91.47



КЛИМАТ МУРМАНСКА



W. K. Karley

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

МУРМАНСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Б. А. ЯКОВЛЕВ **КЛИМАТ МУРМАНСКА**



ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ ЛЕНИНГРАД • 1972

Приводится описание формирования климата города по основным метеорологическим элементам и дается ряд комплексных характеристик. Рассматриваются температура воздуха при различных скоростях и направлениях ветра, характеристики скорости ветра в зависимости от его направления, относительная влажность воздуха при различной температуре и направлении ветра и пр. Дается определение сезонов и их границ и краткое описание обычных и аномальных сезонов. Рассматриваются многолетние колебания отдельных элементов в сезонах «зима» и «лето» за имеющийся ряд наблюдений станций Мурманска и Колы, а также микроклиматические различия отдельных районов города в зависимости от высоты и удаленности от залива.

Рассчитана на широкий круг специалистов метеорологов, климатологов, географов, работников транспорта, медицины, строительства.

ВВЕДЕНИЕ

Под климатом любого района следует понимать многолетний режим всей совокупности метеорологических элементов (температуры, влажности, скорости и направления ветра и т. д.), т. е. многолетний режим погоды, возможный в этом районе. Если пользоваться более короткими промежутками времени, такими как месяц, сезон или год, то нельзя составить достоверное представление о климате. Например, человек никогда не бывавший в Мурманске и не имеющий понятия о его климате, пробыв здесь очень жолодную зиму 1965-66 г., может сделать ошибочный вывод, что зимы в Мурманске так же суровы, как и в средней полосе Сибири. В пействительности же эта зима была не обычным, а исключительно редким явлением среди многолетнего ряда более теплых зим.

ів... Пля оценки климата можно пользоваться средними величишеми, полученными из многолетнего ряда наблюдений. Эти величины удобны для сравнения климатических данных различных приктов (например, средняя месячная температура июля в Архангельске на 3° выше, чем в Мурманске). Кроме того, существуют фиссобы определения по средним месячным величинам и других жарактеристик данного элемента. Особое значение имеют вероятности различных градаций данного элемента, отличные от средних величин. Так, для характеристики скорости ветра недостаточно энать среднюю многолетнюю его скорость для любого месяца. Необкодимо еще знать, как часто эта скорость может быть выше того или арутого предела (например, 15 м/сек.), какая наибольшая скорость эзможна один раз за несколько лет: 10, 15 или 20 м/сек. и т. д. жен Климат любого района складывается под влиянием:

н 🗱 🖈 притока солнечного тепла, зависящего от высоты солнца над горизонтом, т. е. от широты места, времени года и суток;

2) атмосферной циркуляции, повторяемости циклонов, антижиклонов и воздушных масс различного происхождения, несущих

жарактерную для них погоду;

3) физико-географических условий данного места, характера подстилающей поверхности (снег или почва, наличие или отсутствие растительности), окружающего рельефа, высоты места, а в условнях города и степени застройки отдельных его районов и т. д.

Первые два условия, формирующие общие закономерности климата, в ограниченных пределах города Мурманска одинаковы внаюбом его районе. Однако местные условия того или другого района города формируют свой местный климат, или микроклимат, отличный от других районов. Микроклиматические различия отдельных районов прослеживаются только в самом нижнем слое воздуха и сглаживаются с увеличением высоты над поверхностью почвы.

Представление о климате любой местности, в рассматриваемом случае города Мурманска, можно получить в результате специальной климатической обработки данных метеорологических наблюдений, которые проводятся на метеорологических станциях в определенные часы суток по заранее составленной программе. Без достаточно точных и надежных наблюдений любого метеорологического элемента за длительный период, охватывающий несколько десятков лет, нельзя получить достоверное представление о климате.

Метеорологические наблюдения в Мурманске, как и сам город, имеют сравнительно короткую историю. Регулярные метеорологические наблюдения начались в Мурманске с 1918 г. на метеорологической станции, расположенной на территории торгового порта, между мысами Варничный и Зеленый, на высоте 64 м. В 1924 г. станция была перепесена на 1,5 км к юго-востоку от прежнего места и располагалась на высоте 21 м. В связи с быстрой застрой-кой территории вокруг станции наблюдения постепенно теряли свою репрезентативность (показательность), особенно менее надежными стали данные по ветру и количеству осадков. По этой причине в 1935 г. станция снова была перепесена к югу от прежнего места на мыс Халдеев, где находится и в настоящее время. В результате переноса высота станции увеличилась до 51 м, значительно увеличилась и открытость горизонта.

После 1945 г. территория мыса Халдеев постепенно застраивалась, но застройка проводилась на более низких уровнях и поэтому существенного влияния на качество и однородность наблюдений станции не оказывала.

Метеорологические наблюдения проводились и на Мурманской аэрологической станции (МАС), с 1949 г. расположенной в северной части города, на высоте 63 м. Эти наблюдения за период с 1963 по 1969 г. оформлены в виде метеорологических таблиц. В конце 1967, в 1968 и 1969 гг. в Мурманске были организованы специальные наблюдения над температурой воздуха, скоростью и направлением ветра и т. д. Наиболее полными из них были наблюдения в пунктах на проспекте Кирова и ул. Челюскинцев. Кроме того, за 1968 и 1969 гг. проводились регулярные наблюдения на территории Телевизионного центра, расположенного на Варничной сопке. Эти наблюдения проводились в восемь основных сроков на различных высотах телевизионной башни. Наблюдения у основания башни дали ориентировочное представление о микроклимате наиболее возвышенных районов города, а на различных высотах башни — об изменении температуры воздуха и скорости ветра с увеличением высоты над поверхностью почвы. Таким образом, для описания микроклимата отдельных районов города были использованы наблюдения за различные периоды шести пунктов:

1) Мурманск, Халдеев мыс -- с 1935 по 1969 г.

2) мурманск, город — с 1919 по 1934 г.

3) Мурманская аэрологическая станция — с 1963 по 1969 г.

4) Телевизионный центр - 1968 и 1969 гг.

5) Мурманск, ул. Челюскинцев (центр города).

6) Мурманск, проспект Кирова (южная часть города) (рис. 1). Для анализа общих закономерностей климата Мурманска использованы наблюдения станции Мурманск, Халдеев мыс, имеющие наиболее длительный период и проводившиеся по наиболее

Рис. 1. Схема расположения метеорологических станций и пунктов специальных наблюдений, данные которых использованы при описании климата Мурманска.

I — Мурманск, Халдеев мыс; 2 — Мурманск, город; 3 — Мурманск, аэрологическая станция; 4 — Мурманск, сопка Варничная; 5 — Мурманск, ул. Челюскинцев; 6 — Мурманск, пр. Кирова.

широкой программе. Однако наблюдения этой станции не вполне репрезентативны для всех районов города, где в силу различных физико-географических условий отмечаются различия в значениях температуры, скорости ветра и других метеорологических элементов. Различия микроклимата города будут рассмотрены в специальной главе, посвященной ориентировочной микроклиматической характеристике города.

Описание климата Мурманска в основном построено на данных, опубликованных в пяти частях «Справочника по климату СССР» [14], [15], [16], [17], [18]. Однако, кроме данных Справочника, для полного освещения некоторых характерных особенностей климата города необходимы были комплексные характеристики климата, зависящие от направления адвекции воздушных масс или ветра. Эти характеристики особенно летом и зимой значительно изменяются в зависимости от направления адвекции. В условиях

Мурманска, расположенного между Баренцевым морем и материком, адвекция оказывает значительное влияние не только на температуру и влажность воздуха, но и на все климатические характеристики. Поэтому автор считал необходимым дать комплексное их описание, так как иначе климатическая характеристика города была бы не полной.

Для составления комплексных характеристик, ввиду большой трудоемкости необходимых выписок, обработки и обобщения необходимого материала наблюдений, использован сравнительно короткий период наблюдений, порядка 20—15 лет. Большинство необходимых выписок было сделано ранее, в 1956—58 гг. в процессе подготовки автором работы [20], но они не были использованы в этой работе, или сделано заново после окончания Справочника. Широко использованы и ежечасные данные записей самописцев за период около 10 лет. Несмотря на небольшой период наблюдений, использованый для составления комплексных характеристик климата, они помогли дать всестороннее описание особенностей климата города.

В главе I приводится краткое описание условий формирования климата Мурманска, в главе II — описание климата города по отдельным метеорологическим элементам. Здесь освещаются комплексные характеристики климата и приводятся сведения, которые, несомненно, могут представить интерес для широкого круга потребителей.

В главе III дается обоснование разделения года на сезоны и краткая характеристика отдельных сезонов. Главное внимание уделяется значительным аномалиям температуры воздуха и других элементов, возможным в отдельных сезонах, и кратко анализируются циркуляционные условия этих аномалий. В главе IV дается краткий анализ многолетнего колебания климата Мурманска за период имеющихся метеорологических наблюдений. При этом здесь указываются колебания не отдельных метеорологических элементов, например температуры воздуха, как у Е. С. Рубинштейн [12], [13], а их комплекса. В главе V приводится краткая микроклиматическая характеристика города, которая в силу отсутствия достаточного числа наблюдений с длительным периодом дается ориентировочно и не охватывает всех климатических элементов.

В подготовке материала для книги принимали участие техники группы климата Мурманской гидрометеорологической обсерватории Г. И. Шошина, И. С. Атемасова и З. Н. Луженская. Большую помощь в подготовке рукописи оказывал начальник отдела метеорологии Мурманской ГМО, канд. геогр. наук Г. В. Гирдюк. Всем указанным лицам автор приносит свою искреннюю признательность.

Автор благодарит также И. А. Гольцберг за ряд ценных рекомендаций, сделанных при просмотре рукописи, А. А. Гирса за консультацию при подготовке главы IV рукописи и Т. В. Покровскую за просмотр всей рукописи и отзыв на нее.

Глава I

ФОРМИРОВАНИЕ КЛИМАТА МУРМАНСКА

Физико-географические условия

Мурманск расположен в северной части Кольского полуострова, на восточном побережье Кольского залива, около 50 км от побережья Баренцева моря. К востоку от города лежит ряд сопок, абсолютные высоты которых достигают 100—250 м. Город находится на сравнительно узкой, слегка всхолмленной равнине, вытянутой с юга на север. Наличие обширной акватории Баренцева моря к северу от города и материка к югу от него и значительные температурные различия зимой и летом между материком и морем обусловливают в эти сезоны значительные меридиональные градиенты в поле большинства метеорологических элементов, а отсюда и большую изменчивость погоды во времени при смене направления адвекции воздушных масс. Влияние Кольского залива сказывается лишь в отдельных райопах города, расположенных вблизи него.

Радиационный режим

Важнейшим условием формирования климата Мурманска является приток суммарной солнечной радиации. Приток радиации от солнца и ее поглощение определяет тепловой режим подстилающей поверхности почвы или снега, нижнего приземного слоя и более высоких слоев атмосферы. Суточный ход высоты солнца над горизонтом и годовой ход полуденной высоты солнца обусловливают суточный и годовой ход температуры и влажности воздуха, облачности и других метеорологических элементов. Приток радиации зависит не только от высоты солнца над горизонтом, но и от продолжительности дня. В условиях Мурманска, расположенного севернее Полярного круга, температура и влажность изменяются в течение года в довольно широких пределах, что хорошо

иллюстрируют следующие значения по данным [6] на 15-е число каждого месяца:

	1	11 1 -	111	IV	\mathbf{v}	VI
Продолжительность дня (часы)	1,5	7,4	11,5	15,8	21,2	24,0
Продолжительность дня (часы)	24,0 VII	18, I VIII	13,4 1x	9,3 x	4,5 xi	0,0 x11
Полуденная высота солица (град.)	0,2	7,9	18,8	30,7	39,8	44,3
Полуденная высота солнца (град.)	42,6	35,2	24,1	12,6	2,6	

¹ Для февраля обе характеристики даны на 14-е число.

Из приведенных данных видно, что полуденная высота солнца колеблется от 0 (солнце не показывается над горизонтом во время полярной ночи) до 44° (во время полярного дня). Продолжительность дня колеблется от 0 часов (во время полярной ночи) до 24 часов (во время полярного дня). Полярная ночь в Мурманске начинается с 29 ноября и заканчивается 13 января, т. е. продолжается 44 дня, а полярный день — с 22 мая по 22 августа — продолжается более двух месяцев (61 день). Увеличение продолжительности круглосуточного дня по сравнению с круглосуточной ночью объясняется влиянием рефракции, за счет которой видимое положение солнца над горизонтом несколько приподнимается по сравнению с истинным.

Значительные колебания в течение года полуденной высоты солнца и продолжительности дня влияют и на приток суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), что характеризует следующий годовой ход, по данным [6], фактической и возможной величин суммарной солнечной радиации (ккал/см²):

	1	П	111	IV	v		VI
Фактическая Возможная	0 0,3 —	0,7 1,8 39	4,5 6,4 70	8,8 12,4 71	10,9 20,6 53	2	3,1 3,8 5
	VII	VIII	IX	X	ХI	XII	Год
Фактическая	11,7 21,3 55	7,1 14,8 48	3,3 7,9 42	1,2 3,0 40	0,1 0,5 20	0,0 0,0 —	61,4 $112,8$ 55

Как видно из приведенных данных, возможная суммарная радиация меняется от 0 в декабре до 23,8 ккал/см² в июне, фактически наблюдаемая — от 0 в декабре и январе до 13,1 ккал/см² в июне, средняя же величина фактически наблюдаемой — от 0 в декабре и январе до 13,3 ккал/см² в июне. При этом за счет

уменьшения облачности в марте и апреле проценты поступающей радиации от возможной достигают 70—71.

Радиация, поступающая от солнца, полностью поглощается подстилающей поверхностью и идет на теплообмен с нижним слоем воздуха, испарение почвы и другие процессы. Часть ее отражается. Отражательная способность подстилающей поверхности характеризуется величиной альбедо, которая указывает долю радиации, отраженной от подстилающей поверхности. Величина альбедо колеблется от 0,75—0,8 зимой при наличии свежевыпавшего снега до 0,16—0,18 летом после окончательного схода снежного покрова. Поверхность почвы или снега, поглощая радиацию солнца, также отражает ее в атмосферу.

Лучистая энергия, теряемая подстилающей поверхностью, возвращается к ней вновь за счет направленного сюда излучения атмосферы. Разность между теплом, теряемым подстилающей поверхностью за счет излучения в атмосферу и получаемым этой поверхностью за счет встречного лучеиспускания атмосферы, называют эффективным излучением. Величина этого излучения зависит от физических свойств подстилающей поверхности, влажности воздуха и облачности, в течение года она существенно не меняется. Приводим годовой ход эффективного излучения (ккал/см²), полученный М. К. Гавриловой [5] для станции Кола:

Радиационный баланс подстилающей поверхности (почвы или снега) рассчитывается по формуле

$$R = Q(1 - A) - E,$$

где R — радиационный баланс, Q — суммарная радиация, поступающая от солнца, A — альбедо, а E — эффективное излучение подстилающей поверхности. По данным [5] приводим для станции Кола расчетную величину радиационного баланса R ккал/см² для отдельных месяцев и всего года и для сравнения значения средней температуры поверхности почвы $T_{\rm II}$ и воздуха $T_{\rm IB}$ на уровие 2 м в Мурманске:

	I	I	I	111	IV	V	VI
R	-2,3	_	1,9	-1,5	0,1	4,8	8,5
T_{π}	11,0	1	1,0	8,0	—1 ,8	4,4	10,4
$T_{\rm B}$	10,0	—1	0,7	-7,0	<u>-1,7</u>	3,1	8,4
	VII	VIII	IХ	x	ΧI	XH	Год
R	7,2	3,9	1,2	-1,2	-2,0	—21, 1	14,7
T_{Π}	13,8	11,5	6,6	0,7	5,3	-9,2	0,1
<i>T</i> _B	12,4	10,8	6,3	0, 2	-4,7	-8.3	0,0

Приведенные данные показывают, что в течение всей зимы и во второй половине осени (с октября по март включительно) радиационный баланс отрицателен, т. е. подстилающая поверхность больше тепла теряет от излучения, чем получает его от солнца, в остальную часть года происходит обратное явление. Годовой ход радиационного баланса и поверхности почвы полностью не совпадает с апалогичным ходом температуры уровне 2 м и поверхности почвы. Максимальная величина радиационного баланса приходится на июнь, когда наблюдается наибольшая полуденная высота солнца и продолжительность дня, а максимальная температура поверхности почвы и воздуха запаздывает на месяц и наступает в июле. Самая низкая температура воздуха и поверхности почвы зимой наблюдается в январе и феврале, в то время как радиационный баланс достигает минимума раньше, в декабре. Весной (апрель и май) средняя величина радиационного баланса выше, а средняя температура поверхности почвы и воздуха ниже, чем осенью (сентябрь и октябрь). Некоторое несоответствие годового хода радиационного баланса с аналогичным ходом средней температуры поверхности почвы и нижнего слоя воздуха объясняется тем, что радиационный баланс поверхности почвы еще не может полностью определить температурный режим как поверхности почвы, так и нижнего слоя воздуха, поскольку солнечное тепло расходуется еще на ряд других процессов. К таким процессам относятся затраты тепла на снеготаяние и оттаивание промерзшей почвы весной, на трансформацию, прогревание и выхолаживание масс воздуха, поступающих из других районов с более низкой или высокой температурой, на испарение влажной почвы, теплообмен нижнего слоя воздуха с поверхностью почвы и с более высокими слоями атмосферы. Следовательно, для оценки теплового режима, хотя бы нижнего слоя воздуха, необходимо учитывать весь комплекс составляющих теплового баланса. Это можно показать на примере весны и осени.

По приведенным данным средняя сезонная величина радиационного баланса весной (апрель-май) достигает 2,4 ккал/см², а осенью (сентябрь—октябрь) 0 ккал/см². Средняя температура нижнего слоя воздуха для тех же сезонов равна соответственно 0,7 и 3,2°. Такое несоответствие объясняется большими затратами тепла весной, чем осенью. В течение весны в среднем почти полностью сходит снежный покров, высота которого к началу сезона достигает максимума. К началу весны заболоченная, хорошо увлажненная почва промерзает в среднем на глубину около 1,0 м, к концу сезона она полностью оттаивает. Наконец, весной средняя суммарная повторяемость северо-западного, северного и северовосточного ветра, приносящего холодный арктический воздух из более высоких широт, достигает 41%, а осенью всего 27% [17]. Если учесть еще и то, что приземная температура арктического воздуха весной в среднем на 3° ниже, чем осенью, то увидим, что затраты тепла на трансформацию (прогревание) холодных масс воздуха весной должны быть значительно выше, чем осенью. Этим **собъясняется** более низкая средняя температура весны по сравнению с осенью, несмотря на более высокую величину радиационного баланса. Таким образом, фазы годового хода радиационного баланса как бы опережают на один месяц соответствующие фазы-годового хода температуры воздуха и почвы.

Атмосферная циркуляция

6833

...

в формировании климата большое значение имеет атмосферная циркуляция. Циркуляционные условия формирования климата Мурманска довольно сложны. По классификации Алисова Б. П. [1],

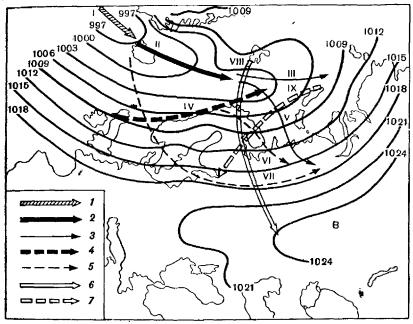


Рис. 2. Преобладающие траєктории циклонов (I-VII) и антициклонов $(VIII,\ IX)$, их новторяємость (число случаєв) и среднее атмосферное давление (мб). Январь,

Число случаев циклонов: 1-4, 2- от 3 до 4, 3- от 2 до 3, 4- от 1 до 2 и 5-1; антициклонов: 6- от 2 до 3 и 7-<1.

Мурманск относится к атлантико-арктической зоне умеренного пояса. Для этой зоны характерно преобладание воздушных масс арктического и атлантического происхождения, а также усиление циклонических процессов в холодную (октябрь—апрель) и ослабление их в теплую (май—сентябрь) часть года. В холодной части года над Норвежским и Баренцевым морями преобладает циклоническая деятельность, что обусловливает неустойчивую погоду с частыми штормами и резкими колебаниями температуры. Приведенные на рис. 2 изобары (линии значений атмосферного давления в миллибарах) и наиболее характерные пути перемещения

циклонов и антициклонов с указанием их повторяемости, по А. С. Звереву [8], для января — серединного месяца холодного периода и, следовательно, наиболее репрезентативного для него, и на рис. З — среднее многолетнее число развивающихся циклонов и антициклонов за тот же месяц показывают, что наибольшая повторяемость циклонов и связанное с ними наиболее низкое среднее месячное атмосферное давление наблюдается в основном над Исландией. От Исландии циклоны смещаются к востоку с северной составляющей, через Норвежское на Баренцево море (траекто-

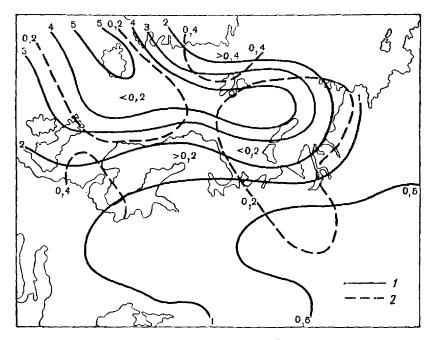


Рис. 3. Средняя многолетняя повторяемость (число случаев) развивающихся циклонов (1) и антициклонов (2). Январь.

рии *II* и *III*). Преобладающие направления перемещения циклонов хорошо согласуются с областью повышенной их повторяемости и ложбиной в поле среднего атмосферного давления, вытянутой от Исландии через Норвежское на Баренцево море.

Преобладающее перемещение циклонов по траекториям *II* и *III* создает в холодный сезон сравнительно теплый фон зимы и осени. Прохождение циклонов по указанным направлениям обусловливает вынос теплого атлантического воздуха и значительное потепление, нередко до оттепели, и усиление ветра до шторма, а в очень редких случаях — и до урагана. Значительные осадки при этом не выпадают, наиболее вероятны слабые осадки. Сравнительно реже атлантические циклоны, смещавшиеся ранее по траектории *II*, в дальнейшем приобретают южную составляющую

(траектория V). В этом случае в Мурманске наблюдается более значительное усиление ветра и более вероятны ураганы. В теплых секторах этих циклонов обычно наступает значительное потепление и наблюдаются наиболее высокие максимальные температуры, а в их тылу, в массах арктического воздуха — обильные снегопады «зарядами», которые в очень редких случаях сопровождаются грозами.

Более устойчивая погода, с небольшими морозами или в редких случаях с температурой, близкой к 0°, небольшими осадками

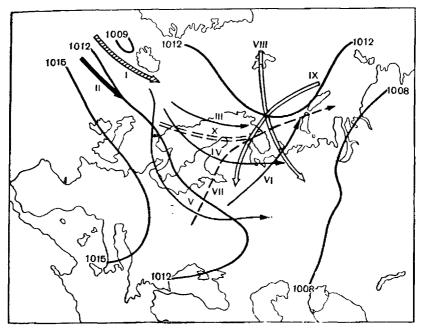


Рис. 4. Преобладающие траектории циклонов (I-VII) и антициклонов (VIII-X), их повторяемость (число случаев) и среднее атмосферное давление (мб). Июль.

Усл. обозначения см. рис. 2.

наблюдается при прохождении циклонов по траектории IV. В сравнительно редких случаях, когда циклоны, смещавшиеся вдоль западного побережья Скандинавии, в дальнейшем получают южную составляющую (траектория VI), проходя через Кольский полуостров. В этом случае в Мурманске выпадают наиболее обильные снегопады. В очень холодные сезоны циклоны перемещаются по траектории VII. В этом случае в Мурманске преобладает ясная и тихая погода и за счет длительного радиационного выхолаживания нижнего приземного слоя воздуха наблюдается значительное и нередко длительное похолодание.

В передней части антициклопов, смещающихся с Барепцева моря к юго-востоку (траектория VIII), в Мурманск приходит

арктический воздух, в значительной мере прогревшийся снизу, по пути над поверхностью Баренцева моря, свободной от льда. Кратковременные прояснения в антициклонах обычно не вызывают значительного выхолаживания арктического воздуха над материком. Поэтому антициклоны, смещающиеся с Баренцева моря и в дальнейшем движущиеся к юго-востоку, не вызывают в Мурманске значительного и устойчивого похолодания. В Мурманске более сильные морозы и самые низкие минимальные температуры наблюдаются зимой и весной при вхождении антициклонов с Кар-

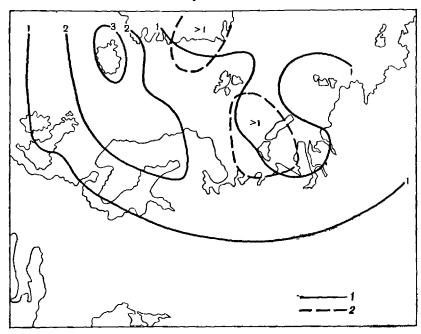


Рис. 5. Средняя многолетняя повторяемость развивающихся циклонов (1) антициклонов (2). Июль.

ского моря к юго-западу по траектории *IX*. В этом случае в Мурманск приходит более холодный континентальный арктический воздух с Карского моря с более низкими начальными температурами (до —10, —15° и ниже), которые в дальнейшем значительно снижаются при уменьшении облачности. В теплый период (май—сентябрь) циклоническая деятельность в районе Мурманска и пад Баренцевым морем ослабевает и увеличивается повторяемость антициклонов.

Данные рис. 4 и 5 для июля — серединного месяца теплого периода показывают, что Исландский минимум в поле среднего давления в этот период в значительной мере ослабевает. Давление в его центре увеличивается по сравнению с январем на 16—17 мб, а ложбина, направленная в январе к северо-востоку на Баренцево море, в июне совсем заполняется, и наблюдается повышение

среднего давления по сравнению с январем на 6—10 мб. Атлантические циклоны смещаются к западу по более южным траекториям (III, IV и V); увеличивается вероятность южных циклонов, смещающихся к северу по траекториям VI и VII. Траектории антипиклонов VIII и IX в июне имеют примерно такую же повторяемость, как и в январе, однако скорость их перемещения к юго-востоку или юго-западу в июле меньше, чем в январе, и они в районе Мурманска сравнительно часто становятся малоподвижными. При прохождении циклонов по траекториям IV, V и VI, т. е. южнее и юго-восточнее Мурманска, наблюдается адвекция воздуха с Баренцева моря, облачная или пасмурная прохладная погода с небольшими осадками. При перемещении циклонов по траекториям III и VII в районе Мурманска в теплых секторах этих циклонов протекает очень теплый континентальный воздух, который вызывает значительное потепление, до 20-30°. Грозы сопровождаются кратковременными интенсивными ливневыми осадками. Как установлено автором [22], при прохождении циклонов по траекториям III и VII в Мурманской области и в самом городе наблюдаются наиболее значительные обложные осадки. Из рис. 5 видно, что наибольшая повторяемость циклонов в июне, как и в январе, наблюдается в районе Исландии, однако область повышенной их повторяемости, в отличие от января, направлена к западо-юго-западу на среднюю Скандинавию и Финляндию. Летом над Баренцевым, Норвежским и Гренладским морями увеличивается повторяемость антициклонов. Здесь намечается два очага повышенной их повторяемости: 1) над севером Грепландского моря и 2) в районе Новой Земли и юго-востоке Баренцева моря. Малоподвижные антициклоны, располагающиеся над юго-востоком Баренцева обусловливают в Мурманске восточные ветры и сухую погоду со значительным суточным ходом температуры. Карты среднего давления, повторяемости и траектории антициклонов и циклонов для холодной (январь) и теплой части года (июль) дают представление о преобладающем среднем многолетнем развитии атмосферных процессов, но не отражают возможного их многообразия в той и другой части года.

Глава II

ОПИСАНИЕ КЛИМАТА МУРМАНСКА по метеорологическим элементам

Атмосферное давление

Атмосферное давление и особенно его распределение на земной поверхности является важнейшим условием, определяющим направление перепоса различных воздушных масс. Распределение атмосферного давления на разных уровнях в высоких слоях атмосферы определяет направление перемещения и эволюцию, развитие или ослабление различных барических систем (циклонов, антициклонов, гребней, ложбин и др.), которые вызывают резкие изменения погоды. С прохождением антициклонов обычно связана малооблачная тихая погода со значительными, особенно летом, суточными колебаниями ряда метеорологических элементов, с прохождением циклонов, наоборот, - ухудшение погоды: увеличение облачности, усиление ветра, нередко до шторма, выпадение дождя или снега и резкие колебания температуры при смене направления ветра.

Изменчивость годового хода атмосферного давления в Мурманске характеризуется следующими значениями среднего месяч-

ного атмосферного давления над уровнем моря (в мб):

П Ш IVVII VIIIίX XII Гол 1014 1012 1012 1012 1010 1009 1003 1009 1010 1007 1008 1010 1013

Приведенные значения показывают, что наиболее высокое давление приходится на май, а самое низкое — на январь. В отдельные годы в зависимости от повторяемости и интенсивности циклонов или антициклонов средняя месячная и суточная величины атмосферного давления могут значительно колебаться, что иллюстрируют следующие данные годового хода разности между средними величинами наибольшего и наименьшего месячного (а) и суточного (б) атмосферного давления (мб).

	I	II	HI	IV	V	VI	VII	VIII	ΙX	X	ΧI	XII
a	25	34	26	18	14	12	9	9	15	19	19	25
б	83	72	75	68	51	48	42	38	45	64	7ô	82

Наиболее значительные колебания средней месячной и суточной величин давления наблюдаются зимой (ноябрь—март), наименее значительные — летом (июнь—август). Величина барической ступени или высота, на которую нужно подняться от уровня моря, чтобы давление понизилось на один миллибар, составляет около восьми метров. Следовательно, наибольшие суточные колебания, возможные зимой, например в январе, равносильны увеличению высоты места приблизительно на 700 м над ур. м. Резкие колебания давления за короткие промежутки времени могут вызывать ухудшение здоровья человека при сердечно-сосудистых заболеваниях. Поэтому величина баричсской тенденции или изменение давления за 3 часа представляет известный интерес (табл. 1).

Таблица 1 Повторяемость (%) различной величины барической тенденции (мб)

Тенденция (мб)	I	H	III	ΙV	V	V۱	VII	viii	ιx	x	XI	хп
$2^{<2}_{2-2,9}_{3-4,9}_{3-4,9}$	80	82	84	86	92	94	96	96	89	84	81	80
	13	12	10	10	6	5	3	3	7	10	12	12
	4	4	5	4	2	1	1	1	3	5	5	6
	3	2	1	0	0	0	0	0	1	1	2	2

Наибольшая повторяемость высоких барических тенденций >2 мб за 3 часа наблюдается зимой, наименьшая — летом. Увеличение изменчивости различных характеристик атмосферного давления в зимние месяцы связано с увеличением повторяемости интенсивности и скорости перемещения барических систем: циклонов и антициклонов. Изменяется в течение года величина и направление среднего горизонтального барического градиента 1.

Так, составляющая среднего барического градиснта в январе, направленная к северу, достигает 2,1 мб/100 км, а в июле, направленная к югу, уменьшается по абсолютной величине до 0,8 мб/100 км. Этим объясняется преобладание ветра южного направления зимой и северного летом и увеличение средней скорости ветра зимой по сравнению с летом.

Ветер

Перераспределение повторяемости различного направления ветра от зимы к лету носит муссонный характер. Зимой преобладают южные ветры с материка, а летом — северные с Баренцева моря. Весной и осенью направление ветра менее устойчиво. Но в эти сезоны, особенно осенью, преобладают южные ветры (рис. 6). Повторяемость ветра северной четверти, направленного с Баренцева

2 Б. А. Яковлев

¹ Горизонтальным градиентом любого метеорологического элемента называется изменение его на 100 км расстояния в сторону убывания этой величины.

моря (СЗ, С и СВ), достигает летом 55% и уменьшается зимой до 15%. Повторяемость ветра южной четверти с материка (ЮВ, В и ЮЗ) достигает зимой 79%, а летом уменьшается до 37%. Наиболее резко (почти в два раза) увеличивается повторяемость северного ветра весной: от апреля к маю. С этим связано заметное увеличение облачности в мае по сравнению с апрелем.

В теплую часть года с мая по сентябрь, особенно в летние месяцы, направление ветра испытывает и суточную периодичность. В ясные или малооблачные дни со значительной амплитудой суточного хода температуры на фоне небольшой средней суточной скорости ветра направление его меняется. Утром или ночью

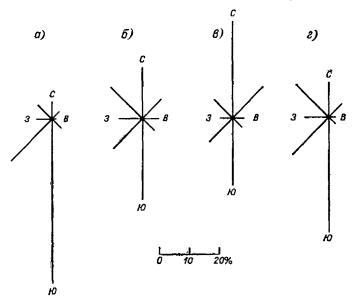


Рис. 6. Повторяемость ветра различных направлений (%). a- зимой, b- весной, b- летом, c- осенью.

в такие дни более вероятны южные ветры с материка, а днем — северные с Баренцева моря. На берегу Кольского залива днем наблюдается увеличение повторяемости западного ветра, а вечером восточного. Суточная смена направления ветра наблюдается обычно в антициклоническом или безградиентном барическом поле, но она хорошо прослеживается и на средних данных. Значительны годовые колебания характеристик скорости ветра. Увеличение интенсивности и повторяемости циклонических процессов зимой обусловливает увеличение средней скорости ветра, числа дней с ветром ≥15 м/сек. и продолжительность сильного ветра ≥15 м/сек., а также уменьшение вероятности тихой или маловетреной погоды. Летом в связи с уменьшением интенсивности и повторяемости циклонов и увеличением повторяемости антициклонов

наблюдается обратное явление. Наибольшие скорость ветра, число дней с ветром ≥15 м/сек.¹ и его продолжительность наблюдаются в январе, а наименьшие — в августе.

Для ряда подразделений морского и рыбного флота и других организаций представляет интерес не только число дней с сильным ветром, но и со скоростью ветра выше или ниже определенного предела (табл. 2).

Таблица 2
Число дней со скоростью ветра указанного предела

		Скорость ветра (м/сек.)										
Месяц	≤ 6	≥ 6	≥ 10	≥ 18	≥ 21	≥ 25	Bcero					
1 11 11 1V V VI VIII VIII IX X XI XII	4,2 6,0 6,0 7,3 7,6 7,5 8,2 9,0 7,6 7,0 6,4 4,8	26,8 22,0 25,0 22,7 23,4 22,5 22,8 22,0 22,4 24,0 23,6 26,4	20,7 13,0 13,0 9,7 6,1 9,7 8,0 3,4 6,0 14,2 14,2 16,8	2,8 1,6 0,7 0,2 0,2 0,7 1,4 1,4	0,6 0,2 0,2 0,2	0,1	31 28 31 30 31 30 31 31 30 31 30 31					
Год	81	284	136	9	1	0,1	365					

Число дней со слабым ветром <6 м/сек. бывает наименьшим в середине зимы (в январе) — всего 4 дня; оно увеличивается до 9 дней в конце лета (в августе). Число дней со скоростью ветра > 10 м/сек. изменяется в течение года в обратном порядке: наибольшее в январе и наименьшее в августе. Скорость ветра в отдельные дни при неустойчивой погоде, связанной с прохождением циклонов, может испытывать в течение суток значительные колебания от штиля до шторма ≥15 м/сек. При неустойчивой погоде увеличение или уменьшение скорости ветра не приурочивается к определенному времени суток. Суточные колебания скорости ветра в определенное время суток обычно паблюдаются при ясной или малооблачной погоде с небольшой средней суточной скоростью ветра, т. е. при антициклонической погоде. Поэтому суточная периодичность скорости ветра обнаруживается и на средних многолетних величинах. Изменение средней многолетней скорости ветра можно проследить по данным табл. 3.

¹ За день с ветром ≥15 м/сек. считается день, в котором наблюдалось увеличение скорости ветра до 15 м/сек. и более, независимо от его продолжительности.

Средняя месячная скорость ветра (м/сек.) в различные сроки наблюдений (часы суток)

Часы	1	11	111	IV	v	VI	VII	VIII	IX	X	Χt	хII
1 7 13 19	6,9 6,8 7,0 7,0	6,6 6,6 6,9 6,7	6,3 6,5 7.1 6.6	5,1 5,6 6,2 5,6	4.1 5,0 5,8 5,0	3,6 4.4 5,7 5,5	3,4 3,9 5,3 4,7	3,0 3,2 4,8 4,6	4,6 5,0 6,1 4,7	5,9 5,8 6,2 5,7	6.4	6,7 6,7 6,7 6,7
Суточная амплитуда: в м/сек. в % от средней за сутки	0,2	0,3	0,8	1,1	1,7 36	2,1	1,9 44	1,8 44	1,5 30	0,4	0,2	0

В декабре за время полярной ночи периодические суточные колебания скорости ветра полностью затухают, а летом их амплитуда достигает наибольшей величины: 44% средней суточной скорости. Наименьшие скорости ветра наблюдаются в ночные или утренние сроки (в 1 и 7 часов), а наибольшие — днем (в 13 часов). Увеличение скорости ветра в дневные часы объясняется увеличением вертикального градиента гемпературы в нижнем слое воздуха, а отсюда и усилением конвективного перемешивания воздуха, в результате которого происходит выравнивание скорости встра в приземном и в более высоких слоях, где скорость ветра выше, чем внизу. Ночью и утром наблюдается обратное явление. Меняются в течение суток и другие характеристики скорости ветра, например вероятность скорости ветра <6 м/сек. и >10 м/сек. (табл. 4).

Таблица 4
Вероятность (%) скоростей ветра < 6 м/сек. и >10 м/сек. в различные сроки наблюдений (часы суток)

			-		•			
Скорость ветра (м/сек.)	Часы	IV	v	VI	VII	VIII	IX	х
< 6	1	61	74	77	80	78	65	52
	7	55	61	67	75	72	63	51
	13	49	50	55	63	62	60	50
	19	56	63	57	62	74	65	53
>10	1	16	7	6	4	4	11	20
	7	16	10	8	5	5	11	20
	13	22	19	14	11	11	18	21
	19	17	12	11	8	6	12	19

¹ Под вертикальным градиентом любого метеорологического элемента подразумевается убывание его с увеличением высоты на 100 м.

Вероятность слабого ветра <6 м/сек. наибольшая ночью (в 1 час), наименьшая днем (в 13 часов). Вероятность скорости ветра >10 м/сек. изменяется в течение суток в обратном порядке.

Зависимость характеристик скорости ветра от его направления иллюстрирует табл. 5, которая в связи с недостатком данных ежечасных наблюдений над скоростью ветра приведена только для всего года.

Таблица 5 Характеристики скорости ветра по направлениям

Характеристика скорости ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	юз	3	C3
Максимальная скорость ветра, возможная 1 раз в 20 лет (м/сек.)	27	21	17	26	32 .	36	29	34
Число дней с сильным ветром ≥ 15 м/сек	6,5	0,4	0,1	0,5	26 ,6	7,8	9,6	9,1
Число часов с сильным ветром $\geqslant 15$ м/сек	32	6	1	3	60	28	15	25

Зависят от направления ветра и суточные колебания его скорости. В табл. 6 приводится суточный ход скорости ветра при устойчивом в течение всех суток направлении ветра с Баренцева моря или материка, т. е. при устойчивом ветре северной и южной четверти.

Таблица 6 Средняя скорость ветра (м/сек.) в различные сроки наблюдений (часы суток) и ее суточная амплитуда при различном направлении ветра

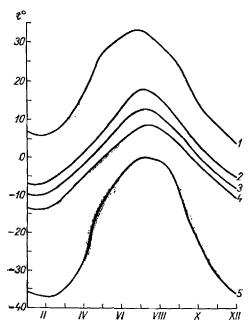
	Направление ветра											
Часы	(4	с Бар СЗ, ССЗ	енцева м , С, ССІ	оря В и СВ)	с материка (ЮВ, ЮЮВ, Ю, ЮЮЗ и ЮЗ)							
	v	VI	VII	VIII	IX	V	VI	VII	VIII	Iх		
1 7 13 19	5,1 5,7 6,6 5,6	4.2 5,0 6,0 5,5	4,1 4,5 5,8 5,0	3,7 4,7 5,3 4,2	5,5 5,3 6,4 6,3	4,0 5,7 7,2 5,3	3,6 5,0 7,2 5,1	3,3 4,5 6,6 4,8	3,2 4,1 6,3 3,9	4,6 4,5 6,9 6,6		
Суточная амплитуда (м/сек.)	1,5	1,8	1,7	1,6	1,1	3,2	3,6	3,3	3,1	2,4		

Как видно из данных табл. 6, суточные амплитуды периодических колебаний скорости ветра в любом из месяцев при ветре с Баренцева моря почти в два раза меньше, чем при ветре

обратного направления. Наибольшие средние скорости ветра при любом его направлении во всех месяцах теплой части года наблюдаются в 13 часов, наименьшие — в 1 час и только в сентябре — в 7 часов. Таким образом, направление ветра оказывает существенное влияние на суточную амплитуду его скорости, но не вызывает смещения во времени ее фаз (максимума и минимума).

Температура воздуха

Средний многолетний температурный режим Мурманска складывается под влиянием преобладания притока теплых масс атлантического воздуха зимой и прохладного воздуха с Баренцева моря



летом, а поэтому характеризуется аномально теплой для его широты зимой и сравнительно прохладным Морозные ДНИ зимой средними суточными температурами ниже -20, -25и --30° встречаются сравнительно редко. Также редко наблюдаются летом и жаркие дни со средней суточной температурой >20°. Как видно из рис. 7, наиболее низкие значения всех характери-

Рис. 7. Годовой ход различных характеристик температуры воздуха.

1 — абсолютный максимум, 2 — средний максимум, 3 — средняя месячная,
 4 — средний минимум,
 5 — абсолютный минимум.

стик температуры приходятся на февраль, наиболее высокие — на июль. Время наступления более низких температур запаздывает на один месяц по сравнению с более континентальными районами, что характерно для морского климата, время наступления самых высоких температур совпадает с континентальными районами. Аналогичное явление наблюдается и в Ленинграде [11]. В отдельные годы самым холодным или теплым может быть любой из зимних или летних месяцев. Приводим значения вероятности самого холодного и теплого месяцев в процентах от общего числа лет по многолетним данным:

			Зима		Лето			
Месяц	ΧI	XII	I	11	Ш	VI	VII	VIII
Вероятность (%)	2	6	40	46	6	6	68	26

В отдельные годы средние месячные температуры могут существенно отличаться от средних многолетних (табл. 7).

Таблица 7 Средняя месячная температура воздуха различной вероятности и разность температур 95 и 5%-ной вероятности

			Вероятность (%)										
Месяц	Средняя 1	5	10	25	50	75	90	95	темпера- тур				
I II IV V VI VII VIII IX X XI	-9,7 -10,2 -7,2 -1,6 3,5 9,0 12,8 11,5 6,9 0,8 -3,8 -7,5	-15,2 -18,3 -12,7 -5,0 0,8 9,2 9,3 4,4 -3,1 -8,2 -14,3	4,9 1,9 7,3	10,5 6,1 —0,5	-9,4 -10,2 -6,6 -1,3 3,6 9,3 12,5 14,3 7,0 0,8 -3,7 -7,4	-7,5 -8,2 -4,7 0,8 5,4 11,0 14,3 12,7 8,1 2,3 -2,0 -5,2	-6,6 -3,5 1,2 6,5 11,4 16,1 13,2 8,9 3,8	-4,2 -5,2 -2,4 1,9 7,7 12,6 17,0 13,8 9,4 5,1 0,7 -2,7	11,0 13,1 10,3 6,9 6,4 7,8 4,5 5,0 8,2 8,9 11,6				

¹ Средняя месячная температура воздуха получена здесь прямым подсчетом за 1919—1968 гг. и к периоду 1881—1960 гг. не приводилась.

Наибольшая изменчивость средней месячной температуры наблюдается в зимние месяцы, с декабря по март, наименьшая в конце лета и начале осени, август—сентябрь.

В холодный период, с октября по апрель включительно, на фоне относительно теплой погоды встречаются морозные дни с минимальной температурой ниже -20°. Такие морозные дни возможны уже в октябре. Но в этом месяце они еще весьма маловероятны и наблюдаются один раз в 50 лет. В ноябре они возможны один раз в два года, в декабре — примерно 4 раза, а в январе и феврале — 7 раз в один год. В марте число морозных дней убывает до двух, а в апреле — до одного в 10 лет. Всего за холодный период наблюдается в среднем около 19 морозных дней с минимальной температурой ниже -20° . Сильный мороз в обычные зимы — непродолжительное явление. Всего за зиму, с ноября по март включительно, наблюдается в среднем 257 часов, или около 11 суток с температурой воздуха ниже -20° . Это составляет всего 7% общего числа дней холодного периода. Наибольшее число часов (100) с морозом до --20° и ниже приходится на февраль, а наименьшее (12 часов) — на ноябрь. Отдельные значительные похолодания в Мурманске обычно непродолжительны (табл. 8).

В любом из месяцев холодного периода года (октябрь—апрель) наблюдаются дни с оттепелью. В октябре и апреле оттепель в среднем бывает более чем в 50% дней. В ноябре бывает около 13 дней с оттепелью, в декабре и марте — около 7, в январе —

около 4 и в феврале — около 2. Круглосуточная оттепель наблюдается значительно реже, в среднем около 16 дней в октябре, около 3 — в ноябре, около одного — в декабре и около 6 — в апреле. В январе и феврале круглосуточная оттепель наблюдается в среднем не чаще 5 дней за 100 лет, а в марте — не чаще одного дня за 10 лет. В отдельные годы наблюдалось отсутствие оттепели в течение одного из всех месяцев холодного периода. В Мурманске оттепель отсутствовала в 10% лет — в декабре, в 18% — в январе, в 28% — в феврале и в 8% — в марте.

Таблица 8
Повторяемость (%) периодов с минимальной температурой ниже —20° различной непрерывной продолжительности

	Продолжительность (сутки)							
Месяц	< 1	1-2	2-3	> 3				
XI XII I II III XI—III	90 78 74 68 91 80	10 15 16 16 9	6 6 11	3 3 6				

В теплый период (май—сентябрь) в Мурманске наблюдается в среднем около 24 жарких дней с максимальной температурой не ниже 20°. Распределение числа жарких дней в отдельных месяцах представлено в табл. 9.

Таблица 9 Среднее число дней с максимальной температурой воздуха выше указанных значений

Максимальнаи температура	v	VI	VII	VIII	IX	Год
≥ 20°	0,4	6,2	10,9	6,2	0,2	24
≥ 25	0,04	1,4	4,2	1,1	0	7
≥ 30	0	0,04	0,3	0	0	0,3

Жаркие дни с максимальной температурой $>20^\circ$ наблюдаются в 98% лет в июле, в августе — в 89% лет, в июне — в 83% лет, в мае — в 25% лет, а в сентябре — всего в 9% лет. В жаркие дни в Мурманске всегда наблюдается высокая суточная амплитуда порядка $10-15^\circ$ и более. Поэтому жаркая погода даже в июле никогда не удерживается в течение всех суток, т. е. минимальная

температура всегда ниже 20° . Кроме жарких дней, в теплый период возможны и заморозки. Всего в теплый период наблюдается в среднем около 19 дней с морозом, из них 15 дней приходится на май и по 2 дня — на июнь и сентябрь. В июле за весь период наблюдений мороза в Мурманске не было. Заморозки в теплый период заканчиваются в среднем 1 июня, начинаются 19/ІХ. Таким образом, средняя продолжительность безморозного периода достигает 109 дней. В отдельные годы начало и конец заморозков и продолжительность безморозного периода испытывают значительные колебания (табл. 10).

Таблица 10 Дата начала и конца заморозков и продолжительность безморозного периода различной вероятности

		Вероятность (%)										
:	5 10		10 20		75	90	95					
Дата конца Дата начала	9 V 1 IX	21 V 3 IX	28 V 11 IX	1 VI 19 IX	5 VI 27 IX	11 VI 5 X	14 VI 10 X					
Продолжитель- ность (дни)	84	90	99	10 9	119	128	134					

Изменяясь в течение года, средняя температура воздуха устойчиво переходит через определенные пределы. Устойчивый переход температуры через определенный предел, например через 5° в сторону ее повышения, еще не исключает возможного ее понижения в отдельные дни до температуры ниже 5°. Точно также после перехода средней температуры через 5° в сторону ее понижения в отдельные дни возможна и более высокая температура.

Переход температуры через определенный предел, например 10° в сторону ее повышения или понижения, означает, что скользящая средняя месячная температура начиная с данного дня и в последующие дни будет оставаться выше или ниже этого пре-

дела (табл. 11).

Переход средней температуры через —5, 0, 5 и 10° осуществляется в Мурманске ежегодно, а через —10° — не каждую зиму. В 12% зим устойчивого перехода средней температуры через —10° не наблюдается. В очень холодные зимы возможен переход средней температуры через —15°. Но такое явление наблюдается в 8% лет. Также редко, в 6% лет, в очень теплом летнем сезоне возможен переход средней температуры через 15°. Заметные колебания от года к году даты перехода средней температуры через указанные выше предслы показывают данные табл. 12, а данные табл. 13 — продолжительности периода с температурой выше указанных пределов.

Средние даты перехода средней суточной температуры воздуха через $\pm 10,\,\pm 5$ и 0° в период ее повышения и понижения и число дней с температурой выше и ниже этих пределов

-	Пределы температуры воздуха (град.)							
	-10	5	0	10				
Дата перехода: при повышении температуры при понижении температуры	23 II	27 III	24 IV	29 V	22 VI			
	14 I	16 XI	17 X	22 VI	24 VII			
Число дней с температурой: выше предела	324	233	175	155	62			
	40	131	129	249	3 0 2			

Таблица 12

Дата перехода средней температуры воздуха через 0, 5 и 10° различной вероятности

Средн	яя темп е рату р а	_[Вероятн	ость (%)		
переход через	периол	5	10	25	50	75	90	95
0° 5	Повышение Понижение Повышение Понижение Повышение Понижение	1 IV 23 IX 9 V 5 IX 25 V 31 VII	6 IV 28 IX 12 V 8 IX 1 VI 4 VIII	15 IV 7 X 20 V 15 IX 10 VI 13 VIII	24 IV 17 X 29 V 22 IX 22 V1 24 VIII	3 V 27 X 7 VI 29 IX 4 VII 4 IX	12 V 5 IX 15 VI 6 X 13 VII 13 IX	17 V 10 XI 18 VI 9 X 20 VII 14 IX

Таблица 13

Продолжительность периода (число дней) с температурой выше 0, 5 и 10° различной вероятности

T.		Вероятность (%)										
Температура 95		90	75	50	25	10	5					
0°	143	150	161	1 7 5	189	200	207					
5	90	94	103	115	127	136	140					
10	29	36	48	62	7 6	88	95					
	.20	3.0		02								

Кроме дат перехода средней температуры через пределы 5 и 10°, большой практический интерес представляют даты перехода средней температуры через 8°. Осенняя дата определяет начало, а весенняя — конец отопительного сезона (табл. 14).

Таблица 14

Даты начала и конца отопительного сезона и его продолжительность различной вероятности

	Срел-									
	няя дата			10 25		75	90	96		
Дата начала Дата конца	8 IX 15 VI		22 VIII 26 V	30 VIII 4 VI	8 IX 15 VI	17 1X 26 VI	25 IX 5 VII	29 IX 10 VII		
Продолжительность (дни)	281	251	257	268	281	294	305	311		

Очень ранние и поздние даты начала отопительного сезона (5 и 95%-пой вероятности), т. е. возможные один раз в 20 лет, колеблются в пределах от 18 августа до 29 сентября, или различаются на 42 дня. Даты окончания отопительного сезона той же вероятности колеблются от 21 мая до 10 июля, т. е. различаются на 40 дней. Такие же колебания может испытывать и продолжительность отопительного сезона.

Средняя расчетная температура самой холодной пятидневки составляет —28°. В исключительно холодную зиму 1965-66 г. она достигала —30°. Средняя температура отопительного сезона, как и его продолжительность, может в отдельные годы значительно отличаться от средней многолетней. Так, в самую холодную зиму 1965-66 г. она понижалась до —6,8°, а в наиболее теплую 1943-44 г. постигала —1.4°.

В формировании температурного режима Мурманска большое значение имеет адвекция воздушных масс различного происхождения, особенно летом и зимой, когда температурные различия воздушных масс, поступающих с Баренцева моря или материка, наиболее значительны. Трансформация воздушных масс или прогревание их днем и летом и выхолаживание зимой и ночью при устойчивой антициклонической погоде оказывает также существенное влияние на температуру воздуха. Но устойчивая антициклоническая погода менее вероятна, чем неустойчивая циклоническая. Поэтому каждому направлению ветра соответствует определенный температурный режим, отличный от среднего, не зависящего от направления ветра, и любая характеристика температуры зависит от направления ветра. Ввиду небольшой длительности использованного периода (1936—1955 гг.) и малой повторяемости отдельных направлений ветра, например северного зимой или восточного

и юго-восточного в течение всего года, средние температуры при определенных направлениях ветра рассчитаны только для сезонов и округлены до целых чисел (табл. 15). В последней графе табл. 15 указаны средние температуры по сезонам, полученные по данным [15], т. е. не зависящие от направления ветра.

Таблица 15 Средняя температура по сезонам при различных направлениях ветра и независимо от них

Сезон	c	CB	В	ЮВ	Ю	юз	3	С3	За сезон
Зима (ХІ—НІ)	_4	— 5	_7	10	— 9	6	-4	3	-7,8
Весна (IV -V)	0	0	0	1	2	2	1	0	0,7
Лето (VI—VIII)	8	8	9	13	15	16	10	8	10,5
Осень (ІХ—Х)	2	2	2	3	3	4	3	2	3,2

Наибольшие различия в средней температуре воздуха при определенном направлении ветра складываются зимой и летом. Весной и осенью эти различия в известной мере сглаживаются. Самый холодный ветер зимой имеет юго-восточное направление. Он наиболее часто выносит холодный континентальный арктический воздух с Карского моря, который по пути к Мурманску проходит над северными районами Европейской территории СССР или вдоль юго-восточного побережья Баренцева моря и практически не прогревается над поверхностью воды, свободной от льда. Самый теплый ветер зимой имеет северо-западное направление. Он выносит арктический воздух, в значительной мере прогретый над поверхностью вод теплого Нордкапского течения, либо атлантический воздух, который, огибая Норвегию с севера, не выхолаживается над сушей. Самый теплый ветер летом бывает юго-западного и южного направления, он выносит наиболее теплый континентальный воздух с материка. Самый холодный ветер летом бывает северного, северо-западного или северо-восточного направления, он выносит прохладный воздух с Баренцева моря.

Весной и осенью температурные различия, зависящие от направления адвекции воздушных масс, в значительной мере сглаживаются. Наиболее холодные в эти сезоны ветры северной четверти (СЗ, С и СВ), с ними приходит арктический воздух, а наиболее теплые — юго-западные, с ними приходит теплый воздух из средних широт Атлантики. Распределение температур по направлениям ветра в различные сезоны приведены в табл. 16.

Сильные морозы ниже —20° зимой не наблюдаются при ветре со стороны Баренцева моря, т. е. при ветрах северного, северо-за-

падного направлений, и очень мало вероятны при северо-восточном ветре. Наиболее вероятны они при юго-восточном ветре. Оттепель зимой наиболее вероятна при западном ветре, с которым часто поступает теплый атлаштический воздух.

Таблица 16
Повторяемость (%) температур выше или ниже указанных пределов в различных сезонах при различном направлении ветра

Сезон	Темпера- тура	С	СВ	В	ЮВ	ю	юз	3	С3
Зима (XI—III)	$ \begin{array}{c c} <-20^{\circ} \\ <0 \\ >0 \end{array} $	90 10	0,1 92 8	3 95 5	10 93 7	6 90 10	17 86 14	0,04 77 23	84 16
Весна (IV—V)	$ \begin{array}{c} <-20 \\ < 0 \\ > 0 \\ > 20 \end{array} $	48 52	54 46	44 56	0,3 42 58	0,2 36 64 0,1	35 65 0,3	40 60	45 55
Лето (VI—VIII)	${ < 0 \\ > 0 \\ > 20 }$	0,2 100 $0,5$	100	0,2 100 6	0,1 100 11	100 17	0,1 100 23	l :	0,3 100 1
Осень (IX—X)		13 87	18 82	22 78	21 79	20 80 0,1	18 82 0,5	17 83	13 87

Весной сильный мороз возможен только при юго-восточном и южном ветре, но более вероятен при юго-восточном. Наименее вероятна оттепель при восточном и наиболее вероятна при южном и юго-западном ветре. При двух последних направлениях ветра возможна и жаркая погода, но наиболее вероятна она при юго-западном ветре.

Летом заморозки в воздухе не наблюдаются только при южном ветре. Жаркая погода возможна при любом направлении ветра, но очень мало вероятна при ветрах северной четверти, направленных со стороны Баренцева моря, при которых наблюдается только в самом начале смены направления или в дневное время при бризах.

Осенью заморозки возможны при любом направлении ветра. Однако они наиболее вероятны при юго-восточном и наименее вероятны при северном и северо-западном направлениях ветра. Жаркая погода осенью, как и весной, возможна только при южном и юго-западном направлениях ветра и наиболее вероятна при юго-западном. При ветре с Баренцева моря в теплый период года, с мая по сентябрь, наблюдается увеличение облачности. За счет увеличения облачности уменьшается периодическая амплитуда суточного колебания температуры. На рис. 8 представлен суточный ход температуры воздуха по ежечасным данным за дни с устойчивой в течение всех суток адвекцией с Баренцева моря и материка. Для сравнения здесь же показан суточный ход температуры

воздуха, не связанный с направлением адвекции [15]. Как видно из рис. 8, в любом из месяцев, с мая по сентябрь, при ветре

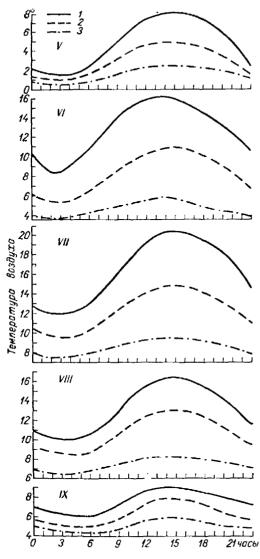


Рис. 8. Суточный ход температуры воздуха (май—сентябрь).

1 — при ветре с материка южной четверти,
 2 — независную от направления ветра,
 3 — при ветре с Баренцева моря северной четверти.

с Баренцева моря средняя суточная температура ниже суточная амплитула меньше, чем те же средние многолетние величины, полученные независимо от направления ветра: при адвекции с материка — обратное явление. Наибольшие личия в средней суточной температуре при адвекции с моря и материка наблюдаются в начале лета (в июне). а в ее суточной амплитуле в середине лета (в июле). Наименьшие же различия v этих обеих характеристик наблюдаются В сентябре. Суточная амплитула температуры при адвекции с Баренцева моря в течение теппериода мало меняется: от 2,1° в июне до 1,8° сентябре. При адвекции же с материка она меняется более значительно: от 8.5° в июле до 2,9° в сентябре. Средняя суточная температура при адвекции с материка достигает 16.5° в июле. всего 4,7° в мае и 7,6° в сентябре. При адвекции с Бапоря средняя суренцева температура увелиточная чивается OT мая к июлю более медленно убывает от июля к сентябрю. При устойчивом направлении ветамплитуда суточного pa температуры зависит хода и от облачности. Так, например, в июне и июле при адвекции с материка и ясили малооблачной поона может достигать

15—20°, а при пасмурной погоде, которая при ветрах с материка наблюдается сравнительно редко, она уменьшается до 6—4°.

При устойчивой пасмурной погоде и адвекции с Баренцева моря амплитуда сугочного хода температуры даже в летние месяцы (июнь — август) может достигать $1-2^\circ$, а при устойчиво ясной погоде, которая при ветрах с Баренцева моря наблюдается редко, она увеличивается до $4-6^\circ$.

Связь средней температуры с направлением ветра показывает, что в холодный период года, с октября по апрель включительно,

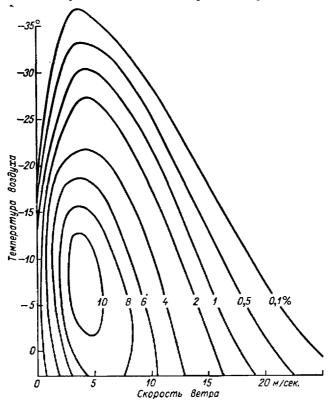


Рис. 9. Повторяемость (%) различного сочетания температуры воздуха и скорости ветра в холодный период года (октябрь—апрель).

в квартирах, обращенных к югу, в сторону преобладающих и наиболее холодных ветров при одинаковой толщине стен и обогревании, значительно холоднее, чем в квартирах, обращенных к северу, в сторону более теплых и менее вероятных ветров Северной четверти. К сожалению, это обстоятельство при проектировке зданий часто не учитывается. Помимо направления ветра, на температуру оказывает влияние и скорость ветра. На рис. 9 и 10 представлена повторяемость (в % от общего числа наблюдений) различных сочетаний температуры воздуха <0° в холодный период года (с октября по апрель) и >0° в теплый период (с мая по сентябрь включительно) и скорости ветра. Эти рисунки представляют практический интерес для различных отраслей народного хозяйства и органов здравоохранения. В дополнение к ним приводим средние скорости ветра при различных градациях температуры воздуха ниже 0° в холодный период:

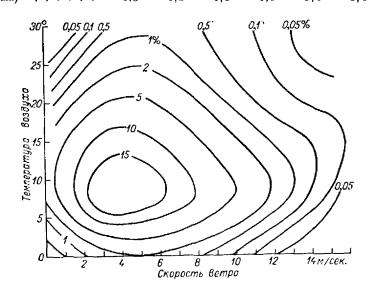


Рис. 10. Повторяемость (%) различного сочетания температуры воздуха и скорости ветра в теплый период года (май—сентябрь).

С понижением температуры от 0 до —20° средняя скорость ветра убывает, а при дальнейшем ее понижении остается постоянной. Постоянство скорости ветра при понижении температуры начиная с —20° характерно для побережья Кольского залива, где расположена ст. Мурманск, Халдеев мыс, и объясняется усилением стока холодного воздуха с окружающих сопок к заливу.

Рассмотрим средние скорости ветра при различных температурах воздуха $>0^{\circ}$ в теплый период года (с мая по сентябрь):

Температура воз- духа (град.)	то } од }	$25,1\\33,0$	$\frac{20.1}{25.0}$	$\substack{15,1\\20,0}$	10,1 15,0	$\substack{5,1\\10,0}$	$^{0,1}_{5,0}$
Скорость ветра (м/сек.)		4,9	4,6	4,4	4,2	4,3	5,1

В диапазоне температур от 5 до 15°, вероятность которых достигает 63%, наблюдаются наименьшие скорости ветра. При низ-

ких температурах, от 5 до 0° , и относительно высоких, более $>20^\circ$ скорость ветра увеличивается. Следовательно, в теплый период года аномально высокие и низкие температуры воздуха обусловливаются адвекцией с материка или Баренцева моря и наблюдаются при повышенных по сравнению с нормой скоростях ветра.

Влажность воздуха

Влажность воздуха характеризуется: 1) упругостью водяного пара, 2) относительной влажностью, или отношением упругости водяного пара при данной температуре к насыщающей упругости

при этой температуре, 3) недостатком насыщения, или разностью между насыщающей и фактической упругостью водяного пара при данной температуре. Эти характеристики влажности меняются во времени в течение года и суток, а в условиях Мурманска в значительной степени зависят и от направления ветра.

Характеристики влажности воздуха, приведенные на рис. 11, показывают, что годовой ход упругости водяного пара и недостатка насыщения совпадают. Наименьшие величины наблюдаются в январе и феврале, наибольшие — в августе, а недостаток насыщения — в июле. Годовой ход относи-

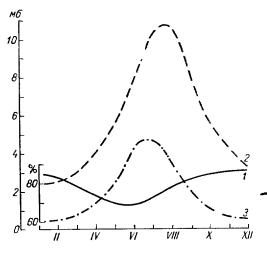


Рис. 11. Годовой ход характеристик влажности воздуха.

I — относительная влажность (%), 2 — упругость водяного пара (мб), 3 — недостаток насыщения (мб).

тельной влажности обратен годовому ходу рассмотренных характеристик влажности воздуха: наиболее высокая относительная влажность (85%) — в ноябре, декабре и январе, наименьшая (69%) — в июне.

Суточные колебания упругости водяного пара по данным наблюдений за 4 срока (1, 7, 13 и 19 часов) незначительны: в период с ноября по февраль они отсутствуют, наибольшая суточная амплитуда 0,3 мб — в марте и апреле, а с мая по октябрь включительно она не превышает 0,2 мб.

Периодические колебания недостатка насыщения в течение **су**ток более значительны. По данным наблюдений, наименьшая величина недостатка насыщения весной и осенью наблюдается утром, около 7 часов, а летом — ночью, около 1 часа. Суточная амплитуда изменяется от 0 мб с ноября по февраль до 5 мб в июле.

Суточный ход относительной влажности по ежечасным данным в зимние месяцы до февраля включительно полностью затухает. В марте и апреле, а также осенью самая высокая относительная влажность наблюдается около 6-7 часов, а с мая по августоколо 2-4 часов ночи. Самая высокая относительная влажность наблюдается в послеполуденные часы, от 14 до 15 часов. Таким образом, самые высокие величины относительной влажности совпадают во времени с наиболее низкой температурой воздуха, а самая низкая величина относительной влажности — с самой высокой температурой воздуха. Суточная амплитуда относительной влажности увеличивается от 0% в феврале до 23% в июле, а начиная с августа понижается от 22 до 0% в ноябре. Относительная влажность, помимо периодических колебаний, связанных с определенным временем суток, испытывает более значительные непериодические колебания, вызываемые выпадением осадков, сменой направления ветра и т. д. Она наиболее изменчива в дневное время. Даже в декабре в отдельные дни величина относительной влажности может опускаться ниже 60%, а в июле и августениже 20%. В то же время в декабре и июле в дневные часы она может быть и выше 80%.

В среднем влажные дни с относительной влажностью ≥80% в 13 часов чаще всего наблюдаются в ноябре, декабре и январе — 22—23 дня, в мае и апреле среднее число влажных дней уменьшается до 5-6. Сухие дни с относительной влажностью ≤30% наблюдаются в любые из сроков 1, 7, 13 и 19 часов только в период с апреля по август. Наибольшее число таких дней (около двух) бывает в июне. Средняя месячная относительная влажность воздуха в отдельные годы может заметно отличаться от средней многолетней. Так, в феврале она колебалась от 88% в 1965 г. до 75% в 1959 г. Еще более значительные ее колебания могут быть летом. Так, например, в июле она достигала 80% в 1956 г. и всего 60% в 1960 г. Такие же значительные колебания падают и на число сухих дней с относительной влажностью ≤30% за любой из сроков наблюдений. В 1955 и 1965 гг. сухих дней не было за весь год, а в 1960 г. их число достигло 12 за период с апреля по август.

Таблица 17 Средняя относительная влажность при различном направлении ветра и амплитуда ее колебаний

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	юз	3	СЗ	Амилитуда
V	80	76	70	65	64	64	66	74	15
VI	78	72	66	63	61	60	65	73	18
VII	84	78	69	66	63	62	66	80	21
VIII	89	80	76	72	71	70	72	85	19
IX	88	84	81	80	80	78	80	85	10

Значительно меняется и месячное число влажных дней с относительной влажностью >80% за 13 часов. Например, в феврале

дней было 1959 г. таких только 10, а в 1965 г. — 26. июле 1951 г. было 13 влажных дней. а в июле 1960 г. — всего 1 день. Наиболее низкие значения относительной влажности наблюдаются в ясные дни быстром прогревании холодного воздуха с малым влагосодержанием, наиболее высокие - при значительном радиационном выхолаживании теплого и влажного воздуха в почные и утрениие часы и при выпадении обложных осадков в дневные часы. На температуру воздуха и его влажность влияет и направление адвекции или, в конечном счете, направление ветра. В табл. 17 приориентировочные водятся данные о средней относительной влажности при различных направлениях ветра в теплый период за 15 лет (1950-...1965 гг.) и амплитуда ее колебания, зависящая от направления ветра.

Самый влажный ветер в теплую часть года имеет сенаправление, верное менее влажный --сколько северо-западное И северовосточное. Таким образом, наиболее влажные в теплый период года направлены с Баренцева моря. Наиболее сухой воздух при-C материка ветры юго-восточного, и олонжо юго-западного направлений. Наибольшие различия

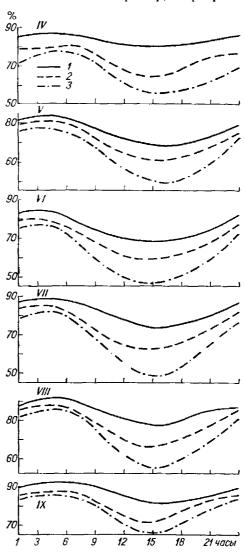


Рис. 12. Суточный ход относительной влажпости воздуха (апрель—сентябрь).

1— при ветре с Баренцева моря северной четверти, 2— независимо от направления ветра, 3— при ветре с материка южной четверти.

относительной влажности воздуха, зависящие от направления ветра, наблюдаются в июле, к началу осени (сентябрь) эти различия в значительной мере сглаживаются. Точно также

зависит от направления ветра и повторяемость сухих дней (табл. 18).

При ветрах с Баренцева моря северо-западного, северного и северо-восточного направлений сухие дни отсутствуют. Они наиболее вероятны при ветрах с материка юго-восточного, южного и юго-западного направлений. Суточный ход относительной влажности воздуха также зависит от направлений адвекции воздушных масс — направления ветра.

Суточный ход относительной влажности при устойчивом направлении ветра с материка и с моря и независимо от ветра по данным [17] представлен на рис. 12. Как видно из рис. 12,

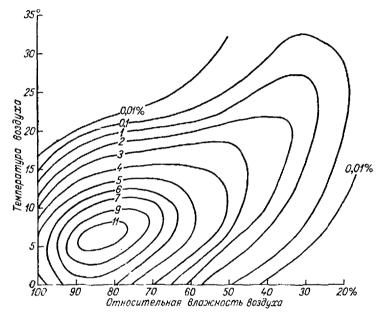


Рис. 13. Повторяемость (%) различного сочетания температуры и влажности воздуха в теплый период (май—октябрь).

Таблина 18

Managarana and and and and and and and and and	(%) сухих дней	C OTROOTETATE HAD	D 70 W 1000 10	- 200
TIORIODSCHOCIP	(70) CYANA AREN	COLHOCALCABROA	BUSWHOCLPIO	
за любой из сп	ооков наблюдений	і при различном	направлении	ветра

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	ю	юз	3	C3
V VI VII VIII IX	0 0 0 0	0 0 0 0	1 0,5 1 0 0	2 2 2 0,1	3 4 4 0,4 0,1	4 5 3 1 0,2	2 2 1 0,3	0 0 0 0

в любое время суток при ветрах с Баренцева моря относительная влажность выше, а при ветрах с материка ниже той же величины, не зависящей от направления ветра, суточная амилитуда относительной влажности при ветрах с моря ниже, а при ветрах с материка выше, чем та же величина, не связанная с направлением ветра. Такое положение наблюдается в период с апреля по сентябрь включительно.

Относительная влажность воздуха находится в обратной связи с его температурой, т. е. обычно понижается при повышении последней. Однако при данной температуре воздуха относительная влажность его может колебаться в довольно широких пределах. На рис. 13 представлена вероятность различного сочетания температуры воздуха $>0^\circ$ и относительной влажности в процентах от общего числа наблюдений.

Облачность и солнечное сияние

Облачность определяется визуально по 10-балльной шкале. Облачность 8 баллов означает, что 0,8 неба покрыто облаками и т. д. К ясным относятся дни, в которые сумма отметок облачности за 4 срока наблюдений не более 7 баллов, а к пасмурным дни, в которые сумма отметок облачности за те же сроки не менее 33 баллов. Годовой ход различных характеристик нижней облачности в Мурманске, как видно из данных рис. 14, имеет два максимума в мае и октябре и два минимума в марте и июле. Наименьшая средняя облачность и число пасмурных дней и наибольшее число ясных дней за весь год наблюдается в марте. В этом месяце низкая подынверсионная 1 облачность обычно разрушается в дневные часы за счет радиационного прогревания, а кучевая облачность еще не развивается. Увеличение облачности наблюдается в мае вследствие развития кучевой облачности и увеличения повторяемости ветра с Баренцева моря, выносящего с его акватории значительную, а нередко сплошную облачность, уменьшение — в середине лета (июль) в связи с увеличением повторяемости антициклонов. Но июльский минимум выражен менее резко по сравнению с мартовским, так как в июле отмечается наибольшая в году повторяемость ветра северного, северо-восточного и северо-западного направлений с Баренцева моря, который выносит значительную и сплошную облачность. Поэтому с июля увеличивается повторяемость пасмурных дней. Наиболее значительная облачность наблюдается в октябре. Она обусловливается увеличением повторяемости циклонов и связанной с ними фронтальной облачностью, а также интенсивным радиационным выхолаживанием масс влажного воздуха и образованием низкой облачности.

Повторяемость различных форм облачности в различных сезонах зависит от условий их образования (табл. 19).

¹ Облачность, образующаяся под слоем инверсии — повышения температуры с увеличением высоты.

^{1/2 3} Б. А. Яковлев

Кучевые формы облаков Си, Сb образуются в результате конвекции в неустойчиво стратифицированных по вертикали массах воздуха, т. е. при значительном понижении температуры с высотой в нижнем слое атмосферы. Такое распределение температуры по вертикали происходит вследствие радиационного прогревания нижнего слоя воздуха в дневные часы и в теплую часть года или прогревания холодных масс арктического воздуха над поверхностью более теплой воды Баренцева или Норвежского моря, свободной от льда, преимущественно в холодную часть года. Образовавшуюся над морем конвективную облачность выносят на берег ветры северных направлений.

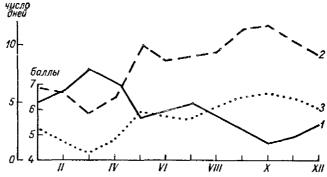


Рис. 14. Годовой ход ясных (1) и пасмурных (2) дней и количества нижней облачности (3).

Повторяемость (%) основных форм облаков по сезонам

Таблица 19

Форма облаков	Зима	Весна	Лето	Осень
Конвективные кучевые (Сu)	0,5	9	15	5
	15	20	23	19
	24	33	39	30
Фронтальные:				
высоко-слоистые (As)	24	17	15	17
слоисто-дождевые (Ns)	8	6	5	7
Подынверсионные:				
слоисто-кучевые (Sc)	44	38	47	55
слоистые (St)	7	3	8	8

Облака Ас образуются в результате распада вершин мощных кучевых облаков Си сопд. или размывания фронтальной облачности. В теплую часть года складываются более благоприятные условия для развития конвекции над сушей. Поэтому облака Си, Сь

и Ас наиболее вероятны летом и наименее вероятны зимой. Фронтальная облачность Аѕ и № находится в прямой связи с циклонической деятельностью. Годовой ход ее повторяемости параллелен годовому ходу повторяемости и интенсивности циклонов с максимумом зимой и минимумом летом. Подынверсионная облачность St и Sc связана с образованием инверсии. Она наименее вероятна весной в период интенсивного прогревания и наиболее вероятна осенью в период интенсивного выхолаживания теплых и влажных масс воздуха. Увеличение повторяемости St в летние месяцы, особенно в июле, зависит от увеличения повторяемости адвекции с Баренцева моря, а следовательно, и от выноса приподнятого тумана с его акватории.

Для облачности характерна и суточная периодичность. В табл. 20 приведен приближенный суточный ход нижней облачности по данным наблюдений за 4 основных срока: 1, 7, 13 и 19 часов.

Таблица 20 Средняя месячная облачность (баллы) в различные сроки наблюдений (часы суток)

Часы	111	IV	v	VI	VII	VIII	IX	x
1 7 13 19 Амилитуда (баллы)	4,2 4,4 3,8 4,3 0,6	4,9 5,2 4,5 4,4 0,8	5,6 6,0 6,1 5,4 0,7	5,6 5,7 6,0 5,4 0,6	5,6 5,8 6,0 5,0	6,2 6,1 6,4 5,8	6,0 6,6 6,7 6,3	6,3 6,5 6,4 6,4

За период с ноября по февраль, когда суточная периодичность в ходе облачности очень мала или вообще не наблюдается, данные не приводятся. Как видно из табл. 20, в период с марта по октябрь наблюдаются два типа суточного хода количества облаков. Первый тип с максимумом около 7 часов характерен для более холодных месяцев (марта, апреля и октября), когда днем не наблюдается развитие значительной кучевой облачности, а утром образуется низкая слоистая или слоисто-кучевая облачность, которая разрушается днем. Второй тип с максимумом около 13 часов характерен для более теплых месяцев (с мая по сентябрь включительно), когда днем наблюдается более интенсивное развитие кучевых или кучево-дождевых облаков.

Для характеристики повторяемости различных форм облаков в течение суток в табл. 21 приведены данные наблюдений в различные часы суток в теплый период (с мая по сентябрь включительно). Эти данные показывают, что наиболее резко с максимумом в 15 часов меняется в течение суток повторяемость кучевых облаков, развивающихся в результате местной конвекции. Менее

Повторяемость	форм	облаков	В	теплый	период	(%)
110910036910ようひ	wqqu	COMMUNOR	v	i Cinimu	исраод	1 70

Форма облаков			Амплитуда						
Форма облаков	0	3	6	9	12	15	18	21	(%)
Кучевые	0 10 13 14	0 10 12 20	0 8 11 21	11 7 11 19	34 15 13 5	36 17 14 5	13 19 13 6	6 14 13 10	36 12 3 16

резко меняется в течение суток повторяемость кучево-дождевой облачности, поскольку она не только развивается в результате дневной конвекции, но и выносится с моря ветрами северной четверти. Слоисто-кучевая облачность мало изменяется в течение дня. Она несколько уменьшается утром и увеличивается днем. Значительно

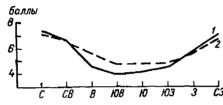


Рис. 15. Среднее значение пижней облачности (баллы) при различном направлении ветра в теплый (1) и холодный (2) период года.

меняется повторяемость слоистой облачности. Наиболее вероятна она от 3 до 6 часов, а наименее вероятна — от 12 до 15 часов.

Помимо процессов трансформации (выхолаживания или просз гревания снизу от подстилающей поверхности), облачность зависит и от направления ветра (рис. 15). В течение всего года в теплый и холодный периоды наибольшая облачность наблюдается

при ветре с Баренцева моря (северного, северо-западного и северо-восточного направлений), а наименьшая — при ветре с материка (южного, юго-восточного и юго-западного направлений). При ветре с материка в теплый период облачность меньше, чем в холодный, а при ветре с Баренцева моря в теплый период облачность больше, чем в холодный, что объясняется увеличением повторяемости ветра с Баренцева моря, который выносит оттуда значительную и сплошную облачность, удерживающуюся при устойчивом северном ветре нередко в течение суток. Следовательно, различия в облачности при различном направлеции ветра в теплый период больше, чем в холодный.

Возможная продолжительность солнечного сияния определяется длительностью дня, зависящей от широты места и времени года и от степени закрытости горизонта. Фактическая же продолжительность солнечного сияния, помимо того, зависит и от облачности. Поэтому для оценки относительной ясности неба служит отношение фактической продолжительности солнечного сияния к возможной, выраженное в процентах. Для относительной оценки вероятности пасмурного неба служит число дней без солнца.

Годовой ход различных характеристик солнечного сияния приведен на рис. 16 и 17. В среднем за год солнце светит 1297 часов. При этом годовая продолжительность солнечного сияния в отдельные годы может значительно отличаться от средней многолетней. Так, например, в 1964 г. солнце светило 1390 часов, а в 1968 —

977 часов. Средняя продолжительность солнечного сияния в условиях Мурманска меняется в значительных пределах. время полярной кабре BO ночи солнце не показывается в течение всего месяца, а в во время полярного дня оно светит в среднем 246 часов. В отдельные годы в любом из месяцев фактическая продолжительность солнечного сияния может существенно отличаться от средней многолетней (рис. 16). Так, например, 1953 июне r. солнце светило 398 часов, а в июне 137 всего часов,

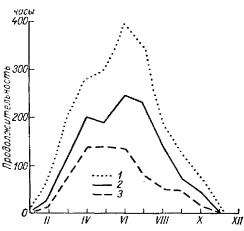


Рис. 16. Наибольшее (1) среднее многолетнее (2) и наименьшее (3) число часов солнечного сияния.

т. е. почти в три раза меньше. Отношение фактической продолжительности солнечного сияния к возможной, ввиду преобладания значительной облачности, составляет в целом за год всего 33%, а в любом из месяцев не превышает 35%. Только в наиболее яс-

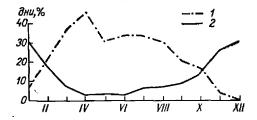


Рис. 17. Отношение (%) наблюдавшейся продолжительности солнечного сияния к возможной (1) и число дней без солнца (2).

ные месяцы оно увеличивается: в марте до 38%, а в апреле до 46% (рис. 17). Число дней без солнца в течение всех зимних месяцев, кроме марта, составляет более половины всех дней месяца, а в декабре все дни без солнца, независимо от того, сколько в этом месяце было ясных дней. В период с марта по сентябрь число дней без солнца не превышает 8, а в апреле, мае и июне — 4 дней (рис. 17).

Атмосферные осадки и снежный покров

Осадки в Мурманске, как и в других районах умеренного климата, в основном образуются в результате циклонической деятельности и притока воздушных масс с высоким абсолютным влагосодержанием и значительной вертикальной неустойчивостью (падением температуры с увеличением высоты).

Обложные дожди и снегопады, связанные с прохождением циклонов и фронтов, дают во всех сезонах и в целом за год наибольшее количество осадков. Поэтому избыток или дефицит осадков в любом из месяцев определяется повторяемостью циклонов и антициклонов. Меньшее количество осадков дают ливневые дожди и снегопады. В условиях Мурманска интенсивность ливневых осадков зависит от направления переноса воздушных масс, значительно изменяющегося по сезонам. Здесь наблюдаются два типа ливневых осадков, образующихся: 1) при переносе масс континентального воздуха, поступающего из более южных или югозападных районов и 2) при адвекции воздушных масс с Баренцева моря. Последние называют осадки «зарядами».

Интенсивность ливневых осадков, а отсюда и формирование количества месячных и сезонных сумм осадков, зависят от условий трансформации воздушных масс и величины вертикальных градиентов в различные сезоны. Изменение значений вертикального градиента температуры воздуха в слое до 3,0 км при различном направлении адвекции воздушных масс в середине лета (в июле) и в середине зимы (в январе) иллюстрируют данные табл. 22.

Таблица 22 Среднее значение вертикального градиента температуры (град/100 м) в различных слоях воздуха в зависимости от направления адвекции воздушных масс

		Направлен	не адвекции				
Слой воздуха (км)	с мат	ерика	с Баренцева мор				
(AM)	I	VII	I	VII			
0,0-0,2 0,2-0,5 0,5-1,0 1,0-1,5 1,5-2,0 2,0-3,0 0,5-3,0	0,10 0,10 0,04 0,10 0,56 0,61 0,36	0,70 0,64 0,76 0,68 0,64 0,63	0,20 0,57 0,58 0,72 0,72 0,69	0,56 0,52 0,52 0,36 0,18 0,36			

При воздушных потоках с материка зимой в нижнем слое воздуха преобладает инверсия или наблюдается очень медленное понижение температуры с высотой и только в среднем слое с высотой.

той 1,5 км устанавливается вертикальный градиент температуры, превышающий 5°/100 м. Наличие инверсии в нижнем слое воздуха исключает образование кучево-дождевых облаков, из которых выпадают ливневые осадки. Летом же во всей толще атмосферы до высоты 3,0 км преобладает значительное понижение градиента температуры с высотой, превышающее 5°/100 м, т. е. складываются благоприятные условия для образования кучево-дождевых облаков, дающих ливневый дождь, нередко с грозой.

При воздушных потоках с Баренцева моря зимой, когда холодный воздух приходит из Арктики и в значительной степени прогревается снизу над поверхностью его более теплой воды, в этом воздухе устанавливается значительный вертикальный градиент температуры, превышающий с высоты около 0,2 км 5°/100 м. Таким образом складываются благоприятные условия для развития кучево-дождевой облачности, из которой обычно выпадает обильный снег зарядами. Летом наблюдается обратное явление. В воздушном потоке, направленном с Баренцева моря, с высоты 1,0 км наблюдается небольшое падение температуры — градиент меньше 5°/100 м. Поэтому летом при северном ветре кучево-дождевая облачность образуется значительно реже, чем зимой, и дает более слабые осадки. В связи с этим внутрисезонное соотношение количества различных типов осадков в течение года изменяется от зимы к лету, что показывают данные в табл. 23 для Мурманска, приведенные в процентах от общего сезонного количества осадков [20].

Таблица 23 Соотношение (%) различных типов осадков по сезонам

Тип осадков	Зима	Весна	Лето	Осень
Обложные	52	69	58	70
Ливневые при адвекции континентального воздуха Осадки «зарядами»	2 46	11 20	36 6	11 19

Обложные осадки в любой сезон, особенно весной и осенью, дают наибольший вклад в их сезонное количество. Ливневые осадки при адвекции с материка дают наибольшее количество только летом, когда они наиболее интенсивны и нередко сопровождаются грозами и шквалами. Весьма интенсивным, например, был грозовой ливень днем 26 июня 1957 г., который в сопровождении сильной грозы продолжался всего 12 минут и дал слой осадков 22 мм. Ливневые осадки зимой при адвекции с материка имеют очень малую интенсивность, порядка 0,1—0,2 мм/сутки. Осадки зарядами наиболее интенсивны зимой. В этот сезон они выпадают реже, чем в остальные, но дают наибольшую долю общего количества за сезон, а в отдельных случаях — наибольшее

суточное количество, до 15 мм и более. Зимой осадки зарядами сопровождаются сильными метелями, порой образующими тяжелые снежные заносы, затрудняющие работу транспорта. Высокая их повторяемость может вызвать значительное превышение нормы месячного количества осадков. Например, в январе 1967 г. в Мурманске было 6 дней с осадками зарядами, в том числе 2 дня с грозой. В январе 1967 г. за месяц выпало 55 мм осадков, что составляет 250% месячной нормы.

Существующие метолы измерения количества осадков еще не лают достаточно точных величин. В Мурманске до 1953 г. количество осадков измерялось при помощи дождемера, из которого в холодный период года значительная доля осадков выдувалась сильными ветрами. С 1953 г. измерение проводилось с помощью осалкомера, имеющего меньшее количество потерь за счет выдувания ветром, но еще не гарантирующего абсолютной точности измерений. Осадкомер полностью улавливает дождь или снег, выпадающий под прямым углом к горизонтальной поверхности. С увеличением скорости ветра угол наклона траектории выпадаюших осадков к горизонтальной поверхности уменьшается, поэтому принимающий сосуд осадкомера осадки улавливает не полностью. Кроме того, при измерении часть осадков теряется за счет смачивания прибора. В связи с этим в значение измеренного осадкомером количества осадков вносят поправки на указанные потери. Поправки на испарение осадков, собранных осадкомером за промежуток между сроками измерений, до 1970 г. не вносились. Поэтому существуют три многолетние нормы осадков: 1) измеренные по показаниям дождемера; 2) приведенные к показанию осадкомера и 3) с поправками к осадкомеру на выдувание ветром и смачивание прибора (табл. 24).

Таблица 24 Среднее месячное и годовое количество осадков (мм)

Норма	ī	11	Ш	IV	v	VI	VII	VIII	IX	х	ХI	XII	Гол
По данным дождемера Приведенные к показанию осадкомера То же с поправ-	11	10 18	9	14 20	24 28	39 39	52 52	55 5 5	50 50	36 40	21	14 25	335 398
ками к осадкомеру	47	39	33	35	39	47	59	64	61	5 7	56	52	589

Как видно из данных табл. 24, годовой ход осадков совпадает, но их месячное количество в зимние месяцы, полученное различными методами, существенно различается. Среднее многолетнее количество осадков по данным дождемера, как наименее точное, из

практики исключено. Количество осадков по данным осадкомера с поправками к нему применяется в точных расчетах водного баланса, а количество осадков, приведенное к осадкомеру, применяется для оценки их недостатка или избытка. Такая норма будет использована в дальнейшем описании осадков.

Наименьшее количество осадков выпадает в марте, наибольшее — в августе. За зиму выпадает 28% общей годовой суммы, за весну 13%, за лето 37%, а за осень 22%. В отдельные годы в зависимости от повторяемости циклонов и антициклонов и направления их траекторий месячное количество осадков может сильно отличаться от нормы. Годовой ход наибольшего и наименьшего количества осадков, наблюденных в Мурманске по осадкомеру, приведен на рис. 18. Наибольшие различия в месячном количестве осадков наблюдаются зимой и летом, наименьшие — осенью и весной. Значительный дефицит осадков в месяцы теплого периода гола обусловливается повышенной повторяемостью высоких малоподвижных антипиклонов [22], а холодного устойчивой в течение месяца адвекцией с материка. 100 -200 Значительный избыток осадков в теплый период (с мая по сентябрь) определяется повышенной повторяемостью южных циклонов, проходящих через Мурманск или вблизи него и смещаюшихся с юго-запада на севе-

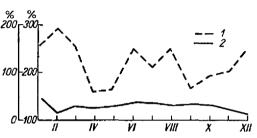


Рис. 18. Наибольшее (1) и наименьшее (2) количество осадков за 1952-1969 гг. (в от многолетней нормы).

ро-восток или с юга на север [22]. При прохождении южных циклонов выпадают обильные фронтальные осадки, вследствие высокого влагосодержания и вертикальной неустойчивости континентального воздуха в теплых секторах циклонов, и создаются благоприятные условия для интенсивных грозовых ливней. В холодный период года (с октября по апрель) избыток осадков возникает вследствие прохождения атлантических циклонов, смещающихся через Мурманск с запада на восток, особенно с южной составляющей («ныряющие» циклоны). В тылу последних формируется синоптическое положение, характерное для осадков зарядами [20]. В Мурманске осадки выпадают довольно часто. В среднем за год наблюдается около 288 дней с осадками, т. е. более чем в половине всех дней года. Из них наблюдается около 94 дней с осадками <0,1 мм за сутки, 155 дней с осадками <0,5 мм, 183 дня с осадками <1 мм. Количество осадков ≥ 5 мм за сутки выпадает редко, всего 22 дня за год. За зиму в среднем наблюдается до 5 дней с осадками более 5 мм за сутки, за весну — около двух дней, за лето — около 10 дней и за осень — около 5 дней. Еще реже наблюдаются значительные осадки ≥ 10 мм за сутки. Годовое число дней с осадками ≥ 10 мм за сутки составляет в среднем около шести, из них по одному дню приходится на весну, осень и зиму и 3 дня на лето. Еще более интенсивные осадки (\geqslant 20 мм за сутки) наблюдаются очень редко, в среднем один депь ежегодно за лето и два дня за 10 лет за весну и осень. Осадки \geqslant 30 мм за сутки наблюдаются только летом, в среднем два дня за 10 сезонов лета.

Осадки бывают твердыми (снег), жидкими (дождь) и смешанными (дождь со снегом или мокрый снег). Годовой ход твердых, жидких и смешанных осадков, приведенный к показанию осадкомера, дан в табл. 25, из которой видно, что более половины годового количества осадков (54%) выпадает в виде дождя и 33% в виде счега.

Таблица 25 Среднее количество осадков и число дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками ≥0,1 мм

Вид осадков] [I	П	111	ιv	V	VI	VII	VIII	ιx	x	ıx	хи	Год
•	Количество осадков (мм)												
Твердые $\begin{vmatrix} 22 \\ 0 \end{vmatrix}$													
	Число дней с осадками ≽0,1 мм												
Твердые Жидкие Смешанные .	15 0 1	14 0 1	13 1 2	9 2 4	5 6 4	1 11 3		<u>-</u>	1 15 2	7 7 4	11 2 5	15 0,2 2	91 75 28

В Мурманске сравнительно часто наблюдаются слабые осадки в количестве <0,1 мм за сутки при моросящих дождях или снежных зернах. Видимость при этом существенно не ухудшается. Однако и такой слабый дождь или снег, смачивая предметы на открытом воздухе, причиняет им вред.

Продолжительность осадков меняется в течение года аналогично числу дней с осадками (табл. 26).

Таблица 26

Hpo;	цолжі	итель	ност	ь оса	дков	(часы)
1							

Продолжитель- по с ть	I	II	III	IV	v	VI	VII	VIII	IX	x	ХI	хн	гол
Средняя Наибольшая За день с осад- ками	16 0 286	150 288 11	160 274	148 275	148 339 10	123 223 9	109 234 8	123 221 9	143 290 9	158 302 10	176 376 10	156 309 10	1754 2852 10

Продолжительность бездождья в теплый период года порядка двух и более дней часто вызывает необходимость мероприятий, направленных к поливам земельных участков, улиц и т. п. В табл. 27 приводится среднее число сухих периодов непрерывной продолжительности с суточным количеством осадков <0,1 мм.

Таблица 27 Среднее число бездождных периодов различной продолжительности (в днях)

		ų	исло дней		
Месяц	> 2	> 4	> 7	> 10	> 14
V VI VIII VIII IX	2,1 2,5 2,0 1,9 2,2	0,8 1,0 1,2 0,9 0,6	0,4 0,8 0,9 0,5 0,3	0,1 0,3 0,4 0,2 0,1	0,1 0,1 —

Дождь выпадает при различном направлении и скорости ветра. Повторяемость различных направлений ветра при дожде в теплый период года в Мурманске, по данным автора, составляет 96% общего количества жидких осадков. Дождь возможен здесь и в холодный период, когда он выпадает при температурах, близких к 0°, и преимущестенно в виде слабых осадков, а с увеличением их интенсивности он обычно переходит в мокрый снег. Комплексной характеристикой жидких осадков занималась и Ц. А. Швер [19]. Из данных, приведенных в табл. 28, видно, что при дожде преобладают северные и северо-западные ветры. Высокая повторяемость этих направлений вызывается в теплый период большой повторяемостью осадков при адвекции с Баренцева моря. Во время дождя наблюдается некоторое увеличение повторяемости и ветра; это объясняется увеличением повторяемости южного направления осенью, при котором дождь выпадает чаще, чем летом, и в конце весны (в мае).

Повторяемость различной скорости ветра при дожде, по данным автора и Ц. А. Швер, хорошо согласуется.

Наибольшая средняя скорость ветра во время дождя около 6 м/сек. наблюдается при северном ветре и около 5 м/сек. при южном, западном и северо-западном. Наименьшая средняя скорость ветра в тех же условиях, от 3 до 4 м/сек., приходится на северо-восточное, восточное и юго-восточное направления ветра. Данные табл. 27 представляют практический интерес. Они показывают, что наиболее сильно смачиваются дождем вертикальные стены зданий, направленные к северу и северо-западу, а наименее сильно — к северо-востоку, востоку и юго-востоку.

Снежный покров оказывает значительное влияние на формирование температурного режима в холодный период года. После его установления в ясные и тихие ночи обычно наблюдается более значительное похолодание, чем при той же погоде, но при отсутствии снежного покрова. Таяние снежного покрова требуст значительной затраты тепла, приносимого массами теплого воздуха или поступающего от солнечной радиации. Поэтому при наличии снежного покрова весной и зимой оттепели менее интенсивны, чем при отсутствии последнего. Условия залегания снега характеризуются высотой, плотностью, запасами воды в снеге. Не меньший интерес представляют и другие характеристики залегания снега — даты наступления различных фаз снежного покрова, появления его, образования устойчивого покрова, разрушения и схода снежного покрова.

Таблица 28
Повторяемость (%) различного направления и скорости ветра при дожде по данным автора (а) и Ц. А. Швер (б)

_	Направление ветра												
Дапные	С	СВ	В	юв	ю	юз	3	СЗ					
a	27	4	6	8	18	5	16	21					
б	17	7	4	5	13	9	6	32					

_	Cı	Скорость ветра (м/сек.)									
Дапные	0-5	6—9	10—14	> 14							
a	64	25	10	1							
б	60	27	11	2							

Появляется снежный покров в среднем 16 октября, но в этом месяце при оттепелях он обычно сходит. Устойчивый снежный покров образуется позже, 11 ноября. Весной обычно в апреле, а иногда и в конце марта начинается интенсивное снеготаяние и к 9 мая снежный покров разрушается. Однако в мае и даже в июне он снова может образоваться при снегопадах, но на короткое время. Окончательный сход снежного покрова наблюдается в среднем 21 мая. В отдельные годы в зависимости от условий погоды даты образования устойчивого снежного покрова и его разрушения могут значительно колебаться во времени (табл. 29).

Ранняя (5%) и поздняя (95%) даты образования снежного покрова, возможные один раз в 20 лет, различаются на 64 дня, а также даты разрушения снежного покрова — на 44 дня.

Пата образования и разрушения снежного покрова различной вероятности

Пока		Верочтность (%)											
Дата	95	90	75	50	25	10	5						
Образования Разрушения	8 XII 12 IV	5 XII 18 IV	21 XI 25 IV	9 XI 5 V	27 X 15 V	15 X 20 V	5 X 26 V						

Средняя многолетняя высота снежного покрова, по данным снегосъемок, достигает к концу второй декады ноября 9 см и постепенно увеличивается к концу марта до 42 см. В течение апреля высота снежного покрова быстро уменьшается. В конце третьей декады апреля снежный покров сохраняется менее чем в 50% лет.

Атмосферные явления

Туман. Туманом называется скопление мелких, не различимых глазом капель воды, взвешенных в воздухе, при котором горизонтальная видимость ухудшается до одного и менее километра. В районе Мурманска в течение года наблюдается четыре различных типа туманов.

Адвективные туманы наблюдаются в теплой части года. Как установлено автором [21], эти туманы образуются над поверхностью Баренцева моря в теплых массах воздуха, поступающих из северных районов Атлантики или с материка и выхолаживающих этот воздух над поверхностью более холодной воды. Образовавшийся над морем туман выносится ветрами северных направлений на побережье и в Кольский залив. На пути к Мурманску этот туман обычно приподнимается днем, переходя в низкую слоистую облачность, закрывающую вершины сопок. И только в ночные часы он иногда достигает Мурманска как приземный туман.

Радиационные туманы возможны в любое время года при радиационном выхолаживании в ясные тихие ночи нижнего слоя достаточно влажного воздуха. Наименее вероятны радиационные туманы во время полярного дня и наиболее вероятны осенью, когда устанавливаются продолжительные ночи и еще сохраняется достаточно высокая абсолютная влажность воздуха за счет испарения с почвы.

Фронтальные туманы в Мурманске наблюдаются редко. Наиболее вероятны они осенью и зимой.

Туманы испарения образуются над поверхностью относительно теплой воды, в данном случае над Кольским заливом при притоке с материка холодного воздуха с температурой до —8, —10° и ниже. Основной причиной образования этого тумана является большая разность насыщающих упругостей водяного пара

по отношению к температуре поверхности воды и фактически имеющейся в притекающем холодном воздухе, или в конечном счете достаточно высокая разность температур поверхности воды и воздуха над водой. Такие условия складываются в Кольском заливе с октября по апрель включительно при значительных похолоданиях. В этот период и образуются туманы испарения, которые наиболее вероятны в середине зимы, с декабря по февраль включительно. При интенсивном развитии тумана испарения во время сильного мороза он временами распространяется за берег, закрывая узкую прибрежную зону, район торгового и рыбного портов, судоверфи и железнодорожного узла.

Наибольшее число дней с туманом и его продолжительность наблюдаются в декабре во время полярной ночи, а наименьшее — в июне во время полярного дня. Средняя продолжительность тумана за день колеблется от двух часов в июне до восьми в декабре. Вероятность образования тумана и его продолжительность зависят и от времени суток. В большей части зимы с ноября по февраль продолжительность тумана мало меняется в течение суток. Начиная с марта продолжительность тумана в дневное и вечернее время быстро убывает от 18% в марте до 5% в июне. В дальнейшем с июля продолжительность тумана в дневное и вечернее время снова увеличивается до 30% в октябре. В июне за весь период наблюдений в Мурманске туман в дневное время (12—18 часов) не наблюдался.

Таблицы 30 и 31 дают представление о температуре, направлении и скорости ветра во время тумана. Зимой туманы наблюдаются чаще всего при температурах не выше —10°. Вероятность такой температуры при тумане колеблется от 46% в ноябре до 94% в марте. Туман при оттепели возможен зимой только в ноябре. Летом преобладают адвективные туманы, наиболее вероятные при

Таблица 30 Повторяемость различной температуры воздуха во время тумана (в % от общего числа наблюдений)

Температура воздуха	_											
от до	I I	11	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Х	ΙX	XIF
-34,9 -30,0 -20,9 -25,0 -24,9 -20,0 -19,9 -15,0 -14,9 -10,0 -9,9 -5,0 -4,9 0,0 0,1 5,0 5,1 10,0 10,1 15,0	20 34 33 7 1	1 9 31 36 19 3 1	6 20 34 34 4 2	18 22 18 30 12	5 85 10	30 70	13 60 27	16 56 28	21 51 27 1	1 3 26 23 38 9	1 15 30 28 23 3	34 15
Среднее	19	-21	19	-10	2	6	8	9	4	—5	—14	16

Повторяемость различного направления и скорости ветра во время тумана (в % от общего числа наблюдений)

			Нап	равле	ние в	етра			Скорость ветра (м/сек.)				
Месяц	С	СВ	В	юв	ю	юз	3	сз	0—1	2-5	6-9	10-13	средняя
I III IV V VI VIII VIII IX X XI	2 2 18 70 71 72 61 10 6	3 4 9 10 11 11 14 2	1 2 6 11 6 2	2	93 93 86 68 17 5 21 83 90 91 94	5 4 8 2	4	2 3 7 4 2	46 45 46 53 50 49 45 48 57 53 43	32 36 40 44 50 43 47 49 37 41 43 40	20 18 14 3 8 8 8 3 6 6 12 13	2 1	3,1 2,2 2,6 2,2 2,0 2,3 2,5 2,2 2,0 2,1 2,6 2,9

температурах от 5 до 10° . В апреле и октябре наблюдается два максимума повторяемости температур во время тумана: при температуре от -10 до -15° и от 0 до -5° в апреле и при температурах от -5 до -10° и от 0 до 5° в октябре.

В апреле и октябре возможны туманы испарения и радиационные. Туманы испарения вероятны при более низких температурах, а радиационные — при более высоких. С мая по сентябрь туманы испарения никогда не образуются, возможны только адвективные туманы, выносимые с Баренцева моря, или радиационные, даже слабые морозы до —5° во время тумана маловероятны. Высокие температуры при тумане ≥ 10° возможны только в июне и августе и очень мало вероятны в начале сентября.

Из данных табл. 31 видно, что осенью (в сентябре, октябре), зимой (с ноября по март) и в начале весны (в апреле) туманы наблюдаются преимущественно при южном ветре, а к концу весны и летом (с мая по август) — при северном ветре. Это не является следствием преобладания южного ветра в первом и северного ветра — во втором из указанных периодов. В самом деле, вероятность южного ветра при тумане с октября по апрель достигает 87%, а вероятность того же направления независимо от тумана — всего 48%. Точно так же вероятность северного ветра при тумане с мая по август достигает 63%, а независимо от тумана — всего 29%.

Наиболее низкие скорости ветра при тумане наблюдаются в мае и сентябре, когда преобладают радиационные туманы, адвективные маловероятны, а туманы испарения отсутствуют. Наибольшие скорости ветра наблюдаются при тумане в зимние месяцы, в которые туман наблюдается преимущественно при сильном морозе. При низкой температуре усиливается сток холодного воздуха с сопок к заливу, за счет которого увеличивается скорость ветра.

Некоторое увеличение скорости ветра во время тумана наблюдается и в летние месяцы, когда преобладают туманы, выносимые с Баренцева моря северными ветрами.

Туман испарения над поверхностью Кольского залива, как было указано выше, образуется при морозной погоде. Годовая продолжительность тумана испарения достигает 744 часов. Наибольшее число часов с туманом испарения, около 220, приходится на январь, а наименьшее, всего 9 — на октябрь.

При устойчивой морозной погоде туман испарения может удерживаться над Кольским заливом в течение нескольких суток подряд, затрудняя нормальную работу рыбного и торгового флота и портов. В период с ноября по февраль образование и рассеяние тумана испарения не зависит от времени суток. Суточный ход тумана испарения прослеживается только в марте, апреле и октябре, когда он наиболее вероятен утром и наименее вероятен днем. В апреле образовавшийся утром туман испарения рассеивается не позже 12 часов. Условия погоды при тумане испарения аналогичны условиям при тумане в холодный период года (табл. 32).

Таблица 32 Средние многолетние температура воздуха, направление и скорость ветра при тумане испарения

	Средняя	Направлен	ие ветра	Средняя	
Месяц	температура (град.)	преобладающее	повторяемость (%)	скорость ветра (м/сек.)	
X	-10,6	Ю	84	3,5	
XI	-13,4	Ю	82	4,5	
XII	-16,0	Ю	87	4,9	
I	$ \begin{array}{c c} -17,5 \\ -18,7 \\ -17,3 \\ -12,2 \end{array} $	Ю	81	5,0	
II		Ю	86	4,9	
III		Ю	81	4,0	
IV		Ю	72	2,9	

Метели. В Мурманске возможны три вида метелей: общая, низовая и поземок. Общая метель наблюдается при снегопаде и усилении ветра, который поднимает снег с поверхности земли. Общая метель при сильном ветре и обильном снегопаде может значительно ухудшать видимость. При низовой метели снег не выпадает, но поднимается ветром с поверхности земли. При большой скорости ветра низовая метель может ухудшать видимость. Поземок наблюдается при более слабом ветре, который переносит снег вдоль земной поверхности, не ухудшая видимости. Метель возможна в любом из месяцев, кроме июля и августа, а поземок — только в период с октября по май включительно и наблюдается значительно реже, чем метель. В среднем за год в Мурманске наблюдается 52 дня с метелью. В отдельные годы в зависимости от состояния снежного покрова и скорости ветра годовое число дней

с метелью может значительно отличаться от среднего многолетнего. Так, например, в 2% лет число таких дней может превышать 90, а в 8% — быть меньше 30.

Всего за год наблюдается около 400 часов с метелью. Средняя продолжительность отдельной метели достигает 8 часов. В 69% случаев метель длится не более 6 часов, непрерывные метели, продолжающиеся более суток, наблюдаются редко, всего в 3% случаев.

Так же как и туманы, метели наблюдаются при определенных условиях погоды (табл. 33).

Повторяемость температуры воздуха, направления и скорости ветра

Таблица 33

при ме				числа случа		20171	•
Температура воз- { от духа (град.) { до	-29,9 -25,0	-24.9 -20.0	-19, $-15,$	$\begin{array}{ccc} 9 & -14,9 \\ 0 & -10,0 \end{array}$	$-9,9 \\ -5,0$	$-4.0 \\ -0.0$	0
Повторяемость (%)	0,2	1	3	14	42	37	3
Направление ветра	С	СВ	В	юв ю	юз	3	СЗ
Повторяемость (%)	13	6	1	25 35	11	11	21
Скорость ветра { от (м/сек.) { до	0 5	6 9	1) 1;	0 14 3 17	18 20		> 20
Повторяемость (%)	3	20	36	6 28	11		2

Наиболее вероятны при метелях температуры от 0 до -10° (72%). С понижением температуры вероятность метели убывает, так как при низких температурах преобладают слабые ветры и ясная погода. Возможны, но мало вероятны метели при оттепелях. При оттепели метель возможна при снегопаде, а при отсутствии снегопада только в начале оттепели, пока снежный покров еще не уплотнился. Наиболее вероятен при метели ветер южного и юговосточного направлений (60%), которые преобладают в холодный период года. При ветрах с Баренцева моря (северо-западного, северного и северо-восточного направлений) вероятность метели достигает 40% от общего числа случаев. Большая вероятность метелей при ветрах с Баренцева моря объясняется выпадением обильных снегопадов зарядами при этих направлениях ветра. При метелях наиболее вероятны скорости встра от 10 до 17 м/сек. (64%), маловероятны (3%) и возможны при снегопаде или при наличии рыхлого свежевыпавшего снега слабые ветры ≤5 м/сек.

Грозы. Грозы в Мурманске наблюдаются редко, в среднем около 6 дней за год. Наиболее часты грозы в июне и июле — 4 дня за два месяца. В октябре и ноябре за весь период наблюдений гроз не было. В отдельные годы число дней с грозой может заметно отличаться от среднего многолетнего. Так, за зиму 1965-66 г. было 4 дня с грозой (2 в январе и 2 в феврале), что составляет

около 67% среднего годового значения (в среднем зимой отмечалось 4 дня с грозой за 10 сезонов). В любой из летних месяцев грозы могут отсутствовать. В отдельные годы число дней с грозой в июне или августе может достигать среднего годового значения, а в июле даже превышать его. В 1958 г. был всего один день с грозой за весь год, а в 1966 г. — 13.

В Мурманске наблюдаются два сезона с грозами: летний и зимний. Условия образования гроз в обоих сезонах принципиально различны. Летние грозы начинаются в конце мая и заканчиваются в начале сентября и наблюдаются преимущественно в массах теплого континентального воздуха на фоне теплой, нередко и жаркой погоды. Наиболее вероятны летние грозы днем, с 12 до 18 часов. а наименее вероятны ночью, с 0 до 6 часов. Вечером, с 18 до 24 часов, они более вероятны, чем утром, с 6 до 12 часов. Зимние грозы, по данным наблюдений с 1948 г., когда они отмечались регулярно, начинаются в начале декабря и заканчиваются в начале апреля. Наблюдаются они при адвекции холодного арктического воздуха с Баренцева, реже с Норвежского моря. И в том и в другом случае холодный арктический воздух, проходя над более теплой поверхностью воды Норвежского или южной части Баренцева моря, успевает значительно прогреваться и увлажняться в нижнем слое и приобретать значительную неустойчивость, достаточную для выпадения обильных осадков зарядами. Последние в очень редких случаях могут сопровождаться грозами. Как летние, так и зимние грозы имеют фронтальное происхождение.

Град. Град выпадает в Мурманске очень редко. Повторяемость его ниже, чем других атмосферных явлений — всего 5 дней за 10 лет, из них по одному дню за 10 лет в любом из месяцев с мая по сентябрь. Наибольшее число дней с градом достигало двух в июне и одного в мае, июле, августе и сентябре и трех за год. В 50% лет град не наблюдался за весь год. Град в основном выпадает при адвекции холодного арктического воздуха при северных ветрах и прохладной погоде. В очень редких случаях он связан с грозовым ливневым дождем после жаркой погоды. Такое явление наблюдалось 26 июня 1968 г., когда в период кратковременного ливня с грозой выпадали отдельные небольшие градины.

Гололед. Гололед представляет собой слой прозрачного, реже матового льда, осаждающегося на различных предметах, не защищенных от выпадающего моросящего или крупнокапельного дождя при слабом морозе. Это явление возможно в любом из месяцев, кроме летних (июль—август). Однако в среднем за год наблюдается только 4 дня с гололедом. Ежегодно по одному дню за месяц гололед бывает в ноябре и декабре. В остальных месяцах, в которых гололед возможен, он наблюдается редко, не более чем 4 дня за 10 лет.

Отложения гололеда в Мурманске незначительны. Средняя величина большого диаметра отложений гололеда всего 7 мм, наибольшая—10 мм, а вес отложений гололеда в 100% случаев не превышает 200 г на один погонный метр провода.

Гололед в 87% случаев образуется при выпадении дождя, мороси или мокрого снега с дождем, в 75% — при слабом морозе и

в 83% — при южном ветре.

Когда отложения гололеда достигают максимальной толщины и веса, скорость ветра в 37% случаев не превышает 5 м/сек., в 42% случаев при наибольшей толщине и весе отложений гололеда может превышать 9 м/сек. и очень редко, только в 4% случаев, может достигать 14—15 м/сек.

Изморозь. Отложения изморози в зависимости от условий погоды могут иметь зернистую или кристаллическую структуру. Как и гололед, изморозь может образоваться в любом месяце, кроме летних. Но в любом из месяцев и в целом за год изморозь наблюдается значительно чаще, чем гололед. В среднем за год наблюдается 39 дней с изморозью, из них 28 дней приходится на зимние месяцы, с декабря по февраль включительно. В эти месяцы изморозь бывает ежегодно. Наиболее редко, от 9 до 3 дней за 10 лет, изморозь образуется в мае и сентябре.

Изморозь дает более мощные отложения, чем гололсд. Так, папример, средняя величина большого диаметра отложений зернистой изморози достигает 14 мм, а наибольшая — 84 мм. Средняя величина большого диаметра отложений кристаллической изморози достигает 71 мм, а наибольшая — 160 мм. Однако ввиду малой плотности отложений изморози их вес, как и гололеда, не превышает 200 г на один погонный метр провода. Несмотря на малую плотность, а следовательно, и вес, отложения изморози приносят вред линиям связи, электропередачи, транспорту, использующему электроэнергию (электровозы и троллейбусы), и пр.

Кристаллическая и зернистая изморозь образуется болес чем в 90% случаев при ветре южной четверти (юго-восточное, южное и юго-западное направления), в 80% случаев — при тумане, дымке или ледяных иглах, взвешенных в воздухе. Кристаллическая изморозь образуется обычно при морозной погоде, в 88% случаев при температуре ниже —10°, а зернистая — при болес высокой темпе-

ратуре, в 66% случаев не выше —10°.

В момент максимальных отложений изморози скорость ветра меньше, чем в аналогичных условиях гололеда, так как изморозь обычно разрушается ветром. В 72% случаев при максимальных отложениях изморози наблюдается слабый ветер, менее 6 м/сек., и только в 3% случаев возможен более сильный ветер, скоростью более 10 м/сек.

Метеорологическая горизонтальная видимость

Дальность метеорологической горизонтальной видимости обусловливается повторяемостью таких атмосферных явлений: туман, дымка, мгла, снегопад и метель. В условиях Мурманска ухудшение горизонтальной видимости может быть вызвано скоплением в нижнем слое воздуха продуктов сгорания жидкого или твердого топлива. Скопление частиц дыма и копоти наблюдается под слоем

инверсии, особенно низкой или приземной. Такие инверсии имеют наибольшую повторяемость зимой. Зимой сравнительно часто выпадают осадки преимущественно в виде снега, ухудшающие горизонтальную видимость сильнее, чем дождь той же интенсивности. Таким образом, в зависимости от условий погоды видимость ухудшается зимой и улучшается летом. Наибольшая повторяемость горизонтальной видимости менее четырех и одного километра отмечается в зимние месяцы (декабрь, январь, февраль), а наименьшая—в летние (июнь и июль). Суточный ход горизонтальной видимости хорошо прослеживается с марта по сентябрь (табл. 34). В этот период суточные колебания температуры достигают 3° и более, в ясные дни 7° и более; следовательно, в течение дня существенно меняется вертикальная температурная стратификация нижнего слоя воздуха. Суточные колебания повторяемости различной горизонтальной видимости показаны в табл. 35.

Таблица 34 Повторяемость (%) различных градаций горизонтальной видимости

Видим	юсть												
баллы	км	1	П	111	IV	v	VI	VII	VIII	1X	Х	ΧI	XII
0-3 4-5 6 7-9	1-4 4-10	5 9 24 62	5 9 17 60	4 6 11 79	1 5 7 86	0,4 3 4 93	0,2 1 2 97	0,3 1 4 95	1 1 6 92	2 2 7 89	2 4 10 84	3 6 15 76	6 8 17 69
Сред (балл		6,9	7,1	7,3	7,6	7,8	7,9	7,9	7,8	7,7	7,5	7,3	7,0

Повторяемость (%) различной горизонтальной видимости (баллы) по срокам наблюдений (часы суток)

Таблица 35

		1 час				7 час.				13 час.				19 час.			
Месяц	0-3	4-5	6	7-9	03	4—5	6	7~9	0-3	45	6	79	0-3	4-5	6	7 -9	
III IV V VI VIII VIII IX	3 1 0,5 0,4 0,4 1 2	4 4 3 2 1 2	15 12 5 4 6 8 10	78 83 91 94 93 89 87	5 2 1 0,2 1 3 6	12 8 4 1 1 2 4	8 5 2 5 9 6	75 82 90 97 93 86 84	3 1 0 0,2 0,1 0,3	5 3 2 0,3 1 0,4	7 4 4 1 2 3 2	85 92 94 98 97 97	3 1 0,2 0,2 0,2 0,4	5 6 3 0,2 0,2 1	12 5 4 3 4 5 8	80 88 93 97 96 94 90	

Ухудшение горизоптальной видимости в утренний срок (7 час.) наблюдается в марте, апреле, мае, июле, августе и сентябре и в ночное время (1 час) — в июне, а улучшение — днем (в 13 час.).

H

Глава III

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ ГОДА

Сезоны гола

Под естественным климатическим сезоном следует понимать период времени года, характеризующийся однотипным кодом метеорологических элементов и определенным термическим режимом [10]. Календарные границы таких сезонов в общем не совпадают с календарными границами месяцев и в известной мере условны. Конец данного сезона и начало последующего вряд ли можно фиксировать определенной датой. Это — некоторый промежуток времени порядка нескольких дней, в течение которых происходит резкое изменение атмосферных процессов, радиационного режима, физических свойств подстилающей поверхности и условий погоды.

Средние многолетние границы сезонов вряд ли можно привязывать к средним многолетним датам перехода средней суточной температуры через определенные пределы, например, лето считать со дня наступления средней суточной температуры выше 10° в период ее повышения, а конец лета — с даты наступления средней суточной температуры ниже 10° в период ее понижения, как это предлагают А. Н. Лебедев и Г. П. Писарева [10].

В условиях Мурманска, расположенного между обширным материком и акваторией Баренцева моря, при разделении года на сезоны целесообразно руководствоваться различиями температурпого режима над сушей и морем, который зависит от условий трансформации воздушных масс над подстилающей поверхностью. Эти различия наиболее существенны в период с ноября по март, когда над Баренцевым морем воздушные массы прогреваются, а над материком выхолаживаются, и с июня по август, когда условия трансформации воздушных масс над материком и акваторией моря противоположны зимним. В апреле и мае, а также в сентябре и октябре температурные различия морских и континентальных масс воздуха в известной мере сглаживаются. Различия в температурном режиме нижнего слоя воздуха над сущей и морем формируют в районе Мурманска значительные по абсолютной величине меридиональные градиенты температуры в наиболее холодный и наиболее теплый периоды года. В период с ноября по март средняя величина меридиональной составляющей горизонтального градиента тампературы достигает 5,7°/100 км при направлении градиента к югу, в сторону материка, с июня по август — 4,2°/100 км при направлении к северу, в сторону моря. В промежуточных периодах абсолютная величина меридиональной составляющей горизонтального градиента температуры убывает до 0,8°/100 км с апреля по май и до 0,7°/100 км с сентября по октябрь.

Температурные различия в нижнем слое воздуха над акваторией моря и материком формируют и другие температурные характеристики. К таким характеристикам относится средняя величина мссячной изменчивости средней суточной температуры воздуха, зависящая от направления адвекции воздушных масс и отчасти изменения условий трансформации от одного дня к другому приземного слоя воздуха при прояснении или увеличении облачности, усилении ветра и т. д. Приводим годовой ход средней межсуточной изменчивости температуры воздуха в условиях Мурманска:

С ноября по март в любом из месяцев средняя месячная величина межсуточной изменчивости температуры больше средней годовой, с июня по август она примерно равна 2,3°, т. е. близка к средней годовой, а в остальные месяцы — ниже средней годовой. Следовательно, сезонные величины этой характеристики температуры подтверждают приведенное разделение года на сезоны.

По данным Л. Н. Водовозовой [4], случаи с резкими колебаниями значений температуры от данных суток к последующим $(>10^{\circ})$ наиболее вероятны зимой (ноябрь—март) — 74 случая, несколько менее вероятны летом (июнь—август) — 43 случая и наименее вероятны в переходные сезоны: весной (апрель-май)-9 и осенью (сентябрь—октябрь) — всего 2 случая за 10 лет. Такое разделение подтверждает также и то обстоятельство, что резкие колебания температуры в значительной мере связаны с изменением направления адвекции, а следовательно, и с температурными различиями суши и моря. Не менее показательна для разделения года на сезоны и средняя месячная величина температуры для данного направления ветра. Эта величина, полученная на ограниченном периоде наблюдений, всего за 20 лет, с возможной ошибкой порядка 1°, которой в данном случае можно пренебречь, для двух направлений ветра (южной четверти с материка и северной четверти с моря), приведена в табл. 36.

Средняя разность температуры воздуха, по данным табл. 36, меняет знак в апреле и октябре: с ноября по март она достигает —5°, с апреля по май и с сентября по октябрь — всего 1,5°, а с июня по август увеличивается до 7°. Можно привести еще ряд других характеристик, прямо или косвенно связанных с температурными различиями над материком и морем, но уже можно считать оче-

Средняя	CMIII	cparyp	т воздуха	iipn j	Pasini	IIDIA III	in party	CHHAA D	cipa	
				1					1	_
		l F		1	1	1 1			- 1	!

Направл е нке ветра	1	II	111	IV	v	VI	VII	VIII	ıx	х	ХI	XII
С материка С моря	-11 -4	11 5	_9 _5	$-2 \\ -2 \\ -2$	5 2	13 5	17 9	1 3 9	8 5	l i	_4 _1	—7 —3
Разность	_7	<u>—</u> 6	—4	0	3	8	8	4	3	0	3	4

видным, что период с ноября по март следует отнести к зимпему сезону, с июня по август — к летнему, апрель и май — к весеннему, а сентябрь и октябрь — к осеннему.

Определение зимнего сезона близко совпадает во времени со средней продолжительностью периода с устойчивым морозом, который начинается 12 ноября и заканчивается 5 апреля. Начало весениего сезона совпадает с началом радиационных оттепелей. Средняя максимальная температура в апреле переходит через 0°. Средняя максимальная температура во все месяцы лета >10°, а минимальная >5°. Начало осеннего сезона совпадает с самой ранней датой начала заморозков, конец — с наступлением устойчивого мороза. В течение весны средняя суточная температура повышается на 11°, а в течение осени понижается на 9°, т. е. повышение температуры за весну и понижение ее за осень достигает 93% годовой амплитуды.

Зима

Начало зимнего сезона совпадает со средней датой образования устойчивого снежного покрова (10 ноября) и началом периода с устойчивым морозом (12 ноября). Образование снежного покрова вызывает существенное изменение физических свойств подстилающей поверхности, теплового и радиационного режима приземного слоя воздуха. Средняя температура воздуха переходит через 0° несколько раньше, еще осенью (17 октября), и в первой половине сезона продолжается дальнейшее ее понижение: переход через —5° 22 ноября и через —10° 22 января. Январь и февраль это холодные месяцы зимы. Со второй половины февраля средняя температура начинает повышаться и 23 февраля переходит через —10°, а в конце сезона, 27 марта — через —5°. Зимой в ясные ночи возможны сильные морозы. Абсолютные минимумы достигают -32° в ноябре, -36° в декабре и январе, -38° в феврале и -35° в марте. Однако такие низкие температуры маловероятны. Минимальная температура ниже —30° паблюдается в 52% лет. Наиболее редко она наблюдается в ноябре (2% лет) и марте (4%), а наиболее часто — в феврале (26%). Минимальная температура ниже —25° наблюдается в 92% лет. Наименее вероятна она в ноябре (8% лет) и марте (18%), а наиболее вероятна в феврале (58%) и январе (56%). Минимальная температура ниже -20° наблюдается в каждом сезоне, но ежегодно только в январе. Минимальная температура ниже —15° наблюдается в течение всего сезона и в январе ежегодно, а в декабре, феврале и марте больше чем в 90% лет и только в ноябре в 6% лет. Минимальная температура ниже —10° возможна ежегодно в любом из зимних месяцев, кроме ноября, в котором она наблюдается в 92% лет. В любом из зимних месяцев возможны оттепели. Максимальные температуры при оттепели могут достигать в ноябре и марте 11°. в декабре 6° и в январе и феврале 7°. Однако такие высокие температуры наблюдаются очень редко. Ежегодно оттепель бывает в ноябре. В декабре ее вероятность составляет 90%, в январе 84%, в феврале 78% и в марте 92%. Всего за зиму наблюдается в среднсм 33 дня с оттепелью, или 22% общего числа дней в сезоне, из них 13,5 дня приходится на ноябрь, 6,7 на декабрь, 3,6 на январь, 2,3 на февраль и 6,7 на март. Зимние оттепели в основном зависят от адвекции теплых масс воздуха из северных районов, реже из центральных районов Атлантики и наблюдаются обычно при больщой скорости ветра. В любом из зимних месяцев средняя скорость ветра в период оттепелей больше среднего значения за весь месяц. Наиболее вероятны оттепели при западных цаправлениях ветра. При уменьшении облачности и ослаблении ветра оттепель обычно прекращается.

Круглосуточные оттепели наблюдаются редко, всего около 5 дней за сезон: 4 дня в ноябре и один в декабре. В январе и феврале круглосуточные оттепели возможны не чаще 5 дней за 100 лет. Зимние адвективные оттепели возможны в любое время суток. Но в марте уже преобладают дневные оттепели и возможны первые радиационные оттепели. Однако последние наблюдаются только на фоне сравнительно высокой средней суточной температуры. В зависимости от преобладающего развития атмосферных процессов в любом из месяцев возможны значительные аномалии средней месячной температуры воздуха. Так, например, при средней многолетней температуре воздуха в феврале, равной —10,1°, средняя температура февраля в 1959 г. достигала —3,6°, т. е. была выше нормы на 6,5°, а в 1966 г. понижалась до —20,6°, т. е. была ниже нормы на 10,5°. Аналогичные значительные аномалии температуры воздуха возможны и в другие месяцы.

Аномально высокие средние месячные температуры воздуха зимой наблюдаются при интенсивной циклонической деятельности на севере Норвежского и Баренцева морей при устойчивых антициклонах над Западной Европой и Европейской территорией СССР. Циклоны с Исландии в аномально теплые месяцы смещаются к северо-востоку через Норвежское море на север Баренцева моря, оттуда к юго-востоку на Карское море. В теплых секторах этих циклонов на Кольский полуостров выносятся очень теплые массы атлантического воздуха. Эпизодические вторжения арктического

воздуха значительных похолоданий не вызывают, так как, проходя над Баренцевым или Норвежским морем, арктический воздух прогревается снизу и не успевает выхолаживаться на материке при коротких прояснениях в быстро движущихся гребнях между отдельными циклонами.

К числу аномально теплых можно отнести зиму 1958-59 г., которая была теплее нормы почти на 3°. В эту зиму было три очень теплых месяца: ноябрь, февраль и март, холодным был только декабрь и близким к норме — январь. Особенно теплым был февраль

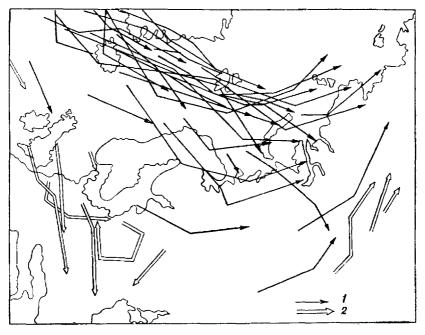


Рис. 19. Траектории циклонов (1) и антициклонов (2) в теплый февраль 1959 г.

1959 г. Такого теплого февраля не было за годы наблюдений не только в Мурманске с 1918 г., но и на ст. Кола с 1878 г., т. е. за 92 года. В этом феврале средняя температура превышала норму более чем на 6°, дней с оттепелью было 13, т. е. более чем в 5 раз больше средних многолетних значений. Траектории циклонов и антициклонов приведены на рис. 19, из которого видно, что в течение всего месяца циклоны смещались с Исландии через Норвежское и Баренцево моря, вынося на север Европейской территории СССР теплый атлантический воздух, антициклоны — с запада на восток по более южным траекториям, чем в обычные годы. Февраль 1959 г. был аномальным не только по температуре, но и по целому ряду других метеорологических элементов. Глубокие циклоны, проходившие над Баренцевым морем, вызывали в этом

месяце частые штормы. Число дней с сильным ветром ≥ 15 м/сек. достигало 13, т. е. превысило норму почти в три раза, а средняя месячная скорость ветра превысила норму на 2 м/сек. В связи с частым прохождением фронтов облачность также превысила норму. За весь месяц был только один ясный день по нижней облачности при норме 5 дней и 8 пасмурных при норме 6 дней. Аналогичные аномалии других метеорологических элементов наблюдались в аномально теплом марте 1969 г., средняя температура которого превысила норму более чем на 5°. В декабре 1958 г. и январе 1959 г. выпало много снега. Однако к копцу зимы он почти весь растаял. В табл. 37 представлены данные наблюдений во второй половине зимы 1958-59 г., из которых видно, что переход средней температуры через —10° в период ее повышения осуществился на 37 дней ранее обычного, а через —5° — на 47 дней.

Таблица 37 Даты перехода средней температуры через —10 и —5° в период ее повышения

	Температура			
	←10°	-5°		
Зима 1958-59 г Средние многолетние	17 I 23 11 37	8 II 27 III 47		

Из исключительно холодных зим за период наблюдений в Мурманске с 1918 г. и на станции Кола с 1888 г. можно указать зиму 1965-66 г. В ту зиму средняя сезонная температура была почти на 6° ниже средней многолетней для данного сезона. Самыми холодными месяцами были февраль и март. Такие холодные месяцы, как февраль и март 1966 г., за последние 92 года не наблюдались. В феврале 1966 г., как видно из рис. 20, траектории циклонов располагались южнее Кольского полуострова, а антициклонов — над крайним северо-западом Европейской территории СССР. Наблюдались эпизодические затоки континентального арктического воздуха с Карского моря, которые также вызывали значительные и устойчивые похолодания.

Аномалия в развитии атмосферных процессов в феврале 1966 г. вызвала аномалию не только температуры воздуха, но и других метеорологических элементов. Преобладание антициклонической погоды обусловило уменьшение облачности и скорости ветра. Так, средняя скорость ветра достигала 4,2 м/сек., или была ниже нормы на 2,5 м/сек. Ясных дней по нижней облачности в этом месяце было 8 при норме 6 и только один пасмурный день при той

же норме. В течение декабря, января, февраля не было ни одного дня с оттепелью. Первая оттепель наблюдалась только 31 марта. В обычные годы за период с декабря по март наблюдается около 19 дней с оттепелью. Кольский залив покрывается льдом очень редко и только в исключительно холодные зимы. Зимой 1965-66 г. длительный сплошной ледяной покров установился в Кольском заливе в районе Мурманска: один раз в феврале и один раз в марте, а несплошной, разреженный лед с разводьями наблюдался в большей части февраля и марта и временами даже в апреле.

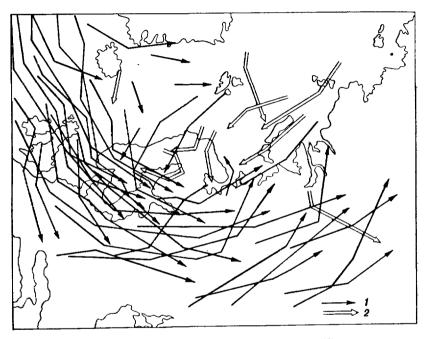


Рис. 20. Траектории циклонов (1) и антициклонов (2) в холодный февраль 1966 г.

Переход средней температуры через —5 и —10° в период похолодания зимой 1965-66 г. осуществился раньше обычного на 11 и 36 дней, а в период потепления через те же пределы с опозданием против нормы на 18 и 19 дней. Устойчивый переход средней температуры через —15° и длительность периода с температурой ниже этого предела достигали 57 дней, что наблюдается очень редко. Устойчивое похолодание с переходом средней температуры через —15° наблюдается в среднем только на 8% зим. Зимой 1965-66 г. антициклоническая погода преобладала не только в феврале, но и в течение всего сезона.

Преобладание циклонических процессов над Норвежским и Баренцевым морями и антициклонических над материком в обычные зимы обусловливает преобладание ветра (с материка) южных, юго-восточных и юго-западных направлений. Суммарная повторяемость указанных направлений ветра достигает 74% в ноябре. 84% в декабре, 83% в январе, 80% в феврале и 68% в марте. Повторяемость противоположных направлений ветра с моря значительно меньшая, и она составляет 16% в ноябре, 11% в декабре и январе, 14% в феврале и 21% в марте. При южном направлении ветра наиболее высокой повторяемости наблюдаются наиболее низкие средние температуры, а при северном, значительно менее вероятном зимой, наиболее высокие. Поэтому зимой южная сторона зданий теряет больше тепла, чем северная. Увеличение повторяемости и интенсивности циклонов обусловливает зимой увеличение как средней скорости встра, так и повторяемости штормов. Средняя сезонная скорость ветра зимой на 1 м/сек. выше средней годовой, а наибольшая, около 7 м/сек., приходится на середину сезона (январь). Число дней со штормом ≥ 15 м/сек. достигает зимой 36 или 67% их годового значения; зимой возможно усиление ветра до урагана ≥ 28 м/сек. Однако ураганы в Мурманске мало вероятны и зимой, когда они наблюдаются один раз в 4 года. Наиболее вероятны штормы южного и юго-западного направлений. Вероятность слабого ветра < 6 м/сек. колеблется от 44% в феврале до 49% в марте, а в среднем за сезон достигает 46%. Наибольшая облачность наблюдается в начале сезона, в ноябре. В течение сезона она постепенно уменьшается, достигая минимума в марте, который является наименее облачным. Наличие значительной облачности во время полярной ночи сокращает и без того короткий промежуток сумеречного времени и увеличивает неприятное ощущение, испытываемое во время полярной ночи.

Наиболее низкие температуры зимой обусловливают понижение как абсолютного влагосодержания, так и недостатка насыщения. Суточный ход этих характеристик влажности зимой практически отсутствует, относительная же влажность воздуха в течение трех первых месяцев зимы, с ноября по январь, достигает годового максимума 85%, а с февраля убывает до 79% в марте. В большей части зимы, до февраля включительно, суточные периодические колебания относительной влажности, приуроченные к определенному времени суток, отсутствуют и становятся заметными только в марте, когда амплитуда их достигает 12%. Сухие дни с относительной влажностью $\leq 30\%$ хотя бы за один из сроков наблюдений зимой полностью отсутствуют, а влажные дни с относительной влажностью в 13 часов ≥80% преобладают и наблюдаются в среднем в 75% общего числа дней в сезоне. Заметное уменьшение числа влажных дней наблюдается в конце сезона, в марте, когда в дневные часы в связи с прогреванием воздуха относительная влажность уменьшается.

Осадки выпадают зимой чаще, чем в других сезонах. В среднем за сезон наблюдается 129 дней с осадками, что составляет 86% всех дней сезона. Однако осадки зимой менее интенсивны, чем в другие сезоны. Среднее количество осадков за день с осадками

составляет всего 0,2 мм в марте и 0,3 мм за остальные месяцы с ноября по февраль включительно, в то время как средняя их продолжительность за день с осадками колеблется зимой около 10 часов. В 52% общего числа дней с осадками количество их не достигает и 0,1 мм. Нередко слабый снег выпадает с небольшими перерывами в течение ряда дней, не вызывая увеличения снежного покрова. Значительные осадки ≥ 5 мм за сутки наблюдаются зимой довольно редко, всего только 4 дня за сезон, а еще более интенсивные осадки свыше 10 мм за сутки весьма мало вероятны, всего 3 дня за 10 сезонов. Наибольшее суточное количество осадков наблюдается зимой при выпадении осадков «зарядами». За весь зимний сезон выпадает в среднем 144 мм осадков, что составляет 29% их годового количества. Наибольшее количество осадков выпадает в ноябре, 32 мм, а наименьшее — в марте, 17 мм.

Зимой преобладают твердые осадки в виде снега. Доля их от общего количества за весь сезон составляет 88%. Смешанные осадки в виде снега с дождем или мокрого снега выпадают значительно реже и доля их составляет всего 10% общего количества за весь сезон. Еще менее вероятны жидкие осадки в виде дождя. Доля жидких осадков не превышает 2% их общего сезонного количества. Наиболее вероятны жидкие и смешанные осадки (32%) в ноябре, в котором наиболее часты оттепели, наименее вероятны

эти осадки в январе (2%).

В отдельные месяцы в зависимости от повторяемости циклонов и синоптических положений, характерных для осадков зарядами [20], месячное их количество может колебаться в широких пределах. В качестве примера значительных аномалий месячного количества осадков можно привести декабрь 1966 г. и январь 1967 г. Циркуляционные условия этих месяцев описаны автором в работе [23]. В декабре 1966 г. в Мурманске выпало всего 3 мм осадков, что составляет 12% среднего многолетнего количества в этом месяце. Высота снежного покрова в течение декабря 1966 г. была менее 1 см, а во второй половине месяца снежный покров фактически отсутствовал. В январе 1967 г. месячное количество осадков достигло 55 мм или 250% среднего многолетнего, а максимальное суточное количество достигало 7 мм. В отличие от декабря 1966 г., в январе 1967 г. наблюдалось частое выпадение осадков зарядами, сопровождавшееся сильными ветрами и метелями. Это вызывало частые снежные заносы, затруднявшие работу транспорта.

Зимой возможны все атмосферные явления, кроме града. Среднее число дней с различными атмосферными явлениями приво-

дится в табл. 38.

Из данных табл. 38 видно, что туман испарения, метель, туман, изморозь, гололед и снег имеют наибольшую повторяемость в зимнем сезоне, а потому являются для него характерными. Большинство из указанных атмосферных явлений, характерных для зимы (туман испарения, метель, туман и снегопад), ухудшают видимость. С этими явлениями связано ухудшение видимости в зимнем сезоне по сравнению с остальными сезонами. Практически все

Спеднее месячное и сезонное число дней с различными атмосферными явлениями

Атмосферное явление	ΙX	хи	I	11	111	За сезон	% от годового числа
Туман испарения Метель Туман	7 5 4 5 0,6 0 11 2 5	12 9 5 9 0,6 0,1 15 0,2	13 11 5 10 0,4 0,1 15 0	12 10 5 8 0,4 0,1 14 0	7 10 4 5 0,1 0,1 13 1	51 45 23 37 2 0,4 68 3	94 87 66 92 75 8 74 4 39

атмосферные явления, характерные для зимы, вызывают нередко серьезные затруднения в работе различных отраслей народного хозяйства. Поэтому зимний сезон является наиболее тяжелым для производственной деятельности всех отраслей народного хозяйства.

В связи с малой продолжительностью дня среднее число часов солнечного сияния зимой в течение трех первых месяцев зимы, с ноября по январь, не превышает 6 часов, а в декабре во время полярной ночи солнце не наблюдается в течение всего месяца. В конце зимы в связи с быстрым ростом продолжительности дня и уменьшением облачности среднее число часов солнечного сияния увеличивается до 32 в феврале и до 121 часа в марте.

Весна

Характерным признаком начала весны в Мурманске является увеличение повторяемости дневных радиационных оттепелей. Последние отмечаются уже в марте, но в марте они наблюдаются в дневные часы только на сравнительно высоких средних суточных температурах и при небольших морозах в ночные и утренние сроки. В апреле при ясной или малооблачной и тихой погоде дневные оттепели возможны при значительном похолодании в ночные часы, до —10, —15°.

В течение весны наблюдается значительное повышение температуры. Так, 24 апреля средняя температура, повышаясь, переходит через 0°, а 29 мая—через 5°. В холодные вёсны эти даты могут запаздывать, а в теплые — опережать средние многолетние паты.

запаздывать, а в теплые — опережать средние многолетние даты. Весной в безоблачные ночи в массах холодного арктического воздуха еще возможно значительное понижение температуры: до —26° в апреле и до —11° в мае. При адвекции же теплого воздуха с материка или с Атлантики в апреле температура может достигать 16°, а в мае +27°. В апреле наблюдается в среднем до 19 дней с оттепелью, из них 6 с оттепелью в течение всех суток. В апреле при ветрах с Баренцева моря и значительной облачности наблюдается в среднем 11 дней без оттепели. В мае оттепели на-

блюдаются еще чаще в течение 30 дней, из них в 16 днях мороз полностью отсутствует в течение всех суток.

Круглосуточная морозная погода без оттепели в мае наблюда-

ется очень редко, в среднем один день в месяц.

В мае бывают уже и жаркие дни с максимальной температурой более 20°. Но жаркая погода в мае еще редкое явление, возможное в 23% лет: в среднем в этом месяце наблюдается 4 жарких дня за 10 лет и то только при ветре южного и юго-западного направлений.

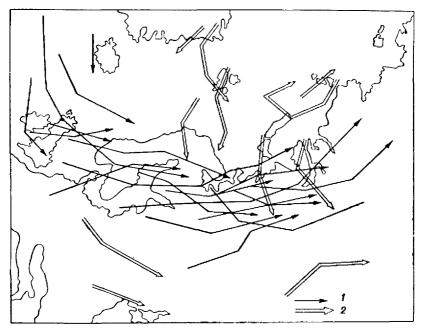


Рис. 21. Траектории циклонов (1) и антициклонов (2) в холодный май 1958 г.

Средняя месячная температура воздуха от марта к апрелю повышается на 5,3° и достигает в апреле —1,7°, а от апреля к маю на 4,8° и достигает в мае 3,1°. В отдельные годы средняя месячная температура весенних месяцев может значительно отличаться от нормы (средней многолетней). Так, например, средняя многолетняя температура мая составляет 3,1°. В 1963 г. она достигала 9,4°, т. е. превысила норму на 6,3°, а в 1969 г. опускалась до 0,6°, т. е. была ниже нормы на 2,5°. Аналогичные аномалии средней месячной температуры возможны и в апреле.

Довольно холодной была весна 1958 г. Средняя температура апреля была ниже нормы на 1,7°, а мая— на 2,6°. Переход средней суточной температуры через —5° осуществился 12 апреля с опозданием на 16 дней, а через 0° только 24 мая с опозданием

на 28 дней. Май 1958 г. был самым холодным за весь период наблюдений (52 года). Траектории циклонов, как видно из рис. 21, проходили южнее Кольского полуострова, а антициклоны преобладали над Баренцевым морем. Такая направленность в развитии атмосферных процессов обусловила преобладание адвекции холодных масс арктического воздуха с Баренцева, а временами и с Карского моря.

Наибольшая повторяемость ветра различных направлений за весну 1958 г., по данным рис. 22, наблюдалась для ветра северовосточного, восточного и юго-восточного направлений, с которыми в Мурманск обычно поступает с Карского моря наиболее холод-

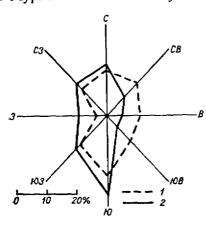


Рис. 22. Повторяемость (%) различного направления ветра.

1—в апреле и мае 1958 г., 2—средняя многолетняя за эти же месяцы.

ный континентальный ский воздух. Это вызывает зимой и особснно весной значительное похолодание. В мае 1958 г. наблюдалось 6 дней без оттепели при норме один день, 14 дней со средней суточной температурой $<0^{\circ}$ при норме 6 дней, 13 дней со снегом и 6 дней с дождем. В то время как в обычные годы наблюдается одинаковое число дней с дождем и снегом. Снежный покров в 1958 г. окончательно сошел только 10 июня, т. е. с опозданием по отношению к средней дате на 25 дней.

В качестве теплой можно указать весну 1963 г., в которую апрель и особенно май были теплыми. Средняя температура воздуха весной 1963 г. перешла через

0° 17 апреля, на 7 дней раньше обычного, а через 5°— 2 мая, т. е. на 27 дней раньше обычного. Особенно теплым за весну 1963 г. был май. Средняя его температура достигала 9,4°, т. е. превысила норму более чем на 6°. Такого теплого мая, как в 1963 г. за весь период наблюдений станции Мурманск (52 года) еще не было.

На рис. 23 представлены траектории циклонов и антициклонов в мае 1963 г. Как видно из рис. 23, над Европейской территорией СССР в течение всего мая прсобладали антициклоны. Атлантические циклоны в течение всего месяца смещались к северо-востоку через Норвежское и Баренцево море, вынося с юга на Кольский полуостров очень теплый континентальный воздух. Это хорошо видно из данных рис. 24. Повторяемость наиболее теплого для весны ветра южного и юго-западного направлений в мае 1963 г. превысила норму. В мае 1963 г. было 4 жарких дня, которые наблюдаются в среднем 4 раза за 10 лет, 10 дней со средней суточной температурой >10° при норме 1,6 дня и 2 дня со средней

суточной температурой >15° при норме 2 дня за 10 лет. Аномалия в развитии атмосферных процессов в мае 1963 г. вызвала аномалии в ряде других характеристик климата. Средняя месячная относительная влажность воздуха была пиже нормы на 4%, ясных дней было на 3 дня больше нормы, а пасмурных — на 2 дня меньше нормы. Теплая погода в мае 1963 г. вызвала ранний сход снежного покрова, в конце первой декады мая, т. е. раньше обычного на 11 лней.

В течение весны наблюдается значительная перестройка повторяемости различного направления ветра.

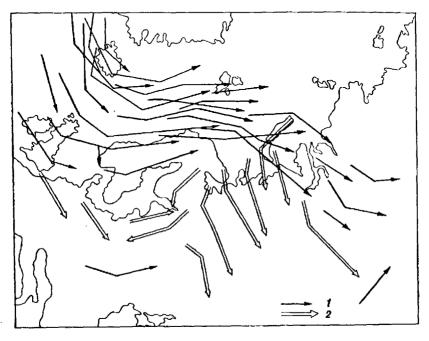


Рис. 23. Траектории циклонов (1) и антициклонов (2) в теплый май 1963 г.

В апреле еще преобладают ветры южного и юго-западного направлений, повторяемость которых на 26% превышает повторяемость ветра северного и северо-западного направлений. А в мае северные и северо-западные ветры наблюдаются на 7% чаще, чем южные и юго-западные. Резкое увеличение повторяемости направления ветра с Баренцева моря от апреля к маю вызывает увеличение облачности в мае, а также возвраты холодов, часто наблюдаемые в начале мая. Это хорошо видно по данным средней декадной температуры (табл. 39).

От первой ко второй и от второй к третьей декаде апреля наблюдается более значительное повышение температуры, чем от третьей декады апреля к первой декаде мая; наиболее вероятно

Изменение ср	редней Д	декадной	температуры	смежных	декад
--------------	----------	----------	-------------	---------	-------

Декады	Вероятность понижения температуры (%)	Среднее повышение температуры (грал.)		
От 1-й до 2-й декады апреля " 2-й до 3-й " " " 3-й декады апреля до 1-й дека- ды мая " 1-й до 2-й декады мая	23 20 40 33	+2.6 $+2.8$ $+1.3$ $+1.5$		

понижение температуры от третьей декады апреля к первой декаде мая. Такое изменение последовательных декадных температур вес-

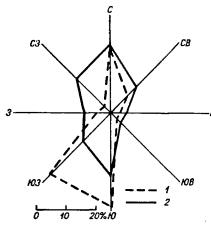


Рис. 24. Повторяемость (%) различного направления ветра.

1 — в мае 1963 г., 2 — средняя многолетняя за этот месяц. ной указывает, что весенние возвраты холодов наиболее вероятны в начале мая и в меньшей степени в середине этого месяца.

Средняя месячная скорость ветра и число дней с ветром ≥ 15 м/сек. в течение весны заметно убывают.

Наиболее значительное изменение характеристик скорости ветра наблюдается в начале весны (в апреле). В скорости и направлении ветра весной, особенно в мае начинает прослеживаться и суточная периодичность. Так, суточная амплитуда скорости ветра увеличивается от 1,5 м/сек. в апреле до 1,9 м/сек. в мае, а амплитуда повторяемости направлений ветра с Баренцева моря (север-

ного, северо-западного и северо-восточного) увеличивается от 6% в апреле до 10% в мае.

В связи с повышением температуры убывает весной относительная влажность воздуха от 74% в апреле до 70% в мае. Увеличение же амплитуды суточного колебания температуры воздуха вызывает увеличение той же амплитуды относительной влажности, от 15% в апреле до 19% в мае. Весной возможны уже и сухие дни с понижением относительной влажности до 30% и ниже, хотя бы за один из сроков наблюдений. Сухие дни в апреле еще очень редки, один день в 10 лет, в мае они встречаются чаще, 1,4 дня ежегодно. Среднее же число влажных дней с относительной влажностью ≥80% за 13 часов уменьшается от 7 в апреле до 6 в мае.

Увеличение повторяемости адвекции с моря и развитие кучевых облаков в дневные часы вызывает весной заметное увеличение облачности от апреля к маю. В отличие от апреля, в мае за счет развития кучевой облачности вероятность ясной погоды утром и ночью больше, чем днем и вечером.

Весной хорошо прослеживается суточный ход различных форм облаков (табл. 40).

Таблица 40 Повторяемость различных форм облаков в различные сроки наблюдений (часы суток) (в % от общего числа наблюдений за сутки)

Форма облаков	Часы							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Кучевые (Си) Кучево-дождевые (Сb) Слоисто-кучевые (Sc)	0 4 12 16	0 8 12 20	0 10 11 19	0 13 9 14	50 20 10 6	50 19 12 5	0 16 12 6	0 10 10 14

Конвективные облака (Си и Сb) наиболее вероятны днем в 12 и 15 часов и наименее вероятны ночью. Вероятность облаков Sc и St меняется в течение суток в обратном порядке.

Весной выпадает в среднем 48 мм осадков (по данным осадкомера), из них 20 мм в апреле и 28 мм — в мае. В отдельные годы количество выпавших осадков как в апреле, так и в мае может значительно отличаться от среднего многолетнего. По данным осадкомерных наблюдений, количество осадков в апреле колебалось в отдельные годы от 155% нормы в 1957 г. до 25% нормы в 1960 г., а в мае от 164% нормы в 1964 г. до 28% нормы в 1959 г. Значительный дефицит осадков весной вызывается преобладанием антициклонических процессов, а избыток — повышенной повторяемостью южных циклонов, проходящих через Мурманск или вблизи него.

Заметно увеличивается весной и интенсивность осадков, отсюда и максимальное количество их, выпадающее за сутки. Так, в апреле суточное количество осадков ≥ 10 мм наблюдается один раз в 25 лет, а в мае то же количество осадков значительно чаще — 4 раза за 10 лет. Наибольшее суточное количество осадков достигало 12 мм в апреле и 22 мм в мае. В апреле и мае значительное суточное количество осадков выпадает при обложном дожде или снегопаде. Ливневые осадки весной еще не дают большого количества влаги, так как они обычно непродолжительны и еще недостаточно интенсивны.

Весной осадки выпадают в виде твердых (снега), жидких (дождя) и смешанных (дождя со снегом и мокрого снега). В апреле еще преобладают твердые осадки, 61% общего количества,

27% приходится на долю смешанных осадков и только 12% — на лолю жидких. В мае преобладают жидкие осадки, на долю которых приходится 43% общего количества, 35% на долю смешанных осадков и меньше всего на долю твердых осадков, всего 22% общего количества. Однако и в апреле и в мае наибольшее число дней прихолится на твердые осадки, а наименьшее в апреле на жидкие, а в мае на смешанные осадки. Такое несоответствие между наибольшим числом дней с твердыми осадками и наименьшей их долей в общем количестве в мае объясняется большей интенсивностью дождей по сравнению со снегопадами. Средняя дата разрушения снежного покрова приходится на 6 мая, самая ранняя на 8 апреля, а средняя дата схода снежного покрова — на 16 мая, самая ранняя — на 17 апреля. В мае после обильного снегопада снежный покров еще может образоваться, но ненадолго, так как выпавший снег днем тает. Весной еще наблюдаются все атмосферные явления, возможные зимой (табл. 41).

Таблица 41 Число дней с различными атмосферными явлениями весной

Атмосферные явления	ιγ	v	За сезон	% от годового числа
Туман Туман испарешия Метель Гололед Гроза Изморозь Снег Дождь Дождь со снегом	1 2 4 0,06 0 1 9 2 4	1 0 0,6 0,06 0,1 0,03 6 5	2 2 5 0,1 0,1 1 15 7 8	7 4 9 4 2 3 15 10 28

Все атмосферные явления, кроме различных видов осадков, имеют весной очень малую повторяемость, наименьшую в году. Повторяемость вредных явлений (туман, метель, туман испарения, гололед и изморозь) значительно меньше, чем зимой. Такие атмосферные явления как туман, изморозь, туман испарения и гололед весной обычно разрушаются в дневные часы. Поэтому серьезных затруднений для работы различных отраслей народного хозяйства вредные атмосферные явления не вызывают. В связи с малой повторяемостью туманов, обильных снегопадов и других явлений, ухудшающих горизонтальную видимость, последняя весной заметно улучшается. Вероятность плохой видимости менее 1 км убывает до 1% в апреле и до 0,4% общего числа наблюдений в мае, а вероятность хорошей видимости более >10 км увеличивается до 86% в апреле и 93% в мае.

В связи с быстрым увеличением продолжительности дня весной увеличивается и продолжительность солнечного сияния от 121 часа в марте до 203 часов в апреле. Однако в мае в связи с увеличением облачности несмотря на увеличение продолжительности дня

число часов солнечного сияния даже несколько уменьшается до 197 часов. Несколько увеличивается в мае по сравнению с апрелем и число дней без солнца, от трех в апреле до четырех в мае.

Лето

Характерной особенностью лета, как и зимы, является увеличение температурных различий между Баренцевым морем и материком, вызывающих увеличение межсуточной изменчивости температуры воздуха, зависящей от направления ветра— с суши или с моря.

Средняя максимальная температура воздуха со 2 июня и до конца сезона и средняя суточная с 22 июня по 24 августа удерживаются выше 10°. Начало лета совпадает с началом безморозного периода, в среднем 1 июня, а конец лета — с самой ранней

датой конца безморозного периода, 1 сентября.

Заморозки летом возможны до 12 июня и в дальнейшем прекращаются до конца сезона. Во время круглосуточного дня преобладают адвективные заморозки, которые наблюдаются при пасмурной погоде, снегопаде и сильном ветре, радиационные заморозки в солнечные ночи наблюдаются реже.

В течение большей части лета преобладают средние суточные гемпературы воздуха от 5 до 15°. Жаркие дни с максимальной гемпературой выше 20° наблюдаются не часто, в среднем 23 дня за весь сезон. В июле, самом теплом летнем месяце, жаркие дни наблюдаются в 98% лет, в июне в 88%, в августе в 90%. Жаркая тогода в основном наблюдается при ветрах с материка и наиболее зероятна при южном и юго-западном ветре. Самая высокая температура в жаркие летние дни может достигать 31° в июне, 33° в июле и 29° в августе. В отдельные годы в зависимости от преобладаюцего направления притока воздушных масс с Баренцева моря или материка, средняя температура в любом из летних месяцев, особенно в июле, может колебаться в широких пределах. Так, при гредней многолетней температуре июля 12,4° в 1960 г. она достигала 18,9°, т. е. превышала норму на 6,5°, а в 1968 г. опускатась до 7,9°, т. е. была ниже нормы на 4,5°. Аналогично могут котебаться в отдельные годы и даты перехода средней температуры зоздуха через 10°. Даты перехода через 10°, возможные один раз з 20 лет (5 и 95% вероятности), могут различаться на 57 дней в наіале и 49 в конце сезона, а продолжительность периода с температурой >10° той же вероятности — на 66 дней. Значительны ізменения в отдельные годы и числа дней с жаркой погодой за лесяц и сезон.

Самое теплое лето за весь период наблюдений было в 1960 г. Средняя сезонная температура за это лето достигала 13,5°, т. е. была выше средней многолетней на 3°. Самым теплым в это лето был июль. Такого теплого месяца за весь 52-летний период наблюцений в Мурманске и 92-летний период наблюдений на станции Сола не было. В июле 1960 г. было 24 жарких дня при норме 11 дней. Непрерывная жаркая погода удерживалась с 30 июня по 3 июля. Затем после коротковременного похолодания, с 5 до 20 июля, снова установилась жаркая погода. С 21 по 25 июля была прохладная погода, которая с 27 июля и до конца месяца снова сменилась на очень жаркую с максимальными температурами свыше 30°. Средняя суточная температура в течение всего месяца удерживалась выше 15°, т. е. наблюдался устойчивый переход средней температуры через 15°.

На рис. 27 показаны траектории циклонов и антициклонов, а на рис. 26 повторяемость направлений ветра в июле 1960 г. Как

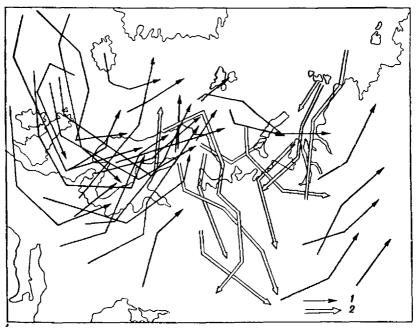


Рис. 25. Траектория циклонов (1) и антициклонов (2) в теплый июль 1960 г.

видно из рис. 25, в июле 1960 г. над Европейской территорией СССР преобладали антициклоны, циклоны проходили над Норвежским морем и Скандинавией в северном направлении и выносили на Кольский полуостров очень теплый континентальный воздух. Преобладание очень теплого южного и юго-западного ветра в июле 1960 г. хорошо видно из данных рис. 26. Этот месяц был не только очень теплым, но и малооблачным и сухим. Преобладание жаркой и сухой погоды вызвало стойкую горимость лесов и торфяных болот и сильную задымленность воздуха. Из-за дыма лесных пожаров даже в ясные дни солнце едва просвечивало, а в утренние, ночные и вечерние часы полностью скрывалось за завесой густого дыма. Из-за жаркой погоды в рыбном порту, не

приспособленном к работе в условиях устойчивой жаркой погоды,

портилась свежая рыба.

Аномально холодным было лето 1968 г. Средняя сезонная температура в это лето была ниже нормы почти на 2°, теплым был только июнь, средняя температура которого превышала порму всего на 0,6°. Особенно холодным был июль, холодным был и август. Такой холодный июль за весь период наблюдений в Мурманске (52 года) и на станции Кола (92 года) еще не отмечался. Средняя температура июля была ниже нормы на 4,5°; впервые за весь период наблюдений в Мурманске не было ни одного жаркого дня с максимальной температурой более 20°. Из-за ремонта

теплоцентрали, который приурочивается к концу отопительного сезона, в квартирах с центральным отоплением было очень холодно

и сыро.

Аномально холодная погода в июле, а частично к августе 1968 г. обусловлена преобладанием очень устойчивой адвекции холодного воздуха с Баренцева моря. Как видно из рис. 27 в июле 1968 г. преобладали два направления перемещения циклонов: 1) с севера Норвежского моря к юго-востоку, через Скандинавию, Карелию и далее к востоку и 2) с Британских островов, через Западную Европу, Европейскую риторию СССР на север

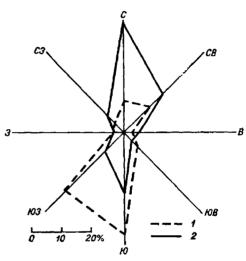


Рис. 26. Повторяемость (%) различного направления ветра.

I - - в нюле 1960 г., 2 - - средняя многолетняя за этот месяц.

Западной Сибири. Оба основные преобладающие направления перемещения циклонов проходили южнее Кольского полуострова и, следовательно, адвекция атлантического, а тем более континентального воздуха на Кольский полуостров, отсутствовала и преобладала адвекция холодного воздуха с Баренцева моря (рис. 28). Характеристика аномалий метеорологических элементов в июле приведена в табл. 42.

Июль 1968 г. был не только холодным, но влажным и облачным. Из анализа двух аномальных июлей видно, что теплые летние месяцы формируются за счет высокой повторяемости континентальных масс воздуха, приносящих малооблачную и жаркую погоду, а холодные — за счет преобладания ветра с Баренцева моря, приносящего холодную и пасмурную погоду.

Летом в Мурманске преобладают северные ветры. Повторяемость их за весь сезон составляет 32%, южных — 23%. Так же

редко, как и в других сезонах, наблюдаются ветры восточные и юго-восточные и западные. Повторяемость любого из этих направлений не более 4%. Наиболее вероятны северные ветры, их повторяемость в июле 36%, в августе она уменьшается до 20%, т. е. уже на 3% меньше, чем южных. В течение суток направление ветра меняется. Особенно хорошо заметны бризовые суточные колебания направления ветра при маловетреной ясной и теплой погоде. Однако бризовые колебания хорошо заметны и по средней многолетней повторяемости направления ветра в различные часы

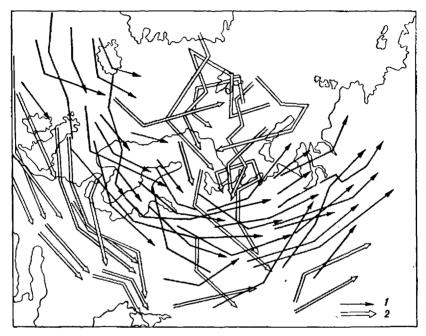


Рис. 27. Траектории циклонов (1) и антициклонов (2) в холодный июль 1968 г.

Таблица 42

Аномалии метеорологических элементов. Июль 1968 г.

Метеорологические элементы	Июль	Норма
Относительная влажность воздуха (%) Продолжительность солнечного сияния (часы)	78 81	72 236
Число дней по нижней облачности: ясных пасмурных	0 18	5,5 7,6

Примечание. Относительная влажность взята за 4 срока наблюдений (1, 7, 13 и 19 часов) по записям гигрографа.

суток. Северные ветры наиболее вероятны днем или вечером, южные, наоборот, наиболее вероятны утром и наименее вероятны

вечером.

Летом в Мурманске наблюдаются наименьшие скорости ветра. Средняя скорость за сезон составляет всего 4,4 м/сек., на 1,3 м/сек. меньше средней годовой. Наименьшая скорость ветра наблюдается в августе, всего 4 м/сек. Летом наиболее вероятны слабые ветры до 5 м/сек., вероятность таких скоростей колеблется от 64% в июле, до 72% — в августе. Маловероятны летом сильные ветры ≥15 м/сек. Число дней с сильным ветром за весь сезон составляет

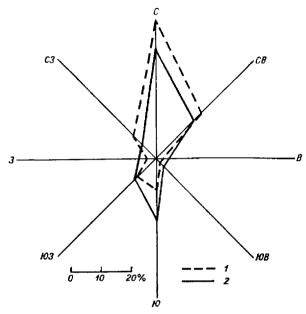


Рис. 28. Повторяемость (%) различного направления ветра.

 $I \to B$ июле 1968 г., 2 — средняя многолетняя за этот месяц.

8 дней или всего около 15% годового количества. В течение суток летом бывают заметные периодические колебания скорости ветра. Наименьшие скорости ветра в течение всего сезона наблюдаются ночью (1 час), наибольшие — днем (13 часов). Суточная амплитуда скорости ветра колеблется летом около 2 м/сек., что составляет 44—46% средней суточной скорости ветра. Слабые ветры, менее 6 м/сек., наиболее вероятны ночью и наименее вероятны днем. Скорость ветра ≥15 м/сек., наоборот, наименее вероятна ночью и наиболее вероятна днем. Чаще всего летом сильные ветры наблюдаются при грозах или ливневых дождях и носят кратковременный характер.

Значительное прогревание воздушных масс и увлажнение их за счет испарения с влажной почвы летом по сравнению с другими

сезонами вызывает увеличение абсолютного влагосодержания приземного слоя воздуха. Средняя сезонная упругость водяного пара достигает 9,3 мб и увеличивается от июня к августу от 8,0 до 10,6 мб. В течение суток колебания упругости водяного пара небольшие, с амплитудой от 0,1 мб в июне до 0,2 мб в июле и до 0,4 мб в августе. Увеличивается летом и недостаток насыщения, так как повышение температуры вызывает более быстрый рост влагоемкости воздуха по сравнению с его абсолютным влагосодержанием. Средний сезонный недостаток насыщения достигает летом 4,1 мб, увеличиваясь от 4,4 мб в июне до 4,6 мб в июле и резко убывая в августе до 3,1 мб. В связи с повышением температуры днем наблюдается заметное увеличение недостатка насыщения по сравнению с ночью.

Относительная влажность воздуха достигает годового минимума — 69% в июне, а в дальнейшем постепенно увеличивается до 73% в июле и 78% в августе.

В течение суток колебания относительной влажности воздуха значительны. Наиболее высокая относительная влажность воздуха наблюдается в среднем после полуночи и, следовательно, максимальная ее величина совпадает с суточным минимумом температуры. Наиболее низкая относительная влажность воздуха наблюдается в среднем в послеполуденные часы, в 14 или 15 часов, и совпадает с суточным максимумом температуры. Суточная амплитуда относительной влажности воздуха по ежечасным данным достигает 20% в июне, 23% в июле и 22% в августе.

Низкая относительная влажность ≤30% наиболее вероятна в июне и наименее вероятна в августе. Высокая относительная влажность ≥80% и ≥90% наименее вероятна в июне и наиболее вероятна в августе. Наиболее вероятны летом и сухие дни с относительной влажностью ≤30% за любой из сроков наблюдений. Среднее число таких дней колеблется от 2,4 в июне до 1,5 в июле и до 0,2 в августе. Влажные дни с относительной влажностью в 13 часов ≥80% даже летом наблюдаются чаще, чем сухие дни. Среднее число влажных дней колеблется от 5,4 в июне до 8,7 в июле и до 8,9 — в августе.

В летние месяцы все характеристики относительной влажности зависят от температуры воздуха, а следовательно, и от направления ветра с материка или Баренцева моря.

Облачность от июня к июлю существенно не меняется, но заметно увеличивается в августе. За счет развития кучевой и кучево-дождевой облачности, в дневные часы наблюдается увеличение ее.

Суточный ход различных форм облаков летом прослеживается так же хорошо, как и весной (табл. 43).

Кучевые облака возможны в промежутке с 9 до 18 часов и имеют максимум повторяемости около 15 часов. Кучево-дождевые облака наименее вероятны летом в 3 часа, наиболее вероятны так же, как и кучевые, около 15 часов. Слоисто-кучевые облака, которые летом образуются при распаде мощных кучевых облаков,

Повторяемость различных форм облаков (средняя за сезон) в различные сроки наблюдений (часы суток)

(в % от общего числа наблюдений за сутки)

	Часы									
• Форма облаков •	0	3	6	9	12	15	18	21		
Кучевые	0 9 10 14	0 6 10 19	0 7 11 20	6 18 14 16	38 18 15 8	50 23 14 5	6 19 14 8	0 10 12 10		

наиболее вероятны около полудня и наименее вероятны ночью. Слоистые облака, выносимые летом с Баренцева моря, как приподнятый туман, наиболее вероятны в 6 часов, а наименее вероятны в 15 часов.

Осадки в летние месяцы выпадают в основном в виде дождя. Мокрый снег выпадает и то не ежегодно, только в июне. В июле и августе мокрый снег наблюдается очень редко, один раз в 25—30 лет. Наименьшее количество осадков (39 мм) выпадает в июне. В дальнейшем месячное количество осадков увеличивается до 52 в июле и до 55 в августе. Таким образом, в летний сезон осадков выпадает около 37% годового количества.

В отдельные годы, в зависимости от повторяемости циклонов и антициклонов, месячное количество осадков может значительно колебаться: в июне от 277 до 38% нормы, в июле от 213 до 35%, а в августе от 253 до 29%.

Избыток осадков в летние месяцы обусловливаются повышенной повторяемостью южных циклонов, а дефицит — устойчивыми антициклонами.

За весь летний сезон наблюдается в среднем 46 дней с осадками до 0,1 мм, из них 15 дней приходится на июнь, 14 — на июль и 17 — на август. Значительные осадки с количеством ≥10 мм за сутки выпадают редко, но чаще, чем в других сезонах. Всего за летний сезон наблюдается в среднем около 4 дней с суточным количеством осадков ≥10 мм и один день с осадками ≥20 мм. Суточные количества осадков ≥30 мм возможны только летом. Но такие дни очень мало вероятны, всего 2 дня за 10 летних сезонов. Наибольшее суточное количество осадков за весь период наблюдений в Мурманске (1918—1968 гг.) достигало 28 мм в июне 1954 г., 39 мм в июле 1958 г. и 39 мм в августе 1949 и 1952 гг. Экстремальные суточные количества осадков в летние месяцы выпадают во время продолжительных обложных дождей. Ливневые осадки грозового характера очень редко дают значительные суточные количества.

Снежный покров может образоваться при снегопаде только в начале лета, в июне. В остальное время лета, хотя и возможен

мокрый снег, по последний снежного покрова не образует.

Из атмосферных явлений летом возможны только гроза, град и туман. В начале июля еще возможна метель, не чаще одного дня за 25 лет. Гроза летом наблюдается ежегодно, в среднем около 5 дней за сезон: из них по 2 дня в июне-июле и один день в августе. Число дней с грозой значительно колеблется от года к году. В отдельные годы в любом из месяцев лета гроза может и отсутствовать. Наибольшее число дней с грозой колеблется от 6 в июне и августе до 9 в июле. Наиболее вероятна гроза днем, от 12 до 18 часов и наименее вероятна ночью, от 0 до 6 часов. Грозы передко сопровождаются шквалами до 15 м/сек. и более.

Летом в Мурманске наблюдаются адвективные и радиационные туманы. Они наблюдаются в ночные и утренние часы преимущественно при северных ветрах. Наименьшее число дней с туманом, всего 4 дня за 10 месяцев, отмечается в июне. В июле и августе, по мере увеличения продолжительности ночи, число дней с туманом увеличивается: до двух в июле и трех в августе.

В связи с малой повторяемостью снегопадов и туманов, а также мглы или дымки, летом в Мурманске наблюдается наилучшая горизонтальная видимость. Хорошая видимость ≥10 км имеет повторяемость от 97% в июне до 96% в июле и августе. Наиболее вероятна хорошая видимость в любом из летних месяцев в 13 часов, наименее вероятна ночью и утром. Вероятность же плохой видимости в любом из месяцев лета менее 1%.

Наибольшее число часов солнечного сияния приходится на июнь (246) и июль (236). В августе в связи с уменьшением продолжительности дня и увеличением облачности среднее число часов солнечного сияния убывает до 146. Однако в связи с облачностью фактически наблюдаемое число часов солнечного сияния не превышает 34% возможного.

Осень

Начало осени в Мурманске близко совпадает с началом устойчивого периода со средней суточной температурой < 10°, который начинается еще в конце лета, 24 августа. В дальнейшем она быстро понижается и 23 сентября переходит через 5°, а 16 октября через 0°. В сентябре еще возможны жаркие дни с максимальной температурой ≥20°. Однако жаркие дни в сентябре ежегодно не наблюдаются, они возможны в этом месяце только в 7% лет — всего два дня за 10 лет. Заморозки начинаются в среднем 19 сентября. Самый ранний заморозок 1 сентября наблюдаются в 1956 г. Заморозки и в сентябре ежегодно не наблюдаются. Они возможны в этом месяце в 79% лет; в среднем за месяц приходится два дня с заморозками. Заморозки в сентябре возможны только в ночные и утрешние часы. В октябре заморозки наблюдаются практически ежегодно в 98% лет. Самая высокая температура достигает 24°

в сентябре и 14° в октябре, а самая низкая — 10° в сентябре и — 21° в октябре.

В отдельные годы средняя месячная температура даже осенью может значительно колебаться. Так, в сентябре средняя многолетняя температура воздуха при норме 6,3° в 1938 г. достигала 9,9°, а в 1939 г. опускалась до 4,0°. Средняя многолетняя температура октября 0,2°. В 1960 г. она опускалась до —3,6°, а в 1961 г. достигала 6,2°.

Наибольшие по абсолютной величине аномалии температуры разного знака наблюдались в сентябре и октябре в смежных го-

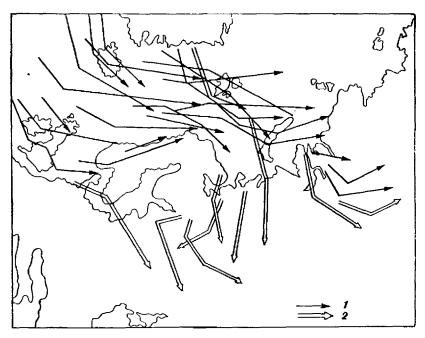


Рис. 29. Траектории циклонов (1) и антициклонов (2) в теплый октябрь 1961 г.

дах. Самая теплая осень за весь период наблюдений в Мурманске была в 1961 г. Средняя температура ее превысила норму на 3,7°. Особенно теплым в эту осень был октябрь. Средняя его температура превысила норму на 6°. Такого теплого октября за весь период наблюдений в Мурманске (52 года) и на ст. Кола (92 года) еще не было. В октябре 1961 г. не было ни одного дня с заморозками. Отсутствие же заморозков в октябре за весь период наблюдений в Мурманске с 1919 г. отмечалось только в 1961 г. Как видно из рис. 29, в аномально теплом октябре 1961 г. над Европейской территорией СССР преобладают антициклоны, а над Норвежским и Баренцевым морями активная циклоническая деятельность.

6 Б. А. Яковлев 81

Циклоны с Исландии смещались преимущественно к северовостоку через Норвежское на Баренцево моря, принося массы очень теплого атлантического воздуха на северо-западные районы Европейской территории СССР, включая и Кольский полуостров. В октябре 1961 г. были аномальны другие метеорологические элементы. Так, например, в октябре 1961 г. повторяемость южного и юго-западного ветра составила 79% при норме 63%, а северного, северо-западного и северо-восточного всего 12% при норме 24%. Средняя скорость ветра в октябре 1961 г. превысила норму

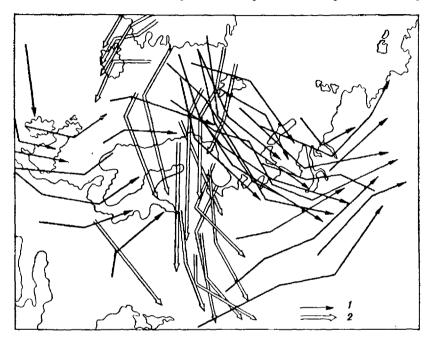


Рис. 30. Траектории циклонов (1) и антициклонов (2) в холодный октябрь 1960 г.

на 1 м/сек. В октябре 1961 г. не было ни одного ясного дня при норме трех таких дней, а средняя величина нижней облачности достигала 7,3 балла при норме 6,4 балла.

Осенью 1961 г. запоздали осенние даты перехода средней температуры воздуха через 5 и 0° . Первая отмечалась 19 октября с запозданием на 26 дней, а вторая — 6 ноября с запозданием на 20 дней.

К числу холодных можно отнести осень 1960 г. Средняя ее температура была ниже нормы на 1,4°. Особенно холодным в эту осень был октябрь. Средняя его температура была ниже нормы на 3,8°. Такого холодного октября, как в 1960 г., за весь период наблюдений в Мурманске (52 года) не было. Как видно из рис. 30, в холодный октябрь 1960 г. над Баренцевым морем так же, как

в октябре 1961 г., преобладала активная циклоническая деятельность. Но в отличие от октября 1961 г. циклоны смещались с Гренландии к юго-востоку на Верховье Оби и Енисея, а в тылу их на Кольский полуостров эпизодически проникал очень холодный арктический воздух, вызывая при прояснениях непродолжительные, но значительные похолодания. В теплых же секторах циклонов на Кольский полуостров не поступал теплый воздух из низких широт северной Атлантики с аномально высокими температурами, как в 1961 г., а поэтому и не вызывал значительного потепления.

Средняя суточная температура осенью 1960 г. перешла через 5° 21 сентября, на один день раньше обычного, а через 0° — 5 октября, на 12 дней раньше обычного. Раньше обычного на 13 дней образовался осенью 1961 г. устойчивый снежный покров. В октябре 1960 г. были аномальными скорость ветра (ниже нормы на 1,5 м/сек.) и облачность (7 ясных дней при норме 3 дня и только

6 пасмурных при норме 12 дней).

Осенью постепенно устанавливается зимний режим преобладающего направления ветра. Повторяемость северных направлений ветра (северное, северо-западное и северо-восточное) убывает от 49% в августе до 36% в сентябре и 19% в ноябре, а повторяемость южного и юго-западного направлений увеличивается от 34% в августе до 49% в сентябре и 63% в октябре.

Осенью еще сохраняется суточная периодичность направления ветра. Так, например, северный ветер наиболее вероятен днем (13%), а наименее вероятен утром (11%), а южный ветер наиболее вероятен утром (42%) и наименее вероятен днем и вече-

ром (34%).

Увеличение повторяемости и интенсивности циклонов над Баренцевым морем вызывает осенью постепенное увеличение скорости ветра и числа дней с сильным ветром ≥15 м/сек. Так, средняя скорость ветра увеличивается от августа к октябрю на 1,8 м/сек., а число дней со скоростью ветра ≥15 м/сек. от 1,3 в августе до 4,9 в октябре, т. е. почти в четыре раза. Суточные периодические колебания скорости ветра осенью постепенно затухают. Уменьшается осенью вероятность слабого ветра <6 м/сек. от 71,6% в августе до 60,4% в сентябре и до 51,4% в октябре.

В связи с понижением температуры осенью постепенно убывает абсолютное влагосодержание приземного слоя воздуха. Упругость водяного пара уменьшается от 10,6 мб в августе до 5,5 мб в октябре. Суточная периодичность упругости водяного пара осенью так же незначительна, как и летом, и достигает в сентябре и октябре всего 0,2 мб. Убывает осенью и недостаток насыщения от 4,0 мб в августе до 1,0 мб в октябре и постепенно затухают суточные периодические колебания этой величины. Так, например, суточная амплитуда недостатка насыщения уменьшается от 4,1 мб в августе до 1,8 мб в сентябре и до 0,5 мб в октябре.

Относительная влажность осенью увеличивается от 81% в сентябре до 84% в октябре, а ее суточная периодическая амплитуда

убывает от 20% в сентябре до 9% в октябре.

E

Суточные колебания относительной влажности и ее средняя суточная величина в сентябре еще зависит и от направления ветра. В октябре же ее амплитуда настолько мала, что проследить ее изменение от направления ветра уже не представляется возможным. Сухие дни с относительной влажностью ≤30% за любой из сроков наблюдений осенью отсутствуют, а число влажных дней с относительной влажностью в 13 часов ≥80% увеличивается от 11.7 в сентябре до 19,3 в октябре.

Увеличение повторяемости циклонов обусловливает осенью увеличение повторяемости фронтальной облачности (высоко-слоистые As и слоисто-дождевые Ns облака). Одновременно выхолаживание приземных слоев воздуха вызывает увеличение повторяемости инверсии температуры и связанной с ними подынверсионной облачности (слоисто-кучевые St и слоистые Sc облака). Поэтому средняя нижняя облачность в течение осени постепенно увеличивается от 6,1 балла в августе до 6,4 в сентябре и октябре, а число пасмурных дней по нижней облачности от 9,6 в августе до 11,5 в сентябре.

В октябре среднее число ясных дней достигает годового минимума, а пасмурных — годового максимума.

В связи с преобладанием слоисто-кучевых облаков, связанных с инверсиями, наибольшая облачность в осенние месяцы наблюдается в утренний срок, 7 часов, и совпадает с наибольшей приземной температурой, а следовательно, с наибольшей вероятностью и интенсивностью инверсии. В сентябре еще прослеживается суточная периодичность повторяемости кучевых Си и слоисто-кучевых Sc облаков (табл. 44).

Таблица 44
Повторяемость (%) различных форм облаков в различные сроки наблюдений (часы суток)
(в % от числа наблюдений за сутки)

				Чась	ı			
Форма облаков	0	3	6	9	12	15	18	21
Кучевые (Си) . Слоисто-кучевые	0	0	0	0	25	50	25	0
(Sc)	8	15	20	25	15	4	5	8

Осенью выпадает в среднем 90 мм осадков, из них 50 мм в сентябре и 40 мм в октябре. Осадки осенью выпадают в виде дождя, снега и мокрого снега с дождем. Доля жидких осадков в виде дождя достигает осенью 66% их сезонного количества, а твердых (снега) и смешанных (мокрого снега с дождем) всего 16 и 18% того же количества. В зависимости от преобладания циклонов или антициклонов количество осадков в осенние месяцы может существенно отличаться от среднего многолетнего. Так, в сентябре месячное количество осадков может колебаться от 160 до 36%, а в октябре от 198 до 14% месячной нормы.

Осадки выпадают осенью чаще, чем летом. Общее число дней с осадками, включая и дни, когда они наблюдались, но количество их было менее 1 мм, достигает 54, т. е. в 88% дней сезона наблюдается дождь или снег. Однако осенью преобладают слабые осадки. Осадки ≥5 мм за сутки встречаются значительно реже, всего 4,6 дня за сезон. Обильные осадки ≥10 мм за сутки выпадают еще реже, 1,4 дня за сезон. Осадки ≥20 мм осенью очень мало вероятны, всего один день за 25 лет. Наибольшее суточное количество осадков 27 мм выпало в сентябре 1946 г. и 23 мм — в октябре 1963 г.

Впервые снежный покров образуется 14 октября, а в холодную и раннюю осень 21 сентября, но в сентябре выпавший снег недолго покрывает почву и всегда сходит. Устойчивый снежный покров образуется уже в следующем сезоне. В аномально холодную осень он может образоваться не раньше 5 октября. Осенью возможны все атмосферные явления, наблюдаемые в Мурманске в течение года (табл. 45).

Габлица 45 Число дней с различными атмосферными явлениями

Атмосферные явления	īχ	х	За сезон	% к годовому числу
Туман Туман испарения Метель Град Гололед Изморозь Гроза Снег Дождь Дождь со снегом	3 0 0,04 0,1 0,03 0,1 0,03 1 15 2	2 1 2 0 0,4 2 0 7 6	5 1 2 0,1 0,4 2 0,03 8 21 6	14 2 4 25 16 5 0,6 9 29

Из данных табл. 45 видно, что наиболее часто наблюдаются осенью туман и дождь, снег и мокрый снег. Другие явления, характерные для лета, гроза и град, прекращаются в октябре. Атмосферные явления, характерные для зимы, — метель, туман испарения, гололед и изморозь, — причиняющие наибольшие затруднеция различным отраслям народного хозяйства, осенью еще маловероятны.

Увеличение облачности и уменьшение продолжительности дня обусловливает осенью быстрое уменьшение продолжительности солнечного сияния как фактического, так и возможного, увеличение числа дней без солнца.

В связи с увеличением повторяемости снегопадов и туманов, а также мглы и засоренности воздуха промышленными объектами осенью наблюдается постепенное ухудшение горизонтальной видимости. Повторяемость хорошей видимости \geqslant 10 км уменьшается от 90% в сентябре до 85% в октябре. Наилучшая видимость осенью наблюдается в дневные часы, а наихудшая — в ночные и утренние.

Глава IV

МНОГОЛЕТНИЕ КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА МУРМАНСКА

Метеорологические элементы, особенно температура воздуха и количество осадков, значительно изменяются от года к году. Так, средняя температура воздуха за декабрь 1954 г. была —2,3°, т. е. на 0,1° ниже самой высокой температуры месяца за весь период наблюдений в Мурманске. В последующий 1955 г. средняя температура за тот же месяц понизилась до —16,2° и оказалась самой низкой за весь период наблюдений. Аналогичное явление наблюдалось и в октябре 1960 г., когда средняя температура достигала —3,6°, а в 1961 г. 6,2°. В первом случае она оказалась самой низкой, во втором — самой высокой за весь период наблюдений.

Такие же значительные колебания отмечались и по наблюдениям количества осадков. Например, в декабре 1966 г., по данным осадкомера, выпало 3 мм осадков, что составляет всего 14% нормы, а в январе 1967 г. — 55 мм, или 250% нормы. В меньшей степени могут изменяться во времени другие метеорологические элементы, например облачность, скорость ветра.

Значительные колебания температуры воздуха и количества осадков во времени еще не дают представления о многолетних колебаниях климата. Они только характеризуют его. О многолетнем колебании климата Мурманска можно было бы судить, если бы в длительном ряде последующих лет такие резкие колебания темпертуры и количества осадков от года к году заметно уменьшились или увеличились, а также если бы в длительном ряде последующих лет или десятков лет преобладали отклонения данного метеорологического элемента от многолетней нормы определенного знака выше или ниже указанной нормы и, следовательно, средняя величина этого элемента была выше или ниже средней многолетней величины за весь период наблюдений.

Ежегодно наблюдаемые характеристики или их отклонения от нормы, расположенные в хронологическом порядке, не удобны для анализа их многолетних колебаний, так как отдельные колебания. возможные от года к году, могут быть весьма значительны, что естественно затрудняет анализ. Более удобны для этой цели средние величины, полученные за последовательные одинаковые про-

межутки времени, например за последовательные десятилетия, расположенные в хронологическом порядке. В результате осреднения амплитуды отдельных колебаний с периодом менее промежутка осреднения сглаживаются и многолетняя тенденция изменения выступает более паглядно.

Для примера приводим средние величины температуры воздуха за последовательные десятилетия (табл. 46), которые дают представление о многолетнем понижении температуры февраля. Однако, если сдвинуть все десятилетия на два года вперед, то изменение температуры последовательных десятилетий уже не будет монотонным, но тенденция к понижению февральской температуры сохранится. Кроме того, по табл. 46 нельзя получить представление об изменении средней температуры февраля внутри последовательных десятилетий.

Таблица 46 Средняя температура февраля в Мурманске за последовательные десятилетия

Десятилетие	Средняя температура	Десятилетие	Средняя температура
1919—1928	-9,0	1921—1930	9,0
1929—1938	-10,2	1931—1940	10,3
1939—1948	-10,3	1941—1950	9,8
1949—1958	-10,4	1951—1960	10,5
1959—1968	-11,0	1961—1970	12,4

Для анализа многолетнего колебания того или другого метеорологического элемента, например средней температуры воздуха, применяются методы: 1) перекрывающихся «скользящих» средних и 2) интегральных кривых.

Осреднение по перекрывающимся одинаковым по числу лет промежуткам времени производят следующим образом. Сначала берут среднюю за данное число лет начиная с первого года, затем — ту же величину со второго, третьего года и т. д. В последнюю величину входит последний год из имеющегося ряда наблюдений. В результате число членов нового сглаженного ряда уменьшается па столько членов, сколько лет в периоде осреднения без одного, при этом отдельные случайные колебания, возможные внутри промежутка осреднения, в значительной мере сглаживаются.

Для построения интегральной кривой необходимо сначала вычислить среднюю величину метеорологического элемента за имеющийся ряд наблюдений, а затем для каждого года — отклонение фактической величины от средней. Полученные отклонения последовательно алгебраически суммируются начиная с первого года: за 1, 2, 3 года и т. д. В последний член полученного ряда входит сумма всех отклонений за исследуемый ряд наблюдений. Таким образом, каждая точка интегральной кривой представляет собой алгебраическую сумму всех отклонений от средней многолетней

величины с начала ряда до данного года, а каждая точка на скользящей кривой по перекрывающимся последовательным одинаковым промежуткам времени соответствует средней величине за

этот промежуток.

По мнению Е. С. Рубинштейн [12], [13], кривая многолетнего хода какого-либо метеорологического элемента, например температуры воздуха, сглаженная по перекрывающимся одинаковым промежуткам времени, более удобна для анализа ее изменений во времени внутри данного многолетнего периода, чем интегрально разносимая кривая, составленная для этого периода. В самом деле, если в начале исследуемого периода наметилась тенденция к понижению температуры, однако последняя еще остается выше нормы, интегральная кривая будет расти до тех пор, пока не станут преобладать годы с отрицательными отклонениями температуры от нормы. Аналогичное явление будет наблюдаться и при повышении температуры в том случае, если в начале ряда она еще оставалась ниже нормы. Кривая в этом случае будет убывать повышением температуры, пока последняя не станет выше нормы. Таким образом, фазы многолетнего колебания температуры на интегрально разностной кривой будут несколько запаздывать во времени по отношению к фазам фактически наблюдаемого колебания температуры, осредненной по перекрывающимся скользящим промежуткам времени с одинаковым числом лет. Кривую многолетнего колебация температуры, осредненную по перекрывающимся одинаковым промежуткам времени, можно в случае имеющихся данных продолжить в ту или другую сторону, т. е. удлинить исследуемый период.

Интегрально разностная кривая строится для определенного времени, для которого предварительно вычисляется средняя величина (норма). В случае же удлинения периода возникает необходимость вновь вычислять многолетнюю норму для удлиненного ряда и пересчитывать погодичные отклонения от этой нормы.

Рассмотрим многолетние колебания температуры и других метеорологических элементов по сезонам. Конечно, в любом сезоне тенденция к изменению во времени того или другого метеорологического элемента в отдельные месяцы, входящие в сезон, может и не совпадать. Это в известной мере обусловит дополнительное сглаживание кривых многолетнего колебания. Однако большинство месяцев, входящих в сезон, сохраняет тенденцию изменения той или другой характеристики.

Анализ многолетнего колебания любого метеорологического элемента возможен лишь при условии однородности во времени всего ряда наблюдений или приведения к ней имеющихся данных

существующими методами.

В Мурманске ряд наблюдений над температурой воздуха серьезных нарушений однородности не имел. Небольшое нарушение отмечалось в теплый период (с мая по октябрь) 1935 г. после переноса станции, оно было устранено по данным наблюдений ст. Кола. Некоторое увеличение скорости ветра в том же году,

наиболее существенное в холодный период (с октября по апрель). устранено внесением в ряд наблюдений до 1936 г. соответствуюших поправок. Более значительно была нарушена однородность наблюдений над количеством осадков: в 1935 г. при переносе станции в более открытое место и в 1952 г. при замене дождемера на осадкомер. Ввиду большой трудоемкости внесения поправок в отдельные годы, а также недостаточной надежности поправок на выдувание измеряемых дождемером осадков ветром при больших его скоростях на ст. Мурманск, Халдеев мыс в холодном полугодии оказалось целесообразным проследить многолетний ход среднего сезонного количества осадков для зимы за период с 1952 по 1968 г., в который наблюдалось значительное увеличение количества осадков. При измерении количества нижней облачности однородность практически не нарушалась, хотя качество наблюдений этого элемента на ст. Мурманск, город было хуже, чем на ст. Мурманск, Халдеев мыс. Поэтому ряд наблюдений по облачности до 1924 г. отбракован. Как и в работе [20], все метеорологические элементы перед сглаживанием по перекрывающимся десятилетиям осреднялись по сезонам.

Многолетние колебания метеорологических элементов в известной мере взаимосвязаны между собой, поскольку они зависят от циркуляционных условий. Поэтому их целесообразно рассматри-

вать не изолированно, а комплексно.

Соответствие значительной аномалии температуры в данном месяце аномалии и других метеорологических элементов показано в гл. III. Такое положение в известной мере сохраняется и для

более длительных отрезков времени, например сезонов.

Рассмотрим многолетние колебания средней сезонной температуры воздуха и сопутствующих ей метеорологических элементов только для двух сезонов: зимы и лета. В эти сезоны формируются наиболее значительные температурные различия между Барснцевым морем и материком, в связи с чем наблюдается наиболее значительная изменчивость средней сезонной температуры воздуха во времени, обусловленная преобладанием адвекции с материка или с Баренцева и Норвежского морей.

Проведем анализ многолетнего колебания температуры и дру-

гих метеорологических элементов зимы.

Как следует из рис. 31, в период с 1929 по 1939 г. в Мурманске в зимние сезоны наблюдалось значительное потепление, а с 1940 по 1943 г. — похолодание, которое совпало с уменьшением скорости ветра и облачности и с увеличением повторяемости направления

северного ветра.

В период с 1943 по 1954 г. средняя сезонная температура, оставаясь выше нормы, колебалась. С зимы 1954-55 г. началось постепенное похолодание, которое сопровождалось уменьшением скорости ветра и облачности и увеличением повторяемости северного ветра. Многолетний ход сезонного количества осадков, к сожалению, можно проследить только с десятилетия 1952—1961 гг., когда наблюдения велись по осадкомеру и, следовательно, были

однородными. В этот короткий период наблюдалось значительное увеличение сезонного количества осадков. Ход температуры в общем обратен соответствующему ходу скорости ветра и количеству облачности, так как холодные зимы обусловливаются повышенной повторяемостью антициклонов и, следовательно, малооблачной и тихой поголой.

Несколько парадоксальным на первый взгляд кажется понижение сезоиной температуры, совпадающее с увеличением повторяемости северного ветра, направленного с Баренцева моря и

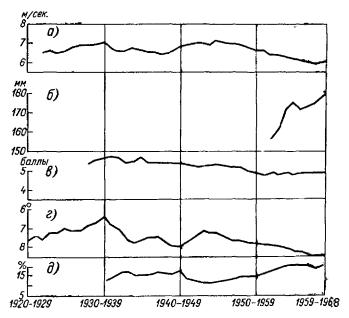


Рис. 31. Многолетний ход по перекрывающимся десятилетиям средних сезонных величин различных метеорологических элементов зимой.

a — скорость ветра, δ — осадки, δ — нижняя облачность, ϵ — температура воздуха, δ — повторяемость северного ветра.

в среднем наиболее теплого для сезона. Но с северным ветром в Мурманск обычно поступает в тыл циклонов арктический воздух, а поэтому повторяемость северного ветра совпадает с повторяемостью затоков арктического воздуха. В массах же арктического воздуха в дальнейшем развиваются антициклоны, или гребни повышенного давления, устанавливается ясная погода с небольшими скоростями ветра и наступает значительное, а нередко и длительное похолодание.

Большая повторяемость значительных похолоданий зимой обусловливает в конечном счете понижение средней сезонной температуры. При ветрах с Баренцева моря в Мурманске выпадают наиболее значительные осадки «зарядами». Поэтому увеличение

повторяемости направлений ветра северной четверти с Баренцеваморя вызывает не только значительное увеличение количества осадков, но и сопутствующих им гроз. В период с 1948 по 1957 г. зимой в Мурманске было всего два дня с грозой, а в период с 1958 по 1967 г. — 9. Таким образом, ряд аномально холодных зим в период с 1955 г. был аномальным по целому ряду других метеорологических элементов.

Из рис. 32 следует, что летом скорость ветра и количество облачности значительных колебаний не имеет. Заметно изменялись

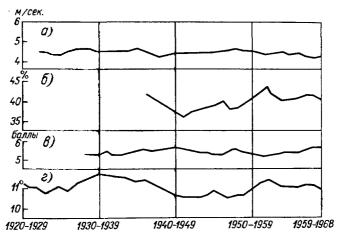


Рис. 32. Многолетний ход по перекрывающимся десятилетиям средних сезонных величин различных метеорологических элементов летом.

a — скорость ветра, δ — повторяемость южного ветра, δ — нижняя облачность, ϵ — температура.

средняя сезонная температура и повторяемость южного ветра с материка. При этом многолетний ход обеих характеристик хорошо согласуется. Увеличение повторяемости южного ветра соответствует повышению температуры. Таким образом, летом скорость ветра и облачность не оказывают существенного влияния на температуру, которая зависит в этом сезоне от направления ветра с Баренцева моря или материка.

В чем же причины рассмотренных многолетних колебаний кли-

• Основная из них — аналогичные колебания активности физических процессов на Солнце. Они же обусловливают соответствующие колебания интенсивности и спектрального состава солнечной радиации, которые вызывают довольно сложные изменения интенсивности и направленности атмосферной циркуляции — важнейшего условия формирования климата.

Установить многолетние колебания интенсивности и направленти процессов, развивающихся в атмосфере всего северного потушария, по ежедневным картам погоды также невозможно, как

и многолетние колебания температуры воздуха по данным ежедневных наблюдений над этим явлением. В таком случае возникает необходимость какого-то обобщения всех наблюдаемых ежедневно элементов, по которым составляются ежедневные карты погоды. Первым шагом для такого обобщения может служить разделение имеющихся за немногие годы наблюдений карт погоды на так называемые элементарные циркуляционные процессы, т. е. такие промежутки времени, которые охватывают несколько дней подряд, в течение которых циклоны и антициклоны развиваются в определенных районах и перемещаются преимущественно в определенном направлении, или сохраняется одинаковая направленность атмосферных процессов и связанный с ней характер погоды. Разделив имеющийся период, в котором составлялись карты погоды на элементарные процессы, Г. Я. Вангенгейм [3] обобщил их по определенным признакам сначала в различные типы, а затем в основные формы атмосферной циркуляции: западную W, восточную Е и меридиональную С.

Не входя в подробности, как развиваются атмосферные процессы при той или другой форме атмосферной циркуляции у земной поверхности на различных высотах в атмосфере, отметим лишь характерные их особенности:

1) при процессах формы E в Мурманске преобладают более высокие, а при процессах формы W и C — более низкие темпера-

туры воздуха;

2) при процессах формы Е и С наблюдаются меридионально направленные потоки теплого воздуха из субтропических широт в заполярные и холодного воздуха из Арктики в умеренные и субтропические широты. Следовательно, при длительном преобладании процессов формы Е и С в различных районах, в том числе и в Мурманске, возможны значительные аномалии температуры воздуха.

Г. Я. Вангенгейм составил каталог [9] повторяемости различных форм атмосферной циркуляции за имеющийся ряд лет наблюдений и подсчитал среднюю многолетнюю их повторяемость в каждом месяце и в целом за весь год. Таким образом он получил многолетнюю норму, с которой можно сравнивать отдельные годы.

Анализируя повторяемость форм Е, С и W в отдельные годы и сравнивая их с многолетией нормой, А. А. Гирс [7] установил, что в определенных периодах, охватывающих несколько лет подряд, или в так называемых циркуляционных эпохах, наблюдается устойчивая более высокая повторяемость одной или двух форм атмосферной циркуляции.

В период, по которому составлялись карты погоды, Гирс выделил следующие эпохи: 1) W+C с 1891 по 1899 г.; 2) W с 1900 по 1928 г.; 3) Е с 1929 по 1939 г.; 4) С с 1940 по 1948 г. и 5) Е+С с 1949 по 1968 г. Каждая эпоха соответствует развитию формы атмосферной циркуляции повышенной повторяемости. Например, в эпохе W+C наблюдалась повышенная повторяемость форм W и С и т. д.

Интересно сравнить средние эпохальные температуры различных сезонов с их средней многолетней температурой за весь период с 1891 по 1968 г. Этот период, разделенный на эпохи, охватывает сейчас около 80 лет, т. е. значительно большее их число, чем имеется на ст. Мурманск. На ст. Кола имеется более длительный период наблюдений — с 1878 г. Кроме того, наблюдения ее более однородны, чем на ст. Мурманск. Поэтому средние эпохальные величины температуры целесообразнее подсчитать для ст. Кола, поскольку она находится вблизи ст. Мурманск, Халдеев мыс, на расстоянии около 8 км, и наблюденные ею многолетние колебания всех элементов должны полностью совпасть с данными для Мурманска в целом.

Для перечисленных циркуляционных эпох вычислена средняя сезонная температура воздуха зимы и лета и средняя годовая температура воздуха и уточнена для тех же сезонов средняя температура с 1891 по 1968 г. (в Справочнике [15] эти данные приведены с 1881 по 1960 г.). По этим данным подсчитаны отклонения средних эпохальных температур от средней многолетней за 1892—1968 гг. (табл. 47).

Таблица 47 Отклонение средних эпохальных температур от нормы за зиму, лето и год

Периол	W + C	W 1900—1928	E 1929—1939	C 1940—1948	E + C	
Зима Лето Год	$ \begin{array}{c c} -1,5 \\ -1,0 \\ -0,7 \end{array} $	-0.3 0.0 -0.3	1,6 0,7 0,9	-0,1 0,2 0,3	-0,2 0,3 0,2	

Из табл. 47 видно, что средняя эпохальная температура паиболее значительно колебалась зимой и в меньшей степени летом и за весь год. Данные средних эпохальных температур показывают, что в Мурманске и Коле при процессах W и С преобладает более холодная погода, а при процессах Е — более теплая. Самая низкая эпохальная температура обоих сезонов и всего года была при процессах W+C, т. е. когда наблюдалась повышенная повторяемость форм W и C и пониженная форма E. Самая высокая эпохальная температура была при процессах Е, когда наиболее высокая повторяемость формы Е и пониженная форм С и W. Понижение средней эпохальной температуры от формы Е к форме С определялось увеличением повторяемости формы С. Таким образом, изменение средней температуры от данной эпохи к последующей обусловливалось изменением повторяемости основных форм атмосферных процессов или в конечном счете изменением преобладающей направленности атмосферной циркуляции.

Следует отметить, еще одну особенность в многолетнем ходе температуры — тенденцию к увеличению ее изменчивости

в последние годы. Наиболее значительные аномалии средней месячной температуры воздуха и циркуляционные условия их формирования были рассмотрены в гл. III. Все восемь самых холодных или теплых месяцев за имеющийся период наблюдений в Мурманске с 1919 или даже на ст. Кола с 1878 г. отмечались в последние годы

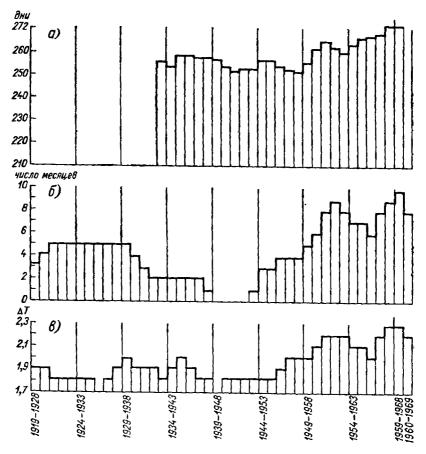


Рис. 33. Многолетний ход по перекрывающимся десятилетиям годового числа дней с формами атмосферной циркуляции Е и С (а), числа самых теплых и холодных месяцев, наблюденных за 1919—1969 гг. б); средней годовой величины абсолютных отклонений средней месячной температуры от нормы (в).

с 1958 по 1968 г. Это совпадение не случайно. Чтобы показать, как распределялись самые колодные и теплые месяцы за период наблюдений в Мурманске (1919—1968 гг.), было выбрано 24 самых теплых и холодных месяца и подсчитано общее число их в перекрывающихся десятилетиях. Параллельно с этим для каждого года подсчитана средняя величина из абсолютных отклонений

температуры каждого месяца от нормы, которая затем осреднена

по перекрывающимся десятилетиям.

Из данных рис. 33 видно, что за последние 20 лет в эпохе E+C паблюдалось заметное увеличение суммарной повторяемости форм атмосферной циркуляции E и C. Поскольку при высокой повторяемости этих форм более значительны аномалии средней месячной температуры (рис. 33 θ), в этот период увеличилась и ее изменчивость во времени (рис. 33 θ). Таким образом, в сравнительно коротком ряде наблюдений в Мурманске (52 года) отмечались многолетние колебания как самой температуры, так и ее изменчивости во времени.

Глава V

микроклимат отдельных районов мурманска

Микроклиматические особенности различных районов города в основном зависят от их расположения по отношению к Кольскому заливу и от высоты места. Рельеф Мурманска не однороден. Город расположен на отдельных террасах, опускающихся к заливу. В черте города, особенно в его северной части, которая в последние годы наиболее интенсивно застраивалась пяти- и девятиэтажными домами, наблюдаются отдельные возвышенности, хорошо продуваемые ветром, но отсутствуют глубокие впадины, где возможен застой нижнего слоя воздуха. Поэтому микроклиматические различия, обусловленные рельефом, в Мурманске менее существенны.

Нижние слои воздуха в черте города, особенно в его южной части, и в холодное время года в значительной мере засоряются продуктами неполного сгорания (дым, копоть), выбрасываемыми промышленными объектами и автотранспортом. Загрязненный воздух задерживает тепло, уходящее ночью и зимой от излучающей почвы. Это в известной мере ослабляет выхолаживание нижнего слоя воздуха в ясные ночи и в ясные зимние дни и создает температурные различия северной и южной части города.

Для оценки микроклимата отдельных районов города автором использованы материалы наблюдений ряда метеорологических станций и специальных пунктов (см. рис. 1), перечень которых с указанием районов наблюдений приведен в табл. 48. В дальнейшем изложении вместо названия станции или пункта будет указываться их номер.

Рассмотрим микроклиматические особенности различных районов города по отдельным метеорологическим элементам.

Средняя месячная температура воздуха в отдельных районах города и на его южной окраине существенно не меняется, ее годовой ход везде практически одинаков (табл. 49).

Во всех районах города самый теплый месяц июль, а наиболее холодные январь и февраль. В пункте 1, расположенном у побережья залива, наблюдается наиболее низкая температура летних месяцев (июнь—август). В пунктах 3 и 7, более удаленных от

Перечень метеорологических станций и специальных пунктов, наблюдения которых использованы для оценки микроклимата районов Мурманска

№ пункта	Станция, пункт	Район
1	Метеорологическая станция Мурманск, Халдеев мыс	Побережье Кольского залива, судо- верфь, рыбный и торговый порты
2	Метсорологическая станция Мурманск, город	По температуре — южная часть города, на первой нижней террасе; по ветру — район города, близкий к побережью, территория железнодорожного узла
3	Мурманская аэрологическая станция	Вторая верхняя терраса северной части города
4	Пункт на сопке Варничной, в районе Телевизионного центра и на различных высотах телевизионной башни	Наиболее приподнятые над окружающей местностью территории, а также более высокие слои воздуха над поверхностью почвы
5	Пункт на улице Челюскинцев	Южная часть города на первой ниж- ней террасе
6	Пункт на проспекте Кирова	Южная часть города на второй верхней террасе
7	Метеорологическая станция Кола	Южная окраина города, район интен- сивной застройки

побережья Кольского залива, зима холоднее, чем в пунктах 1 и 2, расположенных ближе к заливу. В пунктах 1 и 2 средняя температура зимних месяцев почти совпадает. Однако с мая и до октября в пункте 2, расположенном на меньшей высоте, заметно теплее, чем в пункте 1. Ввиду малого периода наблюдений в пунктах 4, 5 и 6 (всего 2 года) среднюю многолетнюю температуру пельзя получить с достаточной точностью. Температуру этих пунктов целесообразнее сравнивать с другим пунктом, имеющим наиболее длительный ряд наблюдений, с пунктом 1.

Таблнца 49

Средняя месячная и годовая тем	пература воздуха
--------------------------------	------------------

№ пункта	Высота	1	11	111	IV	v	VI	VII	VIII	ΙX	х	ХI	χIł	Год
1 2 3 7	63	-10,0 $-10,0$ $-10,6$ $-11,3$	I10 6	L7.3	II. 8	3.3	8.7	12.7	$\Pi \Pi \Pi$	16.2	I—U, I	-5.3	-8,3 -8,1 -8,9 -9,2	0,3

На рис. 34 приведены разности средних месячных температур пунктов 4, 5 и 6 и пункта 1, полученные за совпадающие сроки наблюдений. Однако в пункте 4 наблюдения велись и в дневное

и в ночное время, а в пунктах 5 и 6— только в дневное, с 9 до 18 часов. Поэтому средняя месячная температура в пунктах 5 и 6

характеризует дневное время суток.

Как видно из рис. 34, на возвышенностях, приподнятых над окружающей местностью и наиболее удаленных от побережья Кольского залива (пункт 4), в любом из месяцев холоднее, чем на этом побережье (пункт 1). Наибольшие различия в температуре пунктов 4 и 7 на 0,8—0,9° наблюдаются осенью и зимой до февраля включительно, а наименьшие 0,2—0,3°— весной и в начале лета (в июне). В застроенных районах города (пункты 5 и 6) в дневное время в течение всего года теплее, чем на побережье Кольского залива (пункт 1). Наименьшие различия обоих районов наблюдаются в зимние месяцы, когда преобладает вет-

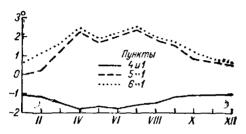


Рис. 34. Годовой ход разности средней месячной температуры для пунктов 4 и 1, 5 и 1, 6 и 1.

пасмурная реная и В период с марта по апрель, когда облачность уменьшается и усиливается дневной прогрев, в застроенных районах города температура повышается более значительно, чем в прибрежном районе (разность температур увеличивается). В мае в связи с увеличением облачности различие ратур в пунктах 5 и 6 и пункте 1 уменьшается. И снова

увеличивается в июне и июле, когда дневной прогрев воздуха в застроенных районах города наиболее значителен. На более высокой террасе города (пункт 6) несколько прохладнее, чем на более низкой террасе (пункт 5).

Об изменении средней месячной температуры с высотой в любое время года можно судить по данным табл. 50. Зимой, с декабря по март включительно наблюдается инверсия температуры, повышение ее с увеличением высоты над почвой (основанием башни). В остальное время года наблюдается понижение температуры с увеличением высоты, наиболее значительное летом, с июня по август.

Таблица 50 Годовой ход разности средней месячной температуры на различных высотах телевизионной башни и на станции 1

Высота от осно- вания башни (м)	I	II	III	IV	ν	yt	VII	VIII	Ιχ	х	χI	ХП
24 56 140	$\begin{bmatrix} -0.7 \\ -0.3 \\ 0.3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -0.5 \\ -0.2 \\ 0.2 \end{bmatrix}$	0,6	$ \begin{bmatrix} -0,4 \\ -0,7 \\ -1,3 \end{bmatrix} $	—I,0 —1,5 —1,9	I—I.6	-0,9 -1,3 2,0	l1.6	1 - 1.8	-1,5 $-1,8$ $-2,2$	$\begin{bmatrix} -1,2\\ -1,5\\ -1,7 \end{bmatrix}$	$ \begin{array}{c c} -1.2 \\ -0.8 \\ -0.3 \end{array} $

С увеличением высоты места наблюдается уменьшение амплитуды суточного колебания температуры или разности между самым высоким и самым низким значением за сутки (табл. 51).

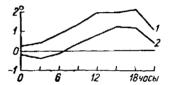
Таблица 5i Амплитуда суточного хода температуры на различных высотах

№ пункта	Высота (м)	111	IV	v	VI	VII	VIII
1 4	51	4,3	5,0	3,8	4,8	5,2	4,6
	140	4,0	4,6	3,3	4,5	5,0	4,1
	164	3,7	4,2	3,1	3,7	4,7	3,8
	196	3,2	4,0	3,0	3,3	4,0	3,4
	280	2,7	3,1	2,6	3,0	3,4	3,1

Примечание. Суточная амплитуда получена по данным наблюдений за 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 и 21 час.

Температурные различия отдельных районов города были рассмотрены по средним месячным данным, независимо от условий погоды. Однако в ясные или малооблачные дни со слабым ветром

Рис. 35. Годовой ход средней разности температуры для пунктов 7 и 1 в различные часы суток при ясной или малооблачной погоде в июне (I) и августе (2).



или затишьем, особенно зимой и летом, температурные различия выступают наиболее резко, а при облачной и пасмурной погоде, либо умеренном или сильном ветре они в значительной мере сглаживаются. Поэтому рассмотрим дополнительно температурные различия отдельных районов города при ясной или малооблачной погоде со слабым ветром или затишьем, при которой зимой преобладает морозная, а летом теплая, а нередко и жаркая погода.

В качестве эталона для оценки особенностей микроклимата отдельного района города при рассмотренных условиях погоды используем данные наблюдений пункта 1.

На рис. 35 представлен суточный ход разности температур пунктов 7 и 1, полученных за ряд малооблачных или ясных дней со слабым ветром или затишьем за два летних месяца, июнь и август. В ясные, тихие и теплые летние дни на южной окраине города теплее, чем на побережье Кольского залива. Более значительные температурные различия наблюдаются в июне, когда солнце не заходит и его полуденная высота наибольшая. В этом месяце в течение всех суток в пункте 7 теплее, чем в пункте 1. В августе, когда солнце уже заходит и его полуденная высота

уменьшается, температурные различия пунктов 7 и 1 заметно сглаживаются, а в ночные часы (с 0 до 6) в пункте 7 прохладнее, чем в пункте 1.

Более заметно различается температура при малооблачной или ясной погоде застроенных районов города от его прибрежного района. На рис. 36 показаны средние разности температур за ряд ясных дней при слабых ветрах пунктов 3, 5, 6 и пункта 1.

В застроенных районах города, судя по наблюдениям в пункте 3, днем и ночью теплее, чем на побережье Кольского залива. Заметно отличаются температуры обоих районов в утренние и вечерние часы. В утренние часы в застроенных районах города воздух прогревается быстрее, чем на побережье залива. Днем, когда при ясной погоде скорость ветра обычно увеличивается примерно на 2—3 м/сек., усиливается проветривание нижнего слоя воздуха. По этой причине температурные различия застроенных районов города и его побережья сглаживаются. Они снова увеличиваются вечером, когда ветер обычно стихает. На возвышенностях (пункт 4), так же хорошо продуваемых ветром, как и побе-

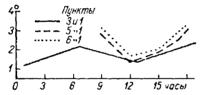


Рис. 36. Средние разности температуры в различные часы суток при ясной или малооблачной погоде для пунктов 3 и 1, 5 и 1, 6 и 1.

режье Кольского залива (пункт 1), заметного различия температуры в ясные дни не наблюдается. Несколько теплее (примерно на $0.4-0.6^{\circ}$) на возвышенностях по сравнению с побережьем в ночное время и несколько прохладнее (на $0.2-0.3^{\circ}$) в дневное.

При пасмурной и ветреной погоде различия в температуре отдельных районов города сглаживаются, за исключением наиболее возвышенных его районов. Здесь при пасмурной и ветреной погоде и особенно при холодных ветрах с Баренцева моря (северной четверти) холоднее, чем в других, ниже расположенных районах, включая и побережье Кольского залива. Даже на сравнительно невысокой сопке Варничной при раннем снегопаде в начале осени или позднем в начале лета иногда образуется снежный покров при отсутствии его в районах города, расположенных ниже. Заметные различия в температуре воздуха в отдельных районах города при ясной и тихой погоде наблюдаются и в зимние месяцы. Так, например, на южной окраине города (пункт 7) средняя суточная температура за ряд ясных и тихих дней на 2-3° ниже, чем на побережье Кольского залива (пункт 1). В отдельные дни при устойчивой ясной и тихой погоде и, следовательно, при более сильном морозе средняя суточная температура в пункте 7 может быть ниже, чем в пункте 1 на 6-8°.

В застроенных районах города, удаленных от побережья залива, несколько теплее, чем на его южной окраине. Так, например,

средняя суточная температура в ясные морозные дни в пункте 3ниже, чем в пункте 1, всего на 0,5—1,5°. При устойчивой ясной погоде и более сильном морозе различие в температуре пунктов 3и 1 может достигать 2—3°.

По данным наблюдений на различных высотах телевизионной башни (пункт 4) в нижнем слое воздуха в ясные и тихие зимние дни образуется мощная инверсия, т. е. наблюдается значительное повышение температуры с увеличением высоты. Указанное явление обусловливается стоком холодного и более плотного воздуха с сопок в низины и к побережью Кольского залива. Сток холодного воздуха при значительном его выхолаживании в нижнем слое хорошо заметен не только на берегу Кольского залива, но и у подножия сопок. Так, например, в районе больничного городка и на проспекте Кирова, от больничного городка до пересечения с Кольским шоссе, в ясные и морозные дни ветер усиливается до 4-5 м/сек. при тихой погоде или слабом ветре в других районах города. Заморозки в воздухе в черте города в августе не наблюдаются, а на южной окраине города (пункт 7) они возможны и в этом месяце. Автор наблюдал около 6 часов 15 августа 1970 г. в котловине, за сопкой Варничной, обильное осаждение инея на поверхности травы. Температура воздуха в это время достигала 3,2° в пункте 7 и 5,6° — в пункте 1.

Заметные микроклиматические различия в черте города и на его окраине отмечаются в данных направления и особенно скорости ветра. Повторяемость различного направления ветра в отдельных районах города обусловливается защищенностью сопками, направлением улиц и т. д. Однако во всех районах города в течение года преобладают южные и юго-западные направления ветра (табл. 52).

Таблица 52 Повторяемость различного направления ветра за год (%)

№ пункта	С	СВ	В	ЮВ	ю	юз	3	СЗ
1	15	8	3	4	40	16	5	9
2	10	11	7	10	19	25	7	11
3	11	6	5	13	30	12	9	12
7	13	7	4	9	20	30	8	6

Наименее вероятны (не более 7%) в черте города и на его южной окраине восточные и отчасти западные ветры, направленные перпендикулярно к направлению залива и к гряде сопок на восточной окраине города.

В течение года преобладающее направление ветра меняется от южного или юго-западного зимой до северного или северо-восточного летом. Перестройка преобладающего направления ветра осуществляется в переходных сезонах: весной и осенью.

Скорость ветра в черте города и на его южной окраине зависит от удаленности от залива, высоты места и степени застройки города. Средние месячные скорости ветра представлены на рис. 37. Наибольшая средняя скорость ветра наблюдается в пункте 1, расположенном ближе к заливу, чем другие пункты. Здесь и в прибрежном районе наибольшая средняя скорость наблюдается в январе, а наименьшая — в августе. В пункте 2, расположенном также вблизи побережья, но на более низком уровне, скорость ветра меньше, чем в пункте 1. В пункте 2 в мае уже намечается вторичный максимум скорости ветра, характерный для районов, более удаленных от залива. В пункте 3, еще более удаленном от залива и расположенном в застроенной части города, скорость ветра меньше, чем в пунктах 1 и 2. Здесь наибольшие скорости

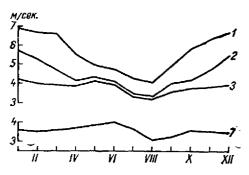


Рис. 37. Средняя месячная скорость ветра (м/сек.) в пунктах 1, 2, 3 и 7.

ветра наблюдаются в январе и мае. При этом скорости ветра в эти месяцы почти совпадают по величине. На южной окраине города (пункт 7) скорость ветра еще меньше, чем в пункте 3. Наибольшая скорость ветра наблюдается здесь в июне.

Во всех районах города наименьшие скорости ветра приходятся на август. В наиболее застроенных частях города (пункты 5 и 6) средние годовые скорости ветра, приведенные к высоте флю-

гера (10 м), колеблются около 3—4 м/сек. При ветрах, направленных вдоль улиц, застроенных многоэтажными домами, скорость ветра увеличивается. Поэтому улицы, параллельные преобладающим направлениям ветра (южному и юго-западному), значительно продуваются ветром, особенно зимой, когда и повторяемость преобладающего направления ветра и его скорость увеличиваются. По данным наблюдений в пункте 4, в течение всего года скорость ветра выше, чем в пункте 1.

Заметно увеличивается скорость ветра с увеличением высот над поверхностью почвы (табл. 53). Если к разности скорости ветра в пункте 4 на высоте 280 м и в пункте 1 прибавить среднюю месячную скорость ветра во втором из указанных пунктов, то окажется, что на высоте 280 м средняя месячная скорость ветра достигает 8,9 м/сек. в январе и 5,4 м/сек. в июне. Такая скорость ветра близка к наблюдаемой на побережье Баренцева моря, где скорости ветра достигают наибольшей величины возможной на территории Мурманской области.

Распределение числа дней с ветром ≥ 15 м/сек. на территории города аналогично распределению его средней месячной скорости. Наиболее часты сильные ветры на побережье Кольского залива,

Разность скоростей ветра на различных абсолютных высотах пунктов 4 и 1

Высота (м)	1	II	н	IV	v	VI	VII	VIII	IX	x	ХI	хп	Год
164 196 280	0,4 1,2 2,0	0,3 1,0 1,8	0,3 1,0 1,7	0,2 1,1 1,6	0,2 1,0 1,5	0,1 0,7 1,2	0,0 0,6 1,1	$-0,1 \\ 0,5 \\ 1,5$	$-0,1 \\ 0,4 \\ 1,6$	0,0 0,9 1,6	0,2 1,0 1,7	0,4 1,0 1,9	0,2 0,9 1,6

54 дня за год в пункте 1 и 32 дня за год в пункте 2. В застроенной части города и на его южной окраине сильные ветры наблюдаются

значительно реже, всего 8 дней за год в пункте 3 и 6 в пункте 7.

На вершинах солок, а также на различных высотах над поверхностью (пункт 4), судя по увеличению средней скорости ветра, увеличивается и число дней с ветром ≥ 15 м/сек.

На рис. 38 представлены средние числа дней с сильным ветром для отдельных месяцев. Наибольшее число таких дней приходится на зимние месяцы, а наименьшие — на летние. Наиболее значительное увеличение числа дней с сильным ветром ≥ 15 м/сек. в направлении

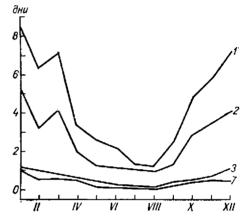


Рис. 38. Среднее число дней со скоростью ветра \geqslant 15 м/сек. в пунктах 1, 2,

от застроенной части города (пункт 3) к побережью залива (пункт 1) наблюдается зимой. Вблизи побережья Кольского залива зимой возможно усиление ветра до урагана (29 м/сек. и более) 1.

Максимальная скорость ветра, возможная один раз в 20 лет, достигает здесь 36 м/сек. в пункте 1 и 30 м/сек. в пункте 2. В застроенных районах города и на его южной окраине ураганы не наблюдаются и максимальные скорости той же вероятности составляют всего 26 м/сек. в пункте 3 и 21 м/сек. в пункте 7.

Распределение средней месячной относительной влажности воздуха на территории города, судя по данным наблюдений в пунктах 1, 2, 3 и 7, довольно однородно, различия в отдельные месяцы не превышают 1-2%. Однако в ясные летние дни при слабом ветре различия относительной влажности в отдельных районах увеличиваются и могут достигать 3-5%. При этом распределение относительной влажности по территории города в

¹ Здесь имеется в виду средняя скорость ветра за двухминутный интервал времени без учета отдельных порывов.

такие дни противоположно распределению температуры воздуха,

рассмотренному выше.

В пункте 3 наблюдения над облачностью и количеством осадков имеют короткий период. В пункте 2 эти наблюдения, проводившиеся за старые годы (до 1935) не вполне надежны, а в пунктах 4, 5 и 6 они не проводились. Поэтому детализация указанных метеорологических элементов по территории города не представляется возможной.

Детализация распределения числа дней с атмосферными явлениями по территории города возможна только для таких явлений, которые имеют наиболее высокую повторяемость (метель и туман). Среднее число дней с такими атмосферными явлениями приводится в табл. 54 только для сезонов и всего года.

Таблица 54 Среднее число дней с туманом и метелью по сезонам

№ пункта	Атмосферное давление	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
1 2 3 1 2 3	Туман " Метель "	23 16 13 45 39 25	2 2 2 5 3 2	5 7 8 0,04 0	5 7 9 2 1	35 32 32 52 43 38

Наибольшее число дней с туманом наблюдается зимой на побережье Кольского залива (пункт 1). Значительное увеличение повторяемости туманов на побережье залива обусловливается сравнительно высокой повторяемостью туманов испарения над его поверхностью, которые временами могут выноситься за берег, закрывая прибрежные районы.

Весной, когда возможны все типы туманов, повторяемость их в различных районах города одинакова. Во второй половине лета и осенью в ясные и тихие ночи часто образуются радиационные туманы, которые более вероятны в районах, удаленных от побережья и менее вероятны на побережье залива. Поэтому в указанных сезонах число дней с туманом увеличивается по мере удаления от побережья. Летом, когда адвективные туманы, приносимые с Баренцева моря северными ветрами, наиболее вероятны, число дней с туманом увеличивается с увеличением высоты. Это объясняется тем, что адвективные туманы достигают Мурманска обычно как приподнятые, в виде очень низкой слоистой облачности и закрывают вершины сопок (пункт 4) значительно чаще, чем наблюдаются адвективные туманы в других районах города, расположенных на более низком уровне.

Распределение числа дней с метелью по территории города аналогично распределению средней месячной скорости ветра и числа дней с ветром ≥15 м/сек.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Алисов Б. П., Берлин И. А. и Михель В. М. Курс климатологии, ч. НІ. Под ред. Е. С. Рубинштейн. Л., Гидрометеоиздат, 1954.
- 2. Атлас теплового баланса. Под ред. М. И. Будыко. М., ГГО, 1963.
- 3. Вангенгейм Г. Я. Долгосрочный прогноз температуры воздуха и вскрытия рек. — Труды ГГИ, 1940, вып. 10.
- 4. Водовозова Л. Н. Резкие изменения температуры воздуха на Кольском полуострове. — Сборник работ Мурманской ГМО, 1969, вып. 2.
- Гаврилова М. К. Радиационный климат Арктики. Л., Гидрометеоиздат.
- 6. Гирдюк Г. В. Распределение суммарной солнечной радиации по территории Кольского полуострова. - Труды ГГО, 1965, вып. 179.
- 7. Гирс А. А Многолетние преобразования атмосферной циркуляции и изменение солнечной активности. — Метеорология и гидрология, 1956, № 10.
- 8. Зверев А. С. Синоптическая метеорология и основы предвычисления погоды. Л., Гидрометеоиздат, 1968.
- 9. Каталог атмосферных явлений по классификации Г. Я. Вангенгейма за 1891— 1962 гг. Л., Гидрометеоиздат, 1962.
- 10. Лебедев А. Н. и Писарева Г. П. Климатические сезоны СССР. Труды ГГО, 1956, вып. 62.
- 11. Покровская Т. В. Климат Ленинграда. Л., Гидрометеоиздат, 1957.
- 12. Рубинштейн Е. С., и Полозова Л. Г. Современное изменение климата. — Изв. АН СССР, сер. геогр., вып. 5, 1963.
- 13. Рубинштейн Е. С. и Полозова Л. Г. Современное изменение климата. Л., Гидрометеоиздат, 1966.
- 14. Справочник по климату СССР, вып. 2, ч. І. Л., Гидрометеоиздат, 1966. 15. Справочник по климату СССР, вып. 2, ч. ІІ. Л., Гидрометеоиздат, 1965.
- 16. Справочник по климату СССР, вып. 2, ч. НІ. Л., Гидрометеоиздат, 1967.
- 17. Справочник по климату СССР, вып. 2, ч. IV. Л., Гидрометеоиздат, 1968. Справочник по климату СССР, вып. 2, ч. V. Л., Гидрометеоиздат, 1968.
- 19. Швер Ц. А. Об оценке увлажнения стен при косых дождях. Труды ГГО, 1969, вып. 246.
- 20. Яковлев Б. А. Климат Мурманской области. Мурманск, Книжное издательство, 1960.
- 21. Яковлев Б. А. Летние туманы Баренцева моря. Труды ЦИП, 1964, вып. 136.
- 22. Яковлев Б. А. Избыток и дефицит осадков в естественных синоптических периодах теплого полугодия. — Сб. работ по синоптике, 1959, вып. 3.
- 23. Яковлев Б. А. О двух аномалиях осадков зимой на Кольском полуострове. — Метеорология и гидрология, 1967, № 9.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава І. Формирование климата Мурманска	7
Физико-географические условия	7
Радиационный режим	7 11
Глава II. Описание климата Мурманска по метеорологическим элемен-	
TAM	16
Атмосферное давление	16 17
Ветер	18
Влажность воздуха	33
Облачность и солнечное сияние	37
Атмосферные осадки и снежный покров	42 49
Метеорологическая горизонтальная видимость	55
Глава III. Климатическая характеристика сезонов года	57
Сезоны года	57
Зима	59
Весна, , , , ,	66
Лето	73 80
Глава IV. Многолетние колебания климата Мурманска	86
Глава V. Микроклимат отдельных районов Мурманска	96
Литература	105

Яковлев Борис Александрович

КЛИМАТ МУРМАНСКА

Редактор М. М. Ясногородская Художник В. Г. Бахтин Техн. редактор А. Г. Алексеев Корректор И. В. Жмакина

Сдано в набор 10/XI 1971 г. Подписано к печати 4/II 1972 г. М-08050. Бумага $60\times90^1/_{16}$ тип. № 1. Печ. л. 6,75. Уч.-изд. л. 6,95. Тираж 1220 экз. Индекс АЛ-244. Заказ № 614. Цена 50 коп. Гидрометеоиздат. Ленинград, В-53, 2-я линия, д. 23.

Ленинградская типография № 8 Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР Ленинград. Прачечный пер., д. 6.