

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ТРУДЫ
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГЛАВНОЙ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ
им. А. И. ВОЕЙКОВА

Выпуск

426

МИКРОКЛИМАТОЛОГИЯ

Под редакцией
д-ра геогр. наук И. А. ГОЛЬЦБЕРГ
д-ра геогр. наук Е. Н. РОМАНОВОЙ



ЛЕНИНГРАД ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 1980

Рассматриваются мезо- и микроклиматические особенности территории нечерноземной зоны РСФСР и зоны освоения БАМ. Рассчитываются величины суточного хода прямой радиации на различно ориентированные склоны. Обосновывается необходимость дифференцирования мелиоративных мероприятий в зависимости от местоположения в пределах единых климатических зон. Оценивается роль микроклиматических исследований при решении проблемы программирования урожаев. Рассматриваются особенности микроклимата пустынной и лесостепной зон Монгольской Народной республики.

Сборник рассчитан на метеорологов, климатологов, агроклиматологов и географов широкого профиля.

The problems are considered on studying meso- and microclimatic distinctive features of the territories of RSFSR, non-chernozem zone and BAM exploitation zone.

The values of diurnal variation of direct radiation of differently oriented slopes are given. The necessity for differentiation of reclamation measures is proved according to location within single climatic zones. The role of microclimatic studies is evaluated in solving the problem of harvest programming. The distinctive characteristics of desert and forest-steppe area microclimate in the Mongolian People's Republic are examined.

The publication is meant for meteorologists, climatologists, agroclimatologists, and geographers of broad profile.

Ленинградский
Гидрометеорологический ин-т
БИБЛИОТЕКА
Л-д 198196, Малосохтенский пр., 98

И. А. Гольцберг, Л. Г. Васильева

КЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТРАССЫ БАМ И ПРИЛЕГАЮЩИХ РАЙОНОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ

Предлагаемое климатическое районирование трассы БАМ и прилегающих к ней районов ставит своей задачей выявить и оценить количественно особенности климата, влияющие на основные отрасли народного хозяйства, в первую очередь на строительство и сельское хозяйство.

Лимитирующими факторами климата для строителей являются суровые холода зимой, ограничивающие возможность проведения работ на открытом воздухе и требующие возведения утепленных зданий. Большое значение имеют высота снежного покрова, условия переноса снега, возможность образования лавин.

Климатические условия теплого периода меньше влияют на условия труда строителей, но учет их становится определяющим при размещении сельскохозяйственного производства и разработке необходимых агротехнических мероприятий.

Таким образом, при климатическом районировании трассы БАМ необходим комплексный учет климатических особенностей летнего и зимнего периодов при выделении как макроклиматических, так и микроклиматических районов, имеющих особенно большое значение в условиях горного рельефа.

Наиболее характерной чертой климата Восточной Сибири является резкая континентальность, глубокие инверсии температуры в течение всего холодного периода (с ноября по март), большие годовые и суточные амплитуды температуры воздуха, муссонный тип выпадения осадков.

Количественной характеристикой континентальности климата является предложенный Горчинским и упрощенный Ценкером индекс континентальности климата K , который был принят за основу комплексного климатического районирования трассы БАМ. Как видно из рис. 1, подсчет K по формулам Горчинского и Ценкера дает практически одинаковую количественную оценку степени континентальности климата. В нашей работе была использована более простая формула Ценкера, расчеты по которой совместно с остальной обработкой исходного материала выполнены инженером И. А. Федотовой. Эта формула была впервые применена для агроклиматического районирования юго-восточной Сибири В. М. Картушиным [5], составившим и опубликовавшим карту K в масштабе 1 : 2 500 000.

Индекс K на изучаемой территории изменяется от 50 до 100%. На нескольких метеостанциях, расположенных в узких, глубоких котловинах, K достигает 100%, т. е. величины, принятой за предел континентальности климата по станции Оймякон. Эти станции расположены на юго-востоке Читинской и в южной части Амурской области, в районах, для которых фоновая (картированная) величина превышает 90% (табл. 1).

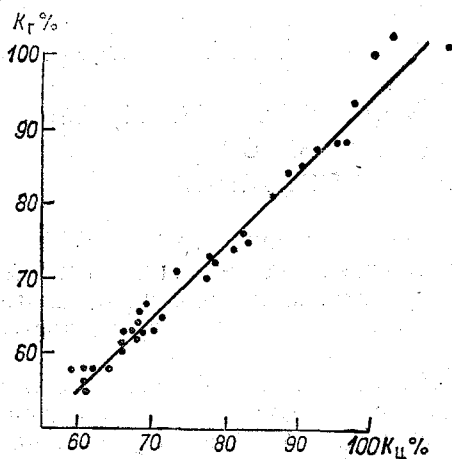


Рис. 1. Зависимость между индексами континентальности, рассчитанными по формулам Горчинского (K_G) и Ценкера (K_C).

Индекс K значительно изменяется не только в макроклиматическом, но и в микроклиматическом масштабе.

Типизация местоположений по величине индекса K составлена на основании учета ряда микроклиматообразующих параметров. По возможности были учтены форма рельефа, абсолютная высота, относительные превышения возвышений, продольные и поперечные размеры долин и котловин, уклон склонов и дна долин, положение метеостанции относительно лесных массивов и крупных водоемов и пр. (табл. 2).

В табл. 2 приведен индекс K для ряда основных местоположений исследуемой территории и отношение α индекса континентальности данного местоположения к его фоновому значению (на равнине, середине склона и пр.). Величина полученного отношения устойчива на территории в определенном типе местоположения и подтверждает надежность типизации.

Наибольшая величина $K = 95 \div 100\%$ отмечается на днищах замкнутых котловин диаметром менее 5 км при относительных превышениях окружающих гор до 300 м. При относительных превышениях горных хребтов над дном котловины 300—500 м в эту группу могут быть включены также котловины диаметром до 8—10 км, все днища которых подвержено влиянию окружающих горных массивов. Такой же континентальностью отличаются и днища замкнутых и извилистых долин и их частей при ширине днищ не более 1,5—2,0 км с уклоном днищ долин менее 2° (бессточные части долин).

Для всех остальных местоположений, составляющих обширную группу долин шириной 3—5 км с уклоном дна долины менее 5° , частей больших долин (ширина более 5 км) и котловин диаметром более 10 км, примыкающих к горным склонам (без средней части долины, котловины), подножий и нижних частей склонов, а также других пониженных местоположений характерны повышенные суточные и годовые амплитуды температуры воздуха. Величина K

Таблица 1

Станции с максимальным индексом K

Станция	H м	K %	$\Delta T^{\circ}C$	Форма рельефа
Горбица	388	100	53,1	Долина шириной 1,5—2,0 км, Δh окружающих гор 80—120 м
Чернышево	539	100	53,6	Долина, окруженная горами, $\Delta h = 100 \div 200$ м
Усть-Уров	430	100	55,2	Узкая долина, Δh окружающих гор 200 $\div$ 300 м
Нерчинск	480	100	52,1	Заболоченная долина
Аргунск	462	99	51,3	Долина шириной 2—3 км, заболоченная
Ундино-Поселенье	546	100	53,8	Корытообразная долина
Ново-Цурухайтуй	517	100	50,9	Заболоченная долина, Δh окружающих гор 70—100 м
Усть-Умалта	385	100	51,6	Долина шириной 4—6 км, окружена горами
Чекунда	232	105	53,3	Долина шириной 5 км
Пайкан	149	100	50,5	Долина, Δh окружающих холмов 60—80 м
Каменка	115	102	50,5	Долина шириной 3 км, Δh окружающих сопков 70 м

для этой группы местоположений составляет в горных районах Иркутской области 75—80%, в Забайкалье 85—95%, в восточных горных районах 85—100%.

Горные вершины, поднятые выше уровня моря на 1000 м и более, с минимальной годовой амплитудой температуры воздуха характеризуются наименьшей величиной K . На этих высотах величину K формируют совместно абсолютная высота и положительная форма рельефа. Величина K в горах Иркутской области на высоких доминирующих вершинах (ст. Хамар-Дабан, Верхняя Мишиха) составляет 50—60%. В Забайкалье в аналогичных местоположениях индекс континентальности равен 60—70% (см. Икатский Перевал, Перевальная, Усойский Хребет и др.).

На меньших высотах над уровнем моря ($H \leq 1000$ м) горные вершины и прочие недоминирующие возвышения находятся под более или менее сильным влиянием окружающих горных массивов, индекс K меньше его фоновое значение на 5—10%. Такое же снижение континентальности отмечается в таких местоположениях, как краевые части плоскогорий, свободных от окружения более высокими горными хребтами, высокие берега, а также части речных и озерных террас около бровки, удаленных от водоемов на 1—2 км.

Все побережья водоемов со значительным объемом водной массы отличаются малой величиной K . Даже на берегах озер ($S \geq 1$ км²), крупных рек, в местах расширения рек за счет впадения притоков индекс K на 5—10% меньше. На островах и мысах таких водоемов индекс K уменьшен на 20—25% по сравнению с аналогичным местом вне влияния водоема.

Изменение фоновой величины $K(\%)$ по территории и отношение индекса континентальности в разных условиях подстилающей поверхности и рельефа к фону

Типы местоположений	Иркутская область		Бурятская АССР, Читинская область		Амурская область, Хабаровский край	
	K	α	K	α	K	α
Дно замкнутых и извилистых долин и их частей (ширина долины $\leq 1,5-2,0$ км, уклон дна долины $\leq 2^\circ$). Дно замкнутых котловин диаметром < 5 км	—	—	95—100	1,2	95—100	1,2
Дно долин шириной 3—5 км, уклон дна долины $\leq 5^\circ$. Части дна долины шириной ≥ 5 км и части дна обширных котловин диаметром > 10 км, удаленные не более чем на 2—3 км от горных склонов. Педножия и нижние части безлесных склонов долин и их частей с уклоном дна долины $\leq 5^\circ$. Поляны диаметром $\leq 0,5$ км	75—80	1,1	85—95	1,1	85—100	1,1
Выровненные территории с абсолютной высотой < 500 м. Средины склонов крутизной $\leq 10^\circ$. Средние части дна долин шириной > 5 км и средние части дна обширных котловин диаметром > 10 км, удаленные от окружающих гор более чем на 2—3 км	70—75	1,0	75—85	1,0	80—85	1,0
Вершины и верхние части доминирующих возвышений, $H \geq 1000$ м	50—60	0,8	60—70	0,8	—	—
Вершины и верхние части склонов недоминирующих возвышений, $H < 1000$ м. Краевые части плоскогорий, свободные от окружения более высокими возвышениями. Высokie берега и террасы рек и озер (около бровки, без влияния водоема)	60—70	0,9	75—80	0,9	75—85	0,9
Побережье	65—75	1,0	65—75	0,9	—	—
Озера, места слияния рек, побережье острова, мысы	55—60	0,8	55—60	0,8	—	—
Озеро Байкал	—	—	55—60	0,8	60—65	0,8
Острова, мысы	50—55	0,7	50—55	0,7	—	—
Охотское море, побережье	—	—	—	—	50—55	0,6

Огромно влияние озера Байкал и морей на прибрежную территорию. Индекс K на их побережьях уменьшен на 15—25%, а на островах и сильно вдающихся в сторону водоема мысах, полуостровах — на 25—35% по отношению к удаленным за пределы их влияния местам.

Таким образом, индекс K уменьшается под влиянием положительной формы рельефа на 15—20%, под влиянием водоемов на 25—35% и увеличивается на 15—25% в отрицательных формах рельефа и на 5—10% под влиянием леса.

Следует также отметить, что наличие вечной мерзлоты на вершинах возвышенностей уменьшает K еще на 5—10%, а в понижениях увеличивает его на такую же величину. Полный диапазон микроклиматической изменчивости K на исследуемой территории составляет 50%, т. е. равен макроклиматическому изменению его по всей территории.

Зональные, высотные и микроклиматические различия K определяются типом и амплитудой Δt , годового хода температуры воздуха независимо от уровня температуры зимних и летних месяцев, учет которой необходим при практической деятельности. Поэтому вторым показателем при климатическом районировании территории трассы БАМ принята температура января и июля. Средняя температура января определяет уровень принятой при проектировании строительства температуры самой холодной пятидневки $t_{схп}$, число дней с сильным морозом, т. е. со средней суточной температурой ниже -30°C , среднюю из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха. Средняя температура июля и тип годового хода температуры определяют суммы температур воздуха за теплый период, которые широко используются при оценке возможности роста и вызревания разных сельскохозяйственных культур.

Для оценки снежности зимы принята сумма твердых осадков, выпадающих при средних суточных температурах ниже 0°C . Этот показатель не полностью отражает максимальную высоту снежного покрова, так как твердые осадки в зависимости от климатических условий района тают и уплотняются в течение зимы по-разному, особенно в горах, при разных экспозициях склонов и высотах над уровнем моря. Но непосредственных наблюдений за высотой снежного покрова в горах юго-восточной Сибири слишком мало для картирования этой величины. Количество твердых осадков может быть рассчитано, и эта величина даст в целом правильное представление о снежности зимы.

Увлажнение летних месяцев рационально оценивать не только по количеству выпадающих осадков, но с помощью гидротермических коэффициентов, учитывающих расход их на испарение. К сожалению, все типы гидротермических коэффициентов были определены для условий ровного места и не учитывают изменения стока и испарения на склонах разной крутизны и экспозиции в горах. Поэтому для высокогорных районов, где обычно выпадает большое количество осадков при относительно низких температурах, все гидротермические коэффициенты дают избыточное увлажнение. Не-

обходимые поправки к этим коэффициентам на испарение и сток в горах до сих пор не определены, но о них следует помнить. В качестве примера этого можно привести количество годовых осадков в районах произрастания ели на ЕТС (400—500 мм) и в горах Северного Кавказа (более 1500 мм).

Для оценки влагообеспеченности летних месяцев в районе трассы БАМ был использован гидротермический коэффициент Н. Н. Иванова, определяемый по формуле

$$K_m = \frac{R_m}{0,0018 (25 + t)^2 (100 - a)},$$

где K_m — средний многолетний коэффициент увлажнения данного месяца, R_m — средняя месячная сумма осадков (мм), t — средняя месячная температура ($^{\circ}\text{C}$), a — средняя месячная относительная влажность воздуха (%).

Коэффициент Н. Н. Иванова хорошо выявляет засушливость весны и первой половины лета, протекающих на фоне относительно низких температур.

Особенности режима ветра и облачности при районировании могли быть учтены только качественно и поэтому не приводятся в табл. 3, в которой схематически даны количественные величины основных показателей, использованных для выделения районов.

На рис. 2 схематически показаны климатические районы территории трассы БАМ, картированные более детально по карте в рабочем масштабе 1 : 2 500 000.

По величине K выделено пять зон — от наиболее континентальной, материковой ($K = 90 \div 100\%$) до наименее континентальной ($K = 50 \div 60\%$) на побережьях Охотского моря и озера Байкал.

Первая зона с индексом $K = 90 \div 100\%$ располагается в четырех районах:

район I_1 — на юго-востоке Якутии, в междуречье Лены и Алдана и по долине р. Мая на высотах до 300—400 м. Это район с наиболее суровой, длительной зимой, умеренно снежной, с относительно теплым, умеренно влажным летом;

район I_2 — в средней части территории, в пределах 53—56° с. ш., в глубоких долинах рек и обширных котловинах. Возникновение столь высокой континентальности здесь определяется рельефом — глубокими понижениями с затрудненным стоком холодного воздуха. На карте выделены отдельными пятнами Баргузинская и Верхне-Зейская котловины, долины Витима и Олекмы в среднем течении реки. На более подробных картах можно найти еще ряд таких же участков по долинам рек и более мелким котловинам в пределах этих же широт и высот (от 200 до 500 м). От района I_1 , расположенного немного севернее, район I_2 отличается несколько более высоким уровнем зимних и летних температур и менее снежной зимой, более сухие здесь весна и начало лета;

районы I_3 и I_4 — юго-восток Читинской и южная часть Амурской области. Они генетически определяются континентальным климатом Центральной Азии. Разделение этой южной резко конти-

Климатические параметры по зонам и районам трассы БАМ

№ и местоположение района	Δt_r	t_I	$t_{схл}$	число дней с $t < -30^\circ\text{C}$	Количество твердых осадков (мм)	t_{VII}	$\Sigma t > 10^\circ\text{C}$	Увлажнение У-VI
I зона, $K = 90 \div 100\%$								
I ₁ — плоскогорье в междуречье Лены и Алдана	48—52	—32—35	—52—56	70—80	150—260	16—17	1400—1500	0,8—1,2
I ₂ — Баргузинская и Верхне-Зейская котловины, части долин Витима и Олекмы	46—50	—28—30	—48—52	15—20	150—200	18—19	>1600	0,7—0,8
I ₃ — юго-восток Читинской области	48—52	—28—32	—44—48	15—30	<75	18—20	1800—1900	0,3—0,6
I ₄ — большая часть Амурской области	48—52	—28—60	—42—46	15—25	75—100	18—20	1800—2000	0,6—0,7
II зона, $K = 80 \div 90\%$								
II ₅ — междуречье Вилюя и Лены, предгорья в междуречье Олекмы и Алдана, Верхне-Ангарская и Чарская котловины	46—50	—30—32	—52—56	60—70	150—200	16—17	1200—1400	~1,0
II ₆ — юго-восток Читинской области, север Амурской области, запад Хабаровского края	46—50	—28—30	—36—44	15—20	75—150	18—20	1400—1800	0,4—0,6
II ₇ — долина Селенги	45—48	—27—28	—40—44	0—10	<75	>20	>1800	0,3—0,4
II ₈ — восточная часть Хабаровского края	46—50	—28—30	—36—40	15—20	100—150	18—20	1400—1800	0,8—1,2
II ₉ — долина Амура в Хабаровском крае	42—45	—23—25	>—36	нет	100—150	>20	2000—2200	

№ и местоположение района	Δt_T	t_I	$t_{схп}$	Число дней с $t < -30^\circ\text{C}$	Количество твердых осадков (мм)	t_{VII}	$\Sigma t > 10^\circ\text{C}$	Увлажне- ние V—VI
III зона, $K = 70 \div 80\%$								
III ₁₀ — плоскогорья и среднегорная зона в пределах $56-60^\circ\text{C}$ ш.	46—48	-28—30	-52—56	30—40	100—150	16—18	1200—1400	0,8—1,2
III ₁₁ — Иркутская область (кроме селера)	42—46	-25—28	-48—52	20—30	75—100	18—19	1400—1600	0,6—0,8
III ₁₂ — запад Читинской области, восток Бурятский АССР	40—45	-25—28	-44—48	20—30	75—100	15—16	1000—1400	0,4—0,8
III ₁₃ — низовья Амгуни и Амура	45—48	-28—29	-44—48	10—15	>200	16—18	1600—1800	1,2—1,5
III ₁₄ — Снхотэ-Алинь	—	-23—25	-40—44	нет	>200	15—16	1400—1800	1,2—1,5

IV зона, $K = 60 \div 70\%$ IV₁₅ — горные районы выше:

- а) 1000 м на севере
 б) 1200 м в средней полосе
 в) 1500 м на юге

~40	-25—30	—	—	>200	<15	<1000 1200	—
	-25—30	—	—	150—200			—
	>-25	—	—	100—150			—

V зона, $K = 50 \div 60\%$

- V₁₆ — побережье и острова озера Байкал
 V₁₇ — побережье и острова Охотского моря

30—34	-22—25	-32—36	нет	75—100	<15	<1000	0,8—1,2
32—35	~-20	>-32	нет	>200	12—14	<1000	1,2—1,5

нентальной части территории на два района (или вернее подрайона) обосновано различиями в уровне температуры и увлажнения лета, а также снежности зимы. В районе I_3 зима почти бесснежная (сумма твердых осадков менее 75 мм), весна очень сухая и начало лета сухое, что определяет необходимость орошения при ведении сельского хозяйства. В районе I_4 снежный покров более устойчив, а увлажнение весной и в начале лета несколько больше, что позволяет ограничить весеннее орошение выборочными участками.

Вторая зона с индексом $K = 90 \div 80\%$ расположена полосами, прилегающими к первой зоне как на севере, так и на юге территории. Снижение степени континентальности определяется несколько большей высотой над уровнем моря и связанным с этим некоторым изменением типа годового хода температуры воздуха. Эта зона разделяется на пять районов (с 5-го по 9-й);

район II_5 — междуречье Вилюя и Лены, предгорья в междуречье Олекмы и Алдана, а также Верхне-Ангарская и Чарская котловины, которые выделяются особо на этих широтах под влиянием рельефа. Несколько меньшая континентальность их по сравнению с более южной Баргузинской и Верхне-Зейской котловинами определяется более северной широтой и большей высотой над уровнем моря. В этих котловинах развиваются глубокие и стойкие зимние инверсии температуры с большим перепадом температур в пределах первых 100—300 м над дном (порядка 5—6°C). Такие же глубокие инверсии развиваются и в небольших котловинах и замкнутых долинах, расположенных на больших высотах (до 1000—1200 м), находящихся уже в пределах теплого инверсионного слоя, в целом отличающегося меньшей континентальностью ($K = 80 \div 70\%$). В качестве примера можно привести температуру января в Чаре (на высоте 703 м — 34°C) и в Катугино (на высоте 991 м — 38°C). Район II_5 отличается умеренным увлажнением лета, умеренной снежностью зимы. В котловинах увлажнение несколько уменьшается, снежный покров невысок;

район II_6 занимает обширную территорию на плоскогорьях и невысоких хребтах восточной части Читинской, Амурской областей и Хабаровского края. Зима в этих районах суровая, особенно в понижениях рельефа (температура января в долинах и котловинах ниже — 30°C), лето прохладное. Увлажнение весны и начала лета изменяется в довольно широких пределах в зависимости от широты, высоты места и формы рельефа. Также изменчива и снежность зимы — от бесснежья на юге Читинской области до высокого покрова в горах на западе Хабаровского края. Выделить более дробные подрайоны по этому признаку не позволяет масштаб карты рис. 2, это должно быть сделано при использовании справочников по климату СССР;

район II_7 — выделен особо; занимает небольшую площадь на юге Бурятской АССР по долинам рек Селенги и Джибы. Он является также резко континентальным ($K = 85 \div 89\%$, на отдельных станциях 90%), как и близкий к нему район I_3 , но в результате южного положения и большей высоты над уровнем моря от-

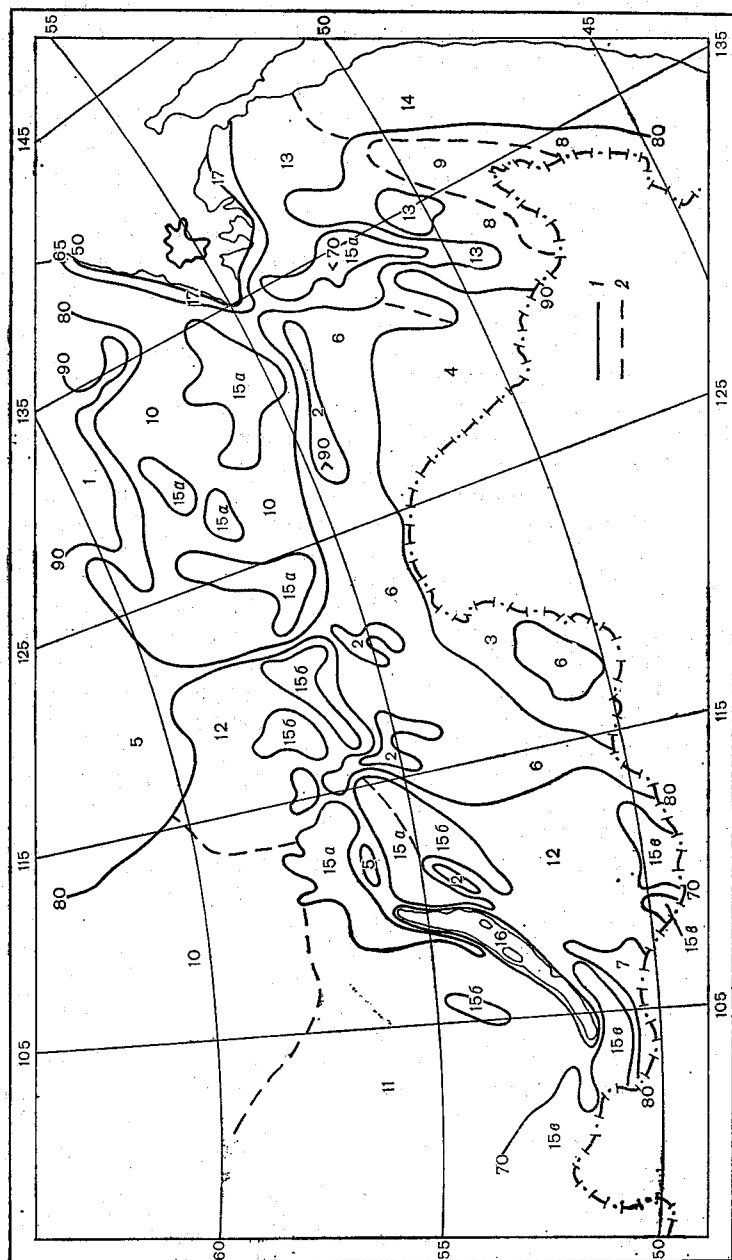


Рис. 2. Климатическое районирование территории освоения по трассе БАМ.

1 — границы зон по индексу континентальности K (%), 2 — границы районов; цифрами обозначены номера районов (см. по тексту и табл. 3).

личается менее суровой зимой, теплым летом, большой сухостью всего лета и бесснежной зимой. Это район орошаемого земледелия с широким набором сельскохозяйственных культур;

район II_8 — располагается в Хабаровском крае, отличается умеренно холодной зимой, теплым, умеренно влажным летом, большой высотой снежного покрова, более слабым развитием инверсий;

район II_9 — широкий район по долине Амура в Хабаровском крае выделен как наиболее теплый зимой и летом, хорошо и избыточно увлажненный летом и имеющий высокий снежный покров зимой. Здесь обеспечено вызревание большого набора сельскохозяйственных культур, но необходимо осушение избыточно увлажненных и заболоченных территорий.

Третья зона с индексом $K = 80 \div 70\%$ занимает обширную территорию: от северной части Иркутской области она проходит через южную гористую часть Якутии, выходит к низовьям Амура и Амгуни, захватывает Сихотэ-Алинь. Уменьшение континентальности климата сопровождается уменьшением годовой амплитуды температуры воздуха за счет более высокой температуры зимы и невысокой температуры летних месяцев. В северной части зоны инверсии температуры выражены хорошо, в восточной части они менее часты и глубоки, они более интенсивно проявляются в замкнутых формах рельефа.

В глубоких долинах больших рек юга Якутии (Амга, Алдан, Учур и т. п.), по-видимому, образуются пятна с большей континентальностью климата ($K = 80 \div 90\%$) — по аналогии с упомянутыми выше частями долин Витима и Олекмы. Показать их на рис. 2 невозможно.

Температура июля в этой зоне закономерно изменяется под влиянием широты и высоты местности в пределах $15-18^\circ\text{C}$ (табл. 4).

В январе четко выражена инверсия температуры. На малых высотах преобладают температуры около $-28, -29^\circ\text{C}$, на склонах гор $-23, -25^\circ\text{C}$.

В пределах этой зоны выделено пять районов (10—14), различающихся по степени увлажнения:

район III_{10} — самый большой на территории, охватывает южную часть Восточно-Сибирского плоскогорья и систему хребтов южной части Якутии до высоты 600—800 м. Это самая холодная часть третьей зоны, она отличается умеренным увлажнением летом и зимой;

район III_{11} — самый западный (Иркутская область), относительно выровненный по рельефу, с небольшим снежным покровом зимой и довольно теплым летом; хорошо обжитый, с развитым сельским хозяйством;

район III_{12} — занимает восток Бурятской АССР и запад Читинской области; летом засушливый, зимой малоснежный, особенно по долинам рек;

районы III_{13} и II_{14} — находятся под воздействием Тихого океана, что приводит к избыточному увлажнению летом, мощному

Высоты H (м) изотерм июля на разных широтах по меридиональным профилям

Широта	Долгота (град.)								
	105	115		125			135		
	Температура (°C)								
	18	15	18	15 •	18	20	15	18	20
48	—	—	—	—	—	—	—	—	200
49	—	—	—	—	—	—	—	—	150
50	—	1600	900	—	—	350	—	500	100
51	750	1500	850	—	—	300	—	450	50
52	700	1400	750	—	—	250	950	350	—
53	600	1250	700	—	650	—	850	300	—
54	500	1150	650	—	600	—	800	200	—
55	450	1050	600	900	550	—	700	—	—
56	350	—	500	800	—	—	600	—	—
57	300	—	400	700	—	—	500	—	—

Примечание. Выше всего изотермы июля поднимаются в континентальной части территории. В менее континентальной, восточной части они проходят на 300—400 м ниже под влиянием увеличения облачности и обильного выпадения осадков. В связи с этим границы сельскохозяйственных культур в горах в пределах долгот 110—130° в. поднимаются соответственно выше.

снежному покрову зимой. Инверсии температур зимой выражены слабо, летом часты сильные ветры.

К четвертой зоне, где $K = 70 \div 60\%$, относятся горные и высокогорные районы всей изучаемой территории. В северной части изолиния индекса $K = 70\%$ проходит на высотах около 700—800 м, в средней части — на высотах 800—1000 м и поднимается на юге Читинской области до 1500—1800 м, выше индекс K уменьшается.

В горных районах зимой и летом наблюдается закономерное понижение температуры с высотой, соответствующее возрастанию количества осадков и мощности снежного покрова, усиление ветров. По снежности горные районы, обозначенные на карте цифрой 15, могут быть несколько условно разделены на три группы: а) многоснежные, б) умеренно снежные и в) малоснежные. Количество твердых осадков: а) более 200 мм, б) 100—200 мм, в) менее 100 мм (высокогорья юга и Читинской области).

Пятая зона, где K менее 60%, по расчетам расположена в высокогорьях Байкальского, Верхнеангарского, Северо-Муйского хребтов, но на карте она не показана. Значения $K = 60\%$ и менее говорят о влиянии водоемов — озера Байкал и Охотского моря — на климат побережья и островов. Морской климат отличается малой годовой амплитудой температуры воздуха, теплой зимой и прохладным летом, длительным безморозным периодом. Эти характерные черты довольно своеобразно проявляются как на озере Байкал, так и на побережье Охотского моря (районы V_{16} и V_{17}). Следует отметить, что малые K наблюдаются на побережьях этих водоемов

на небольшом расстоянии от берега и только до небольших высот — 100—150 м над урезом воды. Выше, особенно в горных условиях, и дальше от уреза воды *К* быстро возрастает. В долинах, параллельных берегу Охотского моря и отделенных от него только невысоким хребтом, *К* возрастает до 75—80%.

Климатической особенностью побережья озера Байкал являются частые сильные ветры типа боры, возникающие при выходе горных долин на побережье и акваторию озера и охватывающие строго ограниченные площади. Они имеют свои местные названия: Хараханха, Сарма, Баргузин и т. д.

Предложенная в статье схема детального климатического районирования территории освоения по трассе БАМ может быть использована для уточнения СНиП при проектировании строительных объектов, при размещении сельскохозяйственных культур. Для последнего надо использовать известные агроклиматические характеристики сельскохозяйственных культур и сопоставить их с данными табл. 3. Приводить такие материалы и рекомендации в краткой статье не представляется возможным. Для учета климата при выборе конкретного места для его освоения необходимо использовать не только соответствующие макроклиматические характеристики, как это делается по настоящее время, но и обязательно принимать во внимание его микроклиматические особенности. Как было известно, а также видно из приведенного нами материала, количественные значения микроклиматических отклонений часто равны зональным различиям климата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Занина А. А. Дальний Восток. Климат СССР, вып. 6. — Л.: Гидрометеоздат, 1958. — 166 с.
2. Караушева А. И. Климат и микроклимат района Кодар, Чара, Удокан. — Л.: Гидрометеоздат, 1977. — 128 с.
3. Картушин В. М. Агроклиматические ресурсы юга Восточной Сибири. — Иркутск: Восточно-Сибирское кн. изд-во. 1969. — 99 с.
4. Климатические параметры зоны освоения Байкало-Амурской магистрали. Под ред. Л. Е. Анапольской и И. Д. Копанева. — Л.: Гидрометеоздат, 1977. — 132 с.
5. Строительные нормы и правила, ч. 2, разд. А, гл. 6. Строительная климатология и геофизика. СНиП II-A, 6-72. М.: 1973. — 319 с.
6. Щербакова Е. Я. Восточная Сибирь. Климаты СССР, вып. 5. — Л.: Гидрометеоздат, 1961. — 300 с.

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ БЕЗМОРОЗНОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К БАМ

Для правильного планирования и использования вновь осваиваемых широких территорий, прилегающих к трассе БАМ, необходим точный учет климатических и микроклиматических особенностей горного и предгорного рельефа. Одним из основных показателей климатических условий является теплообеспеченность территории, оценка которой необходима как при распределении сельскохозяйственного производства, так и при строительстве городов, поселков и курортов, которые также будут широко представлены на этой территории.

Наиболее принятым показателем теплообеспеченности теплового периода являются суммы температур воздуха, определяемые в зависимости от цели исследования по разным уровням (выше 5, 10 или 15°C). Этот показатель дает хорошую общую оценку теплообеспеченности территории в зависимости от широты и высоты ее над уровнем моря, но слабо отражает микроклиматические особенности, возникающие под влиянием разнообразности подстилающей поверхности и рельефа места. Это результат способа подсчета сумм температур воздуха по средним суточным температурам, в которых не отражаются изменения суточной амплитуды температуры воздуха, существенно различные в разных формах рельефа (закон А. И. Воейкова). Суточная амплитуда температуры воздуха должна учитываться не только в сельскохозяйственном производстве, но и при рассмотрении вопросов загрязнения атмосферы, строительства больниц и детских учреждений, особенно в условиях резко континентального климата трассы БАМ.

Длительность безморозного периода характеризует ночной режим температуры воздуха весной и осенью и четко отражает изменчивость суточной амплитуды температуры, возникающей в разных условиях рельефа, преимущественно за счет термического режима ночи.

На рис. 1 приведена схематическая карта длительности безморозного периода на территории БАМ, отражающая изменчивость этой величины под влиянием широты, долготы и высоты над уровнем моря, а также больших водоемов (озеро Байкал и побережье Охотского моря). Карта дает длительность безморозного периода (минимальная температура выше 0°C в метеорологической будке) на ровных открытых местах или в средней части склона,

т. е. для условий нормальной инверсии температуры в приземном слое воздуха.

В табл. 1 приведены средние даты начала и конца этого периода, а также сумма температур воздуха за безморозный период. В табл. 2 приведена расчетная схема длительности безморозного периода на разных высотах над уровнем моря, позволяющая более точно снимать нужные величины с карты (рис. 1). Следует отметить, что в условиях континентального климата трассы БАМ при быстром подъеме и спаде температуры весной и осенью термический фон прекращения заморозков весной около 12—13°C, а осенью — около 12—11°C, т. е. безморозный период в условиях ровного открытого места короче периода с температурой воздуха выше 10°C и суммы температур за безморозный период меньше, чем за период с температурой воздуха выше 10°C.

Увеличение безморозного периода отмечается в положительных формах рельефа, уменьшение — в отрицательных формах. Большая изменчивость заморозкоопасности в разных формах рельефа, определенная по данным справочника по климату СССР и обобщенным экспедиционным наблюдениям, показана в табл. 3.

Таблица рассчитана для условий тихой ясной ночи. При значительных похолоданиях в течение теплого периода адвективно-радиационные заморозки проявляются одновременно во всех формах рельефа, но интенсивность их будет существенно различна. Разность ночных температур между положительными формами рельефа (балл 1) и отрицательными (балл 5) может достигать 10°C и более. Изменение минимальной температуры ночью в этих случаях равно 1—2°C на каждый балл заморозкоопасности (табл. 3).

Положительные изменения, приведенные в табл. 3, означают повышение минимальной температуры за ночь и увеличение длительности безморозного периода и суммы температур воздуха за этот период по сравнению с ровным местом или склоном, обозначенным баллом 3. Балловая оценка дана для безлесных склонов, при наличии леса в верхней части склона заморозкоопасность уменьшается на один балл. Величина $\frac{\sum t_{6,п}}{\sum t_{>10^{\circ}\text{C}}}$ — это отношение

суммы температур за безморозный период к сумме температур воздуха выше 10°C, она значительно различается в разных формах рельефа. Вследствие континентальности климата района БАМ за безморозный период суммы температур на ровных местах и в средней части склонов меньше, чем соответствующие суммы температур воздуха выше 10°C. В котловинах и пониженных формах рельефа в связи с застоем холодного воздуха ночью опасность заморозков увеличивается и отношение снижается до 0,6—0,7. Только на узкой полосе побережий оз. Байкал и Охотского моря это отношение достигает 1,4—1,5 за счет большой длительности безморозного периода при низком уровне температуры лета.

Длительность безморозного периода и суммы температур за этот период существенно изменяются в разных условиях рельефа под влиянием местной циркуляции воздуха ночью (табл. 3). Напри-

мер, при средней длительности безморозного периода на открытых склонах или в широкой долине на севере Читинской области 90 дней (по карте) в верхней части склона и на вершине ближайших возвышенностей при относительном превышении между вершиной и долиной (Δh) не более 150—200 м она увеличится до 105—115 дней, а сумма температур безморозного периода возрастет до 1550—1600°C. На дне и в нижней части склонов неширокой извилистой долины (или лога) с застоем холодного воздуха длительность безморозного периода соответственно будет 65—75 дней, а сумма температур уменьшится до 1100—1200°C.

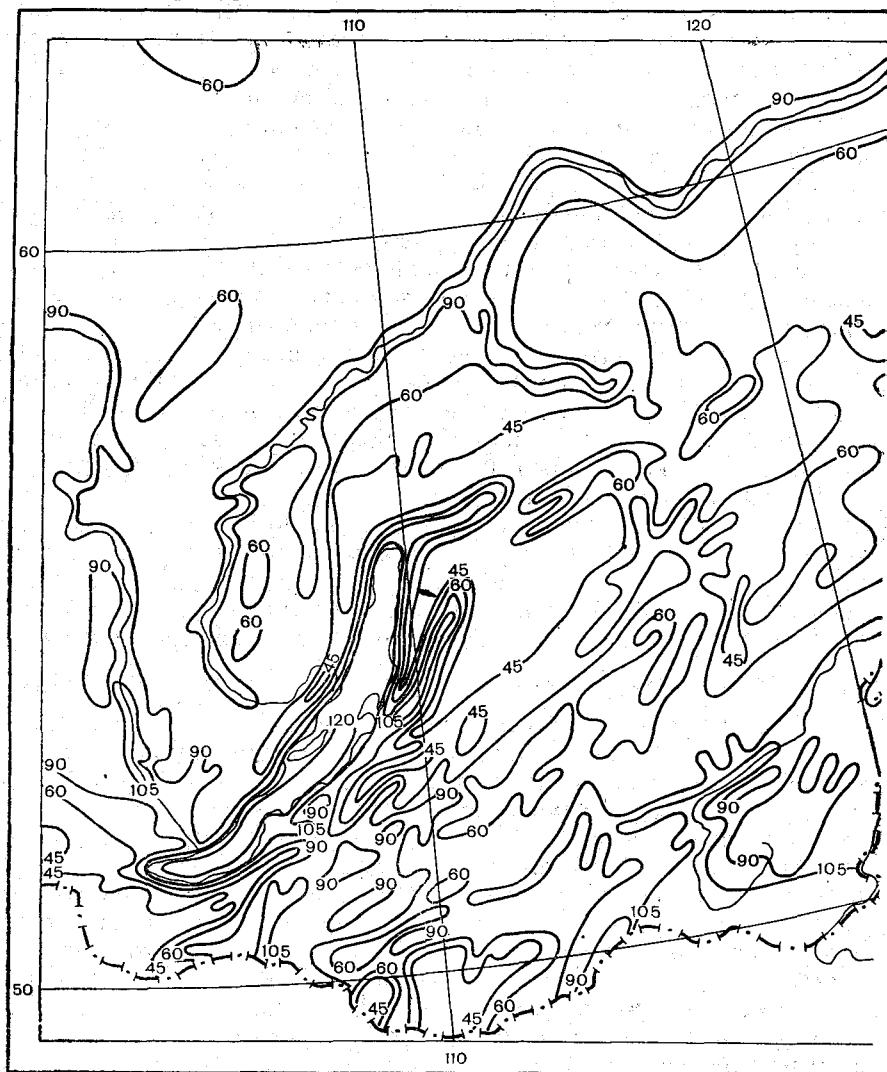
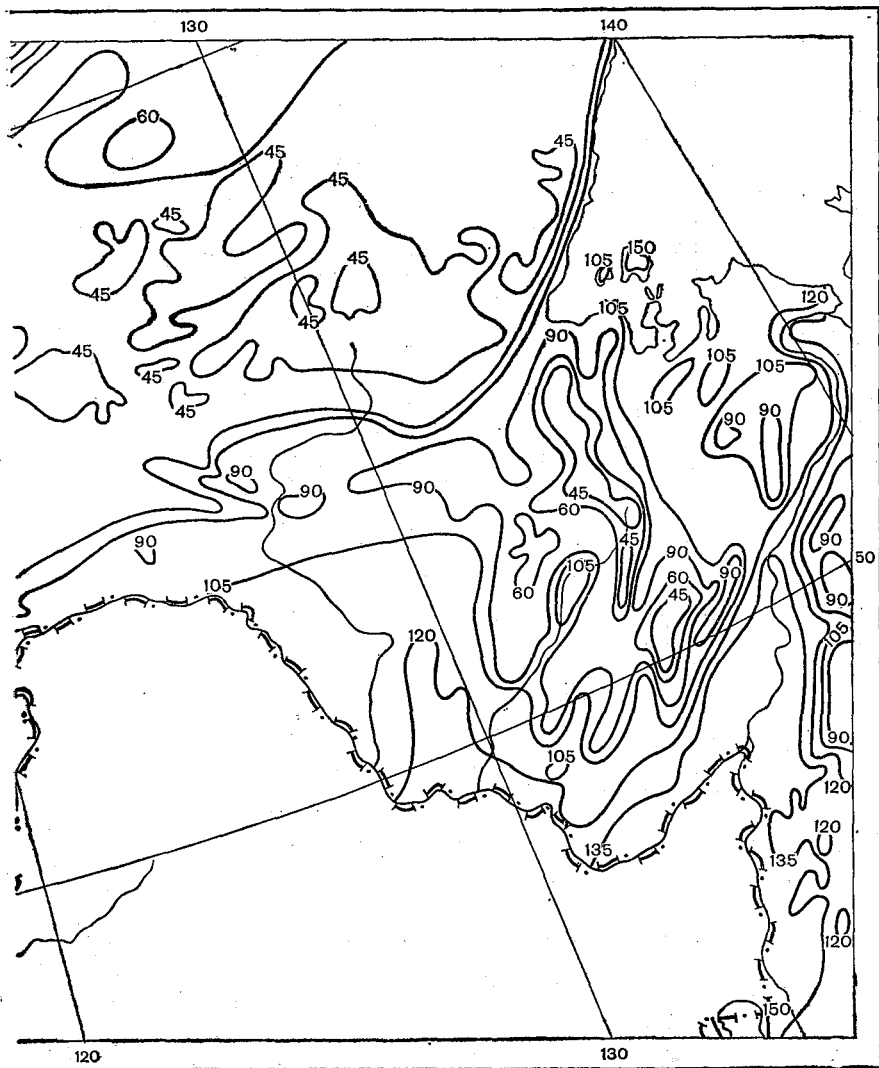


Рис. 1. Средняя длительность безморозного периода (минимальная темпера

На рис. 2 приведена схема распределения минимальной температуры в тихую ясную ночь в разных формах рельефа.

В приземном слое воздуха в тихие ясные ночи температура по вертикали распределяется различно. На ровных местах с нормальной инверсией разность температуры в слое 2—200 см порядка 4,0—4,5°C. В нижней части склона, в пределах «озера холода», с застоем холодного воздуха до высоты 5—10 м наблюдается изотермия. В средней части склона при стоке холодного воздуха по склону разность температур воздуха в пределах 2—200 см дости-



тура воздуха выше 0°C) на ровном открытом месте или в средней части склона.

Таблица 1

Средняя длительность безморозного периода (по карте) и соответствующие даты начала (н) и конца (к) периода и сумма температур воздуха за этот период Σt

Район	Безморозный период (дни)																	
	120			150			90			75			60			45		
	н	к	Σ t	н	к	Σ t	н	к	Σ t	н	к	Σ t	н	к	Σ t	н	к	
Иркутская, Читинская области, Бурятская АССР, юг Якутской АССР	—	—	—	25 V	8 IX	1700	4 VI	2 IX	1400	10 VI	24 VIII	1200	18 VI	17 VIII	1000	25 VI	10 VIII	700
Амурская область	18 V	15 IX	2000	26 V	9 IX	1800	5 VI	3 IX	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Хабаровский край	20 V	17 IX	1900	28 V	10 IX	1700	7 VI	5 IX	1500	15 VI	29 VIII	1200	25 VI	24 VIII	900	4 VII	18 VIII	<700
Побережье Охотского моря	3 VI	2 X	1350	26 V	8 IX	1100	5 VI	3 IX	850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Побережье и острова озера Байкал	24 V	25 IX	1500	26 V	8 IX	1300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 2

Схема средней длительности безморозного периода на разных высотах над уровнем моря (м)

Район	Безморозный период (дни)									
	120	105	90	75	60	45				
Север Иркутской, Читинской областей и Бурятской АССР, юг Якутской АССР, $\varphi = 56 \div 57^\circ$	—	—	300	500	700	< 1000				
Юг Иркутской, Читинской областей и Бурятской АССР, $\varphi = 51 \div 52^\circ$	—	600	800	900	~ 1100	> 1300				
Амурская область, $\varphi = 51 \div 53^\circ$	200	300	600	800	> 1000	> 1300				
Хабаровский край	200	400	600	800	< 1000	—				
$\varphi = 49^\circ$	—	50	100	—	—	—				
$\varphi = 55^\circ$	—	—	—	—	—	—				
Побережье Охотского моря	470	600	—	—	—	—				
Побережье озера Байкал	—	470	—	—	—	—				
южная часть	—	—	—	—	—	—				
северная часть	—	—	—	—	—	—				

Заморозкоопасность разных форм рельефа

21

гает 3,5—4,5°C. В верхней части склона и на вершине под влиянием турбулентного перемешивания в приземном слое опять наблюдается изотермия.

Заморозки наиболее часто прекращаются весной и начинаются осенью в течение одной декады, длительность безморозного периода изменяется в пределах двух декад в зависимости от средних

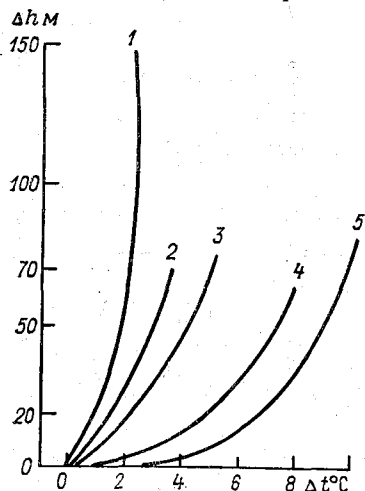


Рис. 2. Схема повышения минимальной температуры воздуха ночью (Δt) по безлесному склону при подъеме (Δh) над нижней точкой.

1 — высокие открытые склоны, 2 — невысокие склоны хорошо продуваемых долин, 3 — склоны долин со слабой инверсией, 4 — склоны замкнутых долин с выраженным озером холода, 5 — склоны котловин с сильным застоем холодного воздуха. При Δh более 150—200 м проявляется нормальное падение минимальной температуры воздуха с высотой (на 0,5—0,6°C на 100 м подъема).

значений, приведенных на рис. 1 и в табл. 1. Но различия в сроках возможного самого раннего и самого позднего прекращения и начала заморозков весной и осенью по отдельным годам достигают 35—40 дней, длительности безморозного периода — 60—65 дней.

В настоящее время нет достаточного количества наблюдений за влиянием многолетнемерзлых грунтов на режим заморозков. Известно лишь, что при распашке почвы на таких грунтах температура почвы и приземного слоя воздуха повышается и опасность заморозков уменьшается.

Также нет количественной оценки изменчивости фенологических сроков развития растений и урожайности их в разных формах рельефа по трассе БАМ, хотя, согласно табл. 3, следует ожидать существенных различий в реакции растений на изменение суточной амплитуды температуры воздуха. Нельзя забывать, что дневные температуры в разных формах рельефа различаются значительно меньше ночных, которые часто лимитируют развитие растений.

Более детальное экспедиционное изучение заморозкоопасности и распределения суточной амплитуды температуры воздуха, ее влияние на развитие и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях изрезанного рельефа и вечной мерзлоты на трассе БАМ является одной из актуальных задач ближайших лет, решение которой дает научное обоснование для планирования и выбора оптимальных мест при размещении сельскохозяйственных культур и строительных объектов.

ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ НА ТЕРРИТОРИИ ОСВОЕНИЯ БАМ

Территория освоения БАМ представляет собой своеобразную физико-географическую область, очень сложную по геоморфологическому строению, с суровыми климатическими условиями. Сеть метеорологических станций в пределах этой территории редкая; кроме того, подавляющее большинство станций расположено в речных долинах и многие геоморфологические разновидности вообще не охвачены сетью стационарных наблюдений [1, 5].

В связи с вышеизложенным мезоклиматическая оценка ветрового режима территории БАМ оказалась возможной лишь на основании использования результатов выполненных ранее микро- и мезоклиматических исследований при ограниченной метеорологической информации [2] и новых разработок по учету изменения характеристик скорости и направления ветра в мезоклиматическом плане в зависимости от высоты местности и формы рельефа применительно к особенностям исследуемой территории.

Горные системы на территории освоения БАМ в большинстве своем характеризуются широкими, ровными и плоскими поверхностями хребтов и нагорий. Альпийские формы встречаются реже (Удокан, Баргузинский, Байкальский хребты) [6].

Поскольку горные районы крайне слабо освещены данными метеорологической сети, то при составлении мезоклиматических карт скорости ветра широко использовались методы географических аналогов и мезоклиматические расчеты. В частности, был рассчитан высотный градиент скорости ветра, который оказался в среднем равным $0,1v$ (v — скорость ветра), в теплое время года этот градиент был несколько меньше ($\sim 0,09 v$), в холодное время — несколько больше ($\sim 0,11 v$).

Рассчитывать изменение скорости ветра с высотой, естественно, можно только для аналогичных форм рельефа. Применительно к территории БАМ расчет скоростей ветра с использованием высотных градиентов можно производить для обширных выровненных плоских поверхностей, находящихся на разных высотах над уровнем моря. Оценивать изменение скорости ветра на отдельных вершинах, на наветренных и подветренных склонах можно лишь с помощью коэффициентов, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициент изменения скорости ветра K на вершинах и склонах по сравнению со скоростью на открытом ровном месте на высоте 2 м для теплого и холодного периодов

Форма рельефа	Δh	K	
		теплый период	холодный период
Вершины	< 50	1,3—1,4	1,6—1,7
	50—100	1,4—1,5	1,7—1,8
	100—200	1,5—1,7	1,8—2,0
	200—300	1,7—1,9	2,0—2,2
	300—400	1,9—2,1	2,2—2,4
	400—500 и более	2,1—2,3	2,4—2,6
Склоны крутизной 10—20°			
Наветренные			
	верхняя часть	1,4—1,5	1,6—1,7
	средняя часть	1,2—1,3	1,4—1,6
	нижняя часть	1,0—1,1	0,8—0,9
Подветренные			
	верхняя часть	0,9—1,2	1,0—1,3
	средняя часть	0,7—0,8	0,7—0,8
	нижняя часть	0,6—0,7	0,7—0,8
Параллельные			
	верхняя часть	1,4—1,5	1,6—1,7
	средняя часть	1,2—1,3	1,4—1,6
	нижняя часть	1,0—1,1	1,1—1,3

Эта таблица составлена на основании многочисленных разработок автора [2, 3], дополненных исследованиями А. В. Яковлева [7].

Значения коэффициента изменения скорости ветра K даются для теплого и холодного периодов (неустойчивых и устойчивых состояний атмосферы) и небольших скоростей ветра: 2—5 м/с на высоте 2 м и 3—7 м/с на высоте флюгера (10 м). Данные для K приводятся для вершин с различным относительным превышением (Δh), причем Δh даны в диапазоне значений < 50 —500 м и склонов крутизной 10—20°. Для оценки изменения скорости ветра на более пологих склонах и в долинах различной ориентации можно использовать данные из работы [2]. На мезоклиматических картах изменения скорости ветра на отдельных вершинах и склонах не отображаются [3].

Рассмотрим ветровой режим холодного и теплого периодов. За характерный для холодного времени года месяц возьмем январь, для теплого — июль. Для этих месяцев составлены карты, характеризующие пространственное изменение средних месячных скоростей ветра на территории освоения БАМ.

Ветровой режим холодного периода. Мезоклиматическая карта средних скоростей ветра, характеризующая холодный период, представлена на рис. 1. Известно, что в холодный период рассматриваемая территория находится под воздействием мощного сибир-

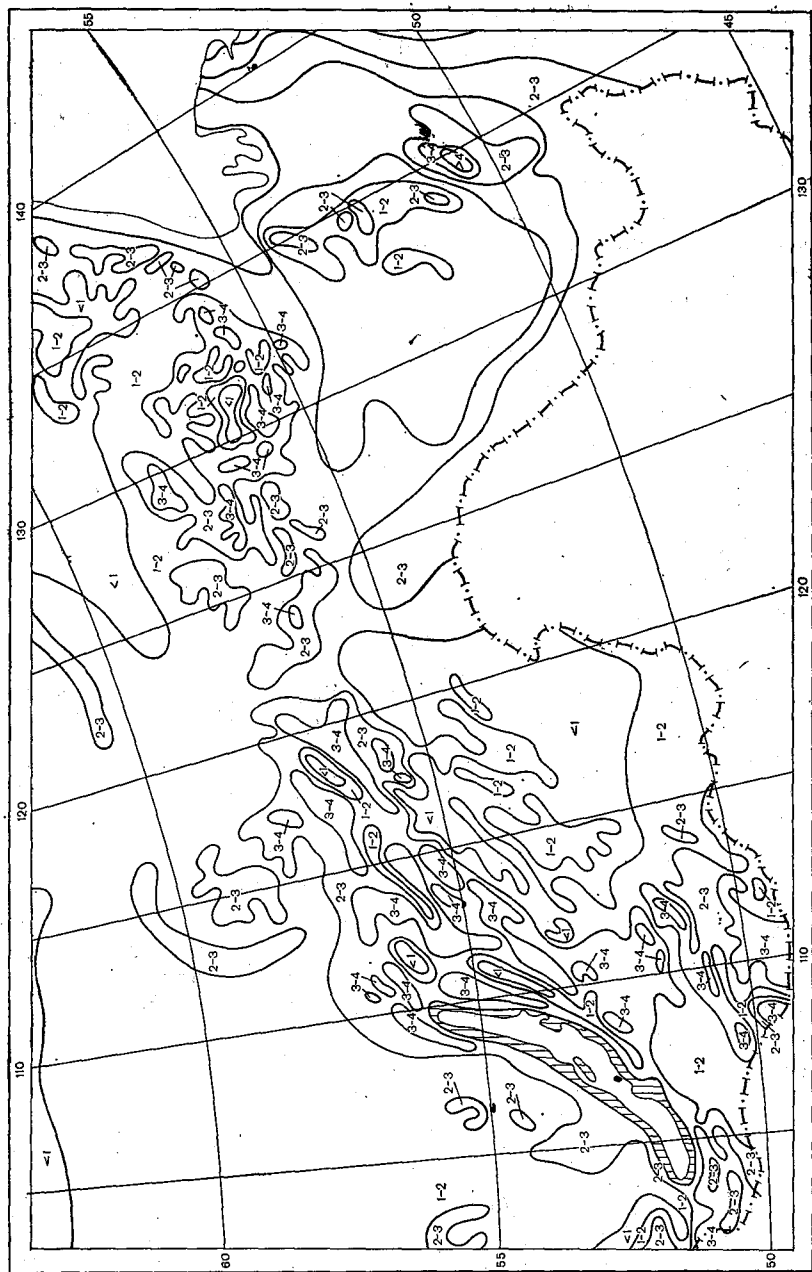


Рис. 1. Средние скорости ветра (январь).
Заштрихована зона местных ветров озера Байкал.

ского антициклона. Центр этого антициклона располагается над Тувинской котловиной.

Огромные размеры материка, наличие обширных горных систем и массивов способствуют увеличению мощности азиатского антициклона; он еще больше усиливается за счет слияния с субтропической зоной высокого давления. Отрог отходит на северо-восток от южного побережья озера Байкал вдоль горных хребтов Забайкалья и Колымы до Чукотского моря.

Отрог является ветроразделом, к западу от которого на территории Предбайкалья преобладают ветры с южной составляющей, к востоку на большей части территории БАМ наблюдаются устойчивые муссонные течения северо-западных направлений. Особенности циркуляции в сочетании с очень сложными геоморфологическими условиями создают здесь сложное поле скорости ветра.

В целом же для территории БАМ характерны небольшие скорости ветра, в особенности зимой, однако большие перепады высот и сложная орография создают пестроту пространственного распределения средних скоростей ветра.

Наименьшая изменчивость поля ветра наблюдается в Предбайкалье к западу от ветрораздельной линии в бассейнах верхнего течения Лены, Нижней Тунгуски, Ангары. Эти районы Средне-Сибирского плоскогорья характеризуются рельефом, имеющим вид плоской возвышенности. На большей части этой территории скорости ветра составляют 1—2 м/с. На самом севере этого района (примерно севернее 63° с. ш.) скорости ветра меньше 1 м/с. В Прибайкалье и на Оюхотской возвышенности скорости ветра возрастают до 2—3 м/с, так же как на отдельных участках Средне-Сибирского плоскогорья, поднимающихся до высоты 1000 м и более. Территории, окружающие Братское море, также характеризуются скоростями ветра, возросшими до 2—3 м/с.

Своеобразный ветровой режим имеют районы, прилегающие к озеру Байкал. Здесь возникает сложная система местных ветров различных направлений. Байкальские ветры рождаются в результате воздействия местных условий на общесиноптическую обстановку. Озеро окружено высокими горными хребтами, расчлененными узкими речными долинами, из которых вырываются воздушные потоки, достигающие ураганной силы. Самые опасные байкальские ветры — сарма, баргузин, харахаиха, култук, шелонник. Всего исследователи насчитывают более 30 видов таких ветров [4]. В рамках данной работы специальных исследований байкальских ветров не проводилось; на картах вокруг оз. Байкал только очерчена область их распространения.

К востоку от ветрораздельной линии система изотак более сложная, чем в Предбайкалье.

На январской карте выделены две большие области слабых (<1 м/с) ветров. Одна область слабых ветров расположена по центру отрога высокого давления — над Витимским плоскогорьем, которое характеризуется большими горизонтальными размерами положительных форм рельефа, незначительными относительными

колебаниями высот; по окраинам плоскогорье приподнято и более расчленено. Эти особенности рельефа способствуют застою воздушных масс над рассматриваемой территорией. Повышенные формы рельефа (свыше 1000 м) характеризуются в пределах этой области усилением скоростей до 2 м/с. Другая область слабых ветров находится в восточных районах территории БАМ к югу от Станового хребта. Согласно климатическому атласу, здесь также наблюдаются очень малые градиенты давления. В пределах этой области малых скоростей имеются неоднородности рельефа: сюда входят Верхне-Зейская и Зейско-Буреинская равнины, водораздел Туран, часть Буреинского хребта и хребет Джагды. Разнообразие рельефа вносит коррективы в циркуляционные условия, и вследствие этого в пределах области малых скоростей выделены среднегорные и горные территории, где скорости ветра возрастают до 1—2 м/с на возвышениях порядка 1000 м и до 2—3 м/с на высотах 1500 м и более.

Наибольшее пространственное изменение скоростей ветра на территории освоения БАМ наблюдается в более сложных геоморфологических областях с большим диапазоном высот над уровнем моря. Так, например, в пределах Олекмо-Байкальской горной подобласти и примыкающих к ней с юга Баргузинского и Икатского хребтов на рис. 1 выделены районы со скоростями ветра <1, 2—3 и 3—4 м/с. Районы с малыми скоростями ветра приурочены к обширным котловинам (Чарская, Муйская, Уоянская, Баргузинская), характеризующимся застойными явлениями с очень большой повторностью штилей. Ниже (см. рис. 4) приводятся розы ветров для таких местоположений и количество штилей.

Территории с высотой над уровнем моря более 1000 м, находящиеся вне области малых скоростей, характеризуются скоростями ветра 2—3 м/с, а обширные плоские пространства выше 1500 м — скоростями до 3—4 м/с. Такое же распределение скоростей ветра и в других горных системах, в частности на Становом хребте и Алданском нагорье, Патомском нагорье и в горных системах, расположенных на юге территории БАМ.

Увеличение скоростей ветра на одну градацию имеет место в долине р. Лены, где долина ориентирована вдоль господствующего направления ветра (северо-западного). Долина р. Амура, также ориентированная вдоль господствующего направления ветра, характеризуется повышенными по сравнению с прилегающими территориями скоростями ветра.

На Зейско-Буреинской низменности приблизительно вдоль р. Зеи повышение скоростей ветра (2—3 м/с) обусловлено в первую очередь увеличением здесь горизонтальных барических градиентов. В особенности большие градиенты наблюдаются вдоль периферийных горных хребтов на побережье Охотского моря. Например, в Чимикане средняя скорость ветра 9,8 м/с. На побережье у восточных склонов Сихотэ-Алинь барические градиенты тоже достаточно большие, на его западных склонах, со стороны материка, эти градиенты значительно меньше. Указанное распределение

горизонтальных барических градиентов является причиной большого перепада скоростей на восточных и западных склонах Сихотэ-Алинь.

Ветровой режим теплого периода. Мезоклиматическая карта средних скоростей ветра, характеризующая теплый период, представлена на рис. 2.

Летом территория освоения БАМ находится в области низкого давления, горизонтальные градиенты давления очень малы. Скорости ветра в общем несколько больше, чем зимой: отсутствуют области со скоростями ветра < 1 м/с. Высотные градиенты несколько меньше, чем зимой, в связи с чем скорости на возвышениях в июле меньше, чем в январе.

Так же как и зимой, наименьшая пространственная изменчивость поля ветра наблюдается в Предбайкалье и в районе Средне-Сибирского плоскогорья, где скорости ветра изменяются по территории в пределах 1—2 м/с. На некоторых участках долин больших рек скорости ветра увеличиваются до 3 м/с, такие же скорости отмечаются у Братского моря, на возвышенностях выше 1000 м, в пределах Онотской возвышенности, в горных районах Прибайкалья.

Повторяемость местных ветров в районе озера Байкал в летний период в общем меньше, чем в другие сезоны. Такие опасные ветры, как сарма, баргузин, горная, шелонник, чаще всего наблюдаются глубокой осенью и ранней зимой. Однако култук и верховик возникают преимущественно весной и летом. Зона местных ветров оконтурена вокруг озера Байкал на рис. 2 так же, как на рис. 1.

В Забайкалье изменчивость скорости ветра в пространстве выражена достаточно четко. Скорости ветра на плоских возвышенностях высотой 600—1000 м (Витимское плоскогорье, Олекмо-Байкальская горная подобласть) и в обширных котловинах, представляющих собой типичные грабены [6], меньше 2 м/с.

На территориях с высотой над уровнем моря меньше 1000 м, также характеризующихся сглаженными геоморфологическими формами, скорости ветра усиливаются до 2—3 м/с. Выше 1500 м в аналогичных формах рельефа скорости ветра возрастают до 3—4 м/с и более в соответствии с вертикальными градиентами скорости ветра.

Для многих горных систем и хребтов преобладающими формами рельефа являются ступенчатые грабены. Скорости ветра для таких форм рельефа определялись также по данным редкой сети станций с помощью высотного градиента с учетом закономерностей изменения скорости ветра в разных формах рельефа.

На территории БАМ восточнее р. Олекмы скорости ветра несколько большие, что обусловлено некоторым увеличением здесь горизонтальных градиентов давления. Так, на плоских возвышенных участках с абсолютными высотами 600—1000 м скорости ветра достигают 2—3 м/с, возрастая до 3—4 м/с на высотах 1000—1500 м и более при дальнейшем увеличении высоты местности.



Рис. 2. Средние скорости ветра (июль).
Заштрихована зона местных ветров озера Байкал.

Наименьшие скорости ветра приурочены к сравнительно пониженным частям территории (долина р. Уды, Верхне-Зейская равнина, территория южнее хребтов Джагды и Ям-Алинь, закрытые котловины). Долина р. Амура, так же как и зимой (в январе), характеризуется увеличением скоростей ветра: средние скорости за июль составляют 3—4 м/с. Так же как и в январе, резко различаются скорости ветра на наветренном (восточном) и подветренном (западном) склонах Сихотэ-Алинь.

Обширная территория освоения БАМ характеризуется большим разнообразием ветрового режима в различных пространственно-временных аспектах. В частности, значительным разнообразием отличается годовой ход скорости ветра на различных участках БАМ. На рис. 3 представлены характерные типы годового хода

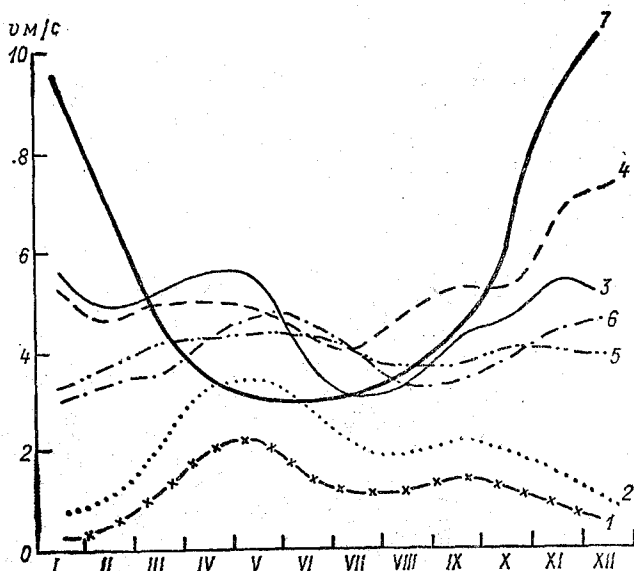


Рис. 3. Годовой ход скорости ветра.

1 — Кыкер, 2 — Кяхта, 3 — Усойский хребет, 4 — Большое Голоустное, 5 — Комсомольск-на-Амуре, 6 — Николаевск-на-Амуре, 7 — Чумикан.

скоростей ветра. Для значительной части рассматриваемой территории на равнинах и в долинах максимум наблюдается в переходные сезоны, зимой и летом скорости ветра имеют минимальные значения. К такому типу на рис. 3 относятся ст. Кыкер, расположенная в долине р. Нерчи, и ст. Кяхта, лежащая в долине г. Грязнухи. Характерной метеорологической станцией, отражающей особенности годового хода на возвышениях, является Усойский хребет. В январе и апреле средние месячные скорости ветра здесь достигают почти 6 м/с, а в июле они порядка 3 м/с. Скорости байкальских ветров имеют некоторые отличия в годовом ходе, чаще всего

1

наиболее сильные ветры наблюдаются в осенне-зимний период. К ветрам такого типа относятся харахаиха, характеризующая данными ст. Большое Голоустное, на которой средняя месячная скорость в декабре составляет 7 м/с.

Годовой ход скорости ветра в восточной части территории освоения БАМ существенно отличается от вышеизложенного. Так, в долине р. Амура в течение всего года скорости ветра сравнительно большие (около 4 м/с), годовая амплитуда не превышает 1 м/с. На Тихоокеанском побережье (Николаевск-на-Амуре) в соответствии с интенсивностью муссона максимум скорости ветра приходится на зимние и весенне-летние месяцы, годовая амплитуда составляет приблизительно 2 м/с.

Характерен годовой ход скорости ветра на побережье Охотского моря. На рис. 3 представлены данные ст. Чумикан, на которой виден четко выраженный зимний максимум со средними месячными скоростями ветра более 9 м/с и летний минимум, когда скорости ветра менее 3 м/с.

Изменчивость направления ветра по территории БАМ также очень велика. На рис. 4 приводятся розы ветров, типичные для разных местоположений, характерных для территории БАМ. Данные приводятся в среднем за сутки и по срокам, отражающим дневное (13 ч) и ночное (1 ч) направления ветра. Розы ст. Зима, расположенной в Предбайкалье в широкой долине, в связи с ориентацией долины и преобладающими ветрами вытянуты в направлении северо-запад — юго-восток, однако повторяемость других румбов довольно значительна.

Станции Усть-Баргузин и Софийский прииск расположены в узких долинах, в которых направление воздушного потока всегда совпадает с осью долины.

Для перевалов, седловин и аналогичных форм рельефа также характерна острая вытянутая роза (Хамар-Дабан).

В котловинах наблюдается большое количество штилей и слабые ветры разных направлений, розы ветров приобретают округлый вид (Зюльзя). Для плоскогорий, плато характерно четкое проявление направлений ветра, обусловленных общециркуляционными процессами. В приводимом примере (Алдан) преобладание юго-западных ветров в январе связано с направлением общего потока. Для долины р. Амур характерны вытянутые в направлении юго-запад — северо-восток розы (Хабаровск).

Смена направлений муссонных течений особенно четко проявляется на побережье открытых морей. На рис. 4 эту смену иллюстрируют розы ветров Чумикана и Николаевска-на-Амуре.

На территории освоения БАМ имеется значительно большее разнообразие геоморфологических форм, в связи с чем и более разнообразен режим ветра, который полностью невозможно отразить в рамках данной статьи. Здесь рассмотрено лишь влияние на ветровой режим основных, наиболее распространенных форм рельефа, встречающихся на данной территории.

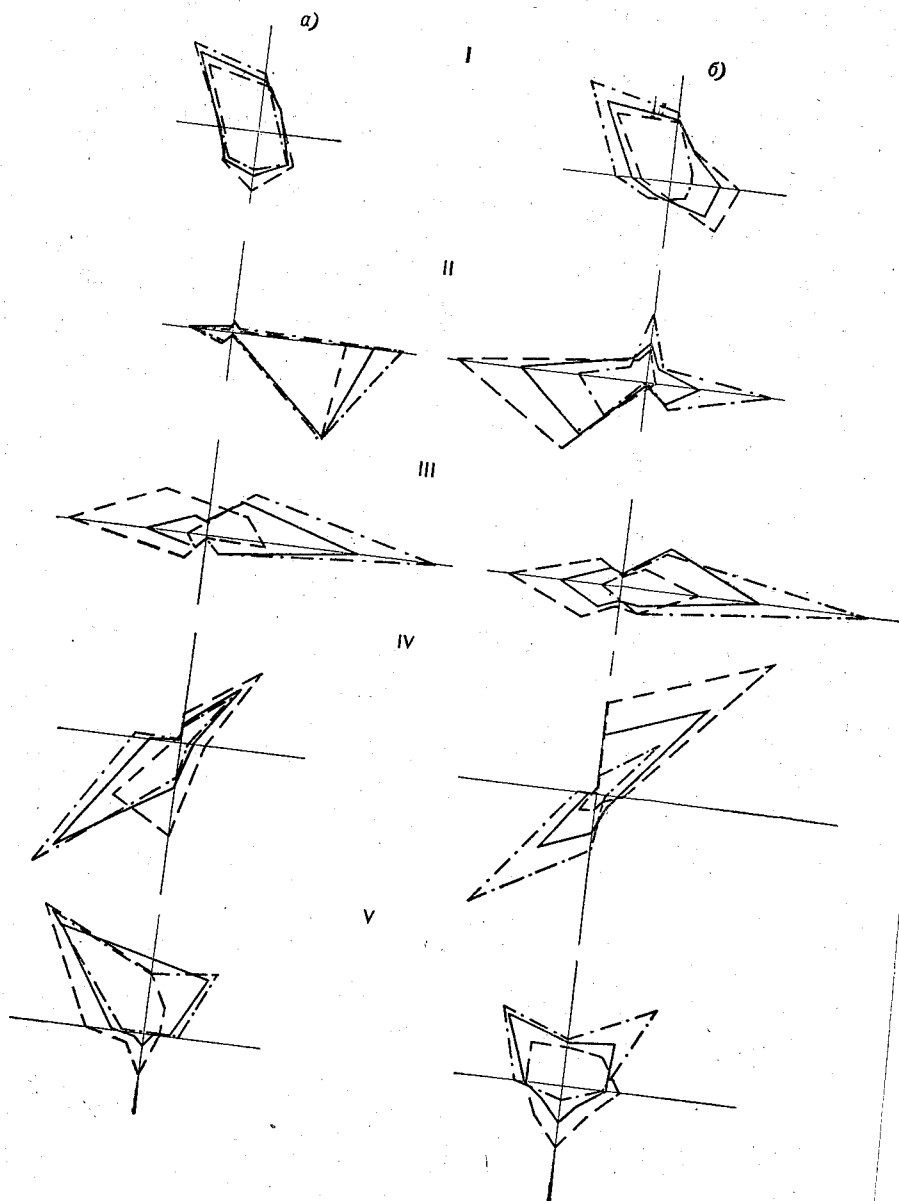
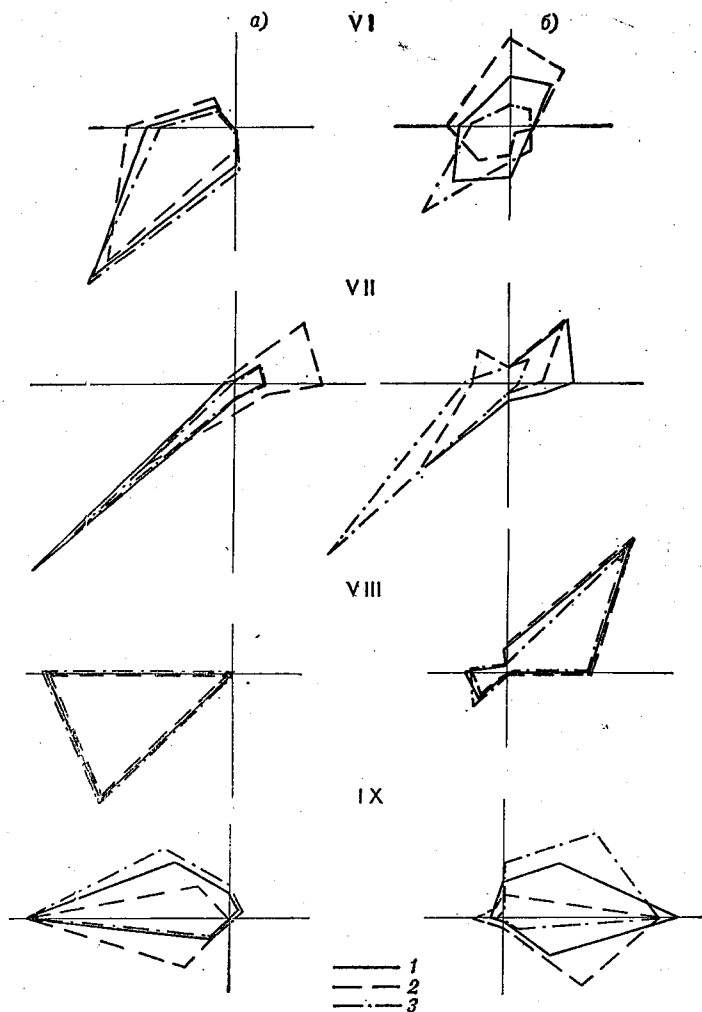


Рис. 4. Розы
 I — Зима, II — Усть-Баргузин, III — Софийский прииск, IV — Хамар-Дабан,
 на-Амуре; а — январь, б — июль;



ветров.

V — Зюльзя, VI — Алдан, VII — Хабаровск, VIII — Чумикан, IX — Николаевск-
I — в среднем за сутки, 2 — 13 ч, 3 — 1 ч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климатические параметры зоны освоения Байкало-Амурской магистрали (справочное пособие). — Л., Гидрометеиздат, 1977. — 132 с.
2. Романова Е. Н. Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата. — Л., Гидрометеиздат, 1977. — 278 с.
3. Романова Е. Н. Картирование ветровых характеристик в сложном рельефе на картах разного масштаба. — Труды ГГО, 1972, вып. 288, с. 3—11.
4. Савинова Н. В., Янтер Н. Н. Байкал: ветер и волны. — В кн.: Человек и стихия. — Л., Гидрометеиздат, 1978, с. 94—95.
5. Справочник по климату СССР, вып. 22, 23, 24, 25. — Л., Гидрометеиздат, 1967.
6. Суслов С. П. Физическая география СССР. — Л. — М., Учпедгиз, 1947. — 545 с.
7. Яковлев А. В. Микроклиматический анализ территорий для строительства населенных пунктов на севере. ВДНХ СССР. — Л., Гидрометеиздат, 1973. — 8 с.

А. В. Калашников

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА ЧАРСКОЙ КОТЛОВИНЫ

При рациональном освоении территории БАМ большое значение приобретают микроклиматические исследования конкретных участков местности, так как условия рельефа здесь очень сложны. Территория Чарской котловины относится к первоочередным районам освоения БАМ. Эта котловина, расположенная на высоте около 700 м над уровнем моря, ориентирована с северо-востока на юго-запад. Ее протяженность в этом направлении примерно 120 км. Дно котловины представляет собой сильно заболоченную местность с множеством мелких озер. Долина реки Чары окружена горами с относительным превышением 1000—1500 м, которые покрыты лесами. Горные массивы ориентированы вдоль долины реки. Сама метеостанция Чара расположена на открытом ровном месте ближе к центру котловины. Окружающие котловину склоны пригодны под промышленное и сельскохозяйственное освоение.

Данные метеостанции Чара не могут характеризовать метеорологические особенности всех местоположений. С помощью методики, изложенной в [2, 3], можно представить детальное пространственное изменение ряда метеорологических элементов, в частности дать характеристику поля ветра в пределах Чарской котловины и окружающих ее горных склонов. Использование данных климатических справочников позволяет перейти от относительных величин ветровых коэффициентов к абсолютным значениям скорости ветра.

К климатическим особенностям Чарской котловины можно отнести то, что в зимнее время основным барическим образованием у поверхности земли здесь является устойчивый сибирский антициклон, вернее его отрог, простирающийся от озера Байкал на северо-восток. Формирование барического максимума над котловиной начинается в сентябре.

А. И. Караушева [1], анализируя синоптические карты за 1953—1963 гг., показала, что за этот период над рассматриваемой территорией с ноября по февраль не наблюдалось ни одного циклона, а центр высокого давления в 3—5 случаях из 10 находился над Чарской котловиной. Высота антициклона обычно невелика. Уже с 3 км в первую половину зимы устанавливается область понижен-

ного давления с центром над Восточной Якутией. В центре изобарическая поверхность 500 мбар расположена низко: 504 гп. дам, причем над рассматриваемой территорией изогипсы (512—514 гп. дам) имеют циклонический характер.

В период образования северо-восточного отрога азиатского антициклона часто появляются антициклоны над Японским, Охотским и Беринговым морями, а также над полярным бассейном. Эти области высокого давления являются источниками питания северо-восточного отрога сибирского антициклона.

К концу февраля — началу марта антициклон начинает ослабевать, вследствие чего прохождение центров его над Чарской котловиной наблюдается гораздо реже. Центр антициклона располагается юго-западнее, а район котловины входит в область периферии антициклона. Весной уже преобладают факторы зональной циркуляции, определяющие западный перенос. Лето характеризуется ослаблением западного переноса, понижением атмосферного давления, размытым барическим полем, слабыми ветрами.

В осенний период над котловиной располагается депрессия, изогипсы на высотных картах имеют циклонический характер. Холодный арктический воздух приходит в этот район в тылу циклонов. У поверхности земли начинает формироваться антициклон, который приобретает окончательную устойчивость к середине ноября.

При выполнении данной работы были построены и проанализированы розы ветров для каждого месяца по ст. Чара. Но этот анализ оказался малоинтересным, так как основной процент повторяемостей от общего числа наблюдений приходится не на ветры различных направлений, а на штилевые явления, повторяемость которых в отдельные месяцы достигает 90%. Максимальную повторяемость штилевые явления имеют в зимние месяцы (декабрь — 91%, январь — 90% и февраль — 88% от общего числа наблюдений).

А. И. Караушева [1], анализируя материалы экспедиции, работавшей в Чарской котловине, пришла к выводу, что здесь летом в ночное время число штилей также очень велико. Розы ветров очень хорошо иллюстрируют тот факт, что направление ветра у поверхности земли в значительной степени зависит от ориентировки и формы котловины. Предлагаемая на рис. 1 роза ветра за июль по ст. Чара хорошо отображает это. Она вытянута с юго-запада на северо-восток, т. е. вдоль оси котловины.

В зимние месяцы обнаруживается явное преобладание северных направлений. Например, в декабре и январе максимум повторяемости приходится на северо-западные ветры: 20 и 28% соответственно; в феврале преобладают северо-восточные ветры — 27%.

Уже с начала весны начинает вырисовываться несколько иная картина — возрастает роль южной составляющей. Например, в марте чаще наблюдаются юго-западные ветры — 21%. С апреля и по ноябрь включительно заметно чаще преобладают северо-восточные ветры. Это явление особенно ярко выражено в теплое время года: июнь — 29%, июль — 27%, август — 33%, сентябрь — 30%.

Как отмечалось, Чарская котловина окружена горными системами. Северо-западный склон котловины относится к горной системе Кодар, юго-восточный — к хребту Удокан. Склоны этих хребтов имеют довольно пологие спуски в котловину, что позволяет при анализе ветрового режима применить методику учета изменений ветровых характеристик в условиях пересеченной местности, разработанную Е. Н. Романовой [3].

Известно [3], что воздушный поток в холмистом рельефе испытывает динамическое и термодинамическое воздействия. Динамическое воздействие выражается в усилении ветра на вершинах холмов, на наветренных и параллельных ветру склонах и в ослаблении ветра позади препятствий, на подветренных склонах и в отрицательных формах рельефа.

Термодинамическое влияние выражается в возникновении местных циркуляций, но за недостаточностью фактического материала в данной работе это воздействие, к сожалению, не рассматривается.

Согласно упомянутой методике, была построена среднемасштабная картосхема исследуемого района, на которой были зафиксированы понижения и повышения рельефа, крутизна и экспозиция склонов, т. е. те морфометрические характеристики, которые важно учитывать при оценке изменения режима ветра. Затем при помощи разработанной Е. Н. Романовой таблицы микроклиматической изменчивости скорости ветра для склонов крутизной 10—20° было произведено картирование ветровых характеристик на исследуемой территории для двух направлений основного потока — юго-западного и северо-западного [рис. 2].

С помощью этих данных были получены сведения об изменении скорости ветра под воздействием рельефа при юго-западном направлении основного потока ветра. Для этого были подсчитаны площади различных форм рельефа, к которым относили тот или иной коэффициент микроклиматической изменчивости скорости ветра. При помощи сетки со стороной квадрата 0,5 см было вычислено, что горные системы занимают 32% общей площади исследуемого участка. Около 2% рельефа не искажают скорости ветра в силу того, что уклоны местности в этих формах менее 2°, что приравнивается к открытому ровному месту. Непригодными для анализа режима ветра по применяемой методике признаны те формы рельефа, крутизна склонов которых более 20°; на их долю приходится около 8% рельефа. Эти склоны выделены на рисунке

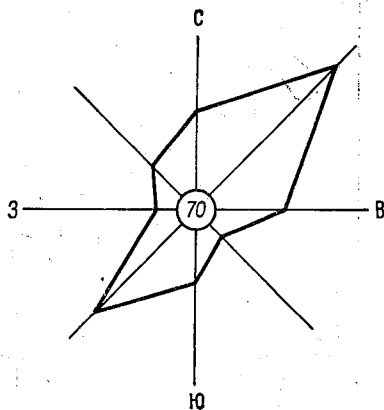
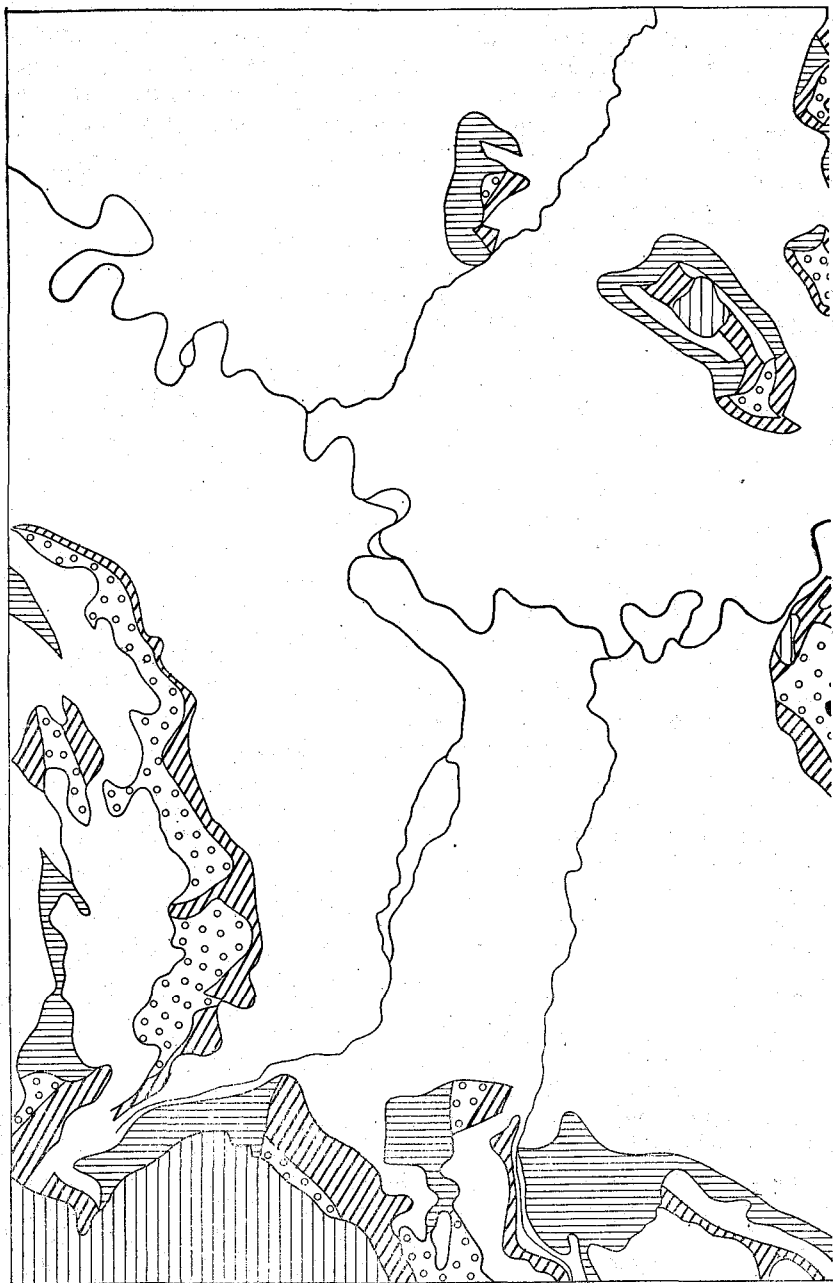


Рис. 1. Роза ветров за июль в Чарской котловине.



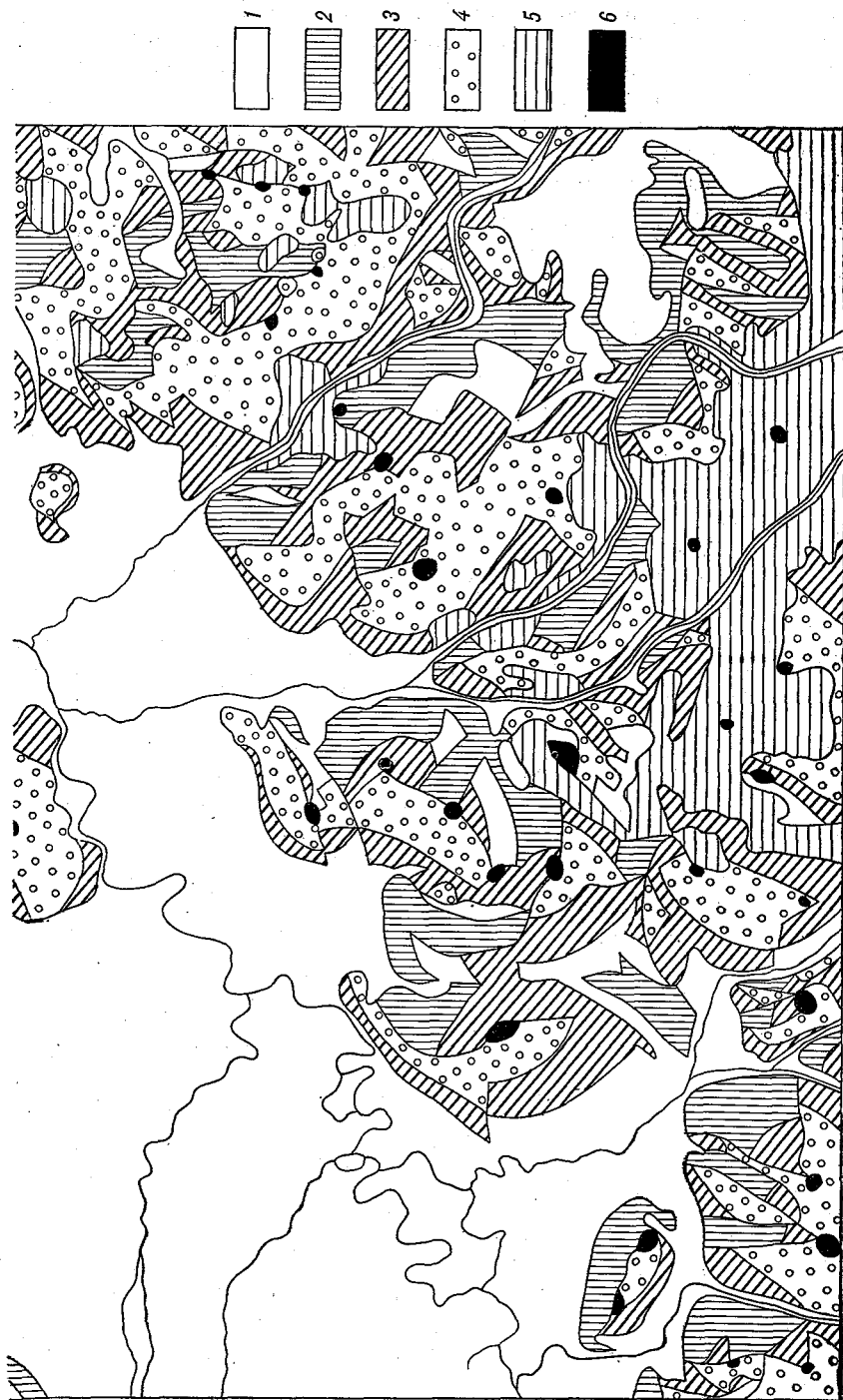


Рис. 2. Изменение коэффициентов скорости ветра юго-западного направления на территории котловины Чара.

1 — нормальные скорости ($K=0,9+1,0$), 2 — ослабление ветра ($K=0,6+0,9$), 3 — усиление ветра ($K=0,9+1,2$), 4 — большое усиление ветра ($K=1,2+1,8$), 5 — склоны крутизной $>20^\circ$, 6 — горные вершины.

соответствующей штриховкой (рис. 2). Таким образом, пригодными для исследования изменчивости скорости ветра в различных формах рельефа оказались 22% территории, занятой склонами различной ориентации крутизной от 3 до 20°.

Согласно имеющимся таблицам микроклиматической изменчивости скорости ветра, можно выделить зоны: 1) нормальных скоростей ветра, 2) ослабления ветра, 3) усиления ветра и 4) большого усиления скорости ветра. Исходя из этого, зона нормальных скоростей ветра ($K = 0,9 \div 1,0$) занимает 70% территории Чарской котловины, на зону ослабления ветра ($K = 0,6 \div 0,9$) приходится 5% общей площади, на зону усиления ветра ($K = 0,9 \div 1,2$) — 8% и, наконец, 9% всей территории занято зоной большого усиления скорости ветра ($K = 1,2 \div 1,8$).

Ослабление скорости ветра наблюдается в нижней и средней частях подветренных склонов крутизной 10—20°, в нижней части параллельных ветру склонов и по всей длине подветренных склонов с углами наклона до 10°.

Усиление скорости ветра приходится на нижние части наветренных склонов, верхние части подветренных и нижние части параллельных ветру склонов крутизной 10—20°, а также средние части наветренных и параллельных ветру склонов крутизной 3—10°.

Большое усиление скорости ветра в силу динамического воздействия рельефа характерно для верхних и средних частей наветренных и параллельных ветру склонов крутизной 10—20° и верхних частей наветренных склонов крутизной 3—10°.

На основании данных справочника по среднемесячной скорости ветра на ст. Чара [4] и коэффициентов микроклиматической изменчивости была составлена табл. 1. Все среднемесячные скорости отнесены к преобладающим направлениям основного потока воздуха, которые, как мы знаем, ориентированы вдоль котловины. Из таб-

Таблица 1

Изменчивость среднемесячной скорости ветра в различных местоположениях (м/с)

Зона	I	II	III	IV	V	VI
1	0,6	0,7	1,5	2,5	2,7	1,8
2	0,4—0,5	0,4—0,6	0,9—1,4	1,5—2,3	1,6—2,4	1,1—1,6
3	0,5—0,7	0,6—0,8	1,4—1,8	2,3—3,0	2,4—3,2	1,6—2,2
4	0,7—1,0	0,8—1,1	1,8—2,4	3,0—4,0	3,2—4,3	2,2—2,9
Зона	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	1,3	1,3	1,4	1,2	0,9	0,6
2	0,8—1,2	0,8—1,2	0,8—1,3	0,7—1,1	0,5—0,8	0,4—0,5
3	1,2—1,6	1,2—1,6	1,3—1,7	1,1—1,4	0,8—1,1	0,5—0,7
4	1,6—2,1	1,6—2,1	1,7—2,2	1,4—1,9	1,1—1,4	0,7—1,0

Примечание. Количественные характеристики зон даны в подписи к рис. 2. Зона I — ст. Чара.

Изменение скорости ветра по градациям с учетом местоположения

Склоны и части склонов	К	Скорости ветра на равном месте по градациям (м/с)							
		2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17

Крутизна 10-20°									
Наветренные	верхняя часть	1,6-1,8	3,2-3,6	6,4-7,2	9,6-10,8	12,8-14,4	19,2-21,6	22,4-25,2	25,6-28,8
	средняя часть	1,2-1,4	2,4-2,8	4,8-5,6	7,2-8,4	9,6-11,2	14,4-16,8	16,8-19,6	19,2-22,4
	нижняя часть	0,9-1,1	1,8-2,2	3,6-4,4	5,4-6,6	7,2-8,8	10,8-13,2	12,6-15,4	14,4-17,6
Подветренные	верхняя часть	0,9-1,2	1,8-2,4	3,6-4,8	5,4-7,2	7,2-9,6	10,8-14,4	12,6-16,8	14,4-19,2
	средняя часть	0,7-0,8	1,4-1,6	2,8-3,2	4,2-4,8	5,6-6,4	8,4-9,6	9,8-11,2	11,2-12,8
	нижняя часть	0,6-0,7	1,2-1,4	2,4-2,8	3,6-4,2	4,8-5,6	7,2-8,4	8,4-9,8	9,6-11,2
Параллельные	верхняя часть	1,6-1,8	3,2-3,6	6,4-7,2	9,6-10,8	12,8-14,4	19,2-21,6	22,4-25,2	25,6-28,8
	средняя часть	1,2-1,4	2,4-2,8	4,8-5,6	7,2-8,4	9,6-11,2	14,4-16,8	16,8-19,6	19,2-22,4
	нижняя часть	0,9-1,1	1,8-2,2	3,6-4,4	5,4-6,6	7,2-8,8	10,8-13,2	12,6-15,4	14,4-17,6

Крутизна 3-10°									
Наветренные	верхняя часть	1,2-1,3	2,4-2,6	4,8-5,2	7,2-7,8	9,6-10,4	14,4-15,6	16,8-18,2	19,2-20,8
	средняя часть	1,0-1,1	2,0-2,2	4,0-4,4	6,0-6,6	8,0-8,8	12,0-13,2	14,0-15,4	16,0-17,6
	нижняя часть	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	12,0	14,0	16,0
Подветренные	верхняя часть	0,8-0,9	1,6-1,8	3,2-3,6	4,8-5,4	6,4-7,2	9,6-10,8	11,2-12,6	12,8-14,4
	средняя часть	0,8-0,9	1,6-1,8	3,2-3,6	4,8-5,4	6,4-7,2	9,6-10,8	11,2-12,6	12,8-14,4
	нижняя часть	0,7-0,8	1,4-1,6	2,8-3,2	4,2-4,8	5,6-6,4	8,4-9,6	9,8-11,2	11,2-12,8
Параллельные	верхняя часть	1,1-1,2	2,2-2,4	4,4-4,8	6,6-7,2	8,8-9,6	13,2-14,4	15,4-16,8	17,6-19,2
	средняя часть	0,9-1,0	1,8-2,0	3,6-4,0	5,4-6,0	7,2-8,0	10,8-12,0	12,6-14,0	14,4-16,0
	нижняя часть	0,8-0,9	1,6-1,8	3,2-3,6	4,8-5,4	6,4-7,2	9,6-10,8	11,2-12,6	12,8-14,4

лиции видно, что скорости эти невелики и соответственно незначительны как ослабления, так и усиления ветра под воздействием рельефа. Минимум скоростей можно наблюдать в зоне ослабления в декабре—январе, когда он составляет 0,4—0,5 м/с, а максимум достигает 3,2—4,3 м/с и приходится на май.

В дополнение к построенным картам составлены также таблицы связи микроклиматических показателей ветровых характеристик со скоростями ветра определенной вероятности по грациям через 1 м/с (табл. 2, 3), что дает возможность предполагать различные скорости ветра на любом интересующем участке рельефа Чарской котловины. Как видно из этих таблиц, ощутимые увеличения скорости ветра, т. е. превышающие значения штормового минимума в 15 м/с, начинаются со скорости 10—11 м/с, но вероятности самих этих скоростей очень незначительны и находятся в интервале 0,03—1,4%.

Микроклиматическая оценка поля скорости ветра в пределах Чарской котловины дополняет более обобщенную характеристику ветрового режима всей территории освоения БАМ, представленную в статье Е. Н. Романовой [5].

Таблица 3

Вероятности скоростей ветра по грациям (%)

Месяц	Скорость (м/с)								
	0—1	2—3	4—5	6—7	8—9	10—11	12—13	14—15	16—17
I	90,1	6,1	1,2	1,6	0,4	0,2	0,2	0,2	0,03
II	86,9	7,8	2,3	1,3	0,7	0,1	0,5	0,3	0,1
III	73,5	12,0	6,0	3,3	2,0	1,0	1,0	0,5	0,6
IV	54,3	18,0	12,7	6,1	3,9	1,4	2,6	0,6	0,9
V	48,8	20,2	16,3	7,6	3,0	1,1	1,4	0,9	0,6
VI	62,6	18,0	11,7	4,5	1,6	0,5	0,5	0,3	0,2
VII	71,7	16,8	7,1	2,8	0,9	0,2	0,3	0,1	0,1
VIII	71,5	16,3	8,1	2,5	0,8	0,4	0,2	0,3	0,1
IX	69,7	12,0	1,8	2,8	1,3	0,5	0,6	0,2	0,1
X	76,2	11,9	5,9	3,0	1,3	0,5	0,7	0,2	0,2
XI	84,0	8,4	3,4	1,7	1,1	0,3	0,5	0,3	0,2
XII	89,4	7,0	1,8	0,7	0,4	0,03	0,3	0,1	0,3

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Караушева А. И. Климат и микроклимат района Кодар, Чара, Удакан. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 128 с.
2. Микроклимат СССР. Под ред. И. А. Гольцберг. — Л.: Гидрометеиздат, 1967, с. 38—68.
3. Романова Е. Н. Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата. — Л.: Гидрометеиздат, 1971, с. 139—142.
4. Справочник по климату СССР, вып. 23. Бурятская АССР и Читинская область. — Л.: Гидрометеиздат, 1967.
5. Романова Е. Н. Ветровой режим на территории освоения БАМ. — См. настоящий сборник, с. 23—34.

Л. Г. Васильева

РЕЖИМ МИНИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В РАЙОНЕ ЧАРСКОЙ КОТЛОВИНЫ ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ПОГОДЫ

Метеорологический режим обширных котловин, занимающих значительную площадь на территории Восточной Сибири, особенно режим минимальных температур ночи, представляет интерес для ряда отраслей промышленности и сельскохозяйственного производства. Однако количество работ по изучению термического режима ночи крайне ограничено [2, 3, 4, 6, 9 и пр.], хотя многие биологические процессы в природе в теплое время года лимитируются недостатком тепла за счет ночи.

В настоящей работе дана оценка фонового режима минимальной температуры по сезонам года на ст. Чара и показаны местоположения с разной степенью ночного выхолаживания при различных условиях погоды.

Для получения фоновой минимальной температуры использовались таблицы ТМ-1 ст. Чара Читинской области за 15-летний период (с 1951 по 1965 г.) для характерных месяцев сезонов (I, V, VII, IX). На основе этих данных найдены минимальные температуры по основным группам погоды, определяющим микроклиматические различия (табл. 1). Для сравнения в табл. 1 включены средняя минимальная температура воздуха и абсолютный минимум за каждый исследуемый месяц сезона. Выделены следующие типы погоды: 1) радиационное выхолаживание при ясном небе и слабых ветрах либо штиле; 2) радиационное выхолаживание, наступающее после холодной адвекции; 3) холодная адвекция; 4) теплая адвекция.

Критерием для выделения адвекций являлся учет основных погодных признаков, сопровождающих прохождение фронтов. Прохождение теплого фронта довольно четко прослеживается по срочным наблюдениям по определенной смене формы и балла облачности с последующими обложными осадками; по падению давления от срока к сроку; по усилению ветра и повышению температуры. Время прохождения фронта также отчетливо прослеживается по срочным наблюдениям, так как среднее время прохождения теплого фронта чаще всего равно 20 ч (реже более

Изменение минимальной температуры воздуха на ст. Чара за период
1951—1965 гг. под влиянием условий погоды в разные сезоны года (°C)

Месяц	Средняя минимальная температура за 1951—1965 гг.	Средняя многолетняя минимальная температура	Абсолютный минимум	Радиационное выхолаживание			Холодная адекция			Радиационное выхолаживание после холодной адекции				Теплая адекция		
				количество случаев	минимум	абсолютный минимум	количество случаев	минимум	абсолютный минимум	количество случаев	минимум	абсолютный минимум	количество случаев	количество случаев	минимум	абсолютный минимум
V	-3,0	-3,0	-19	83	-7,2	-12,1	8	-7,0	-9,1	22	-11,0	-14,9	37	3,9	10,9	
VII	9,0	8,8	-2	30	5,7	3,5	16	4,3	1,8	31	2,0	-2,0	12	13,5	16,2	
IX	-1,0	-1,2	-15	84	-5,8	-8,5	13	-5,0	-7,9	15	-9,8	-13,9	34	6,3	11,7	
I		-39,5	-57	951 1242	-47,21 -35,12	-52,41 -46,12	—	—	—	—	—	—	363	-27,53	-14,13	

¹ Радиационное выхолаживание при штиле и безоблачном небе или при наличии радиационного тумана, переходящего в облачность.

² Переменная облачность, штиль.

³ Случаи с адекцией тепла при сильных ветрах.

суток). Труднее прослеживаются быстро проходящие фронты продолжительностью 10—12 ч, о наличии которых приходится судить по двум-трем срочным наблюдениям.

Прохождение холодного фронта также связано с определенной сменой облачности, предфронтальным падением давления и резким зафронтальным ростом давления, быстрым понижением температуры, резким изменением направления ветра часто с большими скоростями, которые не всегда удается проследить из-за их большой порывистости и кратковременности по таблицам ТМ-1.

Наибольшее число случаев из рассматриваемых типов погоды в Чаре приходится на ночи с радиационным выхолаживанием, отмечающимся чаще в переходные сезоны и зимой. Зимой при сильном радиационном выхолаживании с различного рода слоями инверсии при достаточной влажности воздуха и, особенно, при росте удельной влажности с высотой связаны процессы образования туманов и низких облаков. Например, на ст. Чара в январе за 15 лет наблюдалось 95 ночей с радиационным выхолаживанием, из них в 13 случаях было ясное небо и штиль и в 82 случаях — радиационный туман и штиль. Осредненная минимальная температура воздуха при ясном небе и штиле составляет $-47,5^{\circ}\text{C}$ (абсолютный минимум $-52,2^{\circ}\text{C}$), а при радиационном тумане $-46,9^{\circ}\text{C}$ (абсолютный минимум $-52,4^{\circ}\text{C}$).

Ослабление мороза зимой связано с адвекцией тепла при больших скоростях ветра (≥ 10 — 14 м/с). Такой тип погоды за весь период наблюдался 36 раз, минимальная температура в среднем повышалась до $-27,5^{\circ}\text{C}$ (в отдельных случаях до $-14,1^{\circ}\text{C}$).

Летом число ночей с радиационным выхолаживанием наименьшее в году, но все же превышает число ночей с другими условиями погоды. Минимальная температура в ясные тихие ночи июля за весь период не опускалась ниже $3,5^{\circ}\text{C}$, в ночи с холодной адвекцией не опускалась ниже $1,8^{\circ}\text{C}$. Ниже 0°C она понижалась при адвективно-радиационном типе погоды в пяти случаях из 31 за весь период, причем 2 июля 1960 г. был отмечен абсолютный июльский минимум $-2,0^{\circ}\text{C}$.

В условиях Чарской котловины адвекции холода летом, как правило, кратковременны — несколько часов (сутки и более очень редко). Наблюдаются они чаще всего в дневные часы и приводят к похолоданию в среднем до $4,3^{\circ}\text{C}$ (16 случаев), минимум $1,8^{\circ}\text{C}$ при среднем многолетнем минимуме $8,8^{\circ}\text{C}$. Изменение минимальной температуры в зависимости от перечисленных условий погоды показано в табл. 1.

Наибольшие перепады минимальной температуры воздуха в течение месяца при разных условиях погоды также прослеживаются по табл. 1. В мае и сентябре эти разности составляют 26°C , в июле 18°C и в январе возрастают до 36°C .

Для получения микроклиматической изменчивости минимальной температуры воздуха в ясные ночи необходим учет особенностей перераспределения холодного воздуха в пересеченном рельефе.

В ночи с адвекцией важно правильно учесть нарушение динамики ветрового потока под влиянием рельефа и других условий защищенности.

Средняя многолетняя минимальная температура на ст. Чара в июле $8,8^{\circ}\text{C}$, в ясные тихие ночи она понижается до $5,7^{\circ}\text{C}$, а в ясные тихие ночи после холодной адвекции — до $2,0^{\circ}\text{C}$. Абсолютные минимумы составляют в первом случае $3,5^{\circ}\text{C}$, во втором $2,0^{\circ}\text{C}$. Имея эти фоновые значения июльской минимальной температуры для указанных погодных условий (табл. 1) и соответствующую величину микроклиматической изменчивости элемента [1], можно рассчитать его величину для разных местоположений (табл. 2).

Произведенный расчет показал, что в ясные тихие ночи июля $t_{\text{мин}}$ изменяется от $8-9^{\circ}\text{C}$ на вершинах гор, окружающих Чарскую котловину, до $2,5-3,0^{\circ}\text{C}$ на днищах их долин с затрудненным стоком холодного воздуха при фоновом ее значении на дне Чарской котловины $5,7^{\circ}\text{C}$. Подобный расчет произведен и для ясных тихих ночей после холодной адвекции.

В соответствии с табл. 2 построена картограмма (рис. 1) распределения $t_{\text{мин}}$ в ясные тихие ночи и в ночи после холодной адвекции. Для обеих погодных ситуаций на картограмме выделены аналогичные типы местоположений, различия прослеживаются по табл. 2 по уровню минимальных температур.

В сложных условиях рельефа Чарской котловины и окружающих ее гор для выделения площадей с разной минимальной температурой в ночь с холодной адвекцией при северо-восточном ветре использована типизация местоположений [8] по величине коэффициента изменения скорости ветра в рельефе при устойчивой стратификации атмосферы.

Зависимость разной степени понижения температуры воздуха от изменения скорости ветра количественно не выражена. Известно, что при холодной адвекции во всех местах, открытых холодному ветру, наблюдается интенсивное снижение температуры. Наиболее благоприятными в такую погоду оказываются защищенные от ветра местоположения с ослабленными скоростями ветра.

Для составления микроклиматической картограммы по режиму минимальной температуры в ночи с холодной адвекцией необходимо разделить исследуемую территорию на доминирующую и недоминирующую. Для этого можно использовать критерий доминирования [7]:

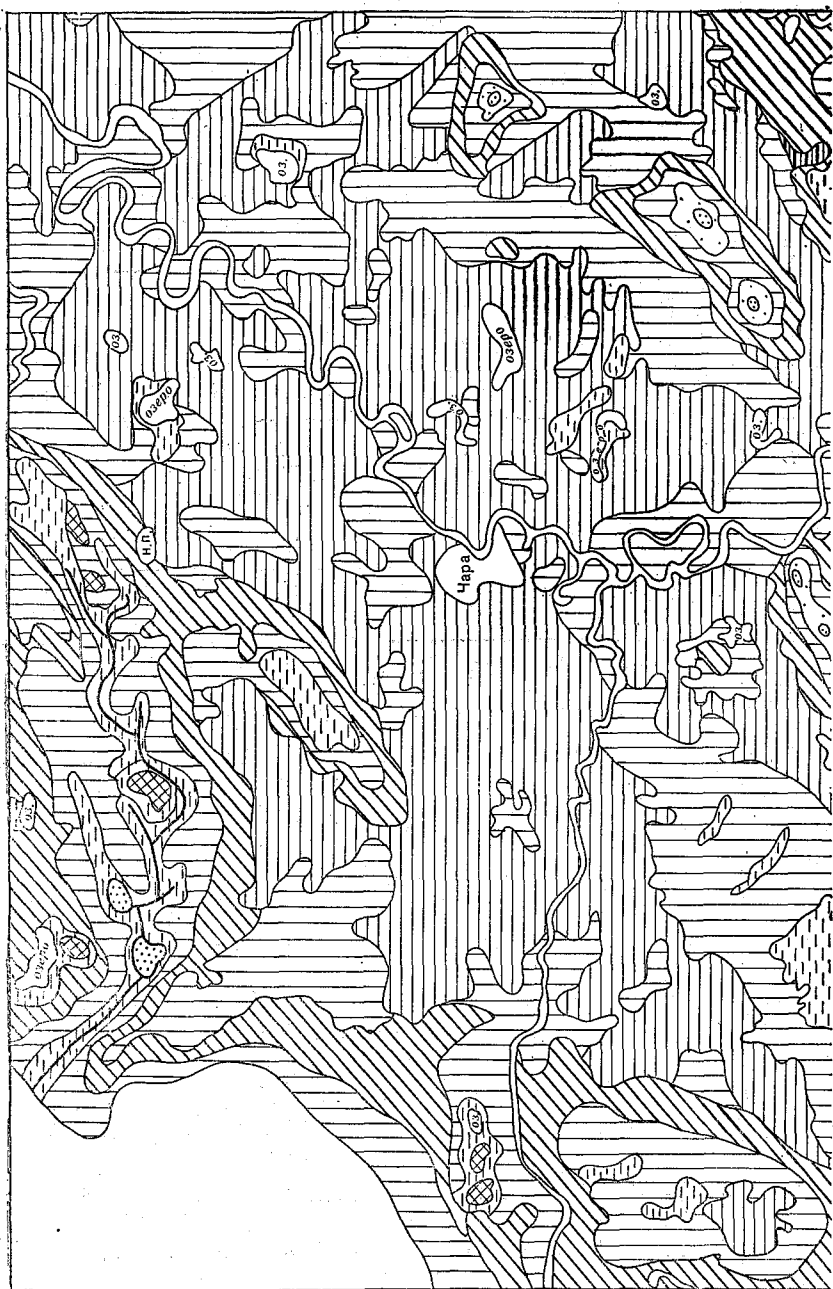
$$\text{tg} \alpha = \frac{\Delta h}{S} \leq 5^{\circ} \text{ при } \Delta h < \frac{1}{20} S,$$

где Δh — превышение одной точки местности над другой, S — расстояние между точками.

Этот угол является комплексной характеристикой относительного превышения и расстояния. В условиях горного и среднегорного рельефа Чарской котловины вертикальный угол, характеризующий критерий доминирования, увеличен до 5° из-за возрастания морфометрических характеристик рельефа. При таком значе-

Распределение минимальной температуры воздуха в ночи с радиационным
выхолаживанием в районе ст. Чара. Июль (°C)

Усл. обозначение на рис. 1	Тип местоположения	Средняя многолетняя		При ясной тихой погоде			При радиационном выхолаживании после холодной адвекции		
		от	до	средняя		минимум	средняя		минимум
				от	до		от	до	
1	Дно замкнутых долин и их частей. Дно замкнутых котловин. Дно частей долин с затрудненным стоком и хорошим притоком холодного воздуха	6,5	6,0	3,0	2,5	1,0	-0,5	-1,0	-4,5
2	Дно извилистых долин и их частей (уклон дна $\leq 2^\circ$, ширина долины ≤ 2 км)	7,5	6,5	4,0	3,0	2,0	0,5	-0,5	-3,5
3	Дно прямых долин и их частей (уклон дна долины $\leq 2^\circ$, ширина долины 2,5 км — без средней части дна долины). Подножия и нижние части прямых безлесных склонов долин и их частей с небольшим уклоном дна долин $\leq 5^\circ$. Поляны	8,5	7,5	5,0	4,0	3,0	1,5	0,5	-2,5
4	Заболоченные широкие долины и их части, заболоченные поймы рек (без влияния реки). Сырые пониженные места вблизи старц	7,5	7,0	4,0	3,5	2,0	0,5	0	-3,5
5	Доминирующие вершины различных возвышений ($H \geq 1000-1200$ м)	12,0	13,0	8,5	9,5	6,5	5,0	6,0	1,0
6	Верхние части безлесных склонов доминирующих возвышенностей ($H \geq 1000-1200$ м), возвышаемых перевалами, седловинами	11,0	12,0	7,5	8,5	5,5	4,0	5,0	0
7	Непродуваемые плато, плоскогорья с оттоком холодного воздуха, верхние террасы, высокие берега рек (без влияния реки)	10,0	11,0	6,5	7,5	4,5	3,0	4,0	1,0
8	Ровные места с оттоком холодного воздуха, низины и другие понижения рельефа	10,0	10,5	6,5	7,0	4,5	3,0	3,5	1,0
9	Берега озер (не далее 500 м от уреза воды)	10,5		7,0		5,0	3,5		0,5
10	Ровное место, середины склонов	8,8		5,7		3,5	2,0		-2,0



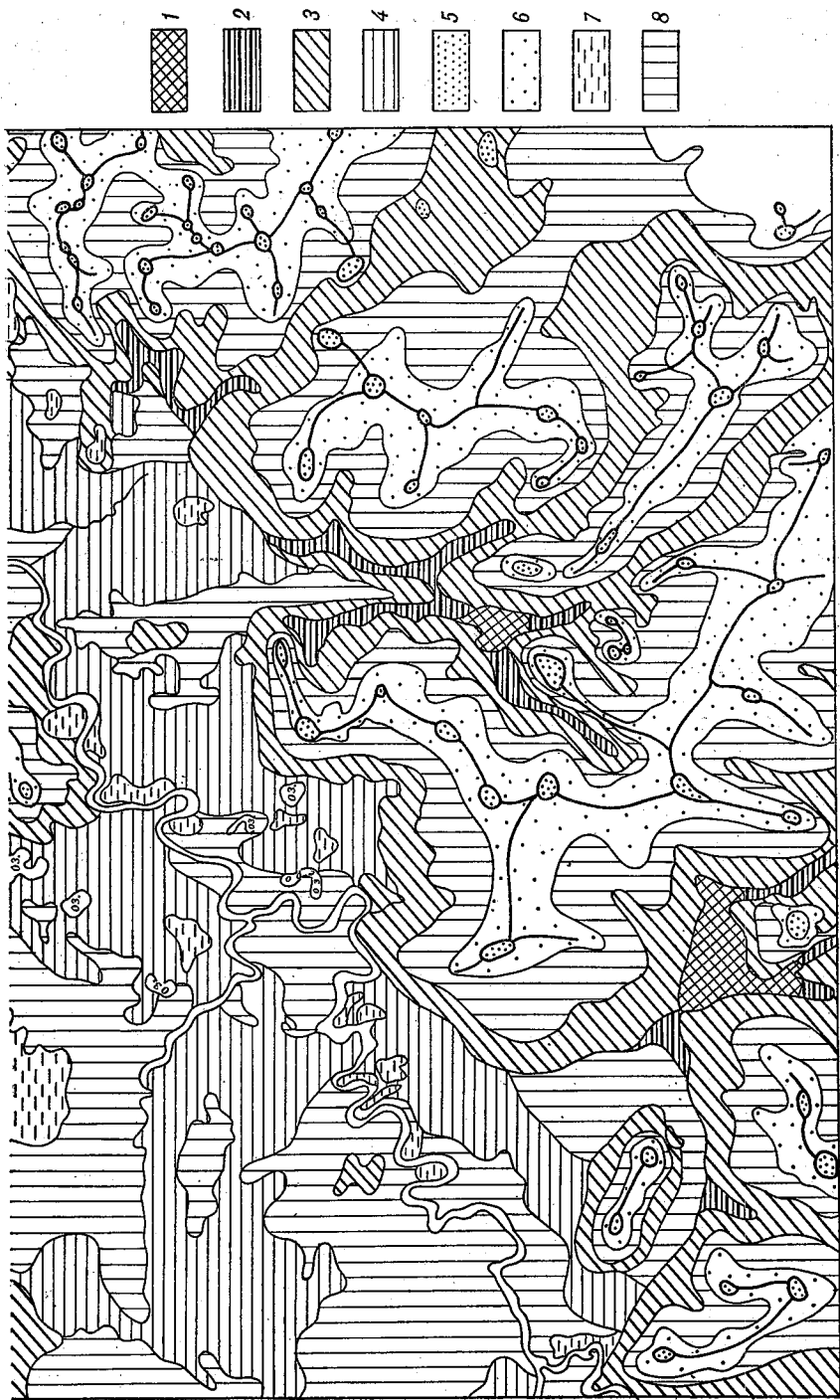


Рис. 1. Распределение минимальной температуры воздуха в ночи с радиационным выхолаживанием на территории Чарской котловины и окружающих ее гор. Июль.
Усл. обозн. 1—8 см. в табл. 2.

нии вертикального угла при относительных превышениях, равных 300—500 м, критическое значение расстояния увеличивается до 4000 и 5000 м.

Четкое разграничение территорий по этому признаку необходимо для введения соответствующего коэффициента изменения скорости ветра.

Для отдельно стоящих возвышений и всех горных склонов, обращенных в Чарскую котловину, а также горных вершин и частей наветренных склонов, доминирующих над окружающей местностью в сложном горном рельефе, использованы коэффициенты изменения скорости ветра для открытых возвышений. Для условий недоминирующего рельефа использованы коэффициенты для соответствующей формы рельефа [8].

Вся рассматриваемая территория разделена на пять термических районов (табл. 3, рис. 2). В холодный район включены все местоположения с максимальным усилением скорости ветра ($K = 1,1 \div 1,3$), перечисленные в табл. 3. Минимальная температура на доминирующих вершинах и в их верхних частях, открытых холодному ветру, ниже фоновой. Величина этого понижения усугубляется значительной высотой горных вершин, где благодаря высотному градиенту минимальная температура еще ниже.

По данным М. Я. Глебовой и др. [5], величина этого понижения в ночи с холодной адвекцией на вершинах холмов составляет 1,0—1,5°C по сравнению с ровным местом в холмистом рельефе.

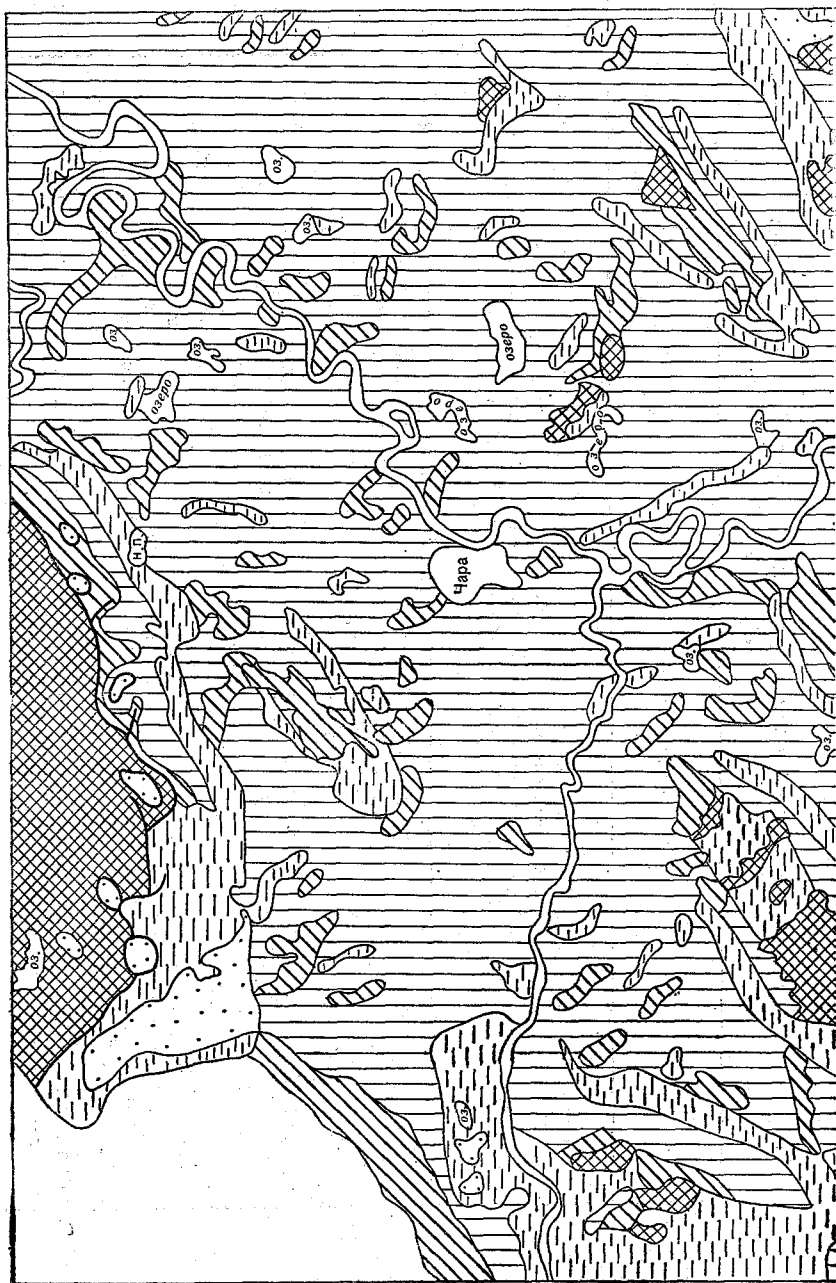
Можно предположить, что на вершинах гор, окружающих Чарскую котловину, эта цифра может оказаться существенно большей. Однако такое соотношение температуры быстро нарушается при ослаблении ветра.

Верхние части подветренных склонов, обращенные в непродуваемые долины, отнесены к умеренно холодному району, хотя величина коэффициента изменения скорости ветра составляет 0,8—0,9. Не следует забывать, что при больших скоростях ветра верхние части подветренных склонов, примыкающих к водоразделам, несколько холоднее за счет обтекания хребта сверху ветровым потоком и некоторого усиления здесь скоростей ветра. Кроме того, высотный градиент снижает минимальную температуру воздуха здесь так же, как и на всех верхних частях горных склонов и их вершинах.

Горы, окаймляющие Чарскую котловину с юго-востока, представляют собой ряд параллельных горных хребтов, вытянутых в основном с северо-запада на юго-восток, т. е. перпендикулярно преобладающему северо-восточному ветру. Горные долины первого порядка, разделяющие эти хребты, находятся в условиях ветровой тени. Поэтому в ночи с холодной адвекцией при северо-восточном ветре дно и склоны этих непродуваемых долин находятся в несколько более благоприятных условиях термического режима по сравнению с ровным открытым местом и наветренными склонами ($K = 0,6$ и менее) и включены в теплый район. К умеренно теплomu

Режим минимальной температуры воздуха в ночи с адвекцией холода при северо-восточном ветре скоростью 6 м/с в районе ст. Чара. Июль

Усл. обозначение на рис. 2	Группы местоположений	Коэффициент изменения скорости ветра K	Терминский район
1	Вершины открытых отдельно стоящих возвышений. Верхние части наветренных склонов отдельно стоящих возвышений. Доминирующие над окружающим рельефом верхние части наветренных склонов, обращенных в непродуваемые долины. Верхние и средние части склонов долин, продуваемых ветром. Дно и нижние части склонов долин, продуваемых ветром	1,1—1,3	Холодный
2	Верхние части параллельных ветру склонов открытых отдельно стоящих возвышений. Доминирующие над окружающей местностью верхние части склонов, хребтов, вытянутых параллельно ветру. Доминирующие над окружающей местностью верхние части подветренных склонов, обращенных в непродуваемые долины ($K = 0,8 \div 0,9$). Открытые наветренные опушки леса	1,0—1,1	Умеренно холодный
3	Средние и нижние части наветренных склонов открытых отдельно стоящих возвышений. Ровное, открытое место (без леса). Части больших (диаметр $> 0,5$ км) полян и болот, открытых ветру	0,9—1,1	Фон
4	Подветренные склоны (верхние, средние, нижние части) открытых отдельно стоящих возвышений. Средние и нижние части склонов, ориентированных параллельно ветру, открытых отдельно стоящих возвышений. Средние части склонов долин, не продуваемых ветром. Поляны диаметром $\leq 0,5$ км. Закрытые лесом части опушек не далее 300 м от леса	0,7—0,9	Умеренно теплый
5	Дно и нижние части склонов долин, не продуваемых ветром. Дно и склоны замкнутых долин, ложин (верхние, средние, нижние части)	0,6 и менее	Теплый



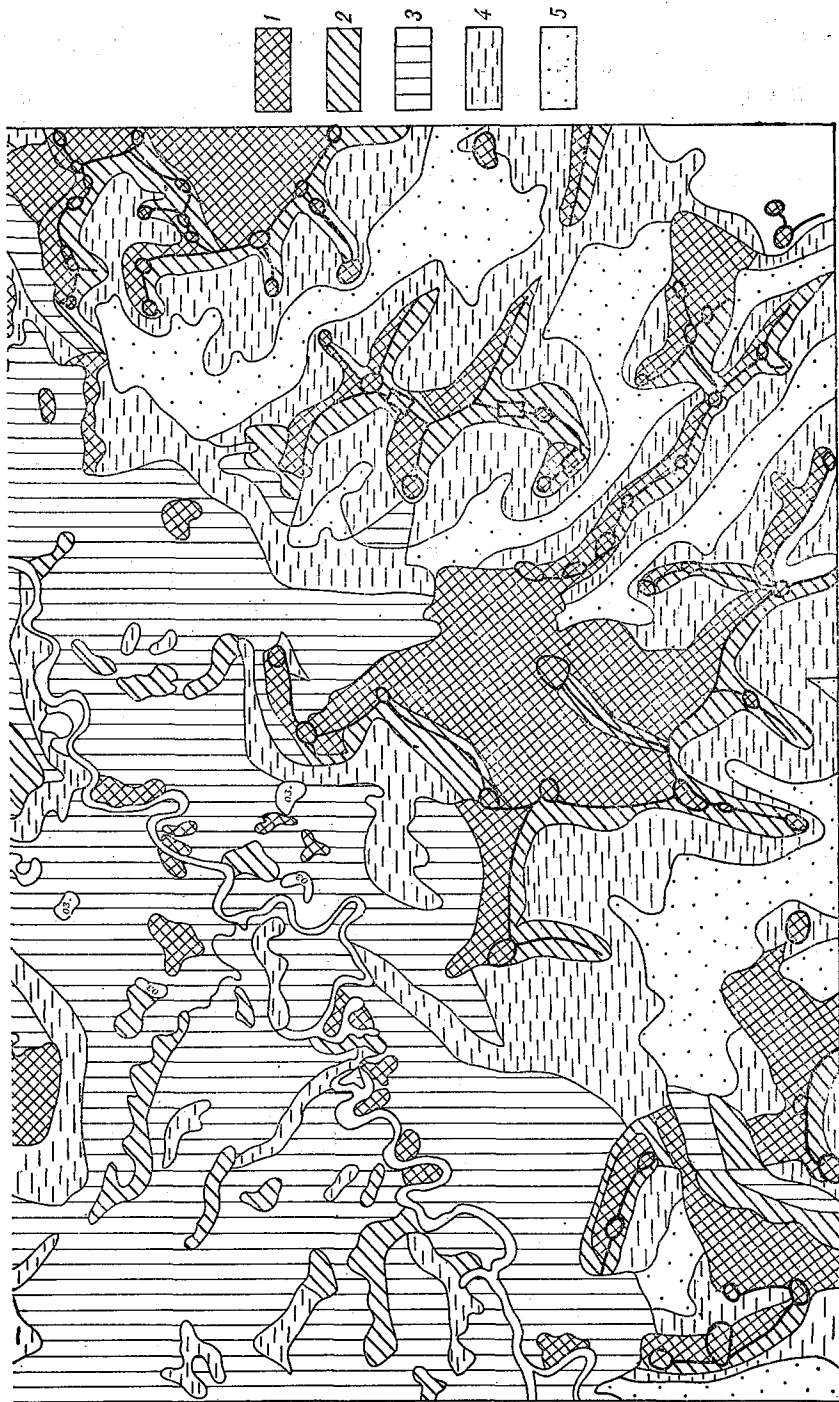


Рис. 2. Режим минимальной температуры воздуха в ночи с холодной адвекцией при северо-восточном ветре скоростью ≥ 6 м/с на территории Чарской котловины и окружающих ее гор. Июль.
Усл. обозн. 1—5 см. в табл. 3.

району отнесены все местоположения с небольшим ослаблением скоростей ветра ($K = 0,7 \div 0,9$).

Район с фоновой температурой включает все открытые ровные территории, где отсутствует влияние динамического фактора на скорость ветра. Величина фоновой минимальной температуры в июле в ночь с холодной адвекцией для условий подстилающей поверхности Чарской котловины составляет $4,3^{\circ}\text{C}$, а в наиболее холодную ночь $1,8^{\circ}\text{C}$.

Влияние лесных массивов на формирование режима минимальной температуры учтено только для ровного места (с уклоном местности менее 2°C). Все наветренные части опушек леса включены в умеренно холодный район, а защищенные лесом от холодного ветра места в пределах 300 м от леса и поляны диаметром менее 0,5 км — в умеренно теплый.

По аналогии с представленными картограммами можно строить микроклиматические картограммы для других погодных ситуаций. Например, для случаев с теплой адвекцией необходимо учитывать условия естественного выхолаживания с высотой с одновременным повышением температуры за счет адвекции тепла, проявляющимся наиболее сильно в начальный период адвекции на открытых ветру склонах и горных вершинах. Таким образом, в зависимости от условий погоды необходим комплексный учет всех основных факторов, формирующих термический режим разных местоположений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильева Л. Г. Микроклиматическая изменчивость минимальной температуры воздуха летом в районе строительства Байкало-Амурской магистрали. — Труды ГГО, 1977, вып. 385, с. 59—66.
2. Гольцберг И. А. Картирование некоторых показателей термического режима воздуха. — Труды ГГО, 1960, вып. 113, с. 85—88.
3. Караушева А. И. Климат и микроклимат района Кодар, Чара, Удокан. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 128 с.
4. Микроклимат СССР. Под ред. И. А. Гольцберг. — Л.: Гидрометеиздат, 1967. 286 с.
5. Микроклимат холмистого рельефа и его влияние на сельскохозяйственные культуры. — Л.: Гидрометеиздат, 1962. 250 с.
6. Мищенко З. А. Суточный ход температуры воздуха и его агроклиматическое значение. — Л.: Гидрометеиздат, 1962. 200 с.
7. Романова Е. Н., Васильева Л. Г. Кодовая типизация местоположений метеорологических станций. — Труды ГГО, 1976, вып. 375, с. 14—36.
8. Романова Е. Н. Возможности пространственной интерполяции скорости ветра в приземном слое воздуха в горах. — Труды ГГО, 1973, вып. 306, с. 108—113.
9. Щербакова Е. Я. Восточная Сибирь. Климат СССР, вып. 5. — Л.: Гидрометеиздат, 1961. — 300 с.

Е. Н. Романова, З. И. Николаева

ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТЕРРИТОРИИ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РСФСР

Интенсификация сельскохозяйственного производства на территории нечерноземной зоны РСФСР тесно связана с различными мелиоративными мероприятиями. Чтобы установить оптимальные условия увлажнения, необходимо проводить работы по осушению и орошению, а также осуществлять двустороннее регулирование водного режима почвы.

Однако в пределах единой климатической зоны может наблюдаться очень существенное варьирование влагозапасов в различных местоположениях, причем это варьирование может быть больше, чем при переходе из одной климатической зоны в другую [4]. В связи с этим становится очевидно, что и в пределах одной климатической зоны мелиоративные мероприятия должны быть дифференцированы в зависимости от местоположения. Цель дифференцирования мелиоративных мероприятий — обеспечить оптимальные условия увлажнения во всех местоположениях.

Потребность фитоценозов в водных ресурсах можно оценивать в зависимости от количества влаги, расходуемой растениями на испарение [1, 2, 5].

В работе [4] были получены отношения испарения к испаряемости E/E_0 с количественными характеристиками влажности почвы, выраженными в процентах от полной влагоемкости (ПВ) и в категориях влажности. Эта зависимость представлена на рис. 1, согласно которому существует несколько стадий испарения. При большом насыщении почв влагой отношение $E/E_0 \approx 1$, т. е. испарение практически не зависит от влажности почвы, что наблюдается в диапазоне изменения влажности почвы от 100 до 80% ПВ, или же от влажности, равной полной полевой влагоемкости, до капиллярной влагоемкости (КВ). Затем отношение E/E_0 линейно убывает с уменьшением влажности почвы. Эта стадия охватывает диапазон влажности от 80 до 40% ПВ, или же от капиллярной влагоемкости до влажности разрыва капилляров (ВРК). Следующая стадия характеризуется еще более быстрым убыванием рассматриваемого отношения, которое наблюдается в диапазоне влаж-

ности 40—20% ПВ, или же от ВРК до ВЗ (влажности завядания). При влажности почвы ниже ВЗ ($<20\%$ ПВ) испарение практически отсутствует ($E/E_0 < 0,05$).

Потребность в воде растений тесно связана с рассмотренной зависимостью. Известно, что оптимальные условия увлажнения на-

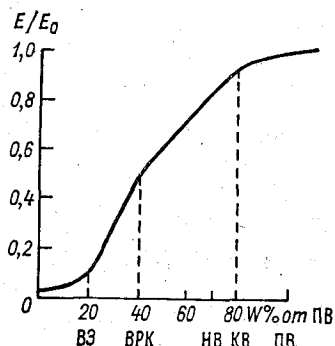


Рис. 1. Зависимость отношения E/E_0 от влажности почвы.

блюдаются при влажности почвы, равной наименьшей влагоемкости (НВ), поскольку при НВ имеют место наиболее благоприятные сочетания водоснабжения и аэрации корневой системы растений. Такие оптимальные условия, естественно, сохраняются в некотором диапазоне влажности почвы ($\pm 10\%$ ПВ). Этот диапазон (60—80% ПВ) и принят за оптимальные условия увлажнения растений, что подтверждается многочисленными экспериментами в природных условиях [2, 4, 6].

Уменьшение влажности почвы от 60 до 40% ПВ, т. е. ~ от НВ до ВРК в слое 0—50 см не является опасным

для жизни растений. Однако при этом в слое 0—20 см влажность почвы может быть и существенно меньше, чем средняя влажность в слое 0—50 см. Для роста растений очень важно, чтобы запасы влаги в пахотном слое были достаточными, в особенности это имеет большое значение весной, поскольку именно здесь находятся прорастающие семена и сосредоточена корневая система молодых растений. В связи с изложенным при влажности почвы 40—60% ПВ в критические периоды развития растений необходимы отдельные поливы.

При влажности почвы 20—40% ПВ (ВРК — ВЗ) растения постоянно испытывают недостаток влаги и для создания оптимальных условий увлажнения необходимо периодическое орошение.

Если влажность почвы достигает и опускается ниже влажности завядания ($\leq 20\%$ ПВ), то требуется постоянное систематическое орошение.

При избыточном увлажнении, т. е. если влажность почвы больше 80—90% ПВ (выше KB), необходим сброс избытка воды, поскольку в почве вода вытесняет воздух из пор и растения страдают от недостатка аэрации. На территории Нечерноземья мелиорации, направленные на осушение почвы, занимают больший объем, чем другие виды мелиораций.

В соответствии с изложенным в табл. 1 приводятся различные характеристики влажности почвы и схемы мелиораций в зависимости от степени насыщения почвы влагой.

В пределах Нечерноземья выделены четыре климатические зоны увлажнения (рис. 2):

зона 1 — относится к холодному поясу. Здесь наблюдается постоянное переувлажнение почвы. Мелиоративные мероприятия во

Таблица 1

Водные мелиорации в зависимости от увлажнения почвы

Характеристика	Влажность почвы (% от ПВ)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Запасы продуктивной влаги	25	0	25	50	70	95	120	140	165	190
Категория влажности почвы	МГ	ВЗ		ВРК			НВ	КВ		ПВ
Вид мелиорации	Систематическое орошение		Периодическое орошение	Поливы в критические периоды развития растений			Оптимальное увлажнение		Сброс избытка воды	

всех местоположениях должны быть направлены на осушение. Дифференцирование их выражается в различной степени осушки;

зона 2 — избыточно влажная зона умеренного пояса, занимающая значительную часть территории Нечерноземья. Весной здесь почти все местоположения переувлажнены и необходим сброс воды. Исключения составляют верхние и средние части южных и западных склонов. Летом сброс избытка воды необходим только с подножий склонов и понижений рельефа; на верхних и средних частях западных склонов, средних частях южных склонов необходимы отдельные поливы в критические периоды развития растений; верхние части южных склонов нуждаются в орошении (периодическом). Увлажнение прочих местоположений оптимальное;

зона 3 — достаточно влажная зона, также занимает значительную часть территории Нечерноземья. Весной сброс избытка воды необходим с подножий склонов всех экспозиций и нижних частей склонов северной и восточной экспозиций. На верхних частях южных и западных склонов необходимы отдельные поливы. Увлажнение прочих местоположений оптимальное. Летом оптимальным увлажнением характеризуются только подножия склонов всех экспозиций. На верхних и средних частях южных и западных склонов необходимо периодическое орошение. Для всех прочих местоположений необходимы отдельные поливы в критические периоды развития растений;

зона 4 — слабо засушливая, занимает лишь самые южные и юго-восточные районы Нечерноземья. Весной подножия склонов нуждаются в сбросе избытка воды, а верхние и средние части южных и западных склонов требуют отдельных поливов, остальные местоположения оптимально увлажнены. Летом для оптимального увлажнения необходима дополнительная влага во всех местоположениях: подножия склонов всех экспозиций и нижние части северных и восточных склонов нуждаются в отдельных поливах, нижние и средние части южных и западных склонов, средние и верхние части северных и восточных склонов требуют периодического

орошения, а верхние части южных и западных склонов нуждаются в систематическом орошении.

Схема дифференцирования мелиоративных мероприятий в зависимости от местоположения на территории Нечерноземья дана на рис. 3 для весны и лета. Концентрические окружности представляют различные части склона: верхнюю (прилегающую к центру

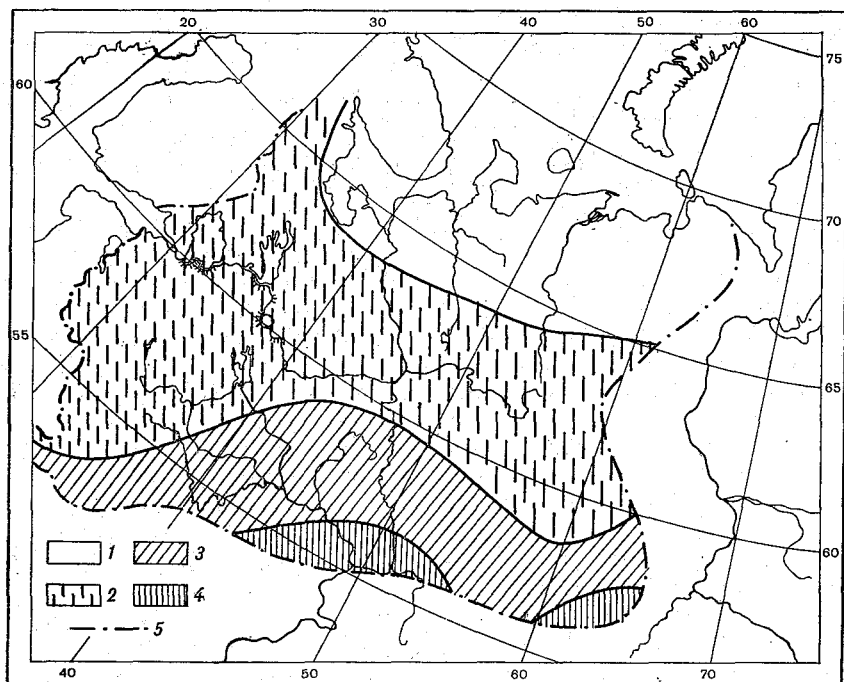


Рис. 2. Климатические зоны увлажнения Нечерноземья РСФСР.

1 — избыточно влажная зона холодного пояса, 2 — избыточно влажная зона умеренного пояса, 3 — достаточно влажная зона, 4 — слабо засушливая зона, 5 — граница Нечерноземья РСФСР.

окружность), среднюю, нижнюю и подножие (окружности соответственно удаленные от центра). Окружности разделены на четыре сектора, что соответствует четырем основным экспозициям (северной, южной, западной, восточной). Согласно вышеизложенному и рис. 3, в пределах Нечерноземья для создания оптимальных условий увлажнения почвы следует применять все виды мелиораций.

Система дифференцирования мелиоративных мероприятий основывается на учете требований растений к водоснабжению корнеобитаемого слоя и особенностей распределения влажности почвы в зависимости от местоположения и зоны увлажнения.

Дифференцирование мелиоративных мероприятий в зависимости от местоположения в пределах единой климатической зоны показано на конкретном примере совхоза, расположенного на северо-

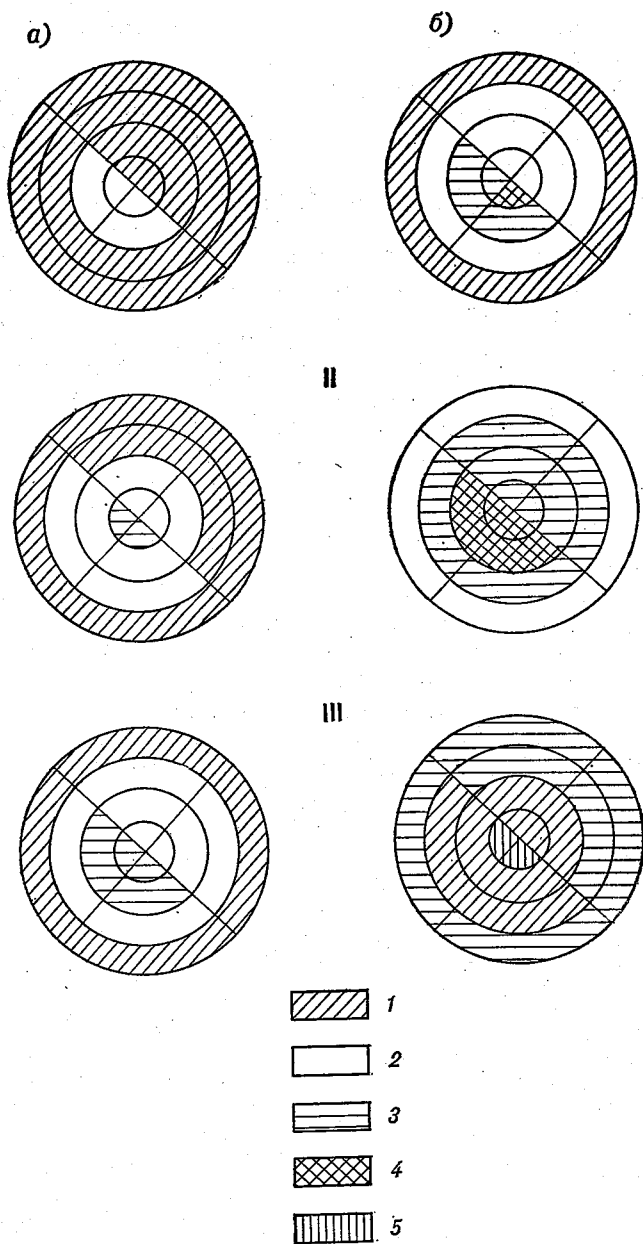


Рис. 3. Схема дифференцирования мелиоративных мероприятий в зависимости от местоположения на территории Нечерноземья.

Зоны: I — избыточно влажная, II — достаточно влажная, III — слабо засушливая; а — весна, б — лето; 1 — сброс избытка воды, 2 — оптимальное увлажнение, 3 — поливы в критические периоды развития растений, 4 — периодическое орошение, 5 — систематическое орошение.

востоке Ленинградской области, т. е. в избыточно влажной зоне умеренного пояса.

Прежде, чем дать рекомендации по дифференцированию мелиоративных мероприятий для конкретной территории, необходимо получить количественные характеристики влажности почвы в разных местоположениях в пределах этой территории. На основании выполненных ранее разработок [4, 5] для условий Ленинградской области составлена табл. 2, в которой приведены данные по увлажнению почвы среднего механического состава в различных местоположениях в слое 0—50 см. Количественные значения влажности почвы приведены в процентах от полной влагоемкости и в запасах продуктивной влаги в миллиметрах для теплого периода в целом, а также для весны (май), лета (июль) и осени (сентябрь) для почв среднего механического состава. Если в пределах рассматриваемой территории имеются легкие (пески, супеси) и тяжелые почвы (тяжелые суглинки, глины), то для определения запасов продуктивной влаги в первом приближении данные табл. 2 для почв среднего механического состава нужно уменьшить для легких и увеличить для тяжелых на 25 мм для соответствующих местоположений.

Летом запасы продуктивной влаги различаются в зависимости от местоположения больше, чем весной. Они изменяются от 25—50 мм в верхних частях южных склонов до 150 мм у подножий склонов, в низинах, замкнутых понижениях. Оптимальные условия увлажнения почв наблюдаются при влажности почв, равной 60—80% ПВ, что соответствует для почв среднего механического состава 100—125 мм продуктивной влаги в слое 0—50 см, легкого — несколько меньше — 75—100 мм.

Как известно, в отдельные годы колебания влажности почв могут быть очень значительными и описанные выше условия увлажнения почвы имеют место лишь примерно в 50% лет, т. е. 1 раз в 2 года.

Многолетние данные о временной изменчивости в разных формах рельефа отсутствуют, поэтому для таких оценок нужно использовать косвенные способы. Для этой цели была найдена связь ГТК Г. Т. Селянинова со значениями влажности почвы, выраженной в процентах от полной влагоемкости. ГТК является хорошим показателем влагообеспеченности, и для него имеются рассчитанные вероятностные характеристики. Используя полученные соотношения ГТК и влажности почвы в процентах от ПВ, а также номограмму для расчета ГТК различной обеспеченности [1], мы получили номограмму для расчета влажности почвы в процентах от ПВ, с помощью которой можно рассчитать влажность почвы различной обеспеченности в разных элементах рельефа. Эти данные представлены на рис. 4, на котором приводится влажность почвы обеспеченностью 95, 90, 80, 50, 20 и 10% для различных форм рельефа в разных зонах увлажнения [3] для склонов прямого и вогнутого профиля за теплый период в целом. Аналогичные серии номограмм можно составить и для отдельных сезонов.

Увлажнение почвы среднего механического состава в различных
местоположениях (слой 0—50 см)
(средние многолетние данные)

Местоположение	Теплый период		Весна		Лето		Осень	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Верхние части склонов южных западных	40—50 50—60	50—75 75—100	60—70 50—70	100—125 100—125	30—40 40—50	25—50 50—75	50—60 50—60	75—100 75—100
Средние части южных и западных склонов	60—70	100—125	70—80	125—150	50—60	75—100	60—70	100—125
Верхние части восточных склонов	60—70	100—125	80—90	150—175	50—60	75—100	70—80	125—150
Равнины, верхние части северных, средние части северных и восточных склонов	70—80	125—150	80—90	150—175	60—70	100—125	70—80	125—150
Нижние части склонов южных и западных северных и восточных	70—90 80—90	125—150 150—175	80—90 90—100	150—175 175—200	60—70 70—80	100—125 125—150	70—80 80—90	125—150 150—175
Низменности	60—90	150—175	90—100	175—200	70—80	125—150	80—90	150—175
Замкнутые понижения	80—90	150—175	90—100	175—200	70—80	125—150	80—90	150—175

Примечание. 1 — влажность почвы в % от ПВ, 2 — запасы продуктивной влаги в мм.

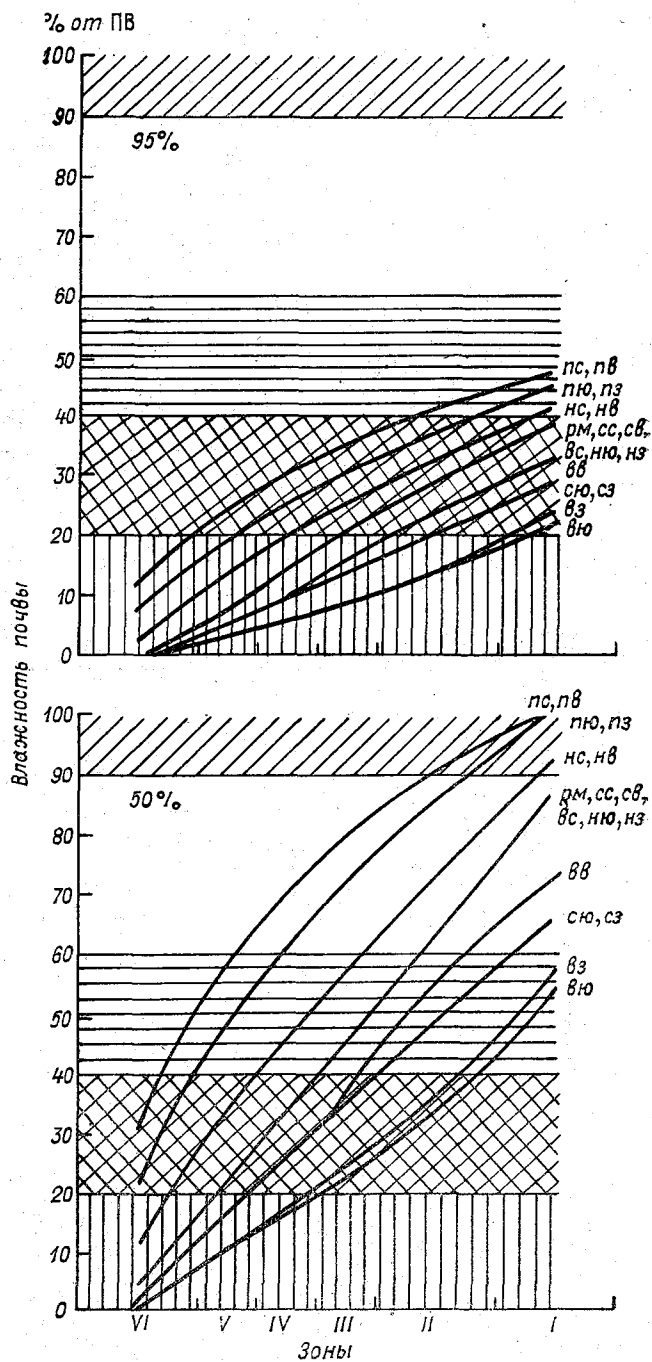


Рис. 4.

Л.
С
Н
К:
Ш

% от ПВ

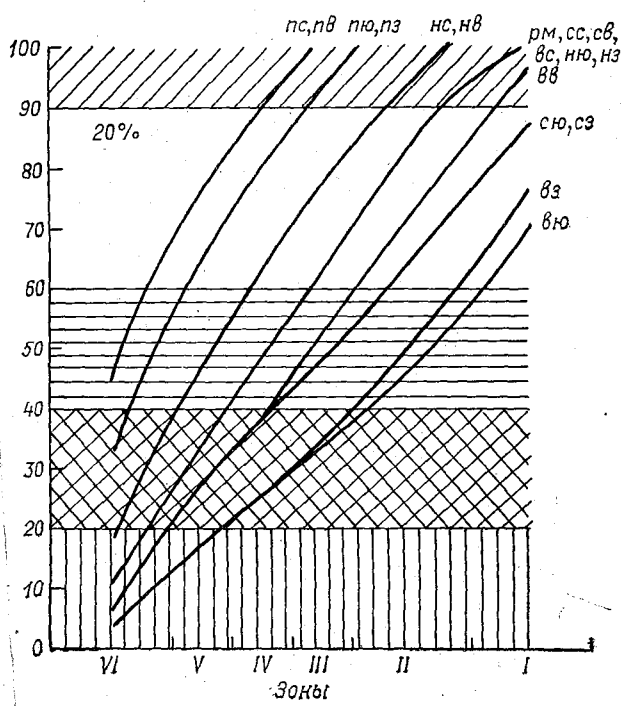
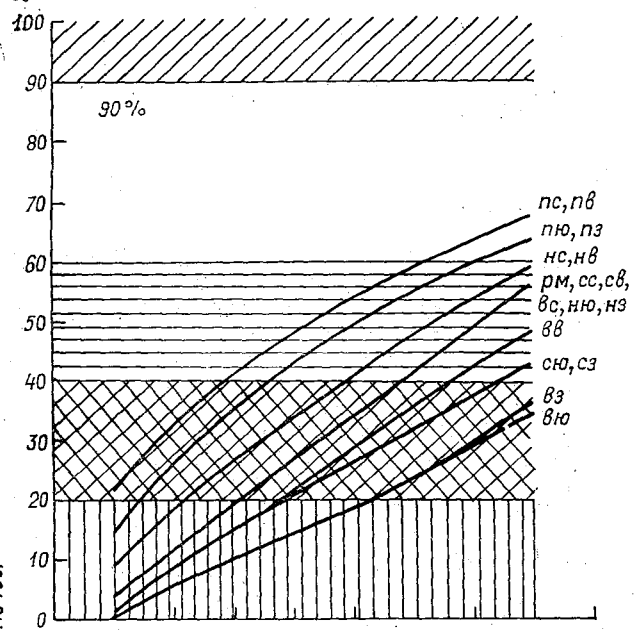
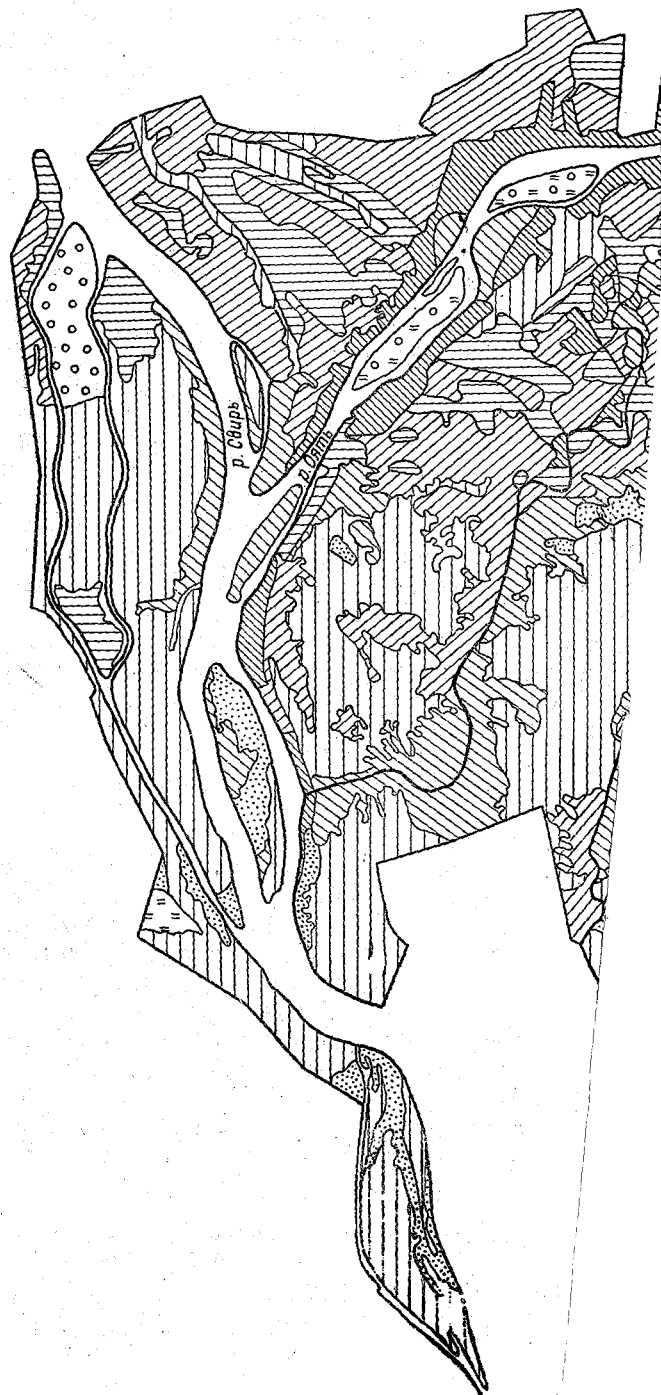


Рис. 4.



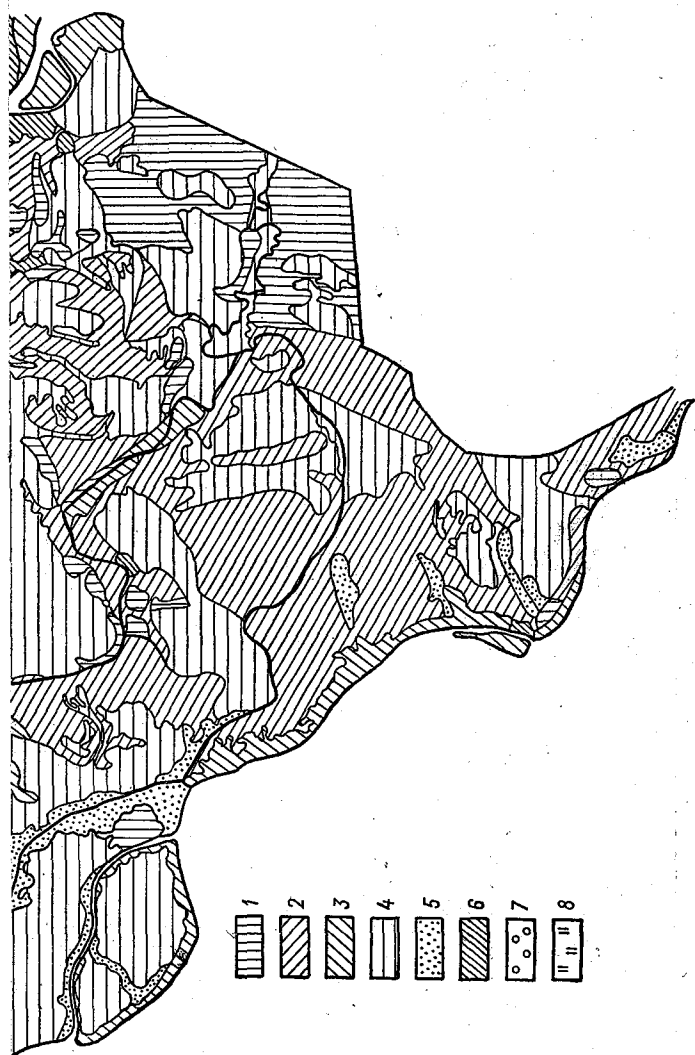


Рис. 5. Влажность почвы в слое 0—50 см и необходимые мелиоративные мероприятия на территории отдельного совхоза.

1 — равнинные участки с легкими почвами и надпойменные террасы с почвами среднего механического состава, 2 — равнинные участки с почвами среднего механического состава, надпойменные террасы с тяжелыми почвами, 3 — понижения рельефа с минеральными почвами, 4 — замкнутые понижения с торфяными почвами, 5 — слабо волнистые участки, 6 — застроенные территории, 7 — кустарник, 8 — болота.

Микроклиматическая изменчивость влажности почвы на территории совхоза в избыточно влажной зоне

Усл. обозначения на рис. 5	Характеристика местоположения	Теплый период		Весна		Лето		Вид мелиорации
		1	2	1	2	1	2	
1	Равнинные участки с легкими почвами и надпойменные террасы с почвами среднего механического состава	50—60	75—100	60—70	100—125	40—50	50—75	Двусторонняя система регулирования водного режима: осушение весной, поливы летом
2	Равнинные участки с почвами среднего механического состава, надпойменные террасы с тяжелыми почвами	60—70	100—125	70—80	125—150	50—60	75—100	Двусторонняя система регулирования водного режима, основное внимание системе осушения
3	Понижения рельефа с минеральными почвами, поймы с почвами среднего механического состава	70—80	125—150	80—90	150—175	60—70	100—125	Система осушения
4	Замкнутые понижения с торфяными почвами, заиленные понижения поймы	80—90	300—325	90—100	375—400	70—80	275—300	Система осушения
5	Слабо волнистые участки	40—80	50—150	50—90	75—175	30—70	25—125	Мелиорации всех видов

Примечание. 1 — влажность почвы в % от ПВ, 2 — запасы продуктивной влаги в мм.

период запасы продуктивной влаги составляют 100—125 мм, весной — 125—150 мм, летом — 75—100 мм. При мелиорациях основное внимание нужно уделить системе осушения, а в отдельные засушливые годы летом следует предусмотреть и поливы.

3. Небольшие понижения с минеральными почвами и участки поймы с почвами среднего механического состава характеризуются запасами продуктивной влаги за теплый период 125—150 мм, весной 150—175 мм, летом 100—125 мм. Обязательны мелиорации, направленные в сторону осушения.

4. Заиленные понижения поймы и замкнутые понижения с торфяными почвами нуждаются в течение всего теплого периода в осушении. Запасы продуктивной влаги всегда более 300 мм.

5. В один контур выделены слабоволнистые и равнинные участки с легкими почвами. На экспликации к карте для таких участков дан большой диапазон микроклиматической изменчивости влажности почвы: для теплого периода 50—125 мм, для весны 75—175, для лета 25—100 мм. При использовании этих данных для конкретных полей нужно пользоваться табл. 2, в которой показано изменение запасов продуктивной влаги в зависимости от элемента рельефа.

В избыточно влажной зоне и тем более на территории Нечерноземья в целом в пределах конкретных совхозов возможны еще более существенные различия влажности почвы на близких расстояниях, чем в рассматриваемом примере. Необходимость детального учета этих вариаций и дифференцирования мелиоративных мероприятий в настоящее время очевидна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы социалистических стран Европы. София, 1971.
2. Алпатьев А. М. Влагообороты в природе и их преобразования. — Л.: Гидрометеиздат, 1969. — 323 с.
3. Зубенок Л. И. Испарение на континентах. — Л.: Гидрометеиздат, 1976. — 262 с.
4. Романова Е. Н. Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 280 с.
5. Романова Е. Н. Условия увлажнения нечерноземной зоны РСФСР. — Труды ГГО, 1977, вып. 385, с. 23—32.
6. Харченко С. И. Гидрология орошаемых земель. Изд. 2-е. — Л.: Гидрометеиздат, 1975. — 374 с.

Н. Г. Горышина, З. И. Николаева, Г. Б. Пигольцина

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЕЙ ПРОГРАММИРОВАННОГО УРОЖАЯ

Для успешного решения выдвинутой партией и правительством задачи ускоренного развития сельскохозяйственного производства нечерноземной зоны РСФСР необходимо сосредоточить усилия на решении проблем, обеспечивающих быстрый и неуклонный подъем научно-технического прогресса в сельском хозяйстве. Это прежде всего исследования по эффективному использованию земельных ресурсов с учетом почвенно-климатических условий, разработка оптимальной системы регулирования водного режима, повышение плодородия почв и др.

К категории подобных проблем относится и программирование урожаев сельскохозяйственных культур, направленное на получение высокого, заранее рассчитанного урожая. В основу проблемы заложен большой объем необходимых исследований и разработок, обеспечение которых потребовало участия ряда научно-исследовательских учреждений Ленинграда. Общее руководство проблемой и координация работ осуществлялись Агрофизическим научно-исследовательским институтом ВАСХНИЛ. Главная геофизическая обсерватория им. А. Н. Воейкова (ГГО) принимала участие в разработке оценки микроклиматической изменчивости основных параметров климата на территории пяти совхозов Ленинградской области. Программа работ ГГО включала экспедиционное обследование полей совхоза «Петровский», цель которого заключалась в изучении микроклиматической неоднородности территории совхоза при разных условиях погоды и определении количественных значений изменчивости некоторых параметров климата.

Совхоз «Петровский» находится в Приозерском районе Ленинградской области в центральной части Карельского перешейка. Особенности географического положения и разнообразие природных условий определяют специфику климатических и агроклиматических условий Карельского перешейка. Краткая общеклиматическая характеристика района экспедиционных работ дается на осно-

вании мезоклиматического районирования Ленинградской области, выполненного И. А. Гольцберг в 1977 г. [1].

По мезоклиматической оценке в масштабе области район Карельского перешейка однороден по климатическим условиям. В основном климатические параметры характеризуют влияние крупных водоемов (Финский залив, Ладожское озеро). Например, одна из ведущих термических характеристик зимнего периода — средний из абсолютных годов минимумов температуры воздуха — на Карельском перешейке на 5°C выше, чем в самом континентальном районе на востоке области, и на $3\text{--}4^{\circ}\text{C}$ выше, чем в ее центре. Продолжительность холодного периода с температурой воздуха $<5^{\circ}\text{C}$ составляет 95—100 дней, а число дней со снежным покровом равняется 140—145. В первом и во втором случаях это на 15 дней меньше, чем в восточном районе. На Карельском перешейке несколько растянут период схода снежного покрова: с 5 по 15 апреля при разнице в 10 дней, а в остальных районах области разница составляет 5 дней. Отмечается некоторое запаздывание весной дат установления температуры воздуха выше 8°C (на Карельском перешейке с 12 по 17 мая, в восточном районе с 10 по 15 мая и на Ордовикском плато с 8 по 10 мая).

Термические условия теплого периода на Карельском перешейке отличаются умеренностью по сравнению с континентальными районами Ленинградской области. К примеру, сумма средних суточных температур воздуха выше 15°C составляет 600—900 $^{\circ}\text{C}$, а продолжительность соответствующего периода равна 45—55 дням, в то время как в условиях Ленинградской области их максимальные значения достигают 1000 $^{\circ}\text{C}$ и 70 дней. За счет осени несколько удлинен вегетационный период (100—120 дней). Он на 20 дней продолжительнее, чем на востоке области, и на 10 дней, чем в центре.

По количеству выпадающих осадков территория области, за исключением островов и побережий Финского залива и Ладожского озера, весьма однородна. На Карельском перешейке за год выпадает 600—650 мм осадков, причем $\frac{2}{3}$ общего количества приходится на теплый период. Следует отметить, что неоднородность почвенно-геоморфологических условий, типичная для Карельского перешейка в целом, способствует трансформации мезоклиматических условий на конкретных территориях в его пределах.

Территория совхоза «Петровский» по характеру рельефа представляет собой возвышенную террасированную равнину с включениями каменных холмов, моренных гряд, озерных низин и ложбин. Структура почвенного покрова тесно связана с особенностями строения и пространственной изменчивостью рельефа и почвообразующих пород [7]. Почвенный покров в хозяйстве состоит из минеральных почв различного механического состава и торфяников. Отсутствует почва тяжелого механического состава (глинистая и тяжелосуглинистая). К преобладающим минеральным почвам относятся легкие по механическому составу почвы (песчаные и супесчаные). Характерное для почвенного покрова многообразие почв дополняется пестротой их пространственного распределения. В оп-

ределенной степени на микроклимат рассматриваемой территории накладывается влияние лесистости. Территориям с таким сложным почвенно-геоморфологическим строением поверхности свойственна микроклиматическая неоднородность.

Постановка микроклиматического эксперимента осуществлялась с учетом почвенно-геоморфологических особенностей отдельных сельскохозяйственных полей. Наблюдения проводились в выровненной центральной части волнисто-холмистого плато с дерново-среднеподзолистой супесчаной почвой (опорная точка «повышенная ровная»), в долине р. Петровки с дерново-подзолисто-глеевой осушенной супесью (опорная точка «низина») и на ровном повышенном участке с дерново-подзолисто-суглинистой почвой (опорная точка «восточный участок»). Две из опорных точек («повышенная ровная» и «низина») расположены на одной линии профильного разреза: выровненная часть плато через склон северной экспозиции переходит в обширную долину реки Петровки. Опорная точка «восточный участок» расположена на расстоянии 4—5 км к востоку и по характеру местоположения идентична ближайшей гидрометстанции Сосново. На всех трех опорных точках выдержан единый агрономический фон: сельскохозяйственные поля заняты под яровые зерновые культуры (яровой ячмень на «повышенном ровном» участке и на «низине» и яровая пшеница на «восточном участке»).

Для большей детализации исследования микроклимата в дополнение к опорным точкам было выделено шесть микроточек. Одна из них была расположена в нижней трети пологого северного склона на одном поле с опорной точкой «повышенная ровная» на более плотной суглинистой почве. Следующая микроточка была установлена в ровной повышенной части плато на поле с посадкой картофеля на гребнях на дерново-среднеподзолистой супесчаной почве. Долина реки Петровки представляет собой обширное выровненное понижение рельефа с оглееными минеральными почвами и торфяниками. Вся площадь долины мелиорирована. При осушении применена система закрытого дренажа. Опорная точка «низина» расположена в центре долины на минеральной почве. В 30—40 м от нее на торфяной почве поля, засеянного травяной смесью, установлена микроточка.

На этом же поле на участке с минеральной песчаной почвой была установлена следующая микроточка. Она находилась близко к краю поля, за пределами которого с северной стороны начинался лес. На «восточном участке» одна из микроточек была установлена в нижней части обширного, полого вытянутого южного склона с супесчаной почвой на поле с гребневой посадкой картофеля. С южной стороны на расстоянии 20—25 м от подножия склона находился лесной массив. Другая микроточка была расположена на суглинистой почве соседнего с опорной точкой сельскохозяйственного поля, также с посадкой картофеля на гребнях.

Метеорологические наблюдения проводились в период со 2 по 22 июня 1977 г. К началу наблюдений на полях взошли яровые зер-

новые, всходы картофеля появились во второй декаде июня. Экспедиционные наблюдения проводились по методике, разработанной в секторе микроклимата ГГО [4]. На опорных точках осуществлялся комплекс метеорологических наблюдений за температурой воздуха и почвы, солнечной радиацией, облачностью, влажностью воздуха, направлением и скоростью ветра. Наблюдения проводились с 6 до 22 ч 30 мин с одно-двухчасовым интервалом между наблюдениями, на опорной точке «восточный участок» — с 8 ч 30 мин до 17 ч. 15 июня проведены круглосуточные наблюдения.

В соответствии с программой на опорных точках и микроточках дважды (5 и 15 июня) была определена влажность почвы до глубины 50 см. Эта работа была выполнена сотрудниками метеостанции Сосново по стандартной методике.

Количественное проявление микроклиматической неоднородности связано с конкретными условиями погоды. Для их оценки наряду с данными экспедиции достаточно репрезентативны наблюдения ст. Сосново. Весенний период, предшествующий работе экспедиции, характеризовался несколько повышенным термическим режимом. В марте средняя температура воздуха превышала среднюю многолетнюю на $1,6^{\circ}\text{C}$, в апреле и мае — соответственно на $0,9$ и $1,5^{\circ}\text{C}$. Весна 1977 г. отличалась повышенной суммой осадков. Если в марте и мае превышение нормы составляло небольшой процент (11 и 20% соответственно), то в апреле при норме 36 мм выпало 68 мм осадков, что составило 188% нормы.

За рассматриваемый период экспедиционных наблюдений суточные суммы прямой и рассеянной радиации составляли в ясные дни 680—730 кал/см², в пасмурные дни — 360—410 кал/см². Суточные величины суммарной фотосинтетически активной радиации (ФАР) были равны примерно половине величины суммарной радиации и составляли соответственно 340—365 и 180—205 кал/см². Максимум суммарной радиации наблюдался около полудня и составлял в ясные дни $1,15\text{—}1,20$ кал/(см²·мин), в пасмурные дни — $0,30\text{—}0,50$ кал/(см²·мин). Переход радиационного баланса через 0 наблюдался около 6 и 21 ч. Максимум радиационного баланса в ясные дни составлял $0,75\text{—}0,80$ кал/(см²·мин), в пасмурные дни — $0,20\text{—}0,30$ кал/(см²·мин). Альбедо деятельной поверхности (яровой ячмень) в ясные дни колебалось в пределах 20—26%, в пасмурные дни — 17—20%.

В июне 1977 г. средняя температура воздуха ($13,8^{\circ}\text{C}$) совпала с нормой. За период со 2 по 22 июня было зафиксировано изменение средней суточной температуры воздуха в интервале от $7,3$ до $22,9^{\circ}\text{C}$. Наиболее высокой ($22,9^{\circ}\text{C}$) средняя суточная температура была 16 июня. По величинам экстремальных температур июнь несколько отличался от средних условий: средний минимум в июне ($8,4^{\circ}\text{C}$) был на $1,0^{\circ}\text{C}$ выше нормы, а средний максимум ($19,0^{\circ}\text{C}$) на $0,6^{\circ}\text{C}$ ниже. Абсолютный максимум за сутки был равен $29,5^{\circ}\text{C}$ (16 июня), а абсолютный минимум температуры составил $2,3^{\circ}\text{C}$ (6 июня). Суточный минимум температуры ниже 5°C наблю-

дался пять раз: 4, 6, 8, 18 и 22 июня. Скорость ветра днем составляла 3—5 м/с с преобладанием направлений СВ и В.

Экспедиционные наблюдения проводились при разных типах погоды. С 11 по 16 июня был период малооблачной сухой, устойчиво теплой погоды с наибольшей скоростью ветра от 2 до 4 м/с. Ясный день после холодной адвекции был 18 июня. 4, 5, 6, 20 и 22 июня преобладала пасмурная погода, в остальные дни наблюдения проводились в период неустойчивой погоды с переменной облачностью и скоростями ветра днем до 3—5 м/с.

К практически важной особенности климата Ленинградской области можно отнести существование периодов жаркой сухой погоды с признаками засухи. Засушливые периоды, как правило, приходятся на первую половину лета. Как было показано ранее, такие условия погоды сопровождаются максимальной микроклиматической изменчивостью некоторых элементов климата [2—4]. Явление летних засух различной интенсивности и продолжительности в Приозерском районе Карельского перешейка в период с 1968 по 1973 г. было отмечено В. Н. Макаревич на стационаре Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР [6]. Ею и другими исследователями выявлена зависимость общего последующего развития растительного покрова и его производительности от степени интенсивности и продолжительности засушливого периода.

По данным Северо-Западного УГМС, отмечалось установление жаркой сухой погоды с конца первой декады июня. В Ленинградской области средняя температура воздуха за этот период оказалась на 4—6°C выше нормы. В отдельные дни максимальная температура воздуха достигала 30—32°C. Осадков не было. Верхние слои почвы были увлажнены слабо, а местами были сухими. Растения, особенно овощные, страдали от недостатка влаги и требовали усиленного полива.

Известно, что наибольших значений микроклиматические различия достигают в условиях устойчивой малооблачной погоды. Такая погода наблюдалась с 11 по 15 июня 1977 г. В течение пяти суток максимальная температура воздуха держалась на уровне 25—28°C, полностью отсутствовала облачность нижнего яруса. По осредненным данным, за этот период в дневные часы различия температуры воздуха в рассматриваемых формах рельефа были невелики (табл. 1). В условиях ровного повышенного местоположения и низины в пойме реки Петровки температура воздуха на всех уровнях измерения (20, 50, 150 см) в среднем различалась на 0,5°C. Того же порядка были различия и с опорной точкой на «восточном участке».

На основании разработок, выполненных Т. А. Голубовой [3], известно, что в Ленинградской области в июне приток солнечной радиации практически одинаков на территориях, к которым по степени выраженности рельефа относится и совхоз «Петровский». При равном количестве приходящей радиации малые термические различия в рассматриваемых формах рельефа свидетельствуют о

Таблица 1

Температура t и влажность воздуха за период ясной погоды (11—15 июня)

Эле- менты	Высота (м)	Часы														"восточный" участок"						
		"повышенная ровная" точка							"низина"													
		6	9	11	13	15 30	18	21	22	6	9	11	13	15 30	18	21	22					
t	1,5	14,0	21,7	24,3	25,3	26,2	26,0	22,2	18,1	13,4	21,9	24,3	25,3	25,8	25,2	19,3	15,2	21,2	23,4	24,6	25,2	25,2
	0,5	14,1	21,8	24,2	25,1	25,7	25,2	20,3	15,9	13,4	22,0	24,4	25,4	25,8	25,1	18,7	15,0	21,4	24,0	25,1	25,5	25,4
	0,2	14,1	22,0	24,6	25,1	25,3	24,2	19,6	15,4	13,6	21,9	24,5	25,5	26,0	25,0	18,3	14,2	21,7	24,1	25,4	25,8	25,5
e	1,5	14,1	14,9	14,3	13,6	13,3	12,8	13,0	12,5	13,6	15,0	14,7	14,8	14,4	13,4	16,2	14,5	14,4	14,2	12,8	12,8	12,4
	0,5	14,7	16,8	16,4	15,8	15,4	15,1	15,4	14,0	13,4	16,2	16,0	16,1	15,5	15,0	16,9	14,6	15,9	15,5	14,1	14,1	14,1
	0,2	14,9	17,8	18,0	16,9	16,8	15,9	15,4	14,3	13,8	16,7	16,5	16,6	16,0	15,4	17,3	14,9	17,0	15,6	15,6	15,6	15,2
r	1,5	88	58	48	42	39	38	49	60	88	57	49	46	44	43	72	84	60	54	41	41	39
	0,5	91	64	54	50	47	47	64	77	88	61	52	49	47	47	78	86	63	53	44	44	43
	0,2	92	68	60	53	52	52	68	81	88	63	53	51	48	48	82	91	67	53	49	47	46
d	1,5	2,0	11,2	16,2	18,9	21,0	21,1	14,0	8,4	1,9	11,5	15,7	17,4	18,8	18,5	6,2	2,9	10,3	14,5	18,5	18,5	19,9
	0,5	1,6	9,5	13,9	16,1	17,6	16,9	8,5	4,3	1,8	10,3	14,7	16,6	17,7	17,1	4,8	2,6	9,4	14,0	17,8	17,6	18,5
	0,2	1,4	8,6	12,1	15,0	15,6	14,5	7,4	3,3	1,9	9,7	14,4	16,1	17,6	16,5	3,7	1,5	8,6	14,3	16,7	16,7	17,6

Примечание. e — упругость водяного пара, r — относительная влажность, d — дефицит влажности.

том, что и компоненты, составляющие расходную часть теплового баланса, являются весьма близкими величинами.

В вечерние и ночные часы суток формирование термического режима воздуха в исследуемом районе определяется эффективным излучением подстилающей поверхности и стоком холодного воздуха. В приземном слое воздуха выражен процесс инверсионного распределения температуры. Под влиянием стока холодного воздуха в «низине» наблюдался пониженный вертикальный градиент температуры: $\Delta t = 1,0^{\circ}\text{C}$, где Δt — разность температуры воздуха на уровнях 150 и 20 см. Приземный слой воздуха в условиях повышенного местоположения отличается более выраженным процессом инверсионного распределения температуры. Разность температур на высоте 150 и 20 см здесь составляет около $3,0^{\circ}\text{C}$. Наибольшей микроклиматической неоднородностью характеризуется распределение температуры на уровне 150 см. По наблюдениям в 21 и 22 ч в «низине» температура воздуха была на 3°C ниже, чем на повышенном месте. На уровнях 20 и 50 см термические различия нивелируются излучением деятельной поверхности и составляют около $1\text{—}1,3^{\circ}\text{C}$. Суточные наблюдения, проведенные 15 июня, выявили в ночные часы характер термической неоднородности территории, аналогичный неоднородности в вечерние часы. Наибольшие различия на уровне 150 см приходились на период с 19 до 5 ч (рис. 1).

Сопоставление данных экспедиционных наблюдений в совхозе «Петровский» и на ст. Сосново за период ясной погоды (11—15 июня) показывает следующее. Днем температура воздуха на станции несколько понижена по сравнению с опорными точками «низина» и «повышенная ровная» в совхозе (табл. 2). В основном различия составляют $0,5\text{—}1,0^{\circ}\text{C}$ и несколько больше ($1,2\text{—}1,8^{\circ}\text{C}$) в утренние часы. На «восточном участке» и на ст. Сосново, весьма близких по характеру местоположения, температуры практически совпадают. В вечерние часы соотношение температур иное: опорная точка «низина» на $3,0\text{—}4,0^{\circ}\text{C}$, а «повышенная ровная» более чем на $1,0^{\circ}\text{C}$ холоднее, чем ст. Сосново. В отдельные ясные тихие ночи различия могут быть и большими. Это нужно учитывать при составлении прогноза фаз, так как на отдельных сельскохозяйственных полях может резко увеличиваться частота и интенсивность заморозков.

За период работы экспедиции получено распределение экстремальных значений температур. Данные рассматриваются в сопоставлении с данными ст. Сосново. Общий характер распределения экстремальной температуры определяется условиями погоды (рис. 2). По результатам наблюдений в «низине» абсолютный максимум температуры на высоте 1,5 м составил $28,4^{\circ}\text{C}$, на «повышенной ровной» опорной точке $28,0^{\circ}\text{C}$. В отдельные дни максимальная температура на опорных точках различалась мало. Например, разность ее средних значений за 6 ясных суток составила только $0,6^{\circ}\text{C}$. На высоте 0,5 м в среднем за 8 календарных суток с различной погодой максимальная температура на опорных точках соста-

вила: в «низине» 22,3°C, на «повышенной ровной» 21,7° и на «восточном участке» 22,4°C. Несколько выделялась микроточка на южном склоне, где средний максимум за эти дни составил 25,8°C. Значения максимальной температуры по психрометрическим измерениям и записям термографа практически совпадали. В целом анализ динамики хода максимальной температуры подтвердил соотношения, полученные в дневные часы суток по температуре воздуха. Распределение минимальной температуры воздуха дает представление о его термической неоднородности в ночные часы. Зна-

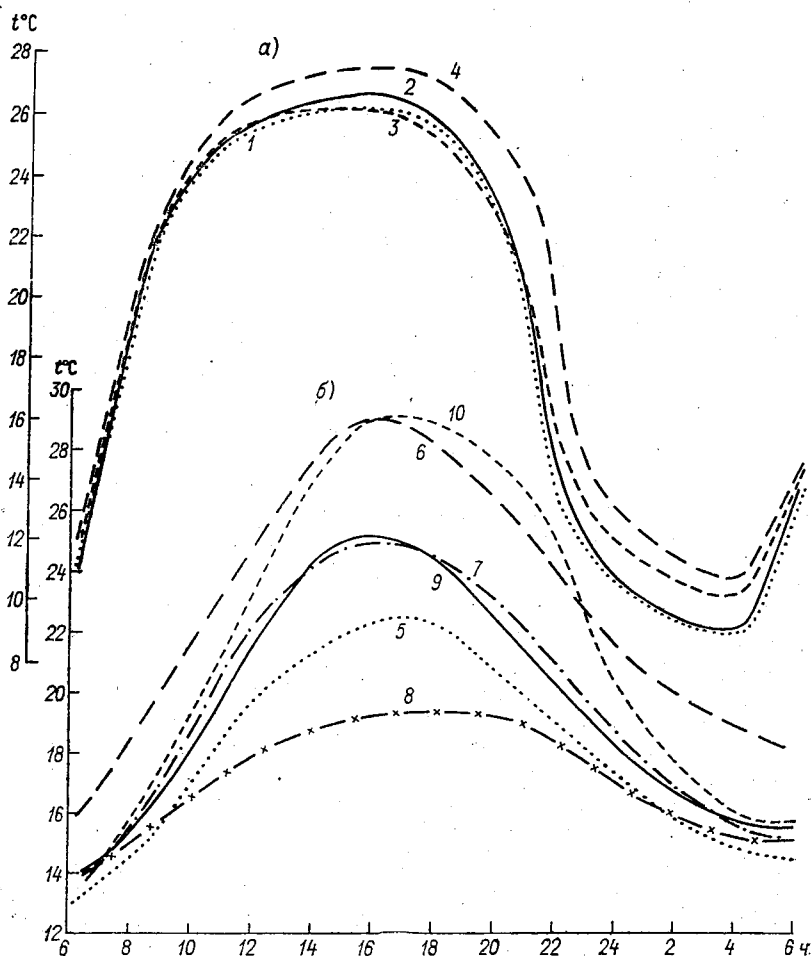


Рис. 1. Суточный ход температуры воздуха (а) на высотах 0,2 (1, 3) и 1,5 м (2, 4) и почвы (б) на глубине 0,05 м (5—10) на участках с опорными точками «низина», осушенная супесь (1, 2, 5), «повышенная ровная», супесь (3, 4, 8) и микроточками: 6 — у опушки леса, песок; 7 — осушенный торфяник, 9 — северный склон, легкий суглинок, 10 — картофельное поле, суглинок.

Разность температуры воздуха на ст. Сосново (контроль) и опорных точках за период ясной погоды (11—15 июня)

Точки наблюдений	Часы							
	6	9	11	13	15 ч 30 мин	18	21	22
Низина	-1,2	-0,6	-0,7	-0,6	-0,7	-0,2	3,0	4,1
Повышенная ровная	-1,8	-0,4	-0,7	-0,6	-1,1	-1,0	0,1	1,2
Восточный участок	—	-0,1	0,2	0,1	—	—	—	—

чения минимальной температуры воздуха на высотах 0,5 и 1,5 м получены по записям термографа.

Из микроклиматической классификации погодных условий следует, что летом наибольшие различия в температуре воздуха отмечаются при безоблачной тихой сухой погоде. На основании микроклиматических наблюдений 1958 г. в Новгородской области была выявлена термическая неоднородность воздуха ночью на территории, весьма близкой по орографическим условиям к рассматриваемой [4]. Полученная зависимость термической неоднородности от условий погоды подтвердилась и данными за 1977 г. В отдельные ясные ночи различия в минимальной температуре в повышенном и пониженном местоположениях достигали 3°C (рис. 2). В пасмурную и ветреную погоду различия на территории хозяйства сглаживались. Уровень минимальной температуры на ст. Сосново по сравнению с совхозом повышен. По результатам экспедиционных наблюдений, максимальные различия ст. Сосново (более 5°C) были по сравнению с «низиной» в ночные часы. Например, 16 июня разность температур составила 7°C. В других местоположениях совхоза минимальная температура отличалась от температуры на станции на меньшую величину.

Среди метеозлементов, недостаточно изученных в микроклиматическом аспекте, можно выделить влажность воздуха. Материалы наблюдений за влажностью воздуха обобщены за тот же период малооблачной погоды. Данные по влажности представлены по трем ее основным показателям: упругость водяного пара e , относительная влажность r и дефицит влажности воздуха d на уровнях 0,2; 0,5 и 1,5 м (см. табл. 1). При существующих факторах микроклиматической неоднородности территории влажность воздуха изменяется также под влиянием испарения с земной поверхности и перераспределения водяного пара в атмосфере. В дневные часы влажность воздуха увеличивается вблизи земной поверхности за счет поступления водяного пара при испарении с поверхности почвы и транспирации растительности. В приземном слое воздуха наибольшие изменения упругости водяного пара e по вертикали (0,2—1,5 м) наблюдались в дневные часы и составляли на повышенном местоположении 3,7 мбар, в «низине» 1,8 мбар, на «восточном участке» 2,6 мбар. Абсолютная величина разностей несколько

увеличена в условиях повышенного местоположения в основном за счет более интенсивной транспирации лучше развитой растительности. В те часы суток, когда величины испарения и транспирации были минимальны, содержание водяного пара по вертикали выравнивалось. Например, изменение e в слое от 0,2 до 1,5 м в 6 ч в

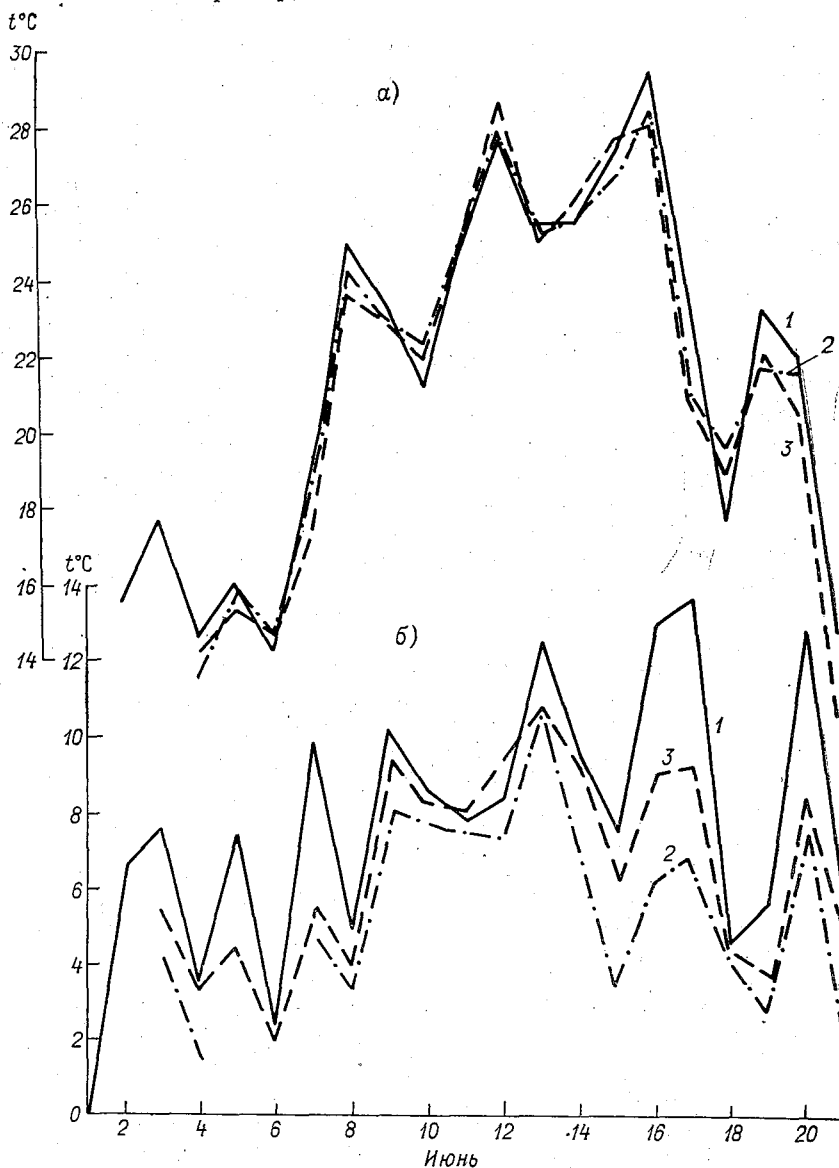


Рис. 2. Максимальная (а) и минимальная (б) температура воздуха на высоте 1,5 м

1 — ст. Сосново, 2 — опорная точка «низина», 3 — опорная точка «повышенная равнина».

повышенном местоположении составило 0,8 мбар, в «низине» 0,2 мбар.

Микроклиматические различия в суточном ходе влажности более четко проявились в вечерние часы, когда изменение e под влиянием местоположения превышало 3 мбар.

Определенный интерес для сельского хозяйства представляют сведения об относительной влажности воздуха. В зоне избыточного увлажнения при наличии развитой гидрографической сети средние значения относительной влажности воздуха редко бывают ниже 60%. В рассматриваемый период, по данным сетевых наблюдений, значения относительной влажности изменялись от 55 до 86%. Относительная влажность с 11 по 15 июня в среднем составляла 63%. В Ленинградской области, по исследованиям Т. В. Покровской [5], существенные различия относительной влажности воздуха в зависимости от особенностей местоположения проявлялись ночью. По наблюдениям 1977 г., в 21 и 22 ч на высоте 1,5 м относительная влажность воздуха в «низине» была более чем на 20% выше, чем на повышенном местоположении. Вблизи земной поверхности на уровнях 0,2 и 0,5 м различия составляли 10—14%. Изменение относительной влажности воздуха в приземном слое от 0,2 до 1,5 м составляло: на повышенном участке 20%, в «низине» 10%. В ранние утренние часы значения относительной влажности в этом слое в «низине» фактически не различались, на повышенном участке различия колебались в пределах 4%.

Микроклиматические различия относительной влажности воздуха имеют практическое значение для сельского хозяйства как при низких, так и при высоких ее фоновых значениях. В засушливые периоды для сельскохозяйственных культур важен учет даже небольших перепадов во влажности. Высокая относительная влажность воздуха в сочетании с пониженной температурой способствует более частому и интенсивному росообразованию в понижениях рельефа. При наличии ветра в таких местоположениях можно ожидать полегания зерновых культур.

Известно, что развитие растений в значительной степени определяется условиями гидротермического режима верхнего слоя почвы. На территории хозяйств, как и на Карельском перешейке в целом [7], почвы в связи с условиями их залегания и составом почвообразующих пород делятся на три основные группы: 1) нормального увлажнения; 2) временно избыточного увлажнения; 3) более или менее длительного избыточного увлажнения. Нормальными условиями увлажнения характеризуются почвы повышенных местоположений с достаточно водопроницаемыми породами. Это территории, обеспеченные хорошим естественным дренажом. В условиях нормального увлажнения находились сельскохозяйственные поля с опорными точками «повышенная ровная» и «восточный участок». На пониженных и плоских участках с высоким уровнем стояния грунтовых вод распространены избыточно увлажненные и заболоченные почвы. На большей части территории они осушены. На осушенной минеральной почве проводились микроклиматические на-

блюдения в «низине». Результаты инструментальных наблюдений за влажностью почвы представлены в табл. 3. Они показывают, что среди всех объектов наблюдений наиболее сухим является южный склон, а также микроточка на картофельном поле при опорной точке «повышенная ровная».

Таблица 3

Влажность почвы (%)

Место наблюдения	Дата	Глубина (см)					
		5	10	20	30	40	50
У опушки леса, песчаная почва	5 VI	9,9	14,3	11,3	12,3	9,1	7,3
	15 VI	1,5	10,9	11,6	9,8	6,8	5,4
Опорная точка «низина», осушенная супесь	5 VI	29,8	30,3	30,8	19,5	17,1	19,1
	15 VI	24,1	29,0	32,7	35,2	27,3	15,9
Картофельное поле, супесь	5 VI	11,5	15,1	15,2	16,0	16,5	20,7
	15 VI	13,4	20,2	19,8	17,8	15,6	15,8
Северный склон, легкий суглинок	5 VI	20,2	26,1	25,7	23,6	20,0	20,3
	15 VI	13,4	20,2	19,8	23,3	24,2	17,9
Опорная точка «повышенная ровная» супесь	5 VI	22,3	26,7	23,9	23,2	20,2	18,6
	15 VI	18,8	23,4	25,1	19,5	18,0	15,6
Южный склон, супесь	5 VI	16,3	20,3	20,3	19,8	17,5	20,8
	15 VI	8,3	12,6	14,0	13,4	11,6	19,0
Картофельное поле, суглинок	5 VI	27,1	31,4	36,8	30,1	24,8	18,3
	15 VI	28,0	34,6	34,1	32,7	29,8	27,6
Опорная точка «восточный участок», суглинок	5 VI	27,6	32,7	31,2	31,4	25,8	21,4
	15 VI	23,7	29,7	27,4	23,7	22,2	19,7

В основном в июне 1977 г. влажность почвы была достаточной для нормального роста и развития растений. Экспериментальные наблюдения показали, что при многообразии почв и пестроте почвенного покрова в их сочетании с изрезанностью рельефа температура почвы относится к метеоэлементам, отличающимся наибольшей микроклиматической изменчивостью по территории. Анализ величин, полученных на глубине 5 см за период ясной сухой погоды, выявил различия температур более чем в 10°C между участками на отдельных сельскохозяйственных полях (табл. 4). В долине реки Петровки самой низкой (23,8°C) была температура на опорной точке. На микроточке с песчаной почвой температура была на 5°C выше. Здесь, наряду с различиями в механическом составе почвы, имело значение влияние леса. Микроточка находилась вблизи лесной опушки в условиях ослабленного турбулентного обмена. Температура осушенной торфяной почвы была на 1,2°C выше, чем минеральной. В этом случае различия отразили изменение термического режима под влиянием мелиорации.

В осушенной торфяной почве наиболее интенсивно нагревается самый верхний почвенный горизонт, с глубиной прогревание резко падает. Уже на глубине 10 см температура торфяной и минеральной почвы выравнивается, затем с увеличением глубины температура минеральной почвы становится несколько выше. Опорная

Таблица 4

Средний максимум температуры почвы за периоды ясной (11—15 июня)
и пасмурной (4—6 июня) погоды на разных глубинах

Место наблюдений	Глубина (см)			
	5	10	5	10
	ясно		пасмурно	
У опушки леса, песчаная почва	28,8	25,1	15,7	14,2
Микроточка «низины», осушенная торфяная почва	24,5	20,8	12,8	11,7
Опорная точка «низины», осушенная супесь	23,3	21,0	13,6	12,3
Картофельное поле, супесь	28,4	24,5	14,9	13,4
Северный склон, легкий суглинок	25,7	22,3	14,3	12,9
Опорная точка «повышенная ровная», супесь	20,1	18,1	14,7	12,5
Южный склон, супесь	30,7	27,9	15,7	14,3
Картофельное поле, суглинок	26,4	22,5	14,0	12,1
Опорная точка «восточный участок», суглинок	25,1	21,9	14,5	13,0

точка «повышенная ровная» в дневные часы суток была на $3,2^{\circ}\text{C}$ холоднее «низины». Это было вызвано различиями в рельефе и воздействием несколько более развитого растительного покрова. Последним также определялись и различия в температуре с микроточкой на пологом северном склоне с более разреженным травостоем. Микроточка на картофельном поле показывала повышенную температуру вследствие эффекта гребневания. Температура сухого, хорошо аэрируемого гребня на супесчаной почве отличалась от температуры опорной точки на $8,3^{\circ}\text{C}$ на глубине 5 см и на $6,4^{\circ}\text{C}$ на глубине 10 см. На «восточном участке» микроклиматические различия определялись суммарным влиянием характера местоположения (южный склон) и неоднородностью механического состава почвы (супесь по сравнению с суглинком). Термический эффект гребневания, по результатам наблюдений, в суглинистой почве оказался менее выраженным, чем в супеси. В суглинке на ровном и гребневом поле температурные различия составили на глубине 5 см $1,3^{\circ}\text{C}$, на глубине 10 см $0,6^{\circ}\text{C}$.

В ясную погоду микроклиматические различия отчетливо проявлялись во все часы суток (см. рис. 1 б).

Неоднородность термического режима почвы проявилась также и в условиях пасмурной погоды (табл. 4). Абсолютная величина разностей между крайними значениями температуры на глубинах 5—10 см на разных участках составила $2,6$ — $2,7^{\circ}\text{C}$.

Рассмотренные особенности термического режима почвы свидетельствуют о неоднородности климатических условий отдельных сельскохозяйственных полей в совхозе.

В результате эксперимента были получены относительные различия микроклимата соответственно определенным условиям погоды, которые в отдельные годы отличаются достаточной устойчивостью.

Экспедиционные наблюдения позволили конкретизировать информацию ст. Сосново применительно к территории совхоза или отдельных сельскохозяйственных полей.

При прогнозировании фаз развития растений и завершающей их фазы развития — урожая Агрофизическим институтом к учитываемым климатическим параметрам отнесена температура воздуха. Информационное обеспечение данными осуществляется по стандартным метеорологическим наблюдениям ст. Сосново. Полевые наблюдения позволили выявить степень репрезентативности этих данных для территории совхоза «Петровский».

В целом учет микроклимата отдельных сельскохозяйственных полей должен повысить степень надежности получения заранее рассчитанного, запрограммированного урожая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольцберг И. А. Мезо- и микроклиматическое районирование Ленинградской области. — Труды ГГО, 1977, вып. 385, с. 39—50.
2. Горышина Н. Г. Особенности микроклимата почвы по полевым наблюдениям в Ленинградской области. — Труды ГГО, 1977, вып. 385, с. 51—58.
3. Микроклимат СССР. Под ред. И. А. Гольцберг. — Л.: Гидрометеиздат, 1967. — 286 с.
4. Микроклимат холмистого рельефа и его влияние на сельскохозяйственные культуры. Под ред. И. А. Гольцберг. — Л.: Гидрометеиздат, 1962. — 250 с.
5. Покровская Т. В. Климат Ленинграда. — Л.: Гидрометеиздат, 1957.
6. Продуктивность луговых сообществ. — Л.: Наука, 1978. 287 с.
7. Почвы Ленинградской области. Под ред. В. К. Пестрякова. — Лениздат, 1973. — 344 с.

Н. Г. Горышина

УЧЕТ ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВЫ ПРИ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ТЕРРИТОРИИ

Рассматривая почву как важнейшее средство сельскохозяйственного производства, мы должны признать актуальность задач, связанных с ее изучением в различных аспектах, в том числе и в климатическом.

Тепловой режим почвы качественно оценивается при агропроизводственной группировке почв, при их объединении в производственно-однородные массивы [4, 5]. В этой связи термический режим почвы можно рассматривать как производственно необходимый элемент климата.

Разработанная автором методика комплексной оценки термического режима почвы направлена на увеличение степени детализации и полноты его исследования [2, 3].

В соответствии с методикой предложен расширенный комплекс показателей термического режима почвы, в который вошли даты перехода средней суточной температуры почвы через определенные пределы (например, 0, 5, 10, 15°C), сумма средних суточных температур и продолжительность периодов с температурой выше 0, 5, 10, 15°C и другие характеристики. Показатели термического режима почвы определяются по методике, разработанной для характеристик термического режима воздуха.

На основании анализа средних многолетних величин и материалов экспедиционных наблюдений было выявлено постоянство соотношений показателей термического режима почвы в зависимости от ее механического состава и типа. Результаты обобщения представлены в таблице, данные которой характеризуют изменчивость климатических показателей термического режима верхнего слоя почвы на глубине 20 см (табл. 1).

Предложенные значения действительны для территорий с ровным рельефом, в пределах которых нет широтных изменений температуры почвы. В иных условиях необходимы уточнения. Они могут быть получены на основании экспериментальных наблюдений, теоретических разработок или других имеющихся сведений.

Таблица I

Изменение термического режима почвы под влиянием ее неоднородности

Характеристика почвы	Изменение					
	средней температуры почвы, май (0°С)	дат перехода средней суточной температуры почвы (в днях) через		сумм температур выше 10°С	продолжительности периода (в днях) с температурой выше	
		5°С	10°С		15°С	10°С
Песчаная, супесчаная	1,0; 2,0	—6; —10	—10; —15	200; 350	15; 25	20; 25
Легкосуглинистая	0,5; 1,0	—3; —5	—5; —10	100; 150	5; 10	10; 15
Среднесуглинистая	0,0	0	0	0	0	0
Тяжелосуглинистая, глинистая	—0,5; —1,5	3; 5	5; 10	—100; —200	—5; —10	—5; —10
Торфяная, осушенная	—1,0; —2,0	8; 10	5; 10	50; 100	5; 10	5; —5
Торфяная, неосушен- ная	—2,5; —4,0	10; 15	15; 25	—200; —500	—25; —30	—10; —20

Примечание. Изменения приведены в отклонениях от данных для среднесуглинистой почвы.

Учет изменений термического режима почвы под влиянием ее неоднородности показан на примере одного из совхозов Ленинградской области; данные получены при районировании его территории по теплообеспеченности почвы.

Совхоз расположен на силурийском плато в северо-восточной части Волосовского района. В целом равнинный полого-волнистый макрорельеф плато на территории совхоза по степени изрезанности имеет более сложное строение. Термический режим почв отдельных сельскохозяйственных полей формируется на равнинных участках, холмообразных повышениях и их пологих склонах, а также в понижениях рельефа.

К важным особенностям территории относится пестрота и многообразие почв. Почвенный покров объединяет минеральные почвы, широко представленные по механическому составу, торфяники и торфяно-глеевые почвы. Среди минеральных почв встречаются карбонатные. Отличаясь высокой водопроницаемостью, эти почвы характеризуются повышенной сухостью по сравнению с другими почвенными разностями того же механического состава.

К основным видам неоднородностей подстилающей поверхности, определяющим формирование микроклиматической изменчивости в пределах совхоза, относятся различия в механическом составе и типе почв, характер залегания их в рельефе. С учетом этих условий, а также некоторых особенностей оглеенности и увлажнения все почвы совхоза разделены на группы. Подобная типизация позволяет конкретизировать метеорологические данные в пределах определенной территории и использовать выявленные количественные закономерности изменений микроклимата (табл. 2).

К почвам, преобладающим на территории совхоза, относятся легко- и среднесуглинистые почвы равнинных местоположений. Для них величина теплообеспеченности получена на основании мезоклиматических данных [1, 2]. В соответствии с ней средние сроки «поспевания» почвы к весенним полевым работам приходятся на 27—30 апреля. Период с наиболее высокой за лето температурой (выше 15°C) составляет 65—70 дней, а сумма температур за период с температурой выше 10°C равна 2000—2100 $^{\circ}\text{C}$.

В современных крупных совхозах недостаточно ориентироваться лишь на средние по хозяйству данные. Пространственная неоднородность термического режима почвы создает на отдельных полях неравноценные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур. Учесть эти условия и правильно оценить климатические ресурсы позволяет микроклиматическое районирование территории, итоговым результатом которого является микроклиматическая карта-схема (рис. 1).

Микроклиматическое обследование показало, что к наиболее теплым в совхозе относятся поля с песчаной и супесчаной почвами, расположенные на равнинах, в верхних и средних частях пологих склонов. Эти почвы отличаются хорошей дренированностью, имеют благоприятные теплофизические свойства. В связи

Теплообеспеченность почвы совхоза

Местоположение	Характеристика почвы	Усл. обозначения на рис. 1	Средняя температура почвы, май (°C)	Даты перехода средней суточной температуры через		Сумма температур выше 10°C	Продолжительность периодов (дней) с температурой выше	
				5°C	10°C		10°C	15°C
Равнинные участки	Песчаная, супесчаная	1	10,5	24 IV	12 V	2200	150	80
	Легкосуглинистая, слабооглеенная, песчаная и супесчаная	2	9,5	27 IV	16 V	2100	140	70
	Суглинистая, слабооглеенная легкосуглинистая	3	9,0	30 IV	21 V	2000	130	65
	Слабооглеенная суглинистая	4	8,5	3 V	26 V	1900	125	60
Плоскоравнинные участки	Супесчаная	1	10,5	24 IV	12 V	2200	150	80
	Легкосуглинистая	2	9,5	27 IV	16 V	2100	140	70
	Суглинистая	3	9,0	30 IV	21 V	2000	130	65
	Слабооглеенная суглинистая	4	8,5	3 V	26 V	1900	125	60
Верхние и средние части пологих склонов	Супесчаная	1	10,5	24 IV	12 V	2200	150	80
	Легкосуглинистая	2	9,5	27 IV	16 V	2100	140	70
	Суглинистая и слабооглеенная легкосуглинистая	3	9,0	30 IV	21 V	2000	130	65
	Слабооглеенная суглинистая	4	8,5	3 V	26 V	1900	125	60
Вершины холмообразных повышений	Легкосуглинистая	1	10,5	24 IV	12 V	2200	150	80
	Супесчаная	2	9,5	27 IV	16 V	2100	140	70
	Суглинистая	3	9,0	30 IV	21 V	2000	130	65
	Слабооглеенная легкосуглинистая	4	8,5	3 V	26 V	1900	125	60
Пологие склоны, равнинные участки	Суглинистая и тяжелосуглинистая	1	10,5	24 IV	12 V	2200	150	80
	Слабооглеенная легкосуглинистая	2	9,5	27 IV	16 V	2100	140	70
	Супесчаная	3	9,0	30 IV	21 V	2000	130	65
	Суглинистая	4	8,5	3 V	26 V	1900	125	60
Нижние части пологих склонов, равнинные пониженные участки	Глееватая супесчаная	4	8,5	3 V	26 V	1900	125	60
	Суглинистая	5	8,0	5 V	1 VI	1800	120	55
	Глееватая легкосуглинистая и суглинистая	5	8,0	5 V	1 VI	1800	120	55
	Торфянисто-глеватая и глееватая, торфяно-глеватая (осушенная)	6	7,0	10 V	26 V	2050	130	67
Плоскоравнинные замкнутые понижения	Торфяно- и торфянисто-глеватая (осушенная)	7	6,0 и ниже	После 15 V	После 5 VI	1400 и менее	100 и менее	40 и менее

с этим они быстро просыхают и бывают раньше других почв готовы к весенним полевым работам: средняя дата установления мягкопластичного состояния почвы приходится на 24 апреля. Эти почвы отличаются высокой степенью теплоаккумуляции (сумма температур за период с температурой выше $10^{\circ}\text{C} \geq 2200^{\circ}\text{C}$) и наибольшей в пределах совхоза продолжительностью периодов с температурой выше 10 и 15°C .

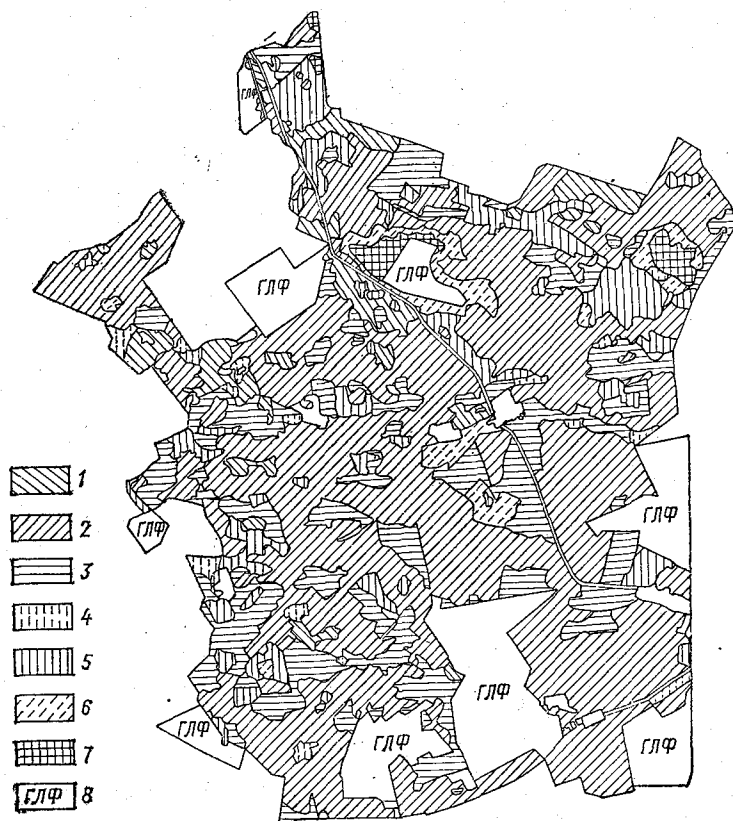


Рис. 1. Карта-схема теплообеспеченности почвы совхоза.
Усл. обозначения 1—7 см. в табл. 2; 8 — государственные лесные фонды.

По условиям теплообеспеченности это самые благоприятные земли совхоза для роста и развития растительности. Их следует использовать для получения ранних урожаев овощей, а также для выращивания культур, наиболее требовательных к теплу.

На глеевых минеральных и торфяно-глеевых почвах, занимающих нижние части склонов и понижения рельефа, создаются неблагоприятные условия термического режима. Почвы продол-

жительное время находятся в условиях избыточного увлажнения, отличаются высокой влагоемкостью, позже других просыхают весной. Переувлажнение отрицательно влияет на теплофизические свойства, поэтому сельскохозяйственные поля с такими почвами имеют неблагоприятный термический режим. Пониженный уровень теплообеспеченности зафиксирован всеми показателями термического режима; например, готовность к весенним полевым работам запаздывает на 10—14 дней, недобор в суммах температур выше 10°C составляет около 400°C, а периоды с температурой выше 10 и 15°C короче соответственно на 30 и 25 дней по сравнению с рассмотренной выше песчаной и супесчаной почвой.

Как показывает районирование, в наиболее неблагоприятных условиях термического режима находятся торфяная и торфяно-глеевая почвы в понижениях рельефа. Эти почвы нуждаются в регулировании водного режима и улучшении теплофизических свойств.

В заключение следует отметить особую значимость, которую приобретает комплексная оценка термических ресурсов почвы в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства. Обеспечение запросов народного хозяйства на современном уровне требует применения расширенного объема показателей при климатическом и микроклиматическом изучении термического режима почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольцберг И. А. Мезо- и микроклиматическое районирование Ленинградской области. — Труды ГГО, 1977, вып. 385, с. 39—50.
2. Горышина Н. Г. Теплообеспеченность почв на Северо-Западе ЕТС. — Труды ГГО, 1972, вып. 264, с. 73—81.
3. Горышина Н. Г. Особенности микроклимата почвы по полевым наблюдениям в Ленинградской области. — Труды ГГО, 1977, вып. 385, с. 51—58.
4. Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР. — М.: Колос, 1975.
5. Система ведения сельского хозяйства Северо-Западной зоны РСФСР. — Л.: Колос, 1968.

Т. А. Голубова

РАСЧЕТЫ СРЕДНИХ ЧАСОВЫХ СУММ ПРЯМОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА НАКЛОННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

Данные о солнечной радиации, поступающей на наклонные поверхности, необходимы для использования в ряде отраслей народного хозяйства. Расчетам радиационного баланса и его составляющих на склонах посвящено много исследований. Бóльшая их часть представляет собой разработки для оценки суточных сумм составляющих радиационного баланса и в первую очередь — прямой радиации [2—7]. Однако при решении ряда задач необходимо знать не только суточные суммы, но и суточный ход радиации на склонах. А. Ф. Захарова [4] на основании расчетов рассматривала суточный ход радиации на южных и северных склонах в пределах широт от 42 до 70°с. Ю. А. Щербаков [8], используя результаты вычислений углов падения солнечных лучей на наклонные поверхности, дал характеристику суточного хода радиации на склонах разной экспозиции в дни летнего и зимнего солнцестояния от экватора до полюсов. В отдельных конкретных пунктах производились натурные наблюдения за составляющими радиационного баланса наклонных поверхностей [1 и др.].

С помощью методики, изложенной в работе [5], суточный ход радиации на склонах можно получить, не прибегая к специальным наблюдениям. В табл. 1 приведены коэффициенты $K_{\text{ч}}$ для пересчета в зависимости от широты места и времени суток средних за месяц часовых сумм прямой радиации с горизонтальной поверхности на северные, южные, восточные (западные) склоны крутизной 10° в пределах 42—66° с. ш., т. е. почти для всей основной части территории СССР. Согласно [5], $K_{\text{ч}} = \cos \alpha + \frac{\sin \alpha \cos (A_{\odot} - A)}{\operatorname{tg} h_{\odot}}$, где $h_{\odot}$ и $A_{\odot}$ — высота и азимут солнца, α — угол наклона, A — азимут проекции нормали к склону на горизонтальную поверхность; $h_{\odot}$ и $A_{\odot}$ взяты для средних часовых интервалов на 15-е число каждого месяца. Расчет часовых сумм прямой радиации на склон производится следующим образом:

Коэффициенты K_{γ} для пересчета средних за месяц часовых сумм
прямой радиации с горизонтальной поверхности на наклонную (склоны)
с углом наклона 10°

Широта (град.)	Часы														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Северный склон															
Январь															
42					0,50	0,60	0,63	0,63	0,63	0,60	0,50				
46					0,36	0,50	0,56	0,56	0,56	0,50	0,36				
50						0,36	0,45	0,45	0,45	0,36					
54						0,16	0,30	0,30	0,30	0,16					
Апрель															
42		1,16	0,96	0,92	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,92	0,96	1,16	
46		1,14	0,96	0,90	0,88	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,88	0,90	0,96	1,14	
50		1,10	0,93	0,88	0,86	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,86	0,88	0,93	1,10	
54		1,10	0,90	0,86	0,84	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,84	0,86	0,90	1,10	
58		1,10	0,90	0,86	0,82	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,82	0,86	0,90	1,10	
62	2,72	1,08	0,90	0,82	0,80	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,80	0,82	0,90	1,08	2,72
66	2,04	1,06	0,88	0,80	0,76	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,76	0,80	0,88	1,06	2,04
Июнь															
42	1,84	1,18	1,04	0,98	0,96	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,96	0,98	1,04	1,18	1,84
46	1,60	1,14	1,02	0,96	0,94	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,94	0,96	1,02	1,14	1,60
50	1,48	1,12	1,00	0,96	0,92	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,92	0,96	1,00	1,12	1,48
54	1,38	1,10	1,00	0,95	0,92	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,92	0,95	1,00	1,10	1,38
58	1,31	1,10	0,98	0,94	0,90	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,90	0,94	0,98	1,10	1,31
62	1,26	1,08	0,98	0,92	0,88	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,88	0,92	0,98	1,08	1,26
66	1,22	1,06	0,96	0,90	0,86	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,86	0,90	0,96	1,06	1,22

Широта (град.)	Часы														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Сентябрь

42	1,18	0,88	0,86	0,86	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,86	0,88	1,18
46	1,16	0,86	0,84	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,84	0,86	1,16
50	1,16	0,84	0,82	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,82	0,84	1,16
54	1,14	0,82	0,80	0,78	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	1,14
58	1,12	0,82	0,78	0,74	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,74	0,78	0,82	0,82	1,12
62	1,10	0,78	0,74	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,74	0,78	0,78	1,10
66	1,08	0,76	0,68	0,66	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,66	0,68	0,76	0,76	1,06

Южный склон

Январь

42				1,90	1,46	1,38	1,44	1,26	1,44	1,38	1,46	1,90			
46				2,64	1,60	1,47	1,42	1,34	1,42	1,47	1,60	2,64			
50					1,86	1,60	1,52	1,42	1,52	1,60	1,86				
54					2,30	1,80	1,68	1,53	1,68	1,80	2,30				
58					4,50	2,20	1,96	1,70	1,96	2,20	4,50				
62						3,60	2,62	2,05	2,62	3,60					
66							5,50	3,14	5,50						

Апрель

42	0,80	1,00	1,00	1,06	1,08	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,08	1,06	1,00	0,80	
46	0,82	1,00	1,00	1,06	1,08	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,08	1,06	1,00	0,82	
50	0,84	1,03	1,03	1,10	1,12	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,12	1,10	1,03	0,84	
54	0,86	1,04	1,04	1,10	1,14	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,14	1,10	1,04	0,86	
58	0,86	1,06	1,06	1,14	1,16	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,16	1,14	1,06	0,86	
62	0,90	1,08	1,08	1,16	1,18	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,18	1,16	1,08	0,90	
66	0,90	1,10	1,10	1,18	1,22	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,22	1,18	1,10	0,90	

Широта (град.)	Часы																	
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Июнь																		
42		0,78	0,92	0,98	1,02	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	0,98	0,92	0,78		0,25	
46	0,25	0,80	0,94	1,00	1,02	1,04	1,06	1,06	1,06	1,06	1,04	1,02	1,00	0,94	0,80		0,50	
50	0,50	0,84	0,96	1,00	1,04	1,06	1,08	1,08	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,96	0,84		0,58	
54	0,58	0,86	0,98	1,02	1,04	1,06	1,10	1,10	1,10	1,06	1,04	1,02	0,98	0,98	0,86		0,65	
58	0,65	0,88	1,00	1,04	1,08	1,10	1,12	1,12	1,12	1,10	1,08	1,04	1,00	1,00	0,88		0,70	
62	0,70	0,90	1,00	1,04	1,10	1,12	1,14	1,14	1,14	1,12	1,10	1,04	1,00	1,00	0,90		0,74	
66	0,74	0,90	1,00	1,06	1,10	1,14	1,16	1,16	1,16	1,14	1,10	1,06	1,00	0,90	0,74			
Сентябрь																		
42		0,80	1,06	1,10	1,12	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,12	1,10	1,06	0,80				
46		0,80	1,10	1,12	1,14	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,14	1,12	1,10	0,82				
50		0,83	1,10	1,15	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,15	1,10	0,83				
54		0,84	1,13	1,18	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,18	1,13	0,84				
58		0,86	1,16	1,20	1,22	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,22	1,20	1,16	0,86				
62		0,90	1,18	1,22	1,24	1,26	1,28	1,28	1,28	1,26	1,24	1,22	1,18	0,90				
66		0,90	1,23	1,28	1,30	1,32	1,33	1,33	1,33	1,32	1,30	1,28	1,23	0,90				
Восточный (западный) склон																		
Январь																		
42				2,35	1,40	1,20	1,06	0,94	0,88	0,78	0,58							
46				3,80	1,52	1,20	1,08	0,95	0,86	0,72	0,44							
50					1,78	1,26	1,10	0,98	0,85	0,64								
54					2,40	1,33	1,16	1,04	0,80	0,54								
58					3,60	1,46	1,22	1,12	0,72	0,32								
62						1,66	1,32	1,22	0,56									
66						2,04	1,54	1,30										

Широта (град.)	Часы														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Апрель															
42		2,52	1,52	1,30	1,18	1,10	1,04	0,96	0,94	0,88 ^с	0,80	0,70	0,44		
46		2,42	1,54	1,30	1,18	1,10	1,04	0,98	0,94	0,88	0,80	0,68	0,42		
50		2,33	1,55	1,32	1,20	1,10	1,04	1,00	0,94	0,88	0,78	0,66	0,40		
54		2,24	1,57	1,34	1,20	1,12	1,04	1,00	0,92	0,86	0,76	0,64	0,40		
58		2,18	1,58	1,35	1,22	1,14	1,06	1,02	0,92	0,84	0,74	0,62	0,40		
62	6,60	2,14	1,60	1,38	1,24	1,14	1,06	1,02	0,90	0,84	0,72	0,60	0,38		
66	4,34	2,08	1,62	1,40	1,26	1,16	1,06	1,02	0,90	0,82	0,70	0,58	0,36		
Июнь															
42	2,72	1,58	1,33	1,20	1,12	1,08	1,02	0,98	0,93	0,88	0,83	0,76	0,64	0,40	
46	2,26	1,54	1,32	1,20	1,12	1,08	1,02	0,98	0,93	0,88	0,82	0,75	0,64	0,43	
50	2,00	1,50	1,32	1,22	1,14	1,08	1,02	0,98	0,93	0,88	0,82	0,75	0,64	0,46	
54	1,82	1,50	1,32	1,22	1,14	1,10	1,02	1,00	0,93	0,88	0,82	0,74	0,64	0,48	0,12
58	1,72	1,48	1,32	1,23	1,14	1,10	1,02	1,00	0,93	0,88	0,80	0,74	0,64	0,50	0,24
62	1,64	1,45	1,32	1,23	1,16	1,10	1,04	1,00	0,92	0,86	0,80	0,74	0,64	0,52	0,34
66	1,58	1,42	1,32	1,24	1,16	1,10	1,04	1,00	0,92	0,86	0,80	0,73	0,64	0,54	0,40
Сентябрь															
42		5,74	1,70	1,34	1,20	1,10	1,04	0,98	0,92	0,86	0,76	0,60	0,24		
46		5,46	1,74	1,38	1,22	1,12	1,04	0,98	0,92	0,84	0,74	0,60	0,20		
50		5,20	1,78	1,40	1,24	1,12	1,04	1,00	0,92	0,84	0,74	0,58	0,18		
54		4,97	1,82	1,42	1,26	1,14	1,06	1,00	0,90	0,82	0,72	0,52	0,12		
58		4,76	1,88	1,46	1,28	1,14	1,07	1,02	0,90	0,82	0,70	0,50			
62		4,62	1,96	1,50	1,30	1,18	1,08	1,02	0,90	0,80	0,66	0,44			
66		4,50	2,06	1,58	1,34	1,20	1,10	1,02	0,90	0,78	0,62	0,38			

Примечания: 1. Дополненные значения $K_{\text{ч}}$ для восточных склонов являются последованными для западных склонов, а последованные значения $K_{\text{ч}}$ для восточных склонов — дополненными для западных склонов.
 2. Значения $K_{\text{ч}}$ менее 0,1 в таблицу не включены.

$S_{\text{ск, ч}} = K_{\text{ч}} S_{\text{г, ч}}$, где $S_{\text{г, ч}}$ — часовая сумма радиации на горизонтальную поверхность.

Коэффициенты $K_{\text{ч}}$ для восточных и западных склонов крутизной 20° были получены ранее [3]. Необходимый для расчетов средних за месяц суточный ход радиации на горизонтальной поверхности может быть получен по данным самописцев или по наблюдениям в актинометрические сроки.

Очевидно, что суточный ход абсолютных значений радиации на склонах повторяет ход коэффициентов $K_{\text{ч}}$, однако реальные условия облачности и прозрачности атмосферы могут вносить изменения.

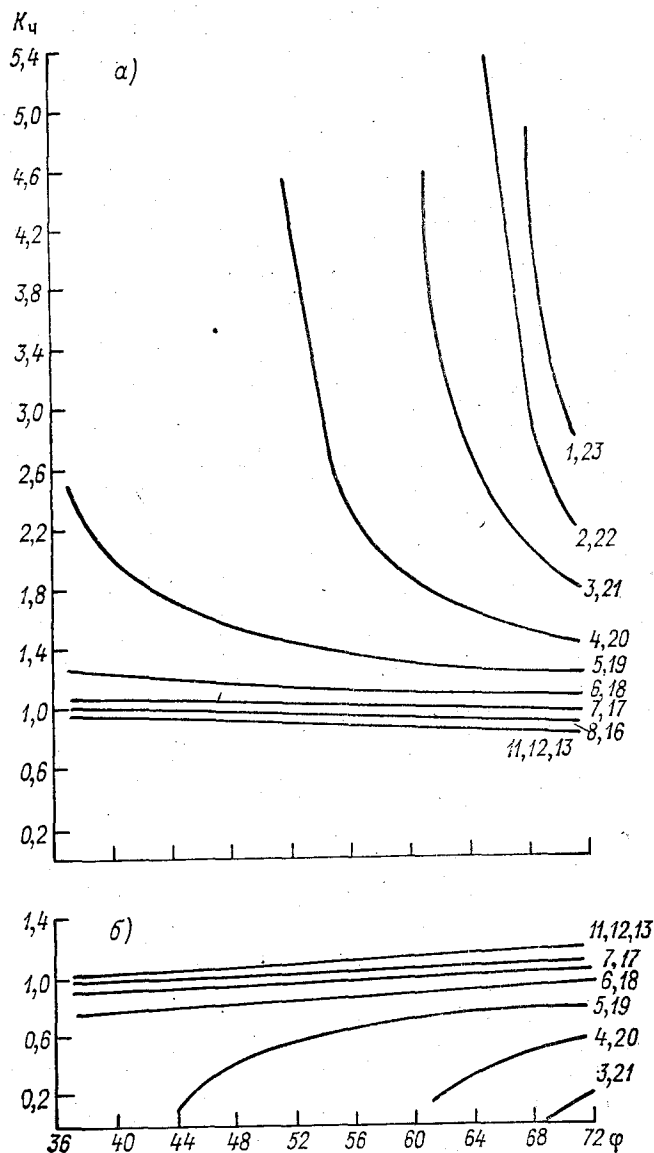
Данные табл. 1 характеризуют дневной режим солнечной радиации на склонах. Как известно, начало образования и разрушения ночных инверсий совпадает со временем перехода радиационного баланса через нуль, который в умеренных широтах наблюдается при высотах солнца порядка 10 — 15° . В ранние утренние и поздние вечерние часы при небольшой высоте солнца наблюдается еще ночной инверсионный характер распределения температуры воздуха.

Суточный ход прямой радиации на склонах в теплую и холодную часть года существенно различается. Зимний характер устанавливается в октябре—ноябре и продолжается до февраля—марта. В это время коэффициенты $K_{\text{ч}}$ на склонах разной экспозиции распределяются неравномерно, при этом декабрь отличается наибольшей неравномерностью. На южных и северных склонах суточный ход относительных часовых сумм симметричен относительно полудня. Склоны северной экспозиции в зимнее время в течение всего дня получают менее 100% радиации от количества, поступающего на горизонтальную поверхность, при этом с ростом угла наклона приток солнечной радиации резко сокращается. Наибольший относительный приход солнечной энергии приходится на дневные часы и составляет в январе для северных склонов крутизной 10° около $0,3$ — $0,7$ радиации, приходящей к ровному месту. Северные склоны крутизной 20° даже на широте 40 — 42° в дневное время получают не более $0,3$ радиации, поступающей на горизонтальную поверхность. В центральных и северных районах прямая радиация в это время на крутые северные склоны не поступает. В феврале относительный приток радиационного тепла несколько увеличивается, однако даже в южных районах он все еще очень мал и составляет в середине дня $0,7$ — $0,8$ для склонов крутизной 10° , а для склонов крутизной 20° лишь $0,4$ — $0,5$ от количества ее, поступающего на ровное место.

Склоны южной экспозиции в зимнее время в течение всего дня получают более 100% радиации. Наибольший относительный приток наблюдается утром и вечером, а наименьший — в полуденные часы. Так, в январе $K_{\text{ч}}$ для склонов крутизной 10° в южных районах изменяется от $1,2$ — $1,3$ в дневное время до $1,7$ — $1,8$ в утренние и вечерние часы, а для склонов крутизной 20° — от $1,5$ —

1,6 до 2,2—2,4. В северных районах величина $K_{\text{ч}}$ возрастает до нескольких единиц.

Для восточной ориентации в течение всего года характерно уменьшение $K_{\text{ч}}$ от утра к полудню. Утром относительные часовые суммы радиации в несколько раз превышают суммы радиации, поступающей на горизонтальную поверхность. С ростом угла наклона инсоляция восточных склонов в дополуденное время уве-



личивается. В послеполуденное время соотношения меняются на обратные — чем круче склон, тем меньше солнечной энергии он получает.

Весной солнечная радиация распределяется более равномерно. Различия в приходе ее к склонам разной экспозиции уменьшаются. В марте еще сохраняется характерное для зимнего времени распределение, в апреле уже заметно преобладание летнего типа.

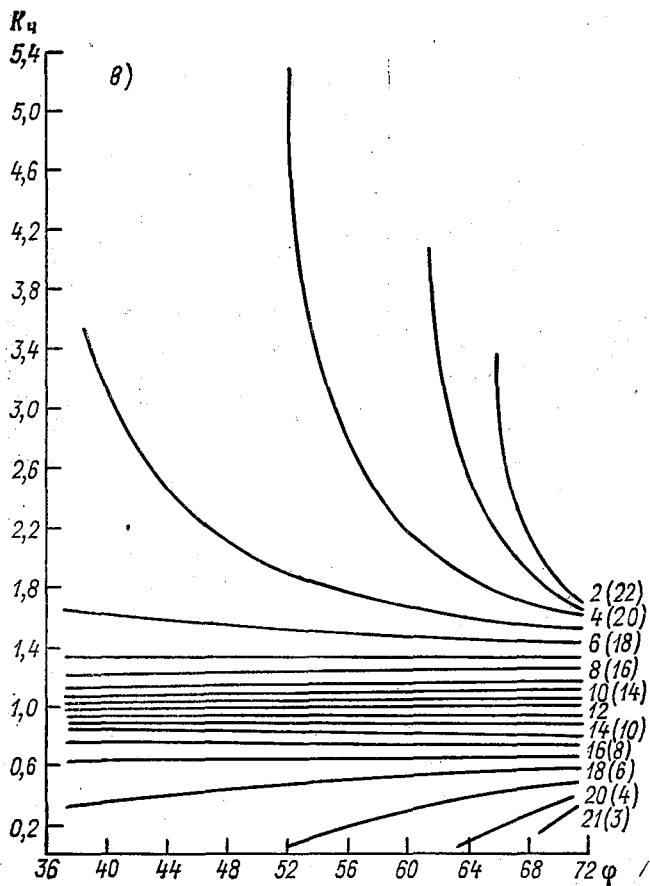


Рис. 1. Изменение $K_{\text{ч}}$ в зависимости от широты места на склонах разной ориентации с углом наклона 10° в июне. *а* — северный склон, *б* — южный склон, *в* — восточный (западный) склон. Цифры у изолиний означают время суток для северного, южного, восточного склона, цифры в скобках — для западного склона.

В теплую часть года для склонов всех ориентаций в течение всего дня, за исключением ранних утренних и вечерних часов, устанавливается почти широтный характер распределения коэффициентов $K_{\text{ч}}$. В этот период наибольшая относительная величина сол-

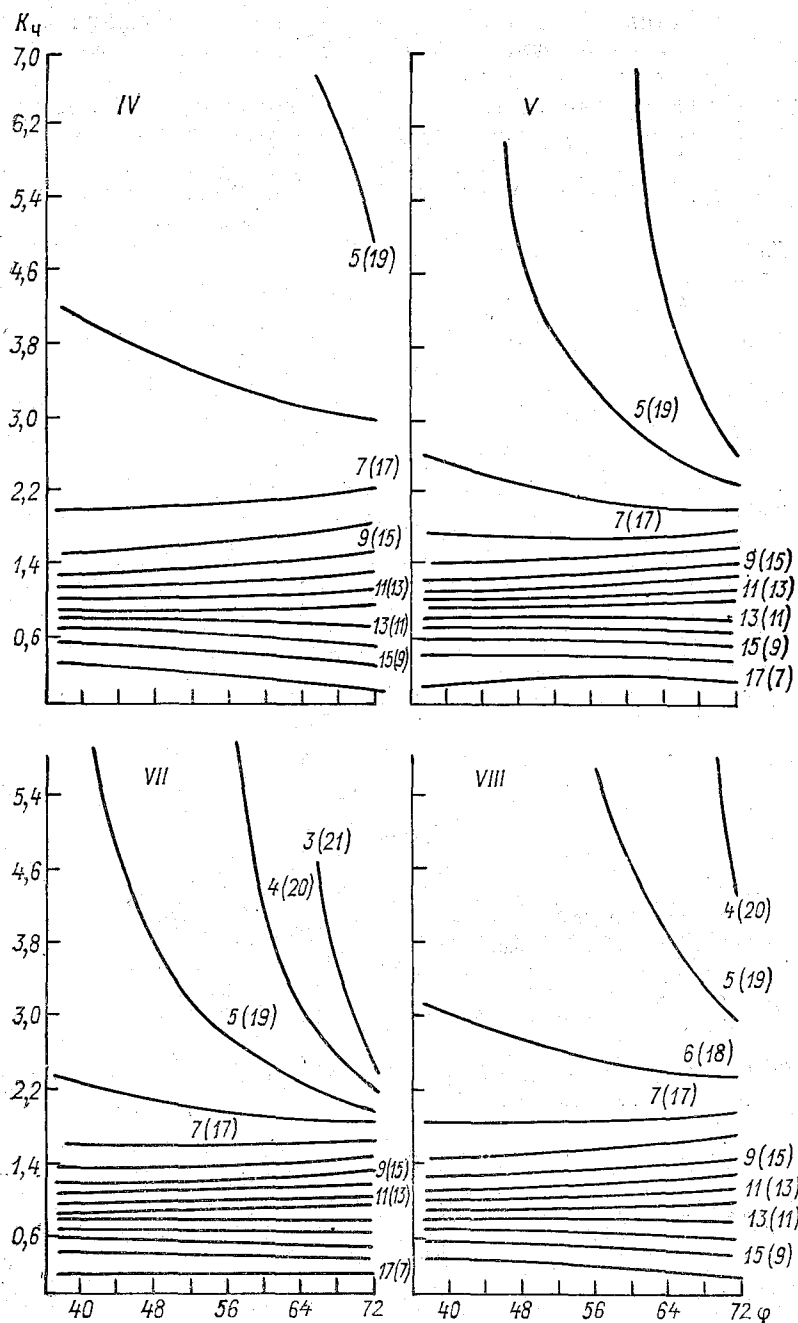
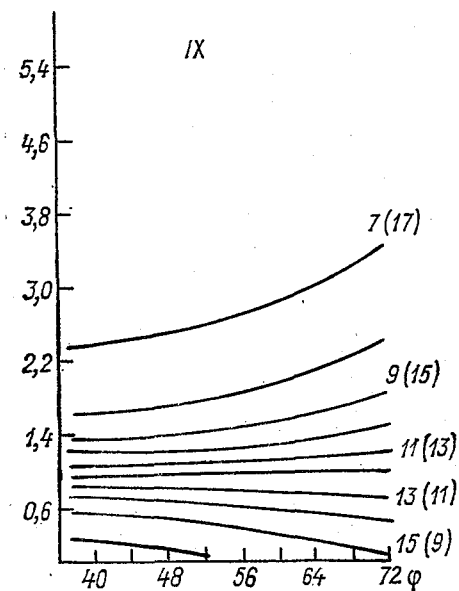
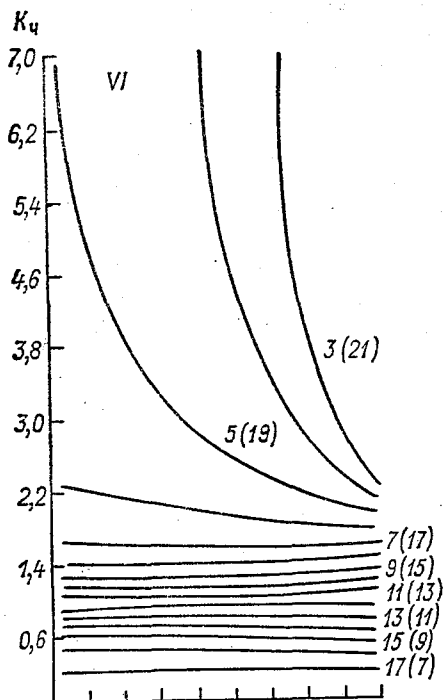


Рис. 2. Изменение K_q в зависимости от широты места на восточном склоне. Цифры у изолиний означают время суток для восточного склона, цифры в



(западном) склоне с углом наклона 20° .
скобках — для западного склона.

нечной радиации на северных склонах наблюдается утром и вечером и наименьшая в дневное время. С возрастанием угла наклона приток радиационного тепла утром и вечером возрастает, а днем убывает.

Коэффициенты $K_{\text{ч}}$ для южных склонов в период с апреля по сентябрь увеличиваются от утра к полудню, при этом днем южные склоны инсолируются лучше всего. С ростом крутизны коэффициенты $K_{\text{ч}}$ в дневное время возрастают, особенно заметно в центральных и северных районах, а утром и вечером убывают. Для восточных и западных склонов в теплое полугодие характер распределения относительных часовых сумм радиации таков же, как и зимой. Однако изменения их как по широте, так и на склонах разной крутизны сглажены (рис. 1, 2). В сентябре наблюдается переход к зимнему характеру распределения $K_{\text{ч}}$, в октябре заметно преобладание зимнего характера. Относительный приток радиационного тепла к склонам разной экспозиции и крутизны в этот период заметно различается, северные склоны получают все меньше тепла от прямых солнечных лучей.

Описанное выше распределение относительных часовых сумм радиации на склонах разной экспозиции определяется характером изменения угла падения солнечных лучей на поверхность склона.

Таким образом, различия в режиме суточного хода прямой радиации на склонах выражены в разных значениях $K_{\text{ч}}$. Летом в утренние и вечерние часы закономерности в распределении от-

носительных часовых сумм радиации на северных и южных склонах изменяются — в это время южные склоны получают меньше солнечной энергии, чем северные. Рассматривая суточный ход радиации на склонах, А. Ф. Захарова [4] и Ю. А. Шербаков [8] отметили эту особенность. Но дополнительное количество солнечной энергии на северных склонах при небольших высотах солнца и малом напряжении радиации невелико и в целом за день или месяц приток радиационного тепла к южным склонам в течение всего года больше, чем к северным. Это следует из работ [2, 4, 6], в которых приведены соотношения между суточными (месячными) суммами радиации на склонах и на ровном месте. При продвижении к северу время, в течение которого южные склоны инсолируются интенсивнее северных, возрастает.

Особенности радиационного режима восточных и западных склонов наиболее четко проявляются при анализе суточного хода радиации. В целом за день склоны восточной и западной экспозиций получают примерно равное количество радиации [3], примерно такое же, как горизонтальная поверхность. Однако в суточном ходе наблюдаются существенные различия. В дополнительное время в теплую часть года на большей части страны восточные склоны крутизной 10° получают почти в 1,5—2 раза больше солнечной радиации, чем западные. Для склонов крутизной 20° различия в инсоляции еще больше увеличиваются. В послеполуденное время имеет место обратное соотношение.

Характер изменения облачности в течение дня оказывает существенное влияние на приход радиации к восточным и западным склонам. В теплое время года на большей части территории СССР облачность преобладает во вторую половину дня, в это же время уменьшается и прозрачность атмосферы. Таким образом, в теплую часть года влияние облачности должно сказаться в уменьшении прихода радиации к западным склонам, восточные же склоны подвержены влиянию облачности меньше. Это отражено в средних суточных суммах, которые в течение теплой половины года для восточных склонов несколько больше, чем для западных [3].

На рис. 3 представлен суточный ход прямой радиации на склонах разной экспозиции в июне для ст. Воейково, расположенной в Ленинградской области. Часовые суммы радиации на склонах получены путем расчета, на основании суточного хода радиации на горизонтальной поверхности. Кривая суточного хода на северном и южном склоне симметрична относительно полудня. Максимум радиации наблюдается в полдень и составляет на северном склоне $26,8 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$. На южном склоне максимум радиации почти в 1,5 раза больше, чем максимум ее на северном склоне. Утром после восхода солнца и до 6 ч на северный склон поступает больше радиационного тепла, чем на южный. В 7 ч северный и южный склоны и ровное место получают одинаковое количество солнечной радиации, а с 8 до 16 ч преимущество имеют южные склоны. В 17 ч оба склона и горизонтальная по-

верхность получают примерно равное количество солнечной радиации, с 17 ч и до захода солнца к северным склонам поступает больше солнечной энергии, чем к южным.

На восточном склоне максимум радиации приходится примерно на 11 ч, на западном склоне он наступает через 2—2,5 ч

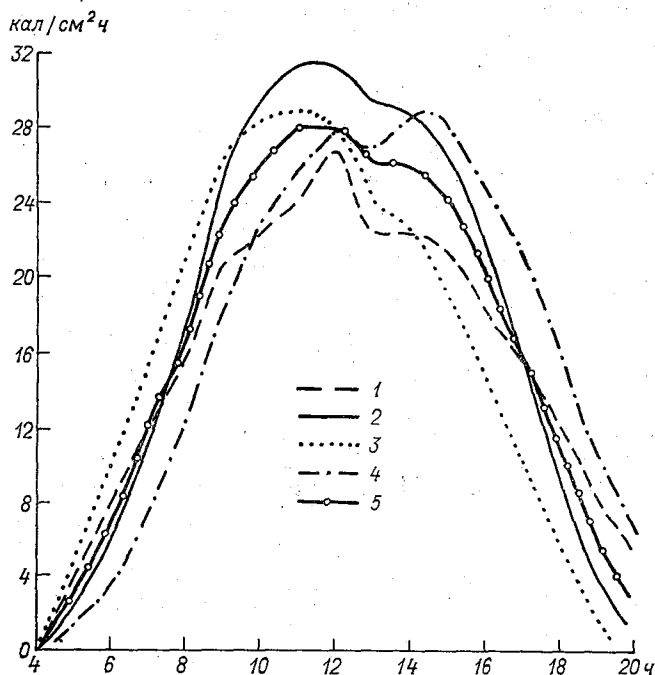


Рис. 3. Суточный ход прямой солнечной радиации на склонах разной ориентации с углом наклона 10° в июне. Воейково.

Склоны: 1 — северный, 2 — южный, 3 — восточный, 4 — западный; 5 — ровное место.

после полудня. Таким образом, разница во времени наступления максимумов на восточном и западном склонах составляет примерно 3—3,5 ч, при этом значения максимумов близки между собой. На восточном склоне величина прямой радиации при увеличении высоты солнца возрастает быстрее, чем на склонах других экспозиций. От восхода солнца до 9 ч на восточный склон поступает больше солнечной радиации, чем на южный, в это же время западный склон находится в наименее благоприятных условиях. В 10 ч восточные и южные склоны получают одинаковое количество радиации, с 11 ч восточные склоны инсолируются менее интенсивно, чем южные, и с 14 ч они уступают северным и западным склонам. После 14 ч больше всего радиации получают западные склоны.

В утренние и вечерние часы разница в напряжении солнечной радиации между восточным и западным склонами большая. Например, в 9 ч сумма радиации на восточном склоне на $8,3 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$ больше, чем на западном, а в 15 ч западный склон получает примерно на $9,5 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$ больше, чем восточный. Наибольшие различия в прямой радиации наблюдаются в случае, когда один из склонов освещен солнцем, а на другой солнечные лучи не попадают.

Изменение крутизны больше всего сказывается на приходе радиационного тепла к северным склонам. Так, максимум радиации на южном склоне крутизной 20° в июне на $1,6 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$ больше, чем максимум на южном склоне крутизной 10° , на северных же склонах эта разница составляет $20 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$; на восточных и западных склонах разница еще меньше, чем на южных.

Согласно натурным исследованиям [1], проведенным в летнее время в Средней Азии, максимальное напряжение солнечной радиации на восточном склоне с углом наклона порядка 30° наступает около 10 ч, на западном склоне — около 14 ч 30 мин. Экспериментальные исследования М. П. Чижевской летом 1954 г. в Ленинградской области показали, что суточный ход прямой радиации на южном и северном склонах отличен от симметричного, как это следует из расчетов. При этом максимум инсоляции на южном склоне отмечен в 11 ч, а на северном склоне в 12—13 ч.

Зимой возрастание крутизны южных склонов до 20° практически не влияет на продолжительность их инсоляции. Летом же с увеличением угла наклона продолжительность инсоляции южных склонов с юга на север сокращается примерно на 2 ч. На северных склонах зимой различия в продолжительности их инсоляции с ростом крутизны до 20° составляют уже в низких широтах более 2 ч, а в центральных и северных районах эти склоны зимой прямую радиацию не получают. В теплую часть года время инсоляции северных склонов крутизной 10 и 20° практически не различается. На восточных склонах и зимой и летом на всей территории СССР продолжительность освещения прямыми солнечными лучами сокращается примерно на 1—2 ч с ростом угла наклона от 10 до 20° . В декабре северные склоны крутизной 10° получают прямые солнечные лучи до широты $58\text{--}60^\circ \text{ с.}$, а северные склоны с углом наклона 20° на этой широте уже в октябре практически ничего не получают. На широте $48\text{--}49^\circ \text{ с.}$ северные склоны крутизной 20° не получают солнечной радиации в декабре—январе. Начиная с февраля северные склоны крутизной 20° получают солнечную радиацию уже до широты $56\text{--}58^\circ \text{ с.}$, а с марта к северным склонам прямая радиация поступает повсюду.

Таким образом, в течение года экспозиция и крутизна склонов по-разному влияют на приход солнечной энергии. Чтобы получить часовые суммы прямой радиации на склонах, необходимо иметь средние месячные часовые суммы радиации на горизонтальной поверхности и воспользоваться коэффициентами $K_{\text{ч}}$ из табл. 1 и рис. 1 и 2. Для характеристики суточного хода прямой

радиации на склонах можно ограничиться и относительными величинами часовых сумм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенштат Б. А. Тепловой баланс и микроклимат влажных горных долин. — Труды СА НИГМИ, 1967, вып. 35(50), с. 3—22.
2. Голубова Т. А. Количественные характеристики радиационного режима. — В кн.: Микроклимат СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1967, с. 11—37.
3. Голубова Т. А. Прямая солнечная радиация, поступающая на восточные и западные склоны. — Труды ГГО, 1967, вып. 351, с. 134—145.
4. Захарова А. Ф. Радиационный режим северных и южных склонов в зависимости от географической широты. — Уч. зап. ЛГУ, сер. геогр., 1959, вып. 13, № 269, с. 24—49.
5. Кондратьев К. Я. Актинометрия. — Л.: Гидрометеиздат, 1965. — 690 с.
6. Кондратьев К. Я., Пивоварова З. И., Федорова М. П. Радиационный режим наклонных поверхностей. — Л.: Гидрометеиздат, 1978. — 215 с.
7. Пивоварова З. И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства. — Труды ГГО, 1973, вып. 321. — 127 с.
8. Щербаков Ю. А. Суточный ход углов встречи солнечных лучей и инсоляции на неодинаково ориентированные наклонные поверхности. — Уч. записки Перм. ун-та, 1973, № 281.

П. И. Песков

МИКРОКЛИМАТ ПОЙМ РЕК НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

XXV съезд КПСС в принятых решениях поставил задачу значительно увеличить производство продуктов земледелия и животноводства в целях лучшего удовлетворения потребностей населения в продуктах питания, а промышленности — в сельскохозяйственном сырье.

В свете задач по изысканию сельскохозяйственных резервов и путей их использования большое значение имеет более рациональное использование пойм и их мелиорация. Для рационального использования пойм необходимо ясное представление о физико-химических свойствах их почв и особенностях климата поймы.

Микроклимат пойм в основном определяется режимом половодий рек; от сроков спада половодий зависят количественные характеристики элементов микроклимата, начало вегетации растительности и сроки сева сельскохозяйственных культур в поймах.

Почвы поймы отличаются от почв окружающей территории большей степенью увлажнения, физико-химическим и физико-механическим составом, большим запасом питательных веществ.

Важной характеристикой пойм является скорость просыхания почвы после спада половодья, т. е. наступления физической спелости почвы, а просыхание почв в поймах происходит при более высоких средних суточных температурах воздуха, чем на суходолах. Посев в пойме может быть начат после схода половодья через 5—7 дней на юге и через 10—15 дней на севере Нечерноземья. Несмотря на значительное уменьшение вегетационного периода в пойме из-за половодья, естественная растительность и посевы в поймах растут и развиваются быстрее, что обеспечивается хорошим увлажнением почвы и достаточно высокой температурой воздуха в начале вегетационного периода [6].

Ускоренное развитие растительности в пойме, особенно при высоких половодьях, связано с насыщением почв пойм солями микроэлементов и кислородом. В полых водах растворенного кислорода в 1,5—2,0 раза больше, чем в грунтовых, что способствует

развитию микроорганизмов в почве и образованию доступных растениям питательных веществ.

Наблюдения за развитием естественной растительности пойм вплоть до тундры показали, что в поймах растения проходят нормальный цикл развития за более короткий период и почти не отстают по срокам созревания от растений коренного берега, при этом урожайность их значительно выше, характерно образование мощной вегетативной массы [10]. Например, в районе р. Печоры в зоне лесотундры рекордные урожаи зеленой массы овса доходили до 300 ц/га, капусты сорта Слава до 1000 ц/га и картофеля до 400 ц/га.

Использование пойм под сельскохозяйственные культуры требует учета их геоморфологических особенностей, которые влияют на режим половодья, увлажнение почвы и, следовательно, на температуру и влажность почвы и воздуха, что важно для практических целей, так как в значительной мере они определяют хозяйственную ценность и способы интенсивного освоения территорий пойм [7].

Известна большая пестрота почв в пойме на небольшой территории. В почвах пойм больших рек создается значительный запас питательных веществ [4, 5]. Свойства почв в пойме закономерно изменяются от русла реки по направлению к берегу. Прирусловая часть большей частью возвышенна и сложена преимущественно из супесчаных и песчаных валов и гравий и в основном кратковременна. В центральной части поймы преобладает зернисто-комковатая структура почвы, эта часть преимущественно среднепойменная. Притеррасная часть поймы наиболее понижена, долгопойменная и часто в значительной степени заболочена.

В нечерноземной зоне заболоченность пойм в северных и северо-западных областях достигает до 10—15%, в южных областях она составляет менее 5%.

Исследования показали, что, несмотря на высокое естественное плодородие, целинные пойменные почвы не могут обеспечить необходимые оптимальные условия питания растений из-за недостаточного содержания легкоусвояемых форм питательных веществ в почве. Под влиянием распашки активизируются микробиологические процессы, изменяются свойства почвы и пищевой режим. Возрастает подвижность азота и фосфора, улучшаются условия калийного питания, коренным образом меняется водно-тепловой режим почв. Все это приводит к повышению плодородия пойменных почв.

Энергетической основой создания растительной массы является радиационный баланс, величина которого в пойме несколько меньше, чем на окружающей территории, однако распределение его составляющих (испарение, турбулентный теплообмен и поток тепла в почву) в пойме более благоприятно для растительности.

Исследованиями ГГО установлено, что использование пойм под сельскохозяйственные культуры и распашка лугов приводят к значительному изменению составляющих теплового баланса,

которое благоприятно для развития растений в том отношении, что весной почва на распаханном поле лучше прогревается и аккумулирует тепло, чем на лугу. Позже большая часть накопленного тепла расходуется на испарение и главным образом на транспирацию растениями, что вызывает мощный рост и накопление большей вегетативной массы растений, обеспечивая хороший урожай. Кроме того, пойма использует некоторое количество тепла окружающей территории [8].

При вторжениях холодных масс воздуха почва на суходолах охлаждается быстрее, чем в пойме, и температуры почвы в пойме оказывается выше. Различия в температуре почвы доходят до 7—8°C на поверхности и до 0—5°C на глубине 20 см. Воздух в приземном слое поймы также прогревается больше.

Распашка луга в пойме приводит к улучшению термических условий верхнего слоя почвы. Повышенное увлажнение почвы в пойме увеличивает теплоемкость и теплопроводность почвы, обеспечивает равномерный прогрев на большую глубину и уменьшает температурные колебания, при этом в почве аккумулируется больше тепла.

Второй причиной получения большей биомассы растений на поле является фитоклимат, благоприятный для произрастания культур. Высокоразвитая растительная масса способствует уменьшению общего испарения, уменьшению градиентов температуры и влажности воздуха, уменьшению охлаждения почвы, что в свою очередь обуславливает уменьшение бесполезной транспирации растений.

По исследованиям К. И. Харченко, на элементы микроклимата поля значительное влияние оказывает внесение удобрений, пескование, известкование и другие мероприятия, в результате чего изменяется тепловой режим почвы и растений, уменьшается суммарное испарение.

Путем обработки почвы и применения системы агротехнических мероприятий можно влиять на водный и температурный режим почвы, регулировать микроклимат полей в соответствии с потребностями растений. Это позволяет получать на полях в пойме хороший урожай культур, который значительно выше урожая на окружающей территории суходолов.

Наибольшие различия в температуре воздуха между поймой и окружающей территорией наблюдаются в вечерние часы и ночью, а не перед восходом солнца утром, когда отмечаются минимальные температуры в приземном слое воздуха. Максимальные различия обнаруживаются вблизи деятельной поверхности.

В пойме понижается уровень максимальных и особенно минимальных температур воздуха. В результате в засушливые периоды, когда растения на суходолах угнетаются высокими температурами в дневные часы, в пойме создается весьма заметное смягчение метеоусловий.

В пойме более низкие температуры в вечерние часы и ночью способствуют уменьшению расхода органических веществ на ды-

хание растений, так как жизнедеятельность клеток растений при более низких температурах уменьшается [1]. Тем самым растения в пойме накапливают больше органического вещества, чем на коренном берегу, при равных условиях погоды. Опасность заморозков в пойме, под пологом радиационного тумана, несколько меньше, чем на коренном берегу.

Следовательно, температурный режим поймы более благоприятен для развития растений, чем окружающая территория.

С развитием растительности разности относительной влажности между поймой и коренным берегом увеличиваются вследствие увеличения абсолютной влажности в пойме и понижения температуры воздуха.

Влияние суховейных и засушливых явлений в нечерноземной зоне в поймах минимально, в то время как на коренном берегу в отдельные годы засушливые явления заметно влияют на растительность и снижают урожай сельскохозяйственных культур.

В работе [8] было установлено, что на суммарное испарение в пойме на лугу расходуется до 80% радиационного баланса. При использовании пойм под посевы на суммарное испарение расходуется от 40 до 100% радиационного тепла (после смыкания травостоя), что обеспечивает развитие значительно большей вегетативной массы на посевах по сравнению с лугом.

Водный и метеорологический режим пойм не всегда благоприятен для нормального развития культурной и естественной растительности. Поэтому водно-воздушный, тепловой и питательный режим почв, режим температуры и влажности воздуха пойм должны регулироваться мелиорацией в зависимости от потребностей сельскохозяйственных культур в воде, тепле и пище в определенных фазы роста и развития растений.

В тундровой и лесотундровой зоне Нечерноземья почвы пойм преимущественно аллювиальные слоисто-песчаные и малоразвитые суглинки. Они хорошо дренированы и вследствие относительно малого количества осадков и отсутствия грунтово-напорных вод с коренного берега обладают меньшей влажностью и хорошо прогреваются. Характерно, что в поймах этих зон урожай чаще ограничивается не недостатком тепла, а сухостью почвы (при малом количестве осадков). В этих условиях весьма эффективен искусственный полив [2, 3].

Вследствие отсутствия мерзлоты в поймах и несколько повышенного термического режима по поймам в тундровой зоне возможно успешное продвижение далеко на север сельскохозяйственных культур и получение высоких урожаев.

На севере и северо-западе таежной части нечерноземной зоны в поймах преобладают суглинистые разности зернистых почв, которые достаточно дренированы и хорошо увлажнены. выпадающие осадки практически обеспечивают потребности сельскохозяйственных культур во влаге.

Поймы лесной зоны сравнительно переувлажнены при некотором недостатке тепла, большая часть которого расходуется на ис-

парение. Наиболее теплые и сухие — прирусловые части поймы, по которым южные растения проникают далеко на север.

Основой мелиорации пойм на севере нечерноземной зоны является повышение уровня температуры почвы, а следовательно, и воздуха, регулирование влаги на переувлажненных и заболоченных участках поймы и борьба с заморозками, которые наблюдаются в течение всего вегетационного периода. Тепловая мелиорация пойм наиболее эффективно проводится путем создания древесно-кустарниковых кулис и осушительных мероприятий. Под их воздействием равномерно распределяется снеговой покров, зимой почва меньше промерзает. Летом уменьшается испарение, повышается температура почвы и воздуха.

В поймах лесной зоны весьма целесообразно двустороннее регулирование водного режима, так как оптимальные уровни осушения для отдельных культур и даже сортов колеблются в довольно широких пределах в зависимости от условий погоды. Примеры интенсивного использования пойм в разных районах нечерноземной зоны показали, что мелиорация пойм весьма эффективна. Она значительно увеличивает урожайность и снижает себестоимость получаемой продукции. Продуктивность пойм повышается при внесении удобрений.

Опыт мелиораций пойм указывает, что каждая область Нечерноземья должна располагать научно обоснованными и проверенными методами и способами улучшения природных условий пойм с тем, чтобы получать возможно больше продукции при меньших затратах труда. А для этого необходимы широкие микроклиматические исследования в поймах больших рек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алпатов А. М. Влагодобор культурных растений. — Л.: Гидрометеоздат, 1954.
2. Дадыкин В. П. Как живет растение на Крайнем Севере. — Сельхозгиз, 1953.
3. Ивановский А. И. Особенности земледелия на Крайнем Севере. — Труды НИИ с. х. Крайнего Севера, 1963, т. 11. Норильск.
4. Каргопольцев Ю. Ф. Эффективность мелиорации при осушении пойменных болот и заболоченных земель в условиях Архангельской области. — Труды Сев. НИИГиМ, 1965, вып. 21.
5. Классификация пойменных почв, их мелиорация и сельскохозяйственное использование. М.: Росгипроводхоз, 1964.
6. Крылова Н. П. Влияние защитных кулис на развитие и урожай овощных культур в лесотундре Ненецкого национального округа. — Труды НИИ с. х. Крайнего Севера, 1960, т. 8.
7. Марков Е. С. Мелиорация заболоченных пойм. — М.: Сельхозгиз, 1958.
8. Песков П. И. Тепловой баланс поймы реки. — Труды ГГО, 1965, вып. 180.
9. Песков П. И. Режим фитолимата на полях в пойме. — Труды ГГО, 1966, вып. 190.
10. Природа поймы реки Оби и ее хозяйственное освоение. — Изд-во Томского ун-та, 1963.
11. Раунер Ю. Л. Некоторые итоги климатологических исследований в лесостепи Среднерусской возвышенности. — Труды Курского стационара Ин-та географии АН СССР, 1972, вып. 1.

П. И. Песков, Л. Г. Семеричкова, С. Н. Старкова

МИКРОКЛИМАТ ДЕТСКИХ САДОВ

В статье на основании натурных наблюдений в детских садах г. Ухты, проведенных в 1975—1977 гг., рассматриваются закономерности режима температуры и влажности воздуха при различных условиях погоды.

В последние годы идет бурное развитие производительных сил Севера и Крайнего Севера ЕТС — районов с наиболее суровой и длительной зимой. Здесь интенсивно строятся жилье и детские ясли-сады. Например, только в Коми АССР в X пятилетке планируется ввести более 100 детских садов на 28 тыс. мест. В детских садах проходит половина жизни детей в возрасте 2—7 лет.

Совокупность теплового, воздушного, светового и акустического режима жилища составляет, как известно, понятие микроклимата жилища, оптимальные уровни которого для человека обеспечивают комфорт. Поэтому весьма важно иметь представление о характере микроклимата в существующих детских садах, его изменчивости в течение года и суток и степени отклонения от гигиенических норм для учета в будущем строительстве.

Нормативные требования к микроклимату детских садов сведены в гигиенические нормы по результатам исследований. Исследования о влиянии микроклимата на детей в условиях Севера проводили Московский НИИ гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана и Киевский НИИ общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Марзеева. По их данным для детей в жилых комнатах должна быть температура 20—22°C, относительная влажность 45—50%, температура внутренних поверхностей ограждающих конструкций 18°C. В спальнях соответственно 16—17°C, 38—50% и 15°C [1—3].

При проектировании и строительстве используются нормативные требования к микроклимату детсадов, изложенные в строительных нормах и правилах [4]. Согласно [4], при теплотехнических расчетах ограждающих конструкций в помещениях, где пребывают дети, относительная влажность воздуха должна быть 40—55%. В помещениях групповых и игровых-столовых, раз-

мещаемых на первом этаже, температуру поверхности пола в зимний период рекомендуется поддерживать равной 22°C.

Гигиенические нормы отражают величину гигиенического оптимума для определенного возраста, а СНИП — обязательный минимальный уровень требований при проектировании и строительстве детских садов при существующем уровне технических возможностей.

С декабря 1975 по март 1977 г. в г. Ухте Коми АССР нами проводились микроклиматические наблюдения за основными микроклиматическими характеристиками — температурой и влажностью воздуха в трех детских садах. В каждом детском саду в четырех пунктах на первом и втором этажах в центре — столовых комнатах — проводились измерения температуры и влажности воздуха аспирационными психрометрами на высотах 0,5 и 1,5 м полусуточными сериями 7, 10, 13, 16 и 19 ч и разовые наблюдения в тех же пунктах при характерных условиях погоды.

Детсад № 65 — основные проемы окон ориентированы на ССЗ и ЮЮВ, боковые — на ВСВ и ЗЮЗ.

Детсад № 102 — окна всех игровых-столовых ориентированы на ЮЮВ, а спальни — на ССЗ.

Система отопления в обоих детсадах — замоноличенные в бетон трубы по полупериметру низа комнат без ручного регулирования теплоносителя. В первом этаже полы игровых-столовых подогреваются. Вентиляция через фрамуги в верхних частях окон.

Детсад № 103 — проемы окон игровых-столовых ориентированы на юг, дополнительные — на запад и восток. Отопление батарейное. Вентиляция через фрамуги в верхних частях окон.

Температура помещений детского сада при существующей системе отопления и вентиляции через фрамуги окон находится под воздействием температуры наружного воздуха и зависит от времени и частоты проветривания.

В табл. 1 в качестве примера приведены данные о температуре и влажности воздуха в разных помещениях детсадов за отдельные характерные дни 1976 г.

В детсаду № 65 в утренние часы зимой (без проветривания ночью) температура воздуха в комнатах-столовых удерживалась на уровне 17—21°C, летом температура воздуха в комнатах утром была 20—23°C.

Пребывание детей в игровой комнате в течение 3 ч зимой повышает температуру воздуха на 1—2°C при минимальных влияниях солнечной радиации.

В комнатах первого этажа с подогреваемыми полами при прочих равных условиях температура воздуха зимой на 2—3°C выше, поэтому требуется более частое проветривание.

При кратковременных открываниях фрамуг температура воздуха понижается на 3—5°C с вертикальным градиентом температуры до 2—3°C на 1 м. Обычно вертикальный градиент, зависящий от скорости движения воздуха, составляет 0,2—0,8°C.

Таблица 1
Полусуточный ход температуры (°C) и относительной влажности воздуха (%) при различных условиях погоды. 1976 г.

Номер пункта наблюдений и этаж	Часы										Облачность (и примечания)
	температура					влажность					
	7	10	13	16	19	7	10	13	16	19	
Детсад № 65											
8 января											
1-1	21,7	23,5	22,8	22,3	24,2	4	9	13	7	9	10/10St
2-2	21,2	20,4	21,1	21,2	23,6	21	35	23	30	35	
3-1	21,2	23,3	17,3	19,5	23,3	4	10	6	9	9	
4-2	19,8	22,1	18,5	20,9	22,4	15	23	32	28	32	
На улице	-20,5	-21,3	-22,4	-23,0	-23,1	83	84	83	82	82	
4 февраля											
2-3	19,6	21,0	22,1	22,1	22,3	10	23	34	27	32	4/0As
3-1	19,1	19,6	20,2	21,1	21,9	2	4	7	4	9	
4-2	19,9	21,8	23,2	21,5	23,3	8	11	30	29	25	
На улице	-34,2	-33,0	-32,1	-32,5	-34,0	76	77	74	74	76	
15 марта											
1-1	20,6	25,4	27,5	26,2	24,7	5	12	13	5	9	0/0
2-2	17,8	22,6	24,1	20,6	20,5	10	25	24	9	23	
4-2	16,8	21,4	22,4	22,0	21,2	13	22	19	14	25	
На улице	-19,4	-16,6	-14,2	-13,3	-15,0	67	52	39	34	36	
22 апреля											
1-1	20,0	24,5	25,2	24,3	21,6	13	26	25	15	19	3/3Сч
3-1	19,6	22,2	21,7	17,9	20,8	16	26	25	19	31	
4-2	19,4	22,1	20,5	21,4	21,3	26	27	23	30	36	
На улице	0,0	4,8	6,1	6,5	6,0	68	56	51	50	47	

Номер пункта наблюдений и этаж	Часы										Облачность (и примечания)
	температура					влажность					
	7	10	13	16	19	7	10	13	16	19	
11 мая											
1-1	20,1	21,6	19,4 ¹	20,6	19,1	15	28	26	30	31	10/10St, Ns
2-2	18,5	18,6	19,8	18,2 ¹	19,6	25	33	39	45	52	
3-1	17,7	19,0	18,8	18,0 ¹	19,1	20	30	39	38	42	
4-2	18,0	18,1	18,7	17,6 ¹	20,1	21	29	33	40	48	
На улице	0,4	3,1	3,9	4,1	4,5	72	65	82	87	92	
13 мая											
1-1	23,1	26,3	26,8	27,3	26,4	30	30	27	30	29	5/0Cl
2-2	21,3	22,6 ¹	24,0	23,7	23,1	31	23	34	30	33	
3-1	21,0 ¹	21,8 ¹	22,4 ¹	22,7 ¹	23,0	30	26	35	32	39	
4-2	19,8 ¹	23,4	24,4	23,8 ¹	22,6 ¹	29	25	32	25	27	
На улице	14,3	19,7	21,6	20,4	19,0	53	42	38	37	43	
27 мая											
1-1	21,8	25,6	24,5	23,9	—	13	21	19	22	—	10/0Cs, Ns
2-2	19,4	19,3 ¹	21,0	22,0	—	17	19	31	29	—	
3-1	20,9	21,8	21,9	22,7	—	20	27	36	34	—	
4-2	18,0	21,7	20,5 ¹	21,4	—	16	18	26	25	—	
На улице	4,8	8,2	10,9	12,1	11,2	53	50	47	47	56	
21 июля											
1-1	22,8	25,6	27,8	27,9	27,4	29	26	26	22	28	Окна открыты Без детей Окна открыты 0/0
2-2	23,4	25,0	26,1	25,5	25,4	31	25	24	19	27	
3-1	20,0	20,5	20,4	21,0	21,0	35	36	37	36	33	
4-2	22,7	25,5	26,6	25,8	25,2	27	27	24	24	23	
На улице	11,4	19,2	22,2	23,4	22,5	77	49	43	40	40	

Номер пункта наблюдений и этаж	Часы										Облачность (и примечания)
	температура					влажность					
	7	10	13	16	19	7	10	13	16	19	
8 августа											
1-1	21,1	25,3	24,8	23,7	23,2	19	25	30	29	29	7/0С1, Сш, Ас
2-2	18,4	21,7	20,8 ¹	21,6	21,4	30	34	43	45	51	
3-1	19,1	20,9	21,4	21,6 ¹	22,4	18	29	34	33	36	
4-2	18,0	22,8	21,1 ¹	20,3 ¹	20,8	26	40	40	39	38	
На улице	-6,9	-3,2	-0,3	-3,0	-4,4	93	80	70	83	84	
11 ноября											
1-1	21,2	19,7 ¹	21,6	22,8	23,0	24	32	33	31	36	10/10Ns
2-2	17,4	18,4	17,7	20,3	20,0	36	47	54	44	54	
3-1	21,3	23,0	21,2 ¹	21,0	23,9	29	38	33	32	39	
4-2	16,6	18,2	18,1 ¹	19,0	19,2	32	45	46	41	43	
На улице	0,6	-0,1	-0,7	-0,7	-0,4	86	79	73	73	76	
Детсад № 102											
24 марта											
1-2	18,0	20,8	22,9	24,3	21,7 ¹	6	12	16	19	17	0/0
2-1	20,6	20,7	21,9	23,4	23,2 ¹	4	9	15	21	16	
3-2	22,6	23,9	24,4	23,3 ¹	23,5	11	14	16	17	25	
4-1	21,7	19,2 ¹	20,0	21,7	22,0	7	12	16	17	23	
На улице	-14,2	-7,8	-0,2	1,3	-0,3	65	58	34	41	48	
28 августа											
1-2	23,6	25,0	26,2	26,1	26,0	52	42	33	32	42	0/0
2-1	22,2	24,9	26,5	26,0	25,8	55	42	39	39	43	
3-2	—	25,4	26,0	25,4	25,2	—	41	36	36	38	
4-1	—	25,6	25,2	24,4	24,3	—	49	48	49	50	
На улице	18,4	22,4	24,4	25,4	24,7	77	59	50	48	57	

Номер пункта наблюдений и этаж	Часы										Облачность (и примечания)
	7	10	13	16	19	влажность					
						7	10	13	16	19	
2 декабря											
1-2	20,8	23,2	22,4 ¹	22,3 ¹	23,0	29	33	32	39	35	10/10Ns, снег
2-1	18,8	23,3	19,1 ¹	23,0	22,6 ¹	26	27	23	27	34	
3-2	21,4	21,7	20,7 ¹	22,4	21,9	26	37	39	40	47	
4-1	21,7	23,2	23,0	20,8 ¹	23,4	23	33	46	31	32	
На улице	-4,8	-3,1	-3,0	-4,1	-5,0	90	93	98	98	98	
Детсад № 103											
28 августа											
1-2	26,6	29,0	29,1	27,8	27,8	34	30	26	24	31	Окна открыты 4/1Cu, Oc
2-1	23,0	25,1	26,1	26,5	25,8	44	31	28	29	31	
3-2	26,3	28,0	27,8	27,2	26,7	38	34	29	28	32	
4-2	25,6	26,2	26,8	27,3	28,1	37	29	23	24	25	
На улице	18,5	24,0	26,4	25,5	25,7	62	50	38	40	41	
3 декабря											
1-2	20,8	20,2 ¹	20,6	20,0 ¹	20,6	30	41	40	35	36	10/10St
2-1	21,3	22,6	21,3 ¹	21,6	20,8 ¹	38	31	39	34	30	
3-2	17,8	22,2	19,4 ¹	19,9	19,6 ¹	32	40	43	38	42	
4-2	18,8	22,8	21,2 ¹	21,2 ¹	21,7	30	35	32	30	29	
На улице	-2,3	-2,0	-2,4	-5,0	-6,2	87	88	88	89	90	

¹ Помещение проветривалось.

В детсаду № 65 полусуточная амплитуда температуры воздуха составила в зимний период 5—8°C на более низком уровне температуры в игровых комнатах (17—23°C); в летний период полусуточная амплитуда составила 3—5°C на более высоком уровне температуры в комнатах (22—27°C).

В ясную погоду комнаты, ориентированные на юг, прогреваются на 4—5°C больше, чем комнаты, ориентированные на север. Так, на первом этаже в мае в ясную погоду в ясельной группе при ограниченном проветривании температура воздуха поднималась до 28—32°C.

Летом (в июле) при отключенном отоплении в ясную погоду в комнатах, ориентированных на юг, температура воздуха была на 4—5°C выше температуры наружного воздуха, а в комнатах, ориентированных на север, — на 2—3°C ниже. Все фрамуги и частично рамы обычно открыты весь день.

В период с апреля по ноябрь в комнатах, ориентированных на юг, температура воздуха преимущественно выше 22°C. Проветривания через фрамуги кратковременно понижают температуру воздуха в комнатах, если температура наружного воздуха много ниже температуры в комнатах.

В пасмурную погоду температура воздуха различно ориентированных комнат выравнивается и колебания ее вызываются проветриванием.

Конструктивно-планировочная схема детсада № 65 с боковыми окнами в игровых-столовых и широкими окнами фасада приводит зимой к уменьшению зоны теплового комфорта в комнатах. Исследования лаборатории строительной теплофизики Челябинского политехнического института показали, что наиболее дискомфортная по температуре зона расположена у окна как зимой, так и летом.

В детсаду № 102, где окна всех игровых комнат ориентированы на ЮВ, а боковых окон нет, полусуточная амплитуда температуры равна 2—4°C и она связана с пребыванием детей и суточным ходом солнца.

В комнатах с подогреваемыми полами в том же детсаду температура воздуха была обычно на 2—3°C выше, чем в комнатах с непогреваемыми полами. Вертикальный градиент температуры составлял 0,3—0,8°C на 1 м, а при проветриваниях через фрамуги — 1,5—2,5°C.

В детсаду № 65 относительная влажность воздуха изменялась в довольно широких пределах, оставаясь преимущественно ниже 40% (табл. 1).

Зимой (ноябрь—февраль) при температуре наружного воздуха ниже —20°C относительная влажность изменялась в пределах 5—30% с полусуточной амплитудой 10—15%. При этом амплитуда относительной влажности наружного воздуха изменялась в пределах 5—10%, обычно она держалась на уровне выше 70—80%.

При температуре наружного воздуха ниже -30°C относительная влажность в детсаду изменялась в пределах 5—20% с полусуточной амплитудой температуры до 10%.

Весной и осенью в игровых комнатах относительная влажность колебалась в пределах 10—35% с полусуточной амплитудой 10—15%. В то же время амплитуда относительной влажности наружного воздуха менялась в пределах 20—40%.

В комнатах с обогреваемыми полами относительная влажность воздуха на 10—15% ниже, чем в комнатах с необогреваемыми полами. По окончании отопления относительная влажность выравнивается во всех комнатах.

Значительные колебания относительной влажности наружного воздуха летом вызывают синхронные изменения влажности в комнатах детского сада, амплитуда достигает 5%.

Амплитуда колебания относительной влажности в детском саду, связанная с пребыванием в нем детей, составляет 5—10% в зимний период и 10—15% в осенне-весенний период.

Летом колебания относительной влажности помещений больше связаны с колебаниями относительной влажности наружного воздуха благодаря открытым в течение дня окнам, а полусуточные увеличения относительной влажности воздуха во время нахождения детей составляют 10—20%.

Периодическое проветривание игровых-столовых приводит к резкому понижению относительной влажности на 10—15%. Влажные уборки на короткое время повышают влажность воздуха на 5—10%.

В ясную погоду и при переменной облачности в комнатах, ориентированных на север, относительная влажность на 5—10% выше, чем в комнатах, ориентированных на юг.

При сильных ветрах (до 8—10 м/с) в комнатах, расположенных с наветренной стороны, относительная влажность несколько понижается (до 5%), что связано с большим поступлением наружного воздуха через оконные проемы. Детские сады (№ 102 и 103), расположенные в пониженной части поймы р. Чибью, при сильных морозах в тихую погоду подвергаются воздействию более холодного (на $5-7^{\circ}\text{C}$) воздуха, чем расположенные выше. Поэтому в них несколько меньшая относительная влажность воздуха.

В детсаду № 102, все окна игровых комнат которого ориентированы на ЮЮВ, различия в относительной влажности в комнатах сглаживаются. В комнатах первого этажа с подогреваемыми полами относительная влажность воздуха на 10—15% ниже, чем в комнатах с неподогреваемыми полами. Полусуточные изменения относительной влажности, связанные с пребыванием детей, составили 10—15%.

Выводы

1. В существующих сериях детских садов в районах Севера ЕТС режим температуры и влажности воздуха не соответствует минимальным нормам комфортности.

2. При низких температурах наружного воздуха зимой в комнатах устанавливается температура воздуха ниже комфортной (до 17°C), а летом при высоких температурах она выше комфортной (до 30°C и выше).

3. Относительная влажность воздуха зимой опускается до крайне низких пределов (5—10%) и только летом приближается к комфортной (40—55%).

4. Существующая система отопления и регулирования в детских садах не в состоянии обеспечить стабильность температуры воздуха на уровне комфортной во все время пребывания там детей.

5. Система вентиляции и обмена воздуха через фрамуги окон приводит к созданию резкой дискомфорта по влажности воздуха. Наиболее эффективна принудительная вентиляция увлажненным до уровня комфортности воздухом. В существующих детских садах необходимы любые типы увлажнителей, зеленые растения и кондиционеры.

6. Ориентирование окон комнат на юг приводит к значительному перегреву воздуха в комнатах и понижению относительной влажности в ясную погоду, особенно в весенне-осенний период, когда солнце стоит сравнительно низко, а число часов солнечного сияния значительно. Более оправдано ориентирование окон на запад или восток при расположении комнат на две стороны или на юго-восток при ориентировании игровых комнат на одну сторону.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дюшева А. Я. Нормирование микроклимата производственных помещений в СССР и за рубежом. — М.: Стройиздат, 1973.
2. Горомосов М. С. Микроклимат жилищ и его гигиеническое нормирование. — М.: Медгиз, 1963.
3. Исмаилова Д. И. К вопросу о гигиенической характеристике микроклимата при панельно-лучистых системах отопления жилых зданий во второй строительной-климатической зоне. — Сборник научных трудов Челябинского политех. ин-та, 1971, № 105.
4. СНиП II—Л.3-71. Детские сады. 1970.

И. А. Береснева

О РАДИАЦИОННОМ БАЛАНСЕ ПУСТЫННО-СТЕПНОЙ ЗОНЫ МНР

Пустынно-степная зона Монгольской Народной республики, примыкающая к северной части Гоби, расположена в южной части республики.

В течение трех лет, с 1970 по 1972 г. в южнгобийском аймаке в северных предгорьях хребта Гурван-Сайхан (Булган-Сомон) работал пустынно-степной стационар совместной Советско-Монгольской комплексной биологической экспедиции АН СССР и АН МНР. Основная задача работы всей экспедиции состояла в разработке теоретических и практических рекомендаций для улучшения и рационального использования природной кормовой базы МНР. Стационарные исследования велись комплексно специалистами различного профиля. В настоящее время полученные результаты обобщаются.

Исследованиями Е. И. Рачковской установлено [5], что пустынные степи МНР — это сообщества неповторимого состава и строения. Они распространены по окраине центральноазиатской пустынной области, являются эндемиками для Центральной Азии и не имеют аналогов в других аридных областях Палеарктики. Начиная с этой растительной полосы идет становление типично центральноазиатских аридных типов растительности.

Значительную часть пустынно-степной и пустынной зон МНР занимает относительно выровненная территория. Наличие хребтов и котловин определяет высотную поясность в распределении растительности, почв и климата.

Как показала Т. К. Гордеева [9], горный хребет Гурван-Сайхан (юго-восточная оконечность Монгольского Алтая) и депрессии типа Баян-Дзаг, Тугрик-Уус и соленого озера Улан-Нур обуславливают высотную поясность на территории стационара. Его выделены три пояса по преобладающему типу растительности:

- 1) пустыни и остепненные пустыни (высота 1000—1200 м над ур. м.) на сильно опустыненных бурых пустынно-степных почвах;
- 2) пустынные степи (1200—2000 м) на бурых пустынно-степных почвах;

3) горные сухие степи (2000—2500 м) на маломощных каштановых почвах.

Относительно слабая изученность климата и особенно микроклимата аридных территорий, в том числе и центральноазиатских, обусловила большой круг вопросов, которые необходимо было решить в результате стационарных работ. В опубликованных ранее работах [1, 2, 11] на основании кратковременных наблюдений делались попытки охарактеризовать некоторые черты климата Гоби. Однако имевшихся данных было недостаточно для полной климатической и тем более микроклиматической характеристики северной части Гоби.

Аридность пустынно-степной и пустынной зон МНР обусловлена резким несоответствием большого количества приходящего за год тепла очень малому количеству выпадающих осадков.

Ранее было показано [4, 5], что вся территория республики находится в условиях недостаточного и крайне недостаточного увлажнения. Несоответствие между приходящим теплом и имеющейся влагой возрастает от северных границ республики к крайне аридным пустыням Заалтайской Гоби, расположенным на юго-западе территории. В сухих степях индекс сухости около 3, в пустынных степях он колеблется от 5 до 8 в зависимости от вида растительности и типа почв, в пустынях Заалтайской Гоби индекс сухости больше 15. Полученные соотношения показывают, как увеличивается напряжение метеорологических факторов по направлению к центрально-азиатским пустыням.

Климатические и особенно микроклиматические различия изучаемых ландшафтов пустынно-степного стационара возникают благодаря неодинаковому нагреву разных участков поверхности и перераспределению тепла и влаги в почве и в воздухе, связанному с особенностями растительного и почвенного покровов в разных высотных поясах вертикального профиля стационара.

В среднем за год территория МНР получает 120—150 ккал/см². Особенности циркуляции атмосферы над Центральной Азией определяют преобладание ясного неба в течение всего года. В табл. 1 приводится повторяемость облачности нижнего яруса по ст. Даланзадгад. Повторяемость подсчитана по трем градациям: ясно (0—2 балла), полужасно (3—7 баллов), пасмурно (8—10 баллов). Подсчет производился по данным ежедневных наблюдений и по табл. ТМ-1 за период с 1949 по 1958 г. В табл. 1 повторяемость облачности дается за дневной и ночной сроки отдельно. Кроме того, подсчитана повторяемость ясных тихих (скорость ветра $v \leq 2$ м/с) дней и ночей. Необходимость подсчета повторяемости различных градаций облачности вызвана ошибками в соответствующей таблице, помещенной в «Справочнике по климату МНР» [7].

Как видно из табл. 1, зимой в течение суток повторяемость ясного неба более 90%. В переходные сезоны и летом повторяемость ясного неба уменьшается до 50%, особенно в дневные часы.

Годовой ход облачности с минимумом зимой и максимумом

Таблица 1

Годовой ход повторяемости нижней облачности днем и ночью (%).
Даланзадгад

Месяц	Часы	Облачность (баллы)			
		0-2	0-2 ($v < 2$ м/с)	3-7	8-10
I	1	96	60	1	3
	13	90	43	3	3
II	1	93	58	4	4
	13	90	36	8	4
III	1	96	40	2	—
	13	87	22	6	10
IV	1	92	32	2	6
	13	67	20	20	13
V	1	84	23	6	10
	13	58	11	22	16
VI	1	81	42	11	8
	13	43	15	33	24
VII	1	81	48	6	13
	13	39	41	35	26
VIII	1	74	46	10	16
	13	55	23	29	13
IX	1	91	48	3	7
	13	63	26	23	13
X	1	90	53	3	7
	13	88	26	8	4
XI	1	96	59	1	1
	13	91	37	7	2
XII	1	98	63	1	1
	13	97	37	3	—

летом приводит к тому, что годовые суммы суммарной радиации для Монгольской Гоби несколько ниже, чем для других пустынь мира. Сахара в год получает 200 ккал/см², австралийские пустыни 180 ккал/см², пустыни Средней Азии более 160 ккал/см² [8]. Значительное количество дней с переменной облачностью, а также увеличение числа пасмурных дней в течение июня—августа (около 60%) приводят к тому, что летом изменчивость суточных сумм суммарной радиации от суток к суткам наибольшая. В табл. 2 дан годовой ход повторяемости различных градаций суточных сумм суммарной радиации. Подсчет выполнен по ежедневным данным наблюдений за 5 лет с использованием актиометрических ежемесячников [12].

Устойчивая антициклоническая погода, которая устанавливается над МНР с ноября по февраль, обуславливает незначительные колебания ежесуточных значений суммарной радиации в течение этих месяцев. В летнее время неустойчивость погодных ситуаций

Таблица 2

Годовой ход повторяемости градаций суточных сумм суммарной радиации.
Даланзадгад

Месяц	Градация (кал/(см ² ·сутки))								
	0—100	101—200	201—300	301—400	401—500	501—600	601—700	701—800	>800
I	7	53	40						
II		13	53	35					
III		7	14	40	34	4			
IV	1	3	8	19	17	33	18	1	
V		3	3	13	18	17	29	17	
VI		4	8	19	11	7	21	19	1
VII	1	7	10	13	16	21	19	12	0,6
VIII	4	10	13	15	11	26	21	1	
IX	1	6	12	22	41	18			
X	3	7	21	59	10				
XI	2	31	65	2					
XII	6	92	2						

приводит к резкой смене суточных сумм суммарной радиации.

Изменчивость месячных сумм суммарной радиации показана в табл. 3.

Таблица 3

Изменчивость месячных сумм суммарной радиации. Даланзадгад

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
σ	13	27	34	52	44	48	50	43	39	35	13	17
$\sigma_{\%}$	4	8	10	15	13	14	15	13	12	10	4	5

Среднее квадратическое отклонение σ для зимних месяцев невелико и составляет 13—17 кал, в летние месяцы σ увеличивается до 45—50 кал. Коэффициент вариации для всех месяцев не превышает 10—11%.

Ранее нами [3] были приведены месячные и годовые суммы суммарной радиации, полученные за период с 1964 по 1972 г., в настоящей работе использован 12-летний ряд наблюдений (по 1976 г.) по станции Даланзадгад.

Радиационный баланс, как указывали в своих работах Т. Г. Берлянд [6], М. И. Будыко [8] и Н. А. Ефимова [10], существенно различается для разных типов подстилающей поверхности в одном и том же районе. Его микроклиматическая изменчивость возникает из-за пространственного изменения альбеда разных поверхностей, эффективного излучения и различного нагрева и испарения влаги со склонов разной ориентации и крутизны.

При крутизне около 5° южные склоны на $44\text{--}45^\circ$ с. ш. получают за апрель—сентябрь на 3—4% больше тепла, чем горизонтальная поверхность, северные склоны такой же крутизны получают на 8—11% меньше. Крутые южные склоны (уклон более 20°) получают тепла на 7—10% больше, чем горизонтальная поверхность, и на 25—26% больше, чем северные склоны такой же крутизны. В табл. 4 приводятся суммы суммарной радиации, ко-

Таблица 4

Суммы суммарной радиации (ккал/см²) на северных и южных склонах разной ориентации на пустынно-степном стационаре (44° с. ш.)

Экспозиция склона	Уклон (град.)	IV—X	V—IX	V	VII	IX	XII—II	Год
Северная	20	85,4	65,9	15,5	12,7	9,4	3,7	100,0
	10	90,9	68,8	16,2	13,3	10,7	10,9	117,4
	5	94,0	71,0	16,4	13,6	11,3	15,6	127,5
Горизонтальная поверхность	по-	97,1	73,2	16,8	14,6	12,2	19,4	136,2
Южная	5	100,9	75,6	16,8	14,7	12,7	23,6	147,4
	10	101,3	75,6	17,0	14,7	13,0	26,7	152,6
	20	103,7	76,9	16,5	14,8	14,1	34,3	166,8

торые получают северные и южные склоны разной ориентации на $44\text{--}45^\circ$ с. ш. на территории Южной Монголии с учетом распределения облачности. Они получены на основе данных за отдельные месяцы.

Суммы радиации различны за разные периоды в котловинах типа урочище Баян-Дзаг, где неровности поверхности выражены отчетливо в виде небольших увальчиков высотой 0,5—1,0 м с пологими плавными склонами и плоскими выровненными участками между ними. Кроме того, существенно различен приход радиации в предгорных и горных районах пустынных степей.

Микроклиматическая съемка альбедо A_k , проведенная в 1970—1972 гг. на ряде естественных поверхностей пустынно-степного стационара Булган-сомон, показала очень большую изменчивость величины в зависимости от цвета подстилающей поверхности, вида и фазы развития растительности, условий увлажнения почвы в течение вегетационного периода и пятнистости выпадения осадков. В табл. 5 приводятся величины отражательной способности подстилающей поверхности основных естественных ценозов пустынно-степного стационара. Представленные значения альбедо получены на основании более 200 измерений в околополуденные часы (10—15 ч местного времени) при ясном диске солнца ($\odot^2$). Наблюдения на микроточках были сделаны в течение недели при одних условиях увлажнения. Измерения альбедо в течение вегетационных периодов (1970—1971 гг.) на стационарных участках (№ 1 и 3) позволили установить его зависимость от степени увлажнения поверхности в разные отрезки вегетационного периода.

Из данных табл. 5 видно, что альbedo основных ценозов пустынной степи равно 0,24—0,25, для остепненных пустынь и пустынь это значение колеблется в пределах 0,28—0,43. Для каменистых пустынь величина альbedo 0,29, для песчаных пустынь она изменяется от 0,32 до 0,43 за счет цвета и структуры песка.

Таблица 5

Альbedo основных поверхностей пустынно-степного стационара МНР
(южногобийский аймак)

Вид поверхности	A_k
Пустынная степь холоднопопынно-змеевково-ковыльковая	0,25
Пустыня брахантемово-реомюриевая с зигофилией (каменистая)	0,29
Пустыня солянковая	0,24—0,25
Карагана Гобийская	0,24
Нитрария на буграх светлого песка	0,35
Песок желтый с наносами темной гальки	0,24
Песок желтый без гальки	0,28—0,38
Солончак	0,30—0,43
Низкорослый саксаул	0,25

Данные наблюдений за годовым ходом альbedo на ст. Даланзадгад позволили бы уточнить его изменения в разные периоды года, однако мы не располагаем этими данными. Поэтому для зимних месяцев значение альbedo принято ориентировочным с учетом числа дней со снежным покровом.

Выполненные нами расчеты поглощенной радиации разных фитоценозов пустынно-степного стационара (табл. 6) показывают, что по территории стационара поглощенная радиация меняется на $\pm 5 \div 25\%$ по сравнению с фоновой величиной (пустынная степь). Эти различия наибольшие в сухой период (весна и ран-

Таблица 6

Поглощенная радиация различных фитоценозов пустынно-степного стационара (ккал/см²)

Поверхность	V	VII	IV—X	Год	K
Пустынная степь	12,6	11,6	74,5	100,0	1
Пустыня каменистая	11,9	10,8	70,1	94,9	0,95
Пустыня песчаная	9,2	9,0	57,2	78,3	0,78
Пустыня солянковая	12,1	11,1	71,9	97,0	0,97
Бугры нитрарии, Тугрик-Уус	9,7	9,5	58,7	79,6	0,80
Солончак белесый, Тугрик-Уус	9,2	8,3	54,3	75,3	0,75
Озеро Улан-Нур, дно	14,3	12,1	80,2	104,8	1,05
Солончак на берегу озера Улан-Нур	10,8	10,2	63,8	87,4	0,87

Примечание. K — отношение поглощенной радиации данной поверхности к фоновому ее значению (пустынная степь) за год.

нее лето) и сглаживаются в период выпадения осадков, а также в среднем за год.

Эффективное излучение, по-видимому, незначительно меняется по территории стационара и составляет 40—43 ккал/(см²·год).

В летнее время средние месячные разности температуры поверхность почвы—воздух не превышают 5°C с максимумом в мае—июне. При расчетах радиационного баланса эффективное излучение принималось одинаковым для выбранных поверхностей.

В табл. 7 представлен годовой ход составляющих радиационного баланса для условий пустынной степи (уч. № 1) и для пустынного участка в котловине Баян-Дзаг (уч. № 3).

Т а б л и ц а 7

Годовой ход составляющих радиационного баланса основных фитоценозов
пустынно-степного стационара

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Пустынная степь (уч. № 1)													
Q	6,1	8,1	12,1	14,3	16,8	16,0	14,6	13,6	12,2	9,6	6,6	5,2	135,2
$Q (1-A_K)$	3,8	5,0	8,7	10,8	12,6	12,3	11,6	10,8	9,2	7,2	4,8	3,2	100,0
I_n	2,4	2,6	3,2	4,0	4,7	4,6	4,5	4,2	4,4	4,0	2,9	2,1	43,6
R	1,4	2,4	5,5	6,8	7,9	7,7	7,1	6,6	4,8	3,2	1,9	1,1	56,4
Пустыня каменистая (уч. № 3)													
Q	6,1	8,1	12,1	14,3	16,8	16,0	14,6	13,6	12,2	9,6	6,6	5,2	135,2
$Q (1-A_K)$	3,8	5,0	8,3	10,2	11,9	11,7	10,8	10,1	8,8	6,6	4,5	3,2	94,9
R	1,4	2,4	5,1	6,2	7,2	7,1	6,3	5,9	4,4	2,6	1,6	1,1	51,3
Пустыня песчаная ($A_K = 0,38$)													
Q	6,1	8,1	12,1	14,3	16,8	16,0	14,6	13,6	12,2	9,6	6,6	5,2	135,2
$Q (1-A_K)$	3,4	4,5	6,7	7,9	9,3	9,3	9,1	8,4	7,6	5,6	3,6	2,9	78,3
R	1,0	1,9	3,5	3,9	4,6	4,7	4,6	4,2	3,2	1,6	0,7	0,8	34,7

Средние многолетние величины составляющих радиационного баланса считались по методике, разработанной под руководством М. И. Будыко [8].

Правильный учет закономерностей пространственно-временной изменчивости альбедо позволил избежать методических ошибок при расчете месячных величин поглощенной радиации и в конечном итоге радиационного баланса.

Таким образом, значения радиационного баланса пустынно-степного стационара МНР изменяются от 35 до 60 ккал/(см²·год) в зависимости от вида поверхности. На рассматриваемой территории радиационный баланс положителен в течение всего года. Отрицательные значения радиационного баланса в зимние месяцы

наблюдаются на границе Северной Гоби (около 45° с. ш.). Большая величина альbedo пустынно-степных и пустынных фитоценозов предохраняет почву и растения от излишнего перегрева.

Микроклиматическая изменчивость радиационного баланса, вызываемая прежде всего большими колебаниями поглощенной радиации по территории стационара, должна учитываться при физико-географических обобщениях по пустынно-степной зоне МНР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадарч Л. Радиационный баланс на территории Монголии. — Вопросы географии, АН МНР, 1972, № 12, с. 24—44.
2. Бадарч Н. Монгол орны уур амьсгаа. Улаанбаатар хоть, 1971. — 205 с.
3. Береснева И. А. Микроклиматическое распределение суммарной радиации в Монгольской Народной республике (на примере северо-восточного склона Хангайского хребта). — Труды ГГО, 1976, вып. 351, с. 146—154.
4. Береснева И. А. О соотношении тепла и влаги на территории Монгольской Народной республики. — Труды ГГО, 1977, вып. 390, с. 109—114.
5. Береснева И. А., Рачковская Е. И. О факторах зональности в южной части МНР. — Проблемы освоения пустынь, 1978, № 1, с. 8—28.
6. Берлянд Т. Г. Методика климатологических расчетов суммарной радиации. — Метеорология и гидрология, 1960, № 6, с. 9—12.
7. Бугд найрамдах монгол ард улсын, 1 боть. Улаанбаатар, 1971.
8. Будыко М. И. Климат и жизнь. — Л.: Гидрометеиздат, 1971. — 472 с.
9. Гордеева Т. К. Основные черты растительности пустынно-степного стационара Булган-сомон. — В кн.: Структура и динамика степных и пустынных экосистем МНР. Л.: Наука, 1974, с. 6—10.
10. Ефимова Н. А. К методике расчета месячных величин эффективного излучения. — Метеорология и гидрология, 1961, № 10, с. 28—33.
11. Мурзаев Э. М. Природа Синьцзяна и формирование пустынь Центральной Азии. — М.: Наука, 1966. — 381 с.
12. Солнечная радиация и радиационный баланс (мировая сеть). I—XII, 1964—1977. — Л.: Изд. ГГО, 1965—1978.

И. А. Береснева, О. А. Дейч

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОЧВ ПУСТЫННО-СТЕПНОЙ ЗОНЫ МНР

Бурые пустынно-степные почвы на территории МНР занимают значительные площади на юге и хорошо используются в качестве пастбищных угодий. Изучение тепло- и влагообмена в этих почвах будет способствовать более рациональному использованию и улучшению естественных кормовых угодий республики.

Исследованиями К. У. Умарова и Г. Н. Якунина установлено [8], что рассматриваемые почвы обладают рядом специфических черт. Большинство бурых пустынно-степных почв МНР образуется на очень пестрых по механическому составу и степени щебнистости рыхлых наносах. Значительное влияние на характер распределения растительности по территории пустынно-степного стационара оказывает глубина залегания карбонатного горизонта.

Проективное покрытие травяного покрова в пустынных степях колеблется от 7 до 35—40% в зависимости от глубины залегания толщ карбоната кальция и степени увлажнения почв. Если трудноводопроницаемый карбонатный горизонт расположен ближе к поверхности почвы, то влага расходуется быстрее и, следовательно, растительный покров реже. С понижением уровня карбонатного горизонта проективное покрытие почвы растениями увеличивается.

Еще одной характерной особенностью бурых пустынно-степных почв республики является присутствие на поверхности почвы песчано-галечникового или щебнистого панцыря. Существование этого панцыря влияет на тепловой и водный режим почвенного профиля.

В связи с тем что большая часть пустынно-степной зоны МНР занята выровненными участками на бурых пустынно-степных и опустыненных вариантах почв, микроклиматические особенности рассматриваемой территории возникают под влиянием различий в климате почв.

Изучение закономерностей температурного режима бурых пустынно-степных почв МНР и их связь с термическим режимом при-

лежащих слоев воздуха имеет важное значение при исследовании ритмов развития растений, их продуктивности, а также активности почвенных процессов и т. д.

Температура является основным показателем теплообмена как в почве, так и в системе почва — приземный слой воздуха.

В работе использованы средние многолетние значения температуры воздуха и почвы из «Справочника по климату МНР» [3], годовичные и суточные данные заимствованы из таблиц ТМ-1, хранящихся в фондах ГГО. Данные о температуре воздуха и почвы разных участков пустынно-степного стационара (Булгансомон) получены в результате экспедиционных исследований в 1970—1972 гг.

Метеостанция Даланзадгад расположена в 100 км к юго-востоку от места работы стационара с северной стороны от хребта Гурван-Сайхан. Мезоклиматические и почвенные условия метеостанции несколько отличаются от пустынно-степного участка стационара, однако метеостанция имеет достаточно продолжительный ряд наблюдений (с 1936 г. по настоящее время) и поэтому используется в качестве опорной станции.

Из данных табл. 1 и рис. 1 видно, что рассматриваемые почвы до глубины 40 см теплее воздуха в течение всего года вследствие притока большого количества тепла, значительного числа ясных дней в году и аридности пустынно-степной зоны МНР. Наиболее теплыми почвы бывают зимой, когда температура почвы на глубине 20 см на 4—7°C выше, чем температура воздуха, на больших глубинах эта разность увеличивается до 8—10°C.

В декабре—феврале с 10 до 16 ч температура поверхностных слоев почвы до глубины 5 см имеет, по-видимому, положительные значения. Это подтверждается данными максимальных температур поверхности почвы ст. Даланзадгад, которые в 75% всех зимних дней положительные и достигают 5—7°C.

Наличие верхнего незамерзшего теплого слоя почвы было подтверждено также наблюдениями С. В. Максимовича зимой 1976-77 г. на территории пустынно-степного стационара.

Минимальные температуры до глубины 80 см отмечаются в январе, с увеличением глубины — в марте и апреле. Средний месячный максимум температуры почвы на глубинах 5—40 см наблюдается в июле, смещаясь на глубину 80 см в августе и далее в сентябре—октябре.

По классификации В. Н. Димо [5], эти почвы относятся к резко континентальному подтипу сезоннопромерзающего типа. Средняя годовая амплитуда температуры поверхности почвы достигает 75°C, с глубиной эта величина уменьшается (табл. 1).

Показатель нагреваемости бурых пустынно-степных почв МНР (по Димо), равный 1,2—1,3, говорит о превышении температуры почвы над температурой воздуха за период активных температур и характеризует направление годового теплообмена системы почва—воздух по типу инсоляции.

Термический режим бурых пустынно-степных почв (°С). Даланзадгад

Показатель	Средняя годовая температура	Головая амплитуда температуры	Температура			Сумма температур				
			июля	самого теплого месяца	самого холодного месяца	ниже		выше		
						-5	0	0	5	10
Воздух	4,0	35,6	21,3	21,3 (VII)	-14,3 (I)	-1440	-1520	2990	2900	2600
Почва на глубине (м)										
0,2	7,7	37,1	24,5	24,5 (VII)	-12,6 (I)	-	-1350	3820	3680	3460
0,4	7,9	31,5	22,4	22,4 (VII)	-9,1 (I)	-	-	-	-	-
0,8	7,7	24,6	19,0	19,7 (VIII)	-4,9 (I)	-	-	-	-	-
1,6	8,0	16,4	14,1	16,3 (IX)	-0,3 (II)	-	-	-	-	-
3,2	8,0	9,0	9,1	12,5 (X)	-3,5 (IV)	-	-	-	-	-

Примечание. Температура почвы дана по вытяжным термометрам.

В ранее выполненной работе [2] на основании экспедиционных наблюдений было показано, что разнообразие почвенных климатов пустынно-степного стационара создается под влиянием большой пестроты механического состава почв, изменения мощности и глубины залегания карбонатного горизонта, наличия щебнистого

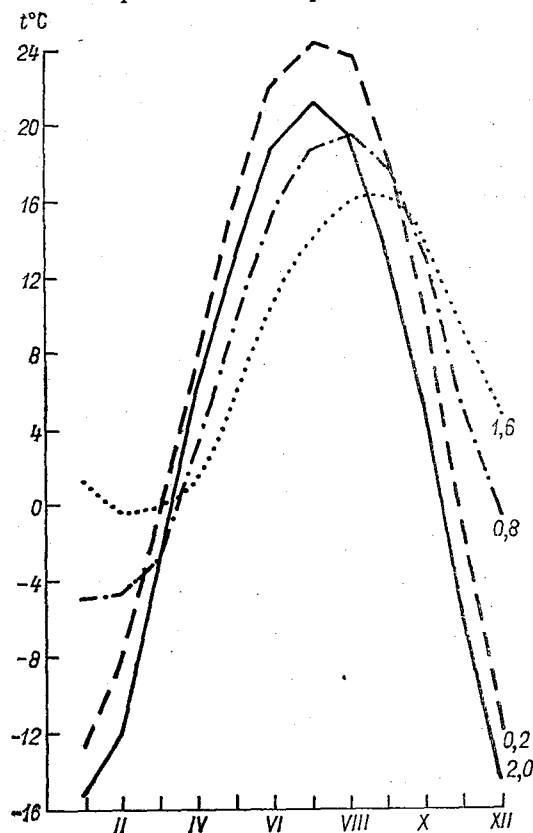


Рис. 1. Годовой ход температуры воздуха (на высоте 2,0 м) и почвы на разных глубинах. Даланзадгад.

панцыря, колебаний погодных условий и связанных с ними пятнистости выпадения осадков и распределения растительности.

Перечисленные выше факторы влияют прежде всего на термический режим приземного слоя воздуха и верхних слоев почвы, внося свои коррективы в процессы тепло- и влагопереноса в рассматриваемой системе почва—воздух—растение.

Как показано многочисленными исследованиями [5, 6], для растений совсем безразлично, при каких соотношениях температуры приземного слоя воздуха и почвы она растет и развивается. Е. С. Рубинштейн показала [7], что на большей части территории

СССР температура почвы (на глубине 20 см) с апреля по июль ниже температуры воздуха, на юге и в высокогорьях наблюдается обратное соотношение.

Учение о температурных градиентах среды и растений, разработанное С. И. Радченко [6], было положено им в основу определения географических границ распространения растений на земном шаре. В. Н. Димо в своей работе [5] уделила определенное внимание перепадам температур в системе почва — воздух. М. В. Гушина [4] показала, что лишь градиенты многолетнего ряда наблюдений имеют определенные соотношения, при использовании же данных за отдельные годы возникают ошибки или, вернее, градиенты могут отличаться от среднего значения.

На рис. 2 приведен суточный ход разностей между средними температурами почвы на глубине 20 см ($t_{п0,2}$) и температурами воздуха на высоте 2 м ($t_{в^2}$) для трех месяцев: марта, июля и октября. Максимальные положительные разности, или термоградиенты (по терминологии Радченко), за сутки имеют место в ночные часы, днем почва, как правило, холоднее воздуха на 3—5°C. Эти разности получены путем осреднения ежечасных данных по температурам за 10-летний период, с 1949 по 1958 г.

В работе Ц. Даважамца [1] показано, что основная масса корней пустынно-степных сообществ МНР расположена в слое почвы 10—30 см. Соотношение между надземной и подземной массами, полученное в среднем за 3 года наблюдений (1970—1972 гг.), составило 1:88, т. е. вес подземной массы необычайно велик. Повидимому, это еще одна особенность пустынных фитоценозов, их приспособленность к выживанию в жестких условиях существования.

Приведенные данные показывают, что изменение режима температуры почвы на глубине 20 см имеет большое значение для растений пустынно-степной зоны МНР.

При рассмотрении ежечасных данных наблюдений установлено, что в отдельные сутки и часы разности $t_{п0,2} - t_{в^2}$ могут быть как положительными, так и отрицательными, причем эти разности в зимние и переходные месяцы изменяются от -18,0 до +20,0°C, летом диапазон разностей несколько уменьшен — от -12,0 до +12,0. В табл. 2 показана повторяемость разностей (термоградиентов) $t_{п0,2} - t_{в^2}$, средних за четыре срока наблюдений, на ст. Даланзадгад за весь год.

В табл. 3 повторяемость $t_{п0,2} - t_{в^2}$ приводится для дневного и ночного сроков. Из этих данных видно, что очень незначительное количество ночей с июля по октябрь имеет температуры почвы, практически равные температуре воздуха.

Положительные и отрицательные термоградиенты возникают при разных типах погоды и в отдельные сутки и часы могут отличаться от средних многолетних разностей за определенный период времени.

По данным наблюдений за летние периоды 1970—1971 гг. удалось выделить несколько типов погод, при которых имеют место

Повторяемость (%) термоградиентов (в среднем за сутки). Даланзадгад

Месяц	Градации термоградиентов										Σ отрицательных	Σ положительных
	-18,0; -16,1	-16,0; -12,1	-12,0; -8,1	-8,0; -4,1	-4,0; -0,1	0,0-3,9	4,0-7,9	8,0-11,9	12,0-15,9	16,0-19,9		
I		0,3	4	8	13	26	23	19	6	0,7	25	75
II	0,2	0,7	5	10	11	24	27	14	6	1,6	28	72
III	0,4	2	6	13	16	26	21	11	3	0,4	38	62
IV	0,1	2,5	6	14	21	24	21	9	1,5		43	57
V		1	6	14	23	27	19	8	1,3		44	56
VI			3,4	17	25	27	22	6			44	56
VII			2	10	24	32	25	6	0,1		36	64
VIII			0,9	9	17	34	31	7	0,6		27	73
IX			0,4	9	10	24	36	18	3	0,2	20	80
X		0,1	4	9	9	19	33	22	4	0,7	21	79
XI	0,2	0,6	3	8	10	25	28	20	5	0,8	21	79
XII		1	4	8	16	25	23	16	6	0,6	28	72

Повторяемость (%) термоградиентов за отдельные сроки.
Даланзадгад

Месяц	-16,0, -12,1	-12,0, -8,1	-8,0, -4,1	-4,0, -0,1	0,0—3,9	4,0—7,9	8,0— 11,9	12,0— 17,9	Σ отри- цатель- ных	Σ поло- житель- ных
1 ч										
I			1	5	23	34	25	11	6	94
II			3	5	28	38	22	5	7	93
III			8	10	30	28	19	5	18	82
IV			1,5	15	23	37	18	5	17	83
V				6	30	41	20	3	6	94
VI				5,5	25	53	16		5	95
VII				0,7	23	57	19	0,3	1	99
VIII				0,7	24	51	23	1	1	99
IX				0,3	11	41	40	7,3	1	99
X				1,5	14	44	32	8	1	99
XI				2	22	40	28	7	2	98
XII			0,8	7	32	31	21	9	7	93
13 ч										
I	0,1	16	28	20	28	3	3		64	36
II	0,3	20	25	23	18	5	5	1	69	31
III	10	22	27	19	16	4	2		78	22
IV	9,5	23	21	23	14	7	2		77	23
V	3,5	22	31	22	14	5	3		78	22
VI		12	42	27	12	5	0,8		81	19
VII		8	31	41	15	4	0,3		79	21
VIII		3	37	33	17	7	1		74	26
IX		2	38	31	18	8	3		71	29
X	0,4	13	34	25	10	13	5		72	28
XI	2,5	9	33	27	18	6	4		70	30
XII	4	17	26	28	12	7	5		75	25

различные соотношения в суточном ходе температур почвы и прилежащих слоев воздуха.

Было установлено [2], что положительные средние суточные термоградиенты в течение суток связаны, как правило, с адвекцией холода. В летнее время это могут быть дни с выпадением осадков. При погодных условиях этих двух типов (1а, 1б) разности только положительные, средние термоградиенты составляют 4,0—4,5°C, максимальные превышают 7,0—8,0°C.

Отрицательные термоградиенты обусловлены адвекцией тепла (II тип), например суховею из Заалтайской Гоби, или охлаждением верхних слоев почвы после просачивания осадков (III тип). Увеличение затрат тепла на испарение осадков приводит к уменьшению количества тепла, проникающего в нижние слои почвы. Термоградиенты при II и III типах колеблются от -1,0 до -4,0°C.

Эти закономерности были получены по данным полевых наблюдений на двух ключевых участках стационара за два неполных летних сезона. В 1970 г. наблюдения проводились с 16 июля по 8 сентября, в 1971 г. — с 10 июня по 9 августа. Периоды наблюдений отличались по своим погодным условиям. 1970 год был за-

сушливым, неблагоприятным для развития растительности. 1971 год был более благоприятным, близким к норме, что положительно повлияло на развитие пустынно-степной растительности. Таким образом, несмотря на небольшой период наблюдений, удалось оценить разные по тепло- и влагообеспеченности отрезки времени.

В настоящей работе предпринята попытка определить за длительные отрезки времени повторяемость выделенных ранее типов погод и дать их более подробную характеристику. Для получения этих данных использованы наблюдения за температурой воздуха и почвы на разных глубинах по ст. Даланзадгад за период с 1938 по 1958 г. Ряд наблюдений за температурой почвы неполный, есть пропуски за отдельные годы и сроки, однако в общей сложности удалось набрать около 10 лет наблюдений. Более подробно рассматривается самый теплый месяц вегетационного периода — июль.

В табл. 4 дается повторяемость разных градаций температуры почвы в зависимости от температуры воздуха. Из табл. 4 видно, что температура воздуха изменяется от 10 до 32°C, т. е. амплитуда колебаний составляет более 20°C. В то же время максимальная амплитуда изменения температуры почвы в июле в два раза меньше (10—11°C). Температура почвы на глубине 20 см за рассматриваемый период никогда не повышалась выше 27,0°C и не была ниже 16,0°C. Температура воздуха испытывает более сильные колебания в результате смены условий погоды.

Анализ просмотренного материала подтвердил правильность выделения трех главных типов погод, при которых наблюдаются совершенно определенные соотношения между температурой почвы и воздуха.

В табл. 5 приводится повторяемость встречающихся типов погод, которые влияют на суточный ход термического режима почвы и воздуха.

Прежде всего выделяются три типа погод (I, Ia, Ib), при которых температура почвы на 4—7°C выше, чем температура воздуха. Следующие три типа объединяют условия погоды, при которых почва холоднее воздуха на 1—5°C (II, III, II—III).

Из табл. 5 видно, что в июле почва в среднем за сутки теплее воздуха в 70% случаев и только около 30% составляют обратные соотношения.

Рассмотрим более подробно каждый из выделенных типов. В I тип объединены случаи, когда почва теплее воздуха. Это обычный тип суточного хода температуры почвы и воздуха, характерный для данного места, т. е. тип инсоляции, когда почва днем нагревается, а ночью отдает тепло вверх и в нижележащие более холодные слои почвы. Таким образом, днем градиент температуры отрицательный и направлен из верхних слоев почвы вглубь. В 51% случаев «ненарушенного» суточного хода температуры почвы и воздуха входят также случаи, когда прогревание почвы усиливается дальнейшей трансформацией пришедшей воздушной массы. В это время происходит дальнейшее высушивание

Повторяемость различных градаций температуры почвы (0,2 м) и воздуха (2 м) в июле. Даланзадгад

Градация температуры почвы	Градация температуры воздуха						Р
	8,1—12,0	12,1—16,0	16,1—20,0	20,1—24,0	24,1—28,0	27,1—32,0	
14,1—16,0		0,3					0,3
16,1—18,0	0,3	1	1	0,3			3
18,1—20,0	0,5	7	4	3,5	4	0,5	17
20,1—22,0	1	6	11	8	7	2	35
22,1—24,0		3	9	7	6	3	28
24,1—26,0		0,5	4	3	6	1	15
26,1—28,0					1	1	2
P	2	18	29	22	24	8	100

Примечание. Экстремальные температуры воздуха 9,8—31,3°C, почвы 16,0—27,1°C; Р — суммарная повторяемость градаций.

Таблица 5

Повторяемость (%) типов погод, соответствующих разным термоградиентам ($t_{п 0,2} - t_{в}^2$) в июле. Даланзадгад

Тип погод						
I	I _a	I _б	II	III	II-III	Σ
51 (33+18)	15	3	16	8	2,5	95

верхних горизонтов почвы и разница в температурах почвы и воздуха соответственно возрастает. На рис. 2 показан суточный ход разностей температуры почвы на глубине 20 см и воздуха на высоте 2 м за три месяца (март, июль, октябрь). Этот ход температуры характерен для I типа погод.

При адвекции холода возникают типы суточного хода градиентов температуры системы почва—воздух, объединенные в I_a и I_б.

Тип I_a — пасмурно, осадков больше 3 мм/сутки, ветер не превышает 5 м/с. Поступающий прохладный воздух (при ветрах северной четверти) сменяет более теплый. В связи с наличием плотного поверхностного трудноводопроницаемого горизонта почвы влияние выпадающих осадков сразу не прослеживается, так как почва на глубине 20 см еще не успевает охладиться.

Средние суточные термоградиенты при этом типе погод только положительные и изменяются от 4,0—4,5 до 7,0°C. Сочетание метеорологических элементов и их суточный ход при дождях большой продолжительности показан в табл. 6.

Характерно, что небольшое изменение условий погоды может несколько изменить характер суточного хода. Так, изменение направления ветра на юго-восточное сразу сказывается на знаке термоградиента (13 ч 12 июля).

Тип I_б — прохладно, но без дождя. Данный тип погоды аналогичен предыдущему, ветер более сильный. Градиенты такие же, как и в типе I_a.

Следующие типы суточного хода термоградиентов объединяют три такие погодные ситуации, при которых почва холоднее воздуха.

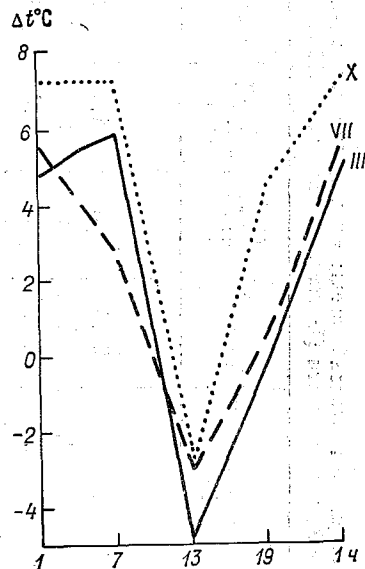


Рис. 2. Суточный ход термоградиентов $t_{п 0,2} - t_{в}^2$ в марте, июле и октябре. Даланзадгад.

Характеристика условий погоды в дни с дождями большой продолжительности (1а тип). Далазцадгад, 1958 г.

Дата	Срок (ч)	Направление и скорость ветра, (м/с)	$t_{\text{в}}^2$ (°C)	$t_{\text{п}} 0,0$ (°C)	$t_{\text{п}} 0,2$ (°C)	Относительная влажность (%)	Дефицит влажности (мбар)	Облачность (баллы)	$t_{\text{п}} 0,2 - t_{\text{в}}^2$ (°C)	Осадки (мм)	Продолжительность дождя (ч за сутки)
12 VII	1	ЗЮЗ 1	15,8	12,2	22,3	54	8,4	6/0	6,5		
	7	СЗ 1	16,9	18,7	20,6	52	9,3	10/6	3,7	0,0	
	13	ЮВ 3	21,3	39,6	20,7	51	12,6	9/5	-0,6		
	19	0 0	15,9	16,1	22,3	79	3,8	9/8	6,4	7,7	
13 VII	1	Ю 1	14,0	11,6	20,7	86	2,2	3/3	6,7		4,2
	7	СЗ 6	14,3	16,5	18,7	92	1,3	8/6	4,7	0,0	
	13	ЮЗ 4	16,2	24,7	19,0	80	3,6	9/9	2,8		
	19	СЗ 5	19,8	18,3	19,7	56	10,2	8/8	-0,1	1,5	
14 VII	1	СЗ 6	14,6	14,1	18,8	87	2,2	10/10	4,2		2,5
	7	СЗ 4	11,9	12,9	17,8	98	0,3	10/10	5,9	23,5	
	13	СЗ 4	16,0	17,6	17,7	74	4,7	10/10	1,7		
	19	СЗ 7	16,7	18,4	18,2	68	6,1	10/7	1,5	0,0	9,0

Тип II. Дни с суховеями. На этот тип приходится 16% всех дней в июле. Сильные, более 8 м/с, ветры южного, юго-восточного и юго-западного направлений приносят сухой раскаленный воздух из пустыни Гоби и усиливают и без того жаркую и сухую погоду в районе хребта Гурван-Сайхан. Как правило, суховей дует в течение нескольких дней. В табл. 7 приводится сочетание метеорологических элементов при погоде этого типа на примере суховея, наблюдавшегося 4—7 июля 1951 г.

Из табл. 7 видно, как от срока к сроку и ото дня ко дню происходит нарастание теплового напряжения. Для погод этого типа характерен незначительный положительный градиент только в ночное время, в остальные часы почва холоднее воздуха. В начале суховея (4 июля) температура воздуха в 13 ч была 27,8°C, в момент его наибольшего развития она повысилась до 32,4°C. Очень существенно ночное повышение температуры в течение четырех дней на 7,2°C. Дефицит влажности воздуха в дневные часы составил 35—45 мбар, относительная влажность воздуха упала до 10% и ниже.

Тип III. Периоды после дождей. Почва охлаждается непосредственно под влиянием просачивающихся осадков, а также вследствие увеличения затрат тепла на испарение и соответственно уменьшения потока тепла в почву. Температура почвы на глубине 20 см в такие дни становится ниже температуры воздуха на 1—4°C.

При более подробном, чем раньше, рассмотрении условий погоды, которые влияют на распределение термоградиентов в системе почва—воздух, выяснилось, что около 8% случаев приходится на комбинированное воздействие тех или иных погодных процессов. Такой случай выделен нами, например, в тип II—III. При этом типе суховей прерывается небольшим по продолжительности дождем, который выпадает в основном в дневное время и не оказывает существенного влияния на изменение суточного хода термоградиентов. Например, 16 и 17 июля 1951 г. сначала дул суховей, затем в 12 ч 30 мин 17 июля пошел дождь и продолжался в течение 0,8 ч (выпало 6,1 мм осадков). Значительное количество влаги испарилось, потому что охлаждающее влияние осадков сказалось только на температуре почвы в 19 ч, средний суточный градиент остался без изменения.

Из рассмотрения приведенного выше материала видно, что бурые пустынно-степные почвы МНР в среднем многолетнем теплее воздуха на 3—4°C на глубине 20 см. При анализе суточного хода термоградиентов системы почва—воздух выяснилось, что за июль они положительны в среднем за сутки в 70% случаев. Исключением являются только условия погоды двух типов: дни с суховеями (II тип) и дни после выпадения осадков (III тип.).

Непериодические изменения в годовом и суточном ходе температур системы почва—воздух часто приводят к нежелательным изменениям в ритме развития растений.

Характеристика погодных условий в дни с суховеями (II тип).
Даланзадгад, 1951 г.

Дата	Срок (ч)	Направление и скорость ветра (м/с)	$t_{\text{в}}^2$ (°C)	$t_{\text{п}} 0,0$	$t_{\text{п}} 0,2$	Относительная влажность (%)	Дефицит влажности (ммбар)	Облачность (баллы)	$t_{\text{п}} 0,2 - t_{\text{в}}^2$ (°C)
4 VII	1	ЮЗ 5	16,9	17,5	21,1	29	13,7	0/0	4,2
	7	В 2	21,0	25,2	19,3	23	19,2	0/0	-1,7
	13	З 3	27,8	59,0	20,7	17	34,8	4/4	-7,1
	10	З 3	27,8	26,1	24,7	8	34,6	2/2	-3,1
5 VII	1	ЮЗ 4	21,1	15,5	23,2	18	20,4	0/0	2,1
	7	ЗЮЗ 9	26,3	30,5	21,6	6	32,3	0/0	-4,7
	13	ЮЮВ 2	30,3	59,8	22,8	8	39,8	2/2	-7,5
	19	ЮЗ 9	28,7	27,6	25,9	7	36,6	9/0	-2,8
6 VII	1	ЮЮЗ 4	22,7	18,7	24,5	15	23,5	10/0	11,8
	7	ЮЗ 5	26,9	30,4	22,7	11	31,5	1/0	-4,2
	13	С 3	30,8	52,0	23,9	9	40,4	10/4	-6,9
	19	З 5	31,1	29,4	25,9	7	42,2	3/3	-5,2
7 VII	1	ЮЗ 14	24,1	19,8	24,9	13	26,2	2/0	0,8
	7	ЮЗ 9	28,2	30,7	23,6	8	35,2	10/0	-4,6
	13	ЮЮЗ 8	32,4	55,9	23,9	5	46,5	10/0	-8,5
	19	ЮЮЗ 8	29,6	28,9	26,6	6	38,9	10/0	-3,0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Даважамц Ц. К изучению массы корней пустынно-степных сообществ МНР. — В кн.: Структура и динамика степных и пустынных экосистем МНР. Л.: Наука, 1974.
2. Береснева И. А. Термический режим почв пустынно-степного стационара Булган-сомон. — В кн.: Структура и динамика степных и пустынных экосистем МНР. Л.: Наука, 1974, с. 26—33.
3. Бугд найрамдах монгол ард улсын, I боть. Улаанбаатар, 1971.
4. Гущина М. В. Градиенты температуры почвы из наблюдений по вытяжным термометрам. — Труды ГГО, 1965, вып. 174.
5. Димо В. Н. Термический режим почв СССР. — М.: Колос, 1972. — 359 с.
6. Радченко С. И. Температурные градиенты среды и растения. — М. — Л.: Наука, 1966. — 389 с.
7. Рубинштейн Е. С. Некоторые данные о термическом режиме почвы в СССР. — Почвоведение, 1960, № 10.
8. Умаров Қ. У., Якунин Г. Н. Характеристика бурых пустынно-степных почв Булганского стационара. — В кн.: Структура и динамика степных и пустынных экосистем МНР. Л.: Наука, 1974, с. 11—25.

И. А. Береснева

ПОВТОРЯЕМОСТЬ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРИЗЕМНЫХ ИНВЕРСИЙ В СЕВЕРНЫХ ПРЕДГОРЬЯХ ХАНГАЯ

Зимой на склонах горных хребтов МНР повсеместно наблюдается теплый слой четко выраженной температурной инверсии. Он достигает ширины 300—400 м и на разных широтах находится в пределах высот от 700 до 1800 м.

Северные предгорья Хангайского хребта на высоте 1400—1800 м, где расположен лесостепной стационар советско-монгольской комплексной биологической экспедиции АН СССР и МНР, являются очень характерным инверсионным районом республики и в зимнее время выделяются повышенными температурами воздуха даже на мелкомасштабных картах распределения средних месячных температур воздуха [1].

На рис. 1 приводится годовой ход температуры воздуха на станциях Хараа ($H=800$ м), Булган ($H=1200$ м) и Цэцэрлэг ($H=1700$ м), характеризующих вертикальный высотный профиль по северному склону Хангайского хребта. Как видно из этого рисунка, инверсия по профилю устанавливается в начале октября. Зимой (декабрь — январь) в Цэцэрлэге на $8-10^{\circ}\text{C}$ теплее, чем в Хараа. В начале апреля инверсионное распределение температуры по склону нарушается, и летом предгорья (Цэцэрлэг) становятся на $4-5^{\circ}\text{C}$ холоднее, чем расположенные к северу равнинные степные участки. Климат района Цэцэрлэга менее континентальный, чем Хараа. Показатель континентальности климата K (по Горчинскому) для Цэцэрлэга составляет 50%, в Хараа он около 80%. Влияние свободной атмосферы в данном случае такое же, как водной поверхности, поэтому климат верхнего горизонта гор более мягкий.

За счет инверсии средняя месячная температура воздуха в январе в Цэцэрлэге на $5-10^{\circ}\text{C}$ выше среднеширотной и близка к температуре Даланзадгада, расположенного на 4° южнее, чем Цэцэрлэг.

В табл. 1 представлены средние месячные температуры воздуха за декабрь и январь для ряда пунктов МНР.

Как видно из табл. 1, высокая средняя месячная зимняя температура воздуха для района Цэцэрлэга по сравнению с Улиастаем (западнее рассматриваемого профиля) и Хэрлэном, расположенным в восточной части МНР, обусловлена повышенными температурами как днем, так и ночью. Вертикальная мощность зимних инверсий в МНР, по данным Ш. Жадамба [5], достигает

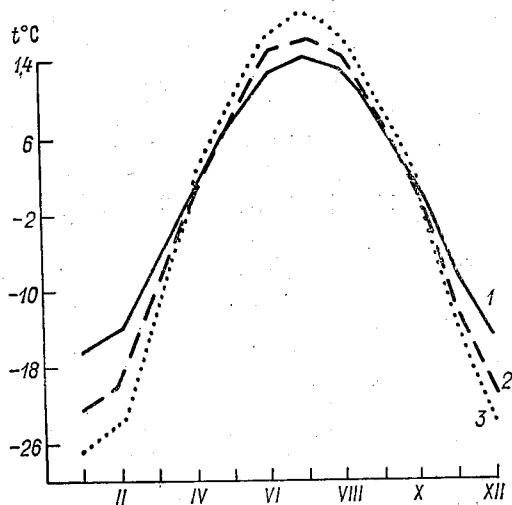


Рис. 1. Годовой ход температуры воздуха.
1 — Цэцэрлэг, 2 — Булган, 3 — Хара.

в январе больших величин. Для Уланбаторской и Улангомской котловин они достигают почти 3 км, однако по мощности они уступают инверсиям Восточной Сибири.

Кроме крупномасштабных инверсий, большое значение имеют приземные температурные инверсии.

В связи с подробным комплексным изучением физико-географических особенностей лесостепного стационара (территория госхоза Тувшруулэх Архангайского аймака МНР, расположенного в 40 км к востоку от Цэцэрлэга) изучение инверсий, их повторяемость в суточном и годовом ходе, а также влияние инверсий на растительность и животный мир имеет большое значение и может быть использовано при решении многих практических задач.

Как известно, инверсионное состояние приземного слоя воздуха наблюдается почти повсеместно зимой, а также ночью в летнее время и вызвано или выхолаживанием приземного слоя, или теплой адвекцией на более холодную подстилающую поверхность. Слои инверсии характеризуются повышенной устойчивостью атмосферы в распределении метеоэлементов с высотой и прежде всего температуры воздуха.

Таблица 1

Средние месячные температуры воздуха (°C)

Станция	Температура воздуха					
	месячная		13 ч		минимальная	
	ХII	I	ХII	I	ХII	I
$\varphi = 47^{\circ}$ с. ш.						
Улиастай	−22,1	−25,3	−17,2	−19,6	−28,0	−31,8
Цэцэрлэг	−14,5	−16,0	−10,1	−11,0	−19,8	−21,4
Хэрлэн	−25,8	−27,9	−20,1	−22,2	−32,5	−34,7
$\varphi = 44^{\circ}$ с. ш.						
Даланзадгад	−14,3	−15,4	−9,0	−9,8	−20,3	−21,7

Характер пространственного распределения инверсий зависит от местоположения станций. При всестороннем учете микроклиматических особенностей того или иного района необходимо уточнение условий формирования инверсий и времени установления и разрушения их. В работе дается подробная характеристика инверсионного распределения температуры в приземном слое воздуха для Цэцэрлэга. Методика обработки данных по приземным инверсиям широко известна [3, 6].

Инверсия температуры воздуха вычислялась по разности температур на поверхности почвы и в воздухе на высоте 2 м. Для характеристики повторяемости и интенсивности приземных инверсий использовались данные 4-срочных наблюдений метеостанции Цэцэрлэг за период с 1951 по 1958 г.

Ограничение периода наблюдений связано с большим объемом выборок, а также с тем, что с определенной степенью точности для подсчета повторяемости инверсий, как показали исследования Т. А. Голубовой и Л. Г. Васильевой [3], могут быть использованы ряды небольшой длительности, причем ошибки не превышают 5—10%. Вероятно, крайние редко встречающиеся значения интенсивности инверсий могут быть не учтены за такой короткий срок, однако мы не располагаем данными наблюдений за более длительным период.

Так как приземные инверсии большей частью образуются при тихой ясной погоде и реже при адвекции тепла, обработка данных наблюдений производилась с учетом различных условий облачности и скорости ветра. Выделены две группы: 1) все случаи с инверсионным распределением, 2) случаи при пасмурной погоде (нижняя облачность 8—10 баллов). Особо определялась повторяемость приземных инверсий при маловетренной ясной погоде: облачность 0—2 балла, скорость ветра на уровне флюгера ≤ 3 м/с.

Повторяемость инверсий считалась за два срока наблюдений (1 и 13 ч), интенсивность — за четыре (1, 7, 13 и 19 ч). Инверсии

при пасмурной погоде подсчитаны в зависимости от числа случаев в определенный час, повторяемость круглосуточных инверсий взята от общего числа дней месяца.

В табл. 2 приведена повторяемость приземных инверсий по данным Цэцэрлэга для всех месяцев года.

Таблица 2

Повторяемость (%) приземных инверсий. Цэцэрлэг

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Повторяемость случаев												
всех за 1 ч	99	86	89	77	69	90	86	88	85	80	91	98
за 1 ч при $v \leq 2$ м/с	76	74	69	49	63	78	74	71	69	62	66	70
всех за 13 ч	15	2	4	—	—	2	—	2	—	3	10	39
за 13 ч при $v \leq 2$ м/с	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Повторяемость случаев при пасмурной погоде												
всех за 1 ч	—	—	—	2	6	11	15	9	6	—	—	—
всех за 13 ч	2	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—
Круглосуточные	15	2	3	—	1	—	—	—	1	2	9	37

В годовом ходе повторяемости ночных инверсий выделяются два максимума зимой и летом и два минимума в переходные сезоны года (рис. 2). Минимум повторяемости инверсий в пере-

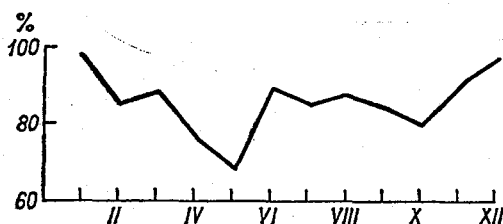


Рис. 2. Годовой ход повторяемости ночных инверсий.

ходные сезоны года обусловлен увеличением скоростей ветра и уменьшением повторяемости штилей [2]. В зависимости от соотношений между скоростями ветра весной и осенью более глубоким может быть как осенний, так и весенний минимум повторяемости инверсий. В Цэцэрлэге весной наблюдается наименьшее число ночных инверсий. Вероятность возникновения зимних дневных инверсий в декабре—январе около 30%. В летнее время днем возможны отдельные случаи с инверсией.

Нами было рассмотрено влияние теплой адвекции на образование и усиление инверсии температуры в приземном слое

воздуха. При теплой адвекции создаются все условия для образования и усиления инверсионного распределения температуры, особенно в зимнее время. Повышение температуры на некотором уровне от земли приводит к накоплению тепла на верхней границе этого слоя и, следовательно, к увеличению устойчивости атмосферы. Как отмечает А. П. Гальцов [4], при адвекции тепла наличие приземной инверсии необязательно, в то же время приземная инверсия и адвекция холода несовместимы.

Из данных наблюдений видно, что зимой случаи чистой тепловой адвекции в Цэцэрлэге наблюдаются в 15—20%, причем при этой погодной ситуации только в 75% случаев имела место инверсия температуры воздуха. Летом теплая адвекция возможна очень редко (5% случаев), при этом с инверсией возможны только

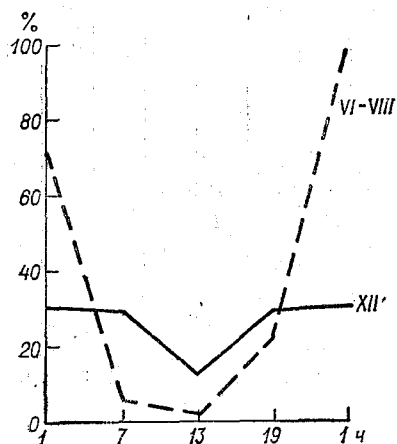


Рис. 3. Суточный ход повторяемости инверсий.

единичные случаи. Повторяемость инверсий в утренние и вечерние часы в разное время приближается к повторяемости ночных инверсий.

На рис. 3 показан суточный ход повторяемости инверсий в декабре и в июне—августе. Кривые суточного хода для летних месяцев можно объединить в связи с типичностью их для всего периода.

Круглосуточные инверсии в районе Цэцэрлэга наблюдаются, как правило, только в холодное время—с сентября по март. Единичные случаи возможны в апреле и июле—августе в те же дни, что и дневные инверсии.

По ежедневным данным Цэцэрлэга установлено, что в декабре инверсия длится, как правило, около 12 ч с 19 до 7 ч. Летом продолжительность ночных инверсий несколько меньше, причем установление инверсионного распределения температуры начинается около 21 ч и заканчивается с восходом солнца. Разрушение инверсии в большинстве случаев связано с усилением турбулентного обмена в приземном слое воздуха. В очень редких случаях инверсия может сохраняться в течение нескольких суток. По имеющимся данным наблюдений, максимальная продолжительность инверсии в зимнее время составила около 126 ч (более 5 суток).

В табл. 3 показана повторяемость инверсий в зависимости от их интенсивностей для зимы и лета в различные часы суток.

В зимние месяцы ночью, а также утром и вечером интенсивность инверсий изменяется от 2,0 до 5,0°C (80—90% всех случаев). Таким образом, глубокие инверсии для Цэцэрлэга—явление редкое и крайние градации интенсивности (более 11,0°C) со-

Таблица 3

Повторяемость (%) инверсий в зависимости от ее интенсивности. Цэцэрлэг

Интенсивность инверсий	Часы наблюдений					Интенсивность инверсий	Часы наблюдений				
	1	7	13	19	Σ		1	7	13	19	Σ
Декабрь						Июнь — август					
≤ -1,0	0,4	—	3	0,6	4	≤ -1,0	17	4	0,4	15	36
-1,1, -2,0	1	1	4	0,6	7	-1,1, -2,0	28	1	0,2	5	34
-2,1, -4,0	6	8	3	4	21	-2,1, -3,0	18	0,7	—	2	21
-4,1, -7,0	14	14	0,9	13	42	-3,1, -4,0	5	—	—	0,4	5
-7,1, -9,0	6	5	0,2	8	19	-4,1, -5,0	1	—	0,2	0,4	2
-9,1, -11,0	0,6	1	—	3	5	-5,1, -6,0	0,7	—	—	—	0,7
-11,1, -13,0	0,2	0,2	—	0,2	0,6	-6,1, -7,0	0,2	—	—	—	0,2
-13,1, -15,0	0,2	—	—	—	0,2	-7,1, -8,0	—	—	—	—	—
Сумма	30	29	11	29	99	-8,1, -9,0	—	—	—	—	—
						-9,1, -10,0	—	—	0,2	—	0,2
						Сумма	70	6	1	23	100

ставляют только 1%. Днем зимой инверсии слабые, не превышают 4,0°C. В летние месяцы интенсивность инверсий в любое время суток невелика, около 2—4°C, и только в отдельные дни увеличивается до 5—7°C. Теплая адвекция может усилить инверсию до 10°C в вегетационный период и до 15°C зимой.

Континентальный климата и прежде всего большие суточные амплитуды температуры воздуха влияют на развитие и сохранение радиационных инверсий. В табл. 4 приводится зависимость интенсивности ночных инверсий от суточной амплитуды температуры воздуха в декабре и июне для Цэцэрлэга. Как видно из данных таблицы, пределы изменения амплитуды температуры

Таблица 4

Повторяемость (%) интенсивности ночных инверсий в зависимости от суточной амплитуды температуры воздуха. Цэцэрлэг, июнь

Интенсивность инверсий (°C)	Суточная амплитуда температуры воздуха (°C)									Σ
	4,0—5,9	6,0—7,9	8,0—9,9	10,0—11,9	12,0—13,9	14,0—15,9	16,0—17,9	18,0—20,9	21,0—23,9	
Нет инверсии	2	2	3	2	1					12
-0,1, -1,4	2	1	2	2		1				10
-0,5, -0,0		2	1	1	2	2				8
-1,1, -2,0	1		1	3	6	6	4	2		29
-2,1, -3,0		1	1	5	3	6	8	3		33
-3,1, -4,0				3	1	2	6	3	1	20
-4,1, -5,0					1	2				3
-5,1, -6,0					2	1				3
-6,1, -7,0						1				1
Сумма	5	5	8	18	15	22	18	8	1	100

воздуха в течение обоих месяцев одинаковые, от 4 до 24°C. Однако в начале лета 73% всех инверсий возникает при колебаниях суточной амплитуды от 10 до 18°C и средняя интенсивность инверсий около 2,5—3,0°C.

Зимой основное количество инверсий наблюдается при изменении суточной амплитуды от 8 до 16°C, причем интенсивность инверсий меняется в очень широких пределах — от 2 до 9°C.

Учет приземных инверсий необходим при оценке ряда явлений, связанных с распределением температуры в самых нижних слоях воздуха. Обычная оценка термического режима только по температуре воздуха на высоте 2 м недостаточна, особенно при фитоклиматических и ландшафтных исследованиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматический атлас мира. Под ред. И. А. Гольцберг. ГУГК при СМ СССР. М. — Л., 1972, с. 87, 94.
2. Береснева И. А. Особенности ветрового режима на северном склоне Хангай (Монгольская Народная республика). — Труды ГГО, 1977, вып. 385, с. 127—135.
3. Васильева Л. Г., Голубова Т. А. Приземная инверсия температуры воздуха в разных районах СССР. — Труды ГГО, 1970, вып. 264, с. 3—22.
4. Гальцов А. П. Анализ климатообразующих процессов. — М.: Изд-во АН СССР, 1957. — 104 с.
5. Жадамбаа Ш. Роль инверсии температуры воздуха в процессах усиления зимнего антициклона над Азией. — Труды Гидрометцентра СССР, 1972, вып. 109, с. 89—94.
6. Лебединский А. Б. Особенности температурных инверсий. Предбайкалье. — Труды ЗС РНИГМИ, 1972, вып. 7, с. 100—108.

СОДЕРЖАНИЕ

И. А. Гольцберг, Л. Г. Васильева. Климатическое районирование трассы БАМ и прилегающих районов производственного освоения	3
И. А. Гольцберг. Длительность безморозного периода на территории, прилегающей к БАМ	16
Е. Н. Романова. Ветровой режим на территории освоения БАМ	23
А. В. Калашников. Микроклиматические особенности ветрового режима Чарской котловины	35
Л. Г. Васильева. Режим минимальной температуры воздуха в районе Чарской котловины при разных условиях погоды	43
Е. Н. Романова, З. И. Николаева. Дифференцирование мелиоративных мероприятий на территории нечерноземной зоны РСФСР	55
Н. Г. Горышина, З. И. Николаева, Г. Б. Пигольцина. Микроклиматическое изучение экспериментальных сельскохозяйственных полей программированного урожая	70
Н. Г. Горышина. Учет теплообеспеченности почвы при микроклиматической характеристике территории	84
Т. А. Голубова. Расчет средних часовых сумм прямой солнечной радиации на наклонные поверхности	90
П. И. Песков. Микроклимат пойм рек нечерноземной зоны и его использование для интенсификации сельскохозяйственного производства	104
П. И. Песков, Л. Г. Семеричкова, С. Н. Старкова. Микроклимат детских садов	109
И. А. Береснева. О радиационном балансе пустынно-степной зоны МНР	118
И. А. Береснева, О. А. Дейч. О некоторых особенностях термического режима почв пустынно-степной зоны МНР	126
И. А. Береснева. Повторяемость и интенсивность приземных инверсий в северных предгорьях Хангая	140

Труды ГГО, вып. 426.
МИКРОКЛИМАТОЛОГИЯ

Редактор А. Б. Котиковская
Техн. редактор Н. Ф. Грачева
Корректор И. А. Крайнева

Сдано в набор 23.05.79. Подписано в печать 30.04.80. М-23367. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. тип. № 1.
Лит. гарн. Печать высокая. Печ. л. 10. Уч.-изд. л. 10,72. Тираж 620 экз. Индекс МЛ-112.
Заказ № 19. Цена 75 коп. Заказное. Гидрометеиздат. 199053. Ленинград, 2-я линия, д. 23.
Типография им. Котлякова издательства «Финансы» Государственного комитета СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
191023. Ленинград, Д-23, Садовая, 21.