,0	240,1	512,8	2731,9
2002	232,8	123,1	147,8	187,4	110,5	150,6	127,1	181,9	122,0	333,5	142,4	124,7	1983,8
2003	310,4	159,1	118,9	90,1	9,2	64,4	58,9	53,7	209,3	298,8	193,7	109,4	1675,9
2004	303,5	297,0	185,7	123,4	253,2	194,7	92,1	205,6	83,7	198,7	322,9	194,3	2454,8
2005	96,5	147,9	430,1	157,9	78,7	262,5	92,1	91,7	48,6	221,1	164,9	249,9	2041,9
Норма	215,7	188,7	149,7	160,8	166,3	137,3	103,9	109,0	140,9	219,3	243,1	270,5	2105,3
Метеорологическая станция "Джуга"													
1986	70,5	63,5	90,3	45,7	52,9	52,4	56,1	52,1	52,0	50,2	78,9	69,1	733,7
1987	73,3	57,9	39,7	81,3	127,7	131,3	100,3	122,3	27,5	129,5	79,2	99,2	1069,2
1988	27,9	101,9	92,0	96,8	91,2	177,8	79,1	76,2	72,7	111,7	153,6	122,9	1203,8
1989	83,9	53,0	82,3	92,4	88,2	127,9	60,7	103,1	232,7	133,0	199,1	94,2	1350,5
1990	26,1	17,8	65,7	93,5	111,5	101,7	108,2	41,5	78,5	81,3	127,7	84,3	937,8
1991	45,3	50,5	18,6	75,9	145,0	131,2	76,9	159,7	186,7	116,2	55,5	130,6	1192,1
1992	125,7	65,2	31,4	154,6	130,6	111,8	124,4	54,0	74,4	274,5	176,8	54,3	1377,7
1993	126,9	36,1	16,0	129,0	114,2	102,4	65,6	72,7	79,5	30,5	32,1	71,7	876,7
1994	61,2	25,9	86,6	67,2	91,3	38,6	48,3	88,4	30,2	39,6	205,2	82,7	865,2
1995	77,2	28,8	60,3	86,9	71,3	99,4	82,8	82,1	101,2	103,2	152,2	67,7	1013,1
1996	21,0	40,1	68,8	89,4	90,6	123,1	109,9	96,3	144,6	129,0	129,9	83,9	1126,6
1997	63,5	58,9	85,1	91,2	116,3	113,4	82,2	91,2	98,3	133,3	141,7	96,2	1171,3
1998	57,0	89,4	12,3	56,0	67,4	107,7	37,4	10,7	106,5	137,0	143,0	96,5	920,9
1999	77,5	67,9	90,5	97,3	126,6	86,1	41,1	87,2	23,7	158,2	160,1	110,5	1126,7
2000	71,0	64,4	85,0	43,0	123,3	81,8	19,5	56,4	47,2	41,1	20,8	24,0	677,5
2001	30,9	153,3	92,7	85,0	239,0	49,8	60,5	28,0	109,5	52,6	182,1	225,7	1309,1
2002	141,6	62,3	98,1	95,1	63,4	189,2	116,2	130,0	93,1	196,2	80,6	79,7	1345,5
2003	117,5	58,9	77,1	93,6	78,2	13,8	127,0	31,0	280,5	220,9	31,6	61,2	1191,3
2004	68,0	77,9	146,9	176,7	252,0	249,9	157,9	156,5	105,0	190,5	373,3	100,0	2054,6
2005	55,2	94,7	227,3	134,4	249,1	174,1	98,1	119,6	106,2	291,4	107,5	168,1	1825,7
Норма	71,1	63,4	78,3	94,3	121,5	113,2	82,6	83,0	102,5	131,0	131,5	96,1	1168,5