

СЕРИЯ XII-1966

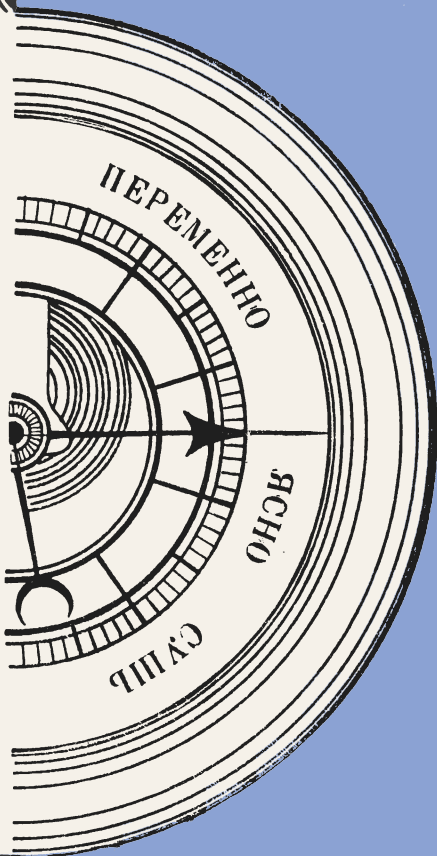
8



ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ
И РЕЛИГИЯ

Бугаев В. А. Кац А. Л.

**ПОГОДА
КЛИМАТ
И ИХ
ИЗМЕНЕНИЯ**



Академик АН УзССР
БУГАЕВ В. А.
Доктор географических наук
КАЦ А. Л.

**ПОГОДА,
КЛИМАТ
И ИХ
ИЗМЕНЕНИЯ**

Издательство «Знание» Москва 1966

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
Погода или климат?	3
Океаны, континенты и климат	11
Теплые и холодные реки морей и океанов	15
Климат и циркуляция атмосферы	19
Климат и атомные взрывы	26
Некоторые черты климата нашей страны	29
Изменения и колебания климата	33
Человек и климат	40

1—5—8

ВИКТОР АНТОНОВИЧ БУГАЕВ
АБРАМ ЛЬВОВИЧ КАЦ

Редактор *К. К. Габова*
Худож. редактор *Г. И. Добровольнова*
Техн. редактор *М. Т. Перегудова*
Корректор *Е. А. Ольховская*
Обложка *Э. Яворского*

Сдано в набор 26/V-66 г. Подп. к печ. 8/VII-66 г. Изд. № 222.
Формат бум. 60×90¹/₁₆. Бум. л. 1,5. Печ. л. 3,0. Уч.-изд. л. 2,88.
А 00787. Цена 9 коп. Тираж 34 600 экз. Заказ 1725.
Издательство «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

Типография изд-ва «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

ПОГОДА ИЛИ КЛИМАТ?

Погода нашей планеты. Почему меняется погода. Периодические и непериодические изменения. Крупные аномалии. Неблагоприятная погода или климат? Атмосферные вихри — циклоны и антициклоны. Климат — многолетний режим погоды. От чего зависит климат. Тепло одной двухмиллиардной части солнечной энергии. Солнце и климат.

«По сведениям Гидрометцентра СССР, сегодня по всей территории европейской части Союза наблюдалась дождливая погода. Наступившее на северо-западе похолодание распространяется на центральные, южные и юго-восточные районы...»

Много раз в день подобные сводки, заканчивающиеся прогнозом погоды, передаются почти всеми радиостанциями мира. Их слушают миллионы людей.

Дождливая, сухая, ненастная, солнечная, теплая, холодная, ветреная, знойная... Таких эпитетов к слову «погода» можно подобрать еще немало. Сколько надежд и разочарований, свершений и несбывшихся планов ассоциируется у каждого человека с любым из перечисленных эпитетов! А сколько небылиц, мифов, легенд и суеверных представлений о сверхъестественном происхождении вызывали различные природные явления, связанные с погодой и климатом. «Божьей милости» или «божьей каре» приписывала религия всякие необычные проявления природы и люди верили этому, так как не могли объяснить их истинных причин. Между тем познание явлений природы позволяет теперь не только объяснить их истинные причины, но и активно влиять на них. Уже на современном этапе человеческий разум, опираясь на достижения науки и техники, создал грандиозные проекты активного преобразования природы в интересах общества. Часть из них уже воплощена в жизнь, и это является лучшим доказательством несостоятельности религиозных выдумок о сверхъестественном происхождении окружающих нас явлений природы.

Вся жизнь человека проходит как бы на дне огромного воздушного океана, окружающего наш Земной шар. И любая погода представляет собой лишь конкретное проявление состояния этого весьма подвижного и изменчивого воздушного океана в данный момент времени и в данном географическом районе. Ненастная погода иногда сохраняется несколько дней, но чаще всего через день-два она сменяется солнечной и теплой либо солнечной и морозной. Передаваемые по радио сводки показывают, что в один и тот же день в разных районах земного шара также наблюдается большое разнообразие проявлений погоды.

Вот пример одного дня. 24/VII 1965 г. на Нижней Волге, в Ростовской области и Краснодарском крае, на Украине и в Молдавии день был солнечным с температурой 28—30°. На Средней Волге местами прошли кратковременные дожди и температура достигла 22—27°. В то же время холодно, пасмурно и дождливо было на северо-востоке европейской части Союза ССР. На Печоре температура не превышала 9°. Солнечно и тепло было в Карелии, а в Прибалтике солнце едва показывалось из-за облаков, местами прошли дожди. Очень теплая погода стояла в Красноярском крае, в Иркутской, Омской, Новосибирской областях и в Якутии — температура воздуха достигала 26—28°, а на Чукотке северные ветры принесли холодный воздух. На юге Англии, во Франции, в Чехословакии прохладно — температура около 20°, в Осло всего 14°, а в Югославии, Болгарии, Греции летний зной — температура воздуха повысилась до 30—34°, на севере же Саудовской Аравии до 43°. Шумели тропические дожди в этот день в Бирме, Лаосе и Таиланде. К востоку от Тайваня прошел тайфун «Генриетта», скорость ветра достигла в нем 35 м/сек. Почти повсюду было жарко в Соединенных Штатах Америки — до 30° поднималась температура в восточных штатах и до 37° на юго-западе. В то же время на тихоокеанском побережье было прохладнее — в Сан-Франциско всего 20°.

Циклон, вызвавший дожди и наводнения на востоке Австралии, переместился в Новую Зеландию, где наступила пасмурная, дождливая и ветреная погода. Холоднее всего в этот день было в Антарктиде — в Мирном мороз усилился до 25°, к востоку от него разыгралась жестокая пурга, а на Южном полюсе температура воздуха достигла 73° мороза.

Как видим, даже за один день погода в разных частях Земного шара оказалась весьма разнообразной и изменчивой. Подобные изменения погоды не должны вызывать удивления. Погода, т. е. различное сочетание температуры, давления и влажности воздуха, облачности, осадков, ветра, — изменяется непрерывно. Даже когда нам кажется, что погода наконец-то установилась, она продолжает меняться незаметно для нас. Например, ночью почти всегда становится прохладнее, заги-

хает ветер и т. д. Таким образом, постоянная изменчивость является весьма существенной чертой погоды.

От чего же меняется погода?

Земля вместе с окружающей ее воздушной оболочкой находится в непрерывном и сложном движении — она вращается вокруг своей оси и в то же время участвует во вращении вокруг Солнца. За сутки Земля совершает полный оборот вокруг своей оси. В результате этого вращения наблюдается чередование дня и ночи и, следовательно, полусуточное чередование поступления на различные части Земли (днем) и отсутствия (ночью) солнечного тепла. Это повторяющееся изо дня в день чередование является причиной регулярных или, как еще говорят, периодических изменений погоды в течение суток.

С другой стороны, разница в притоке лучистой энергии от Солнца на Землю, в связи с различной широтой места и вследствие изменения расстояния между Солнцем и Землей в разные сезоны года является в конечном итоге главной причиной того, что в приэкваториальных странах теплее, чем в приполярных, а в умеренных широтах нашей планеты наблюдается четко выраженная смена зимы, весны, лета и осени. Изменения эти имеют чисто периодический характер, они повторяются из года в год. Однако зимы или лета сами по себе бывают разные. Так, например, январь 1949 г. почти по всей нашей территории был очень теплым, часто температура воздуха повышалась до оттепели, а январь 1950 г. был очень суровым, средняя суточная температура воздуха на европейской части страны в эту зиму нередко понижалась до 20—25° мороза. За сухим и жарким летом 1946 г. последовало влажное и прохладное лето 1947 г. Аналогичная последовательность наблюдалась на европейской части СССР в сухом 1963 и влажном 1965 году.

Резкие изменения погоды в разных частях земного шара наблюдаются и в течение более коротких промежутков времени — недели или нескольких дней. Вот небольшой перечень подобных изменений. В ноябре 1961 г. в Италии были исключительно сильные наводнения. В июне 1953 г. прошли сильнейшие ливни над Японскими островами, а в июле 1954 г. было катастрофическое наводнение в Германии. В марте 1956 г. над Австралией разразились чудовищные ливни, а в Южной Корее примерно в это же время наблюдались такие снегопады, что толщина снега достигала нескольких метров. В апреле 1957 г. во Франции внезапно наступило необычное похолодание, которое причинило огромный ущерб виноградарикам. В средней полосе нашей страны зима 1957—58 гг. была очень теплой, в январе на больших просторах европейской территории СССР несколько раз наступали оттепели, температура в иные дни повышалась до 2—3°. В эту же зиму в Австрии

морозы достигали 20°, а в Португалии — 10°. В сентябре 1961 г. над США, Тайванем и Японией пронеслись исключительной силы ураганы, принесшие огромный материальный ущерб и человеческие жертвы. В середине декабря 1961 г. в Венгрии замерзло озеро Балатон, а в Риме даже замерзли фонтаны. Подобное же явление повторилось и в феврале 1965 г. Проснувшись утром 9 февраля, римляне не узнали своего города, все было покрыто снежными сугробами: тротуары, мостовые, крыши домов. Всякая связь с горными деревеньками оказалась прерванной. Некоторые из них в результате снежных обвалов остались без света, воды и продовольствия.

Многие из перечисленных явлений в далеком прошлом, когда не были известны действительные причины их происхождения, не было карт погоды и нельзя было определить, где возникают и куда перемещаются штормовые циклоны, несомненно принимались за проявления сверхъестественных сил. Легко представить себе происхождение легенды о всемирном потопе, когда читаешь, например, следующую заметку, опубликованную в 1965 г. во многих газетах мира. «Все новые и новые сведения поступают из Восточного Пакистана о последствиях необыкновенной силы урагана, обрушившегося на южное побережье страны... Неофициальные подсчеты определяют число погибших более чем в 5 тысяч человек, а пропавших без вести насчитывают 10 тысяч. Трагедия коснулась в той или иной мере 20 млн. человек, оставив бездомными не менее 5 млн. жителей Восточного Пакистана». В двадцатых числах декабря 1965 г. многие газеты мира напечатали фотографии из Англии, на которых лебеди плавали около затопленных автомобилей. Ливневые дожди вызвали сильные наводнения во многих странах Западной Европы, но, пожалуй, больше других пострадала Англия. В Лондоне оказались затопленными районы, непосредственно примыкающие к Темзе.

Наконец, 30 декабря 1965 г. «Известия» сообщили, что «циклон огромной силы, непрерывно меняющий свое направление, обрушился на северную часть Австралии. Уровень некоторых рек поднялся на три-четыре метра. Залиты магистральные дороги. Закрыты аэропорты. Воздушная и автомобильная связь с Дарвином прервана».

Иногда по поводу таких резких изменений даже в газетах пишут как о неблагоприятных «климатических» условиях такого-то сезона или месяца. Хотя понятия погода и климат имеют много общего, утверждение о благоприятных или неблагоприятных «климатических» условиях того или иного месяца, как мы увидим далее, неправильное. Такие резкие кратковременные нарушения обычного хода метеорологических элементов являются изменениями погоды (а не климата), но

непериодическими, в отличие от отмеченных выше суточных и сезонных изменений, имеющих периодический характер.

Непосредственной причиной непериодических изменений погоды является так называемая циклоническая деятельность, под которой понимается непрерывное развитие и перемещение огромных атмосферных вихрей, возникающих за счет взаимодействия и перемещения больших масс теплого и холодного воздуха. Окружающий нас воздушный океан не только участвует в движении Земли относительно своей оси и вокруг Солнца. Воздух находится также и в непрерывном движении относительно самой Земли. Это движение осуществляется в огромных атмосферных вихрях, напоминающих водовороты в быстротекущей реке или вихри, которые часто можно наблюдать на пыльных дорогах в жаркий летний день, но превышающих последние по размерам во много тысяч раз. Каждый из таких вихрей часто захватывает по горизонтали территорию в 2—3 тыс. км и вовлекает в движение и соприкосновение огромные массы теплого и холодного воздуха, устремляющегося в систему тех вихрей, у которых давление в центре понижено.

В центре такого вихря, называемого циклоном, встречаются массы воздуха с различной температурой, влажностью, запыленностью и т. д. В горизонтальном направлении в циклоне воздух в северном полушарии вращается против часовой стрелки, а в южном по часовой стрелке. В вертикальном направлении воздух в циклоне поднимается вверх, вследствие чего он расширяется и охлаждается, а имеющиеся в нем водяные пары сгущаются и образуют облачность и осадки. Поэтому со смещением на данную территорию циклона чаще всего связано ненастье — сильный порывистый ветер, низкая и плотная облачность, сквозь которую не проникают солнечные лучи, дожди или снегопады.

Наряду с циклонами существуют и другие вихри с противоположными особенностями. Их называют антициклонами.

Давление в центре антициклона повышенное, воздух в нем, как правило, спускается вниз и растекается в сторону к циклонам, вращаясь в горизонтальном направлении как бы по часовой стрелке в северном полушарии, и против — в южном. Опускаясь, воздух нагревается и высушивается, так как имеющиеся в нем водяные капельки испаряются, а облачность размывается и исчезает. Поэтому антициклон несет с собою ясную и без осадков погоду.

При ясной погоде в дневные часы происходит значительно больший прогрев солнечными лучами подстилающей поверхности и от нее прилегающих слоев воздуха. В то же время ночью при ясной погоде Земля излучает обратно в мировое пространство больше тепла, чем при наличии облачности, создающей как бы естественное покрывало, удерживающее

излучаемое Землей тепло. Вследствие этого при циклоническом типе погоды различия между дневной и ночной температурой значительно меньшие, чем в антициклональном типе.

Как циклоны, так и антициклоны постоянно возникают, развиваются и исчезают. Они перемещаются на огромные расстояния иногда со скоростью до 2000 км в сутки. Частота появления циклонов или антициклонов и их интенсивность над данной территорией и является непосредственной причиной сохранения или резкой смены тех или иных типов погоды, наблюдаемых нами в повседневной жизни. Иногда определенный тип погоды оказывается более устойчивым. Тогда наступившее похолодание или значительное потепление в этом или ином месяце, затянувшееся ненастье или, наоборот, засуха, погубившая урожай, представляет собою лишь необычное (или как называют метеорологи «аномальное») состояние погоды. Говорить о таких случаях, что изменился климат в том или ином месяце или даже сезоне неправильно. Что же представляет собою понятие климат?

Выше мы уже отмечали, что наиболее характерной чертой погоды является ее изменчивость. Ни у кого не вызывает удивление, когда в течение недели или даже одного дня теплая и сухая погода сменяется ненастьем — люди, особенно жители умеренных широт, уже привыкли к тому, что зима сменяется весной и летом, а в любом сезоне бывает чередование теплых и холодных, сухих и дождливых дней.

В то же время, уже из школьной географии каждый человек может узнать, что в Средней Азии, погода, например, какими бы не были здесь ее «капризы», всегда теплее и суше, чем в Прибалтике. В Западной Европе зимы обычно мягче, чем в Сибири, в тропиках на уровне моря никогда не выпадает снег, а на севере нашей страны не бывает тропических дождей. Не может быть, например, зимой в Ташкенте 50° мороза, хотя в Якутске это обычное явление.

На разных географических широтах, в различных обширных районах, как бы ни была там изменчива погода, существует определенное сочетание наиболее часто встречающихся и повторяющихся из года в год типов погоды. Такое сочетание всего многообразия типов погоды, наблюдающееся в течение многих лет и характерное для обширной территории, и называется климатом данного района, территории и т. д. Таким образом, когда мы говорим о погоде сегодняшнего дня, месяца или даже года, то имеется в виду именно погода, а не климат. Климат — это многолетний режим погоды.

Зима в том или ином районе может оказаться более или менее суровой, лето одного года может быть более дождливым или сухим, чем другого года. И все же неправильно говорить, что климат одного года отличается от климата другого года. Когда говорится, что климат это многолетний режим

погод, то тем самым подчеркивается то, что хорошо выражает простая народная поговорка: «год на год не приходится». Если мы хотим охарактеризовать климат данной местности, то необходимо обратиться к многолетним метеорологическим наблюдениям. Они представляют собой как бы историческую справку о наблюдавшихся типах погоды, о характере изменчивости погоды и возможных пределах этих изменений в данном районе в течение многих лет.

Чем же определяется климат данной местности и от чего он зависит? Когда-то люди думали, что климат зависит только от Солнца. Само слово климат происходит от греческого слова «климас», что означает «наклонение». Еще древние греки подметили, что чем выше Солнце, тем продолжительнее день и тем больше тепла поступает на эти районы. В первом приближении это действительно так. Несмотря на то, что Земля находится на расстоянии около 150 млн. км от Солнца именно солнечная энергия является основным источником тепла, жизни и многих физических и химических процессов, происходящих на Земле. Основная часть солнечной энергии рассеивается в межпланетном пространстве и на нашу планету поступает лишь одна двухмиллиардная ее часть. Из этого, казалось бы, небольшого количества «продуктивным» для нашей планеты оказывается лишь его четверть. Объясняется это тем, что в любой момент солнечными лучами освещена лишь половина нашей планеты, не вся поверхность Земли перпендикулярна лучам Солнца и, наконец, часть поступившего на Землю тепла излучается обратно в мировое пространство. И все же остающаяся «ничтожная» доля обеспечивает жизнедеятельность и другие процессы на Земле.

Можно привести много любопытных сравнений. Например, в среднем на площадь 4 км² земной поверхности в сутки поступает такое количество солнечной энергии, которое равно энергии взрыва одной атомной бомбы, сброшенной на Хиросиму...

Выше уже отмечалось, что поступающая на Землю солнечная энергия распределяется неравномерно. Чем выше поднимается Солнце над данным районом, тем больше тепла поступает от него. Высота же Солнца зависит от географической широты данной местности. Поэтому еще в древности по углу наклона солнечных лучей и продолжительности дня выделяли на земном шаре шесть климатических поясов: по одному жаркому, умеренному и холодному в каждом полушарии. Действительно, в низких широтах Солнце стоит высоко, лучи его падают почти отвесно и поэтому жители тропических районов изнывают от палящих лучей солнца.

Вегетационный период, по крайней мере по температуре, здесь продолжается круглый год. Жителям тропических районов не приходится заботиться об обогреве жилищ и сезонной

смене одежды. Напротив, в горных странах тропического пояса люди ищут укрытия от жары на склонах гор, где немного прохладнее и поэтому здесь располагаются многие города и дачные местности. Над большей частью тропиков в полдень Солнце всегда находится почти над головой и достигает зенита дважды в году. Повышение или понижение температуры во внутренних районах тропиков при изменении наклона Солнца почти не наблюдается. В то же время в высоких широтах Солнце не поднимается высоко над горизонтом. Прежде чем достигнуть поверхности моря или земли, его косые лучи проходят путь в атмосфере во много раз больший, чем отвесные лучи, и тепла на единицу поверхности поступает значительно меньше. Поэтому в северных странах климат холоднее, чем в южных. По этой же причине днем, когда Солнце поднимается выше, становится теплее, чем утром или вечером.

Описанная зональность в характеристиках климата представляет лишь очень грубую схему, нарушаемую многими географическими и физическими факторами. Например, в Мурманске средняя температура воздуха за январь почти на 40° выше, чем в Оймяконе, хотя последний находится даже несколько южнее.

Различие в широтном положении Ниццы и Владивостока составляет всего $2-3^{\circ}$. Средняя же температура воздуха в январе в Ницце 6° тепла, а во Владивостоке 13° мороза.

Аналогичные примеры нарушения зональности можно привести и по осадкам. Жизнь в тропиках, где температура в течение года меняется мало, в значительной мере зависит от обилия осадков. Здесь «сухой» и «дождливый» сезоны имеют такое же значение, как четырехсезонный цикл по температуре в средних широтах.

Широко распространено мнение, что в субтропиках расположены пустыни, с экваториальной стороны которых лежат «саванны» и «влажнотропические леса». Однако и здесь районы с очень обильными осадками чередуются с засушливыми. То же можно сказать и относительно умеренных широт. Например, в одном и том же широтном поясе находятся пустыня Каракумы в Туркменской ССР и обычно нормально увлажняемые районы юга Европы.

Из приведенных примеров видно, что климат данного района определяется не только одним лишь количеством поступающего тепла, а и другими факторами, нарушающими однородность зонального его распределения по земному шару. Среди них важнейшими являются воздушные течения, неоднородность подстилающей поверхности, различия между свойствами океанов и материков, рельеф местности, распределение облачности и т. д. Многие из перечисленных факторов тесно и очень сложно связаны друг с другом, а также с солнечным теплом. В небольшой брошюре нелегко объяснить тон-

кости этих взаимосвязей, к тому же некоторые из них еще недостаточно изучены. Поэтому мы изложим лишь самые основные особенности влияния ряда перечисленных выше факторов на формирование важнейших характеристик климата.

ОКЕАНЫ, КОНТИНЕНТЫ И КЛИМАТ

Наша планета в основном покрыта водой. Горные преграды на пути тепла и холода. Сколько поглощает солнечного тепла вода и снег. Собственные холодильники и печи Земли. Соленое море — естественный источник пресной воды

Одна из причин нарушения чистой зональности климатических поясов заключается в неоднородности поверхности Земли. Если не считать высоких слоев атмосферы, то воздух в основном нагревается снизу от подстилающей поверхности. Основная масса солнечных лучей свободно проникает через воздух и нагревает прежде всего поверхность Земли, а уже от нее нагревается воздух. Если бы вся поверхность нашей планеты состояла из суши, либо из моря, то в каждой широтной зоне нагрев ее и, следовательно, температура воздуха зависели только от количества приходящего солнечного тепла. Но этого нет. Достаточно взглянуть на географический глобус, чтобы убедиться, насколько неоднородна поверхность нашей Земли. Почти три четверти (71%) планеты покрыты огромными водными просторами и лишь одна четверть, в виде континентов, полуостровов и островов выступает из-под воды.

Рельеф поверхности суши чрезвычайно разнообразен, обширные равнины сочетаются с возвышенностями и горами, достигающими нескольких километров высоты. В одних районах, как например в Америке, эти горы простираются на многие тысячи километров с севера на юг. Другие горы, например, горные массивы Азии, вытянуты на тысячи километров в широтном направлении и поэтому оказывают совсем иное влияние на перемещение воздушных потоков. Так, широтный барьер Гималаев и Тибета препятствует перемешиванию очень холодных и очень теплых воздушных масс, возникающих к северу и югу от этого барьера, что создает специфические особенности климатов всей Азии.

Над Америкой, в отличие от этого, горы не мешают непрерывному обмену северного и южного воздуха. Зимой холодные северные и северо-западные ветры из Канады достигают Мексиканского залива. Эти холодные и безоблачные массы

воздуха приносят лишь очень слабые осадки. Летом, наоборот, с юго-запада приходят теплые и насыщенные влагой ветры, которые обрушивают обильные дожди на хлопковые и кукурузные поля.

Рельеф дна Мирового океана не менее испещрен горами, долинами и впадинами (до 11 000 м). Но безбрежная поверхность океана может считаться гладкой, так как разгоняемые ветрами то здесь, то там морские волны по своим вертикальным размерам ничтожно малы, по сравнению с горами на материках.

Однако главное различие влияния океанов и материков на климат обусловлено не рельефом их поверхности, хотя и этот фактор играет немаловажную роль. Различные подстилающие поверхности имеют неодинаковую теплоемкость и по-разному реагируют на солнечное тепло. Земной шар не только поглощает поступающую от Солнца энергию, но и отражает часть ее, а также излучает в мировое пространство. Это поглощение и отражение существенно меняется в зависимости от характера подстилающей поверхности. Поглощательная способность воды больше, чем твердых материковых пород. Моря и океаны поглощают около 90—95% поступающей на их поверхность солнечной энергии. В то же время песок, например, поглощает 70% падающей на него солнечной энергии, а 30% отражает. Зеленая трава поглощает 74% и отражает 26%, а свежеснеженный снег поглощает лишь 15—20% и отражает 80—85%. Кроме того, нагреваясь, Земля сама начинает излучать некоторую часть тепла. Поэтому количество солнечного тепла, которое остается на поверхности Земли (воде, сухой или влажной почве, снеге) после отражения ею солнечной радиации и потери в виде собственного теплого излучения, оказывается весьма различным для разных подстилающих поверхностей. В среднем для поверхности земного шара эта остаточная солнечная радиация (метеорологи называют ее радиационным балансом) составляет около 72 больших калорий на каждый квадратный сантиметр в год. Из приведенных выше некоторых данных об удельной теплоемкости легко себе представить, что для суши, воды, льда, снега, влажной или сухой почвы, а также для разных географических широт или высот над уровнем моря фактическая величина остаточной солнечной радиации будет весьма различной. Так, в зоне экватора для поверхности моря остаточная радиация равна 115 ккал/см² год, а для суши в этой же зоне она составляет в среднем 72 ккал/см² год.

По мере продвижения от экваториальной и тропической зоны к северу и югу величина остаточной солнечной радиации убывает. При этом над океанами и материками по-разному. Для ледниковой поверхности Антарктиды радиационный баланс становится уже отрицательным и составляет в среднем

около 7 ккал/см^2 в год, т. е. в среднем земная поверхность здесь теряет тепла больше, чем получает.

Особенно много тепла теряется в Антарктике и Арктике в течение длительных полярных ночей. Не удивительно поэтому, что зимой здесь морозы в 30° обычное дело, а на полюсе холода в Антарктике температура воздуха понижается иногда даже до -88° .

Известно, что зимой, когда количество солнечного тепла, поступающего в умеренные и высокие широты, вообще резко убывает, на обширных пространствах материков устанавливается снежный покров. Поскольку снег, особенно только выпавший, отражает большую часть ($80-85\%$) солнечного тепла, то эти материковые пространства становятся как бы холодильниками. До изучения Антарктиды считалось, что полюс холода зимой находится в Оймяконе (близ Якутска), хотя лето в этих районах азиатского материка жаркое. Такое значительное различие (большие амплитуды) между температурами летних и зимних месяцев, как и в дневные и ночные часы, является одной из характерных особенностей континентального климата.

Совсем иное влияние на климат в этом отношении оказывает океан. В зависимости от состояния поверхности вода поглощает, как уже отмечалось, от 90 до 95% солнечной энергии. Удельная теплоемкость воды больше, чем у твердых материковых пород. Поэтому океаны, моря, озера нагреваются медленно и остывают также медленно. Для нагрева 1 м^3 воды в океане на 1°C необходимо в 3000 раз больше тепла, чем для нагрева такого же объема воздуха, удельная теплоемкость и плотность которого значительно меньше воды. Следовательно, тепло, которое выделит 1 м^3 воды при остывании на 1°C может обеспечить нагрев 3000 м^3 воздуха на 1° . В результате этого разница между температурой поверхности воды и прилегающего к нему слоя воздуха быстро выравнивается. Разность между температурой океана и температурой воздуха почти никогда не превышает 1°C .

Огромное количество тепла черпает воздушный океан из моря. Занимая $\frac{3}{4}$ площади нашей планеты, океаны играют роль естественных аккумуляторов тепла или своеобразных «печей» для зимних континентов. Накапливая тепло в периоды, когда солнце щедро согревает ту или иную часть океана, последний отдает это накопленное тепло в период холодного и бедного солнцем времени.

В любой широтной зоне различие между температурой самого теплого и самого холодного месяца над океанами и морями в несколько раз меньше, чем над материками. В связи с этим еще одна важная климатическая особенность связана с различным влиянием океанов и материков. Океаны и моря нагреваются и остывают очень медленно. Материки летом

очень быстро и сильно нагреваются, а зимой столь же быстро остывают. Поэтому летом море охлаждает и увлажняет знойный воздух, а зимой, сохраняя долго накопленное тепло, оно постоянно отдает его холодному воздуху. Отсюда широко известное правило о том, что моря и океаны смягчают климат. Именно о таких районах с очень благоприятными климатическими условиями говорят как о райских уголках Земли. Несомненно, что происхождение библейских представлений о «рае небесном» должно было возникнуть под впечатлением таких «райских» мест на Земле.

Морские влияния распространяются не только на прилегающие береговые области, но иногда и отстоящие от них на тысячи километров. Это влияние осуществляется уже с помощью других механизмов, управляющих перераспределением тепла. Описание их приведено в следующих разделах. Однако до этого необходимо указать еще на одну очень важную роль океана не только в формировании климата, но во всей жизни и деятельности человека.

Без воды, как и без солнечного тепла, жизнь была бы невозможна. Достаточно вспомнить, что человеческое тело на 63%, а кровь даже на 92% состоит из воды. Поэтому океаны не только являются огромными резервуарами тепла, влияющими на погоду и климат. Океаны обеспечивают нас запасами воды, без которой нет облаков и осадков, исключена возможность создания многих и многих отраслей пищевой, химической и других видов промышленности, нет жизни.

Благодаря солнечной энергии ежегодно с поверхности земного шара испаряются многие миллиарды тонн воды. Преобразуясь в атмосфере, она затем, уже свободная от солей и многих морских примесей, снова выпадает в виде дождя или снега. И основным источником этой влаги служит Мировой океан.

Море — испарение — дождь — реки — море — таков круговорот воды, обеспечивающий жизнь на земле. Лишь очень незначительная часть воды, участвующей в этом круговороте, образуется в результате испарения воды растениями и с поверхности внутренних водных бассейнов. Из общего количества воды на Земле, составляющего примерно 1419 млн. км³, около 92% (или 1370 млн. км³) находится в морях и океанах. В ледниках находится около 30 млн. км³ воды (около 2%), а в озерах и реках всего 4 млн. км³ (0,3% общих запасов). В атмосфере содержится еще меньше — всего около 12—13 тыс. км³, или менее одной тысячной доли процента общих запасов воды на земном шаре. Выпадая в виде дождей, снега и других осадков, эта вода в атмосфере непрерывно пополняется главным образом за счет испарения с поверхности Мирового океана, поставляющего ежегодно атмосфере около 450 тыс. км³ воды (еще 70 тыс. км³ испаряется с поверхности

суши). Неискушенный человек не задумывается над проблемами водоснабжения. Между тем удовлетворение растущего спроса на опресненную воду, особенно в высокоразвитых странах, уже сейчас превратилось в сложнейшую проблему. Причина этому — рост населения, возрастающая потребность в воде для бытовых нужд и, самое главное, для индустриализации и химизации производства.

В развитых странах каждый человек ежедневно расходует на утоление жажды и удовлетворение своих гигиенических нужд 100 и более литров воды. Современная промышленность поглощает целые моря. Вот некоторые цифры. Необходимое количество воды для производства тонны стали составляет 25 000 л, сахара — 120 000 л, штапельного волокна — 300 000 л, бумаги — 1,1 млн. л, алюминия — 1,2 млн. л, а синтетического каучука — 2,2 млн. л. Чтобы получить всего 1 кг сельскохозяйственных продуктов нужно 400 л воды. И всю эту воду в дистиллированном виде поставляет пока естественным путем океан. Трудно переоценить влияние океана на климатические особенности различных зон земного шара. Если бы не океан, многие из ныне благодатных земель и лесных массивов превратились бы в пустыни.

ТЕПЛЫЕ И ХОЛОДНЫЕ РЕКИ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Однородность океана — лишь кажущееся явление. Почему вода в океане бывает более и менее соленой, более и менее теплой. Теплые и холодные реки океанов. Гольфстрим и климат Европы. Потепление океана может вызвать гибель рыбы и бедствия для человека.

Суша и океан обладают своими специфическими климатическими особенностями. Однако суша сама по себе тоже весьма неоднородна, разные ее участки имеют свои отличия.

Суша может быть знойной пустыней либо лесным массивом, создающим тень и прохладу в самый жаркий день. Суша может быть горами с заснеженными вершинами или степной равниной. Все эти особенности оказывают существенное влияние на региональные черты климата, хотя и сами по себе они являются продуктами определенных климатообразующих факторов.

Подобные явления мы обнаруживаем и в океанах. Лишь на первый взгляд может показаться, что океанские просторы однородны. В действительности и океаны весьма неоднородны. Так, температура поверхности воды в экваториальной

зоне океанов достигает 27—29°, а в высоких широтах океанов располагаются ледяные массивы. Разные части океанов содержат различную по солености и плотности воду. Наконец, в океанах наблюдаются различные течения — поверхностные, глубинные, теплые или холодные, — которые оказывают весьма существенное влияние на климатические характеристики многих районов земного шара. Их можно уподобить своеобразным рекам в океанах. На многие тысячи километров несут они свои воды, отличающиеся по температуре, плотности и солености от окружающих вод океана. Как и в обычных реках, их поток местами становится шире или уже, ускоряется или замедляется, а иногда и разливается на многие самостоятельные ручьи. Одни из них начинаются в экваториальных широтах и простираются далеко в полярные широты обоих полушарий. Обычно они переносят туда теплые и более соленые воды, так как начинают свое движение в районах, где испарение с поверхности океана превышает количество осадков, благодаря чему соленость воды возрастает. Другие, наоборот, из полярных районов, где осадков больше, чем испарение, несут различными путями свои менее соленые и более холодные воды в направлении экваториальных широт.

Одно из самых грандиозных морских течений, известное мореплавателям уже несколько веков и носящее название Гольфстрим (что означает «течение залива»), находится в северной половине Атлантического океана. В широком смысле под Гольфстримом понимается не одно течение, а целая система теплых течений, простирающихся на 10 000 км от Мексиканского залива и до островов Шпицберген и Новая Земля. Эта система течений нанесена на любом географическом глобусе. Она состоит из Флоридского течения (от Флоридского пролива до мыса Хаттерас), собственно Гольфстрима (от мыса Хаттерас до Большой Ньюфаундлендской банки) и Северо-Атлантического течения. При выходе течения из Флоридского пролива мощность его составляет 25 млн. м³ в секунду или более 2000 км³ в сутки. Ширина его примерно 70 км и глубина — 700 м.

От Северо-Атлантического течения ответвляются ветви теплых течений, омывающих с запада Исландию и с юга Гренландию, а основной поток вливается в Норвежское море и следует уже под названием Норвежского течения на север вдоль западного побережья Скандинавии. Последнее у северной оконечности Скандинавского полуострова в свою очередь разветвляется. Основной поток, под названием Шпицбергенского течения, продолжается на север вдоль западных берегов Шпицбергена, постепенно опускаясь и превращаясь в глубинное течение Северного Ледовитого океана. Другая ветвь, именуемая Нордкапским течением, проходит на восток в южную часть Баренцева моря.

Продвигаясь с южных широт в северные, воды Гольфстрима, имеющие у истоков температуру около 28° , постепенно теряют свои первоначальные запасы тепла. Тем не менее они оказывают огромное смягчающее влияние на климат стран Северной и Северо-Западной Европы. Если бы не существовало океана с его теплыми течениями, то в Ленинграде, например, средняя температура января вместо 8 градусов мороза достигла бы 30 градусов мороза и более. Благодаря Гольфстриму жители северных районов Норвегии выращивают плодовые деревья, тогда как южная часть Гренландии, расположенная на той же географической широте, покрыта льдом. Азовское море или северная часть Каспийского моря зимой ежегодно покрываются льдом, а южная часть Баренцева моря, расположенная значительно севернее, не замерзает даже в суровые зимы. Благодаря смягчающему влиянию Нордкапского течения порт Мурманск, расположенный за Полярным кругом, открыт для судоходства круглый год.

Фарерские острова (северо-восток Атлантического океана) находятся примерно на той же широте (около 62° с. ш.), что и Якутск, но климат у них прямо противоположен. В Восточной Сибири преобладает малооблачная погода, зима очень холодная, лето короткое и жаркое, растет лес. В противоположность этому на Фарерских островах погода обычно пасмурная, сырая, часто повторяются бури и туманы, почти отсутствуют деревья.

В Шотландии средняя годовая температура воздуха равна $+8,2^{\circ}\text{C}$, а на побережье Лабрадора, находящегося на той же широте, но омываемом холодным Лабрадорским течением, она равна всего $+3,8^{\circ}\text{C}$.

В Тихом океане также существует ряд морских течений, в том числе теплое течение Куроисио, текущее недалеко от восточных берегов Азии. В настоящей брошюре невозможно описать все течения Мирового океана и их влияние на климат, тем более, что не все они в достаточной мере изучены. В 1965 г. по международному соглашению восемь морских экспедиций, в том числе и советская, занимались специальным изучением по согласованной программе упомянутого тихоокеанского течения Куроисио.

Совсем недавно — в 1952 г. — в экваториальной зоне Тихого океана открыто крупное глубинное противотечение Кромвеля шириной 200 — 300 км. Советские ученые в Северной Атлантике обнаружили мощное глубоководное течение, которому было присвоено имя Ломоносова.

Установлено, что положение и интенсивность любого морского течения не всегда постоянны, а их изменения существенно влияют на климатические особенности и погоду в течение длительного времени и на больших площадях.

Так, исследования Гольфстрима, проведенные в 1950 г.

одновременно семью экспедиционными кораблями, показали, что это течение, как и другие, испытывает некоторые пульсации как в пространстве, так и во времени. От главной ветви потока могут отделяться новые большие рукава, которые способны вызвать существенные изменения погоды. В 1882 г. струи Гольфстрима значительно отклонились от юго-восточных берегов Северной Америки. Последовавшее за этим понижение температуры прибрежных вод привело к массовой гибели обитавшей здесь рыбы и прекращению промысла на много лет.

Известно, что уже несколько лет как дальневосточная сельдь — иваси не попадает в рыбацкие сети. По-видимому, исчезновение ее также вызвано колебанием режима тихоокеанского течения Куроисио, обусловившее некоторое похолодание Японского моря.

Ярким примером стран, климат которых значительно зависит от капризов омывающих их течений, являются Перу и Чили, расположенные на западном побережье Южной Америки. Западное высокогорное побережье этого континента омывается текущим с юга на север глубинным холодным течением Гумбольдта, истоки которого находятся в антарктических водах. Температура его вод в районе Галапагосских островов равна всего 22° , в то время как окружающие воды имеют температуру $27-28^{\circ}$.

Приближаясь к экватору с юга, это течение сворачивает на запад и сливается с южным экваториальным. В этом месте с севера между ним и побережьем вклинивается небольшая ветвь теплого экваториального течения. Эта ветвь, под названием Эль-Ниньо, обычно не проникает к югу от экватора дальше чем на $1-2^{\circ}$ и поэтому не оказывает существенного влияния на климат западного побережья южноамериканского континента. Однако в некоторые годы по неизвестным пока причинам это течение прорывается до $12-13^{\circ}$ ю. ш., оттесняя от побережья воды холодного течения Гумбольдта. Так было, например, в 1925 и 1951 гг.

В такие годы для населения Перу и Чили, а также для прибрежной фауны и флоры наступают настоящие бедствия. Дело в том, что прибрежные воды здесь кишат бесчисленным множеством мелкой рыбешки анакобетас, за которой охотятся как более крупные рыбы, так и птицы, ютящиеся многими тысячами в прибрежных скалах.

Достаточно сказать, что бесчисленные стаи этих птиц поглощают ежегодно несколько миллионов тонн рыбы. Откалывающиеся на скалах мощные пласты гуано являются великолепными естественными удобрениями. Разработка и продажа только одного лишь гуано может обеспечить благосостояние жителей этого района.

Однако в годы, когда теплое течение Эль-Нинью оттесняет от значительного участка побережья воды холодного течения Гумбольдта температура моря здесь повышается на 3—5°. Привыкшая к холодной воде анакобетас погибает и море покрывается зловонным воздухом разлагающихся мертвых рыбешек. Косяки рыб-охотников за анакобетас и птицы покидают эти районы.

Но это еще не все последствия, казалось бы, незначительного повышения температуры воды. Вместо «сухих» и «бесплодных» облаков, выхоложенного над течением Гумбольдта воздуха, на побережье вместе с морскими бризами устремляется уже теплый и более насыщенный влагой воздух.

Из облаков этого воздуха на землю обрушиваются тропические ливни, уничтожающие посевы и уносящие в море не только гуано, но и плодородные почвы. В несколько дней население лишается урожая, доходов от продажи гуано, рыбы, а иногда и жилищ.

КЛИМАТ И ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ

Без ветра высохли бы озера и реки, а на Полюсе было бы еще холоднее. Почему радиаторы устанавливаются под окнами. Если бы Земля не вращалась... Почему правые берега рек круче левых. Работа ветра. Циклоны и антициклоны — их ветры и погода. Различная погода и различные климаты. Главнейшие черты циркуляции атмосферы и климата. Стремительные воздушные реки. «Дыхание» материков.

Мы уже знаем, что в экваториальных областях имеется постоянный избыток входящего излучения, а в полярных преобладает его расход.

Умеренные области летом получают больше тепла, чем теряют, а зимой, наоборот, — отдают больше, чем поглощают. На эти зональные и сезонные различия влияют океаны и материки.

Как отмечалось выше, океаны медленно нагреваются и медленно отдают накопленное ими тепло, а материки быстро и значительно нагреваются летом и столь же быстро и интенсивно охлаждаются зимой. Кроме того, в низких широтах под влиянием избыточного тепла с океана испаряются и превра-

щаются в пресную многие миллиарды тонн воды, без которой жизнь на Земле была бы невозможной.

Перечисленные выше факторы играют большую роль в формировании климата. Однако легко понять, что влияние всех этих факторов оставалось бы локальным, т. е. не выходило бы за пределы тех районов, где они создаются, если бы не существовало дополнительного механизма перераспределения воздуха по земному шару. Если бы воздух был неподвижен, то с помощью лишь одного теплообмена или влагообмена между подстилающей поверхностью и воздухом последний, в силу малой удельной тепла и влагоемкости, очень быстро нагревался бы до температуры подстилающей поверхности и впитывал в себя, соответственно этой температуре, количество влаги. Известно, что максимальное количество водяного пара, которое может содержаться в определенном объеме воздуха, зависит от температуры воздуха. Например, 1 м³ воздуха при 14° может содержать не более 12 г водяного пара, а при 30° — уже 30 г.

Ясно, что свойства воздуха окажутся различными в зависимости от того, находился ли он над льдами Арктики, над теплым Атлантическим океаном или же над знойными пустынями Африки.

В условиях неподвижности воздуха мы никогда на материке не ощущали бы освежающего влияния моря, испарившаяся и опреснившаяся океаническая вода никогда не увлажняла бы наши поля, а реки вообще отсутствовали. Более того, в тропических широтах было бы еще более жарко, а в полярных — намного холоднее. В действительности мы этого не наблюдаем лишь благодаря ветрам — устойчивым и переменным воздушным потокам. Это ветры в основном вызывают многие океанические течения. Они ослабляют жару тропиков и мороз у полюсов, смягчают холодную континентальную зиму теплом от океанов, переносят миллиарды тонн живительной влаги с океанов на материки и орошают ею поля, обводняют реки. Ветер или в более общем виде циркуляция атмосферы — один из важнейших климатообразующих факторов. Без циркуляции атмосферы описанный выше круговорот воды «море—испарение—дождь—реки—море» не мог бы осуществляться, так как испарившаяся с моря вода никуда бы не уносились. Поэтому полная схема круговорота воды обязательно должна включать циркуляцию атмосферы и правильная формула этого круговорота тогда будет выглядеть уже так: «море — испарение — циркуляция атмосферы — осадки — реки — море».

Почему же и как возникают ветры, которые в одних районах бывают северными, в других южными, западными, восточными, где устойчивыми, а где резко переменными. В древности люди полагали, что многие нужные им явления приро-

ды можно вызвать путем иммитации этих явлений. Так, индейские колдуны, пытаясь вызвать дождь, лили воду с крыш своих хижин. Папуасы для того, чтобы вызвать ветер, необходимый для передвижения по морю, производили шум и свист, полагая, что таким путем добьются желаемого результата. Другие народы верили в существование богов, могущих по своей воле вызывать ветры. Например, жители Эллады считали, что бог Посейдон может по своему желанию вызывать и укрощать бурю, что злой Борей повелевает беспощадными северными ветрами, а ласковый Зефир — теплыми западными. Наиболее могущественный из славянских богов Перун считался также властителем бурь. Теперь мало кто поверит, что ветрами управляют боги, тем более в то, что ветер можно вызвать путем его иммитации. Самое примитивное представление о том, почему возникают ветры, можно получить, если вспомнить, как отапливаются наши дома, например, с помощью радиаторов. Радиаторы не зря устанавливаются под оконными переплетами: охлаждающийся от окон воздух, как более плотный и тяжелый, оседает вдоль радиаторов и нагревается, а вытесняемый им теплый и более легкий распространяется по комнате и поднимается вверх. Так возникает элементарная циркуляция теплого и холодного воздуха.

Ввиду разного нагрева солнцем экваториальных и полярных широт подобная циркуляция могла бы возникнуть и на Земле, если бы она была вся однородной да к тому же еще и не вращалась вокруг своей оси. В северном полушарии холодный воздух сползал бы к югу и у поверхности Земли постоянно дули северные ветры, а вытесняемый им теплый воздух из экваториальных широт поднимался бы вверх и смещался в высокие широты, т. е. ветер оказался бы южным.

В действительности же Земля вращается. В результате этого вращения возникает отклоняющаяся сила (сила Кориолиса), которая действует на воздушные потоки и отклоняет их в северном полушарии вправо от направления движения. Происходит это по следующей причине. Каждый человек, находящийся на экваторе, вместе с вращающейся Землей мчится в пространстве со скоростью 464 м/сек . По направлению к полюсам длина окружности земного шара (параллелей) уменьшается, и жители, например, Мурманска мчатся в пространстве уже с меньшей скоростью и за полный оборот Земли проделывают меньший путь. Еще ближе к полюсам этот путь за те же сутки будет еще меньшим. Нечто подобное происходит и с воздушной оболочкой нашей Земли, также участвующей в этом вращении.

Теперь представим себе, что частица воздуха из районов экватора, где скорость вращения ее вместе с Землей была велика, начинает перемещаться по меридиану в направлении к северному полюсу. Чем севернее, как мы уже знаем, тем

меньше относительная скорость движения воздуха с запада на восток. Поэтому поступающая сюда частица с экваториальной (большей) скоростью вращения будет обгонять вращающийся здесь медленно воздух и отклоняться по отношению к меридиану вправо. То же самое произойдет со снарядом или ракетой, запущенным от экватора строго по меридиану по направлению к полюсу, — они приземлятся правее, т. е. восточнее этого меридиана.

Если же частица воздуха или ракета движется от полюса к югу, то они попадают каждый раз в районы с возрастающей линейной скоростью и поэтому будут отставать от меридиана, т. е. тоже отвернут вправо от первоначального движения, но на сей раз к западу, так как движение направлено с севера на юг. Именно поэтому в северном полушарии не только правые берега рек всегда подмыты, но и правые колеи железных дорог изнашиваются сильнее, чем левые. Благодаря тем же причинам в средних широтах земли чаще всего дуют уже не южные ветры, а западные. В этих же широтах происходит встреча теплых южных и холодных северных масс воздуха.

Ветер выполняет геркулесовую задачу, — он перемещает огромные массы воздуха по земному шару. Ведь вся воздушная оболочка земли весит много миллионов миллиардов тонн и она находится в непрерывном движении. Чтобы заставить такие тяжести двигаться, да еще иногда и с очень большими скоростями, необходима огромная энергия. Эту энергию поставляет Солнце. Выше уже отмечалось, что каждая воздушная масса несет с собой свою погоду, свойственную тем районам, где эта масса длительное время находилась. Поэтому смена воздушных потоков вызывает изменения погоды. Зона встречи или соприкосновения теплых и холодных, сухих и влажных масс воздуха называется атмосферным фронтом. В этой зоне часто грозятся облака, идут дожди, дуют порывистые ветры, возникают грозы и т. д. Проходит фронт и погода меняется.

Как мы уже знаем, все эти воздушные течения свойственны крупным атмосферным вихрям — циклонам и антициклонам.

Одна из причин отмечавшегося выше большого и разностороннего влияния океанических течений на погоду и климат как раз и заключается в том, что благодаря течениям, особенно теплым, в океанах на сравнительно узких участках создаются значительные разности температур. Неодинаковое нагревание воздуха над этими участками океанов создает значительные запасы потенциальной энергии, освобождение которой и приводит к формированию больших атмосферных вихрей. Именно вдоль Гольфстрима и его продолжения — Северо-Атлантического течения, особенно зимой, проходят пути многочисленных циклонов.

В каждом циклоне или антициклоне на противоположных сторонах ветры дуют в противоположном направлении. Например, на востоке от центра антициклона дует северный ветер, а на западе — южный. Благодаря этому циклоны и антициклоны перераспределяют вместе с воздушными массами тепло с юга на север и холод — в обратном направлении. Таким образом, неравенство поступления солнечного тепла (или неравенство теплового баланса) в низких и высоких широтах стремится увеличить разницу температур, а вихревая деятельность — наоборот, сгладить ее.

Каждый циклон или антициклон в среднем существует 3—5 дней, перемещаясь иногда за это время на многие тысячи километров и вызывая внезапные резкие изменения погоды. Характерная особенность большей части районов умеренных широт — частое чередование циклонов и антициклонов. Последнее обуславливает уже климатическую характеристику этих районов — частая смена направлений ветра, чередование ясной и пасмурной погоды, частые колебания температуры, вследствие кратковременных потеплений и похолоданий и т. д.

В отдельные годы создаются такие условия, что в одни и те же районы, вместо чередования, чаще обычного поступают, например, антициклоны. Здесь они застаиваются, летом в условиях ясной солнечной погоды воздух в них быстро прогревается, происходит его высушивание. Так начинает создаваться недостаток увлажнения почвы, который со временем перерастает в засуху.

Мы видим, что происхождение засухи объясняется с научных позиций без помощи каких-либо сверхъестественных сил, «божьей кары» и т. п. Отсюда ясно также, что ликвидация засухи происходит после изменения циркуляции атмосферы и этого нельзя сделать ни с помощью богослужений в храмах, ни путем организации крестных ходов по полям, как это делалось когда-то в России.

Как уже отмечалось, нельзя говорить, что климат данного сезона был засушливым, ибо в следующем году лето уже может оказаться обычным в данном же районе или даже очень влажным. Это просто необычные (аномальные) сезоны. Климат же, как мы уже говорили, это характерная для данного района в течение многих десятилетий комбинация определенных типов погоды. Так, в отличие от предыдущего, есть районы, в которых антициклоны господствуют большую часть года, причем это повторяется из года в год. О таких районах правильно говорить, что они отличаются сухостью климата.

Обычно различные климатические районы и зоны устанавливаются путем обработки материалов метеорологических наблюдений за несколько десятилетий. При этом выявляются средние наиболее устойчивые характеристики различных эле-

ментов погоды, а также их вариации в виде повторяемости, продолжительности и т. д.

Для выявления, например, наиболее характерных черт циркуляции издавна принято строить карты средних за много лет значений давления на разных высотах. Эти карты обнаруживают следующее.

В нижних слоях атмосферы пониженное давление расположено вдоль экватора. К северу и югу от экватора появляются пояса высокого давления (субтропические антициклоны), которые распространяются до 30—40° северной или южной широты. От этих зон высокого давления воздушные течения устремляются к экватору в виде пассатов, — т. е. северо-восточных ветров в северном полушарии и юго-восточных — в южном.

Устойчивость пассатов очень большая (достигает 80%). Никакой другой режим ветра на Земле не имеет такого постоянства. Ветры умеренные, в среднем их сила 6—8 м/сек, но порой здесь зарождаются тайфуны и ураганы. Люди приспособляются к климатической однородности ветрового потока разнообразными способами. Издавна мореплаватели использовали эти ветры для очень далеких переходов под парусами. На многих островах портовые города расположены на подветренной стороне, обеспечивающей лучшую защиту судам от ветра и океана.

Субтропическая зона высокого давления и определяемые ею ветры оказывают исключительное влияние на климат огромных районов как внутри этой зоны, так и вне ее. Достаточно сказать, что устойчивые пассатные ветры являются причиной очень мощных экваториальных океанических течений. Последние в свою очередь являются источниками многих теплых течений в других частях океанов (например, Гольфстрим, Куроисио и т. д.), влияние на климат которых уже рассмотрено ранее.

Мы уже знаем, что в антициклонах преобладает ясная, сухая погода с нисходящими токами воздуха, нагревающими его и удаляющими от состояния насыщения. Поэтому именно в субтропиках расположены многие пустыни — Сахара, Гоби, пустыни Ближнего Востока и Средней Азии, засушливые районы юго-запада Северной Америки. Такую же полосу пустынь можно выделить на континентах южного полушария — в Австралии, Южной Африке, Южной Америке.

В этой же зоне были отмечены наиболее высокие температуры на Земном шаре. Например, Долина Смерти (36° с. ш., Калифорния), с температурой 56,6°, Уаргла (32° с. ш., Сахара), с температурой 53°, Джакобабад (28° с. ш. Нижний Инд), с температурой 53,2°.

Пассаты встречаются приблизительно вдоль линии экватора. В зоне их встречи ветры обычно слабые и непостоянные

по направлению, — что послужило основанием для названия этой зоны также экваториальной зоной затишья. В английском парусном флоте еще в середине XIX столетия эту зону называли словом «doldrums», обозначающим плохое настроение, хандру, подавленность. Действительно, попадавшие сюда парусные корабли иногда целыми неделями оставались без движения, что, конечно, приводило моряков в уныние.

Экваториальная зона характеризуется значительной облачностью, грозовой деятельностью и большим количеством осадков. В разное время экваториальная депрессия испытывает различные сезонные смещения в северное и южное полушарие, поэтому отдельные районы экваториальной зоны отличаются также и засушливостью.

В упомянутой выше полосе высокого давления, в субтропических зонах каждого полушария также господствует маловетренная погода.

Широтная зона между 30 и 60° в обоих полушариях характеризуется активной циклонической деятельностью, повышенным увлажнением и преобладанием западных ветров, часто значительной силы. Последнее особенно заметно в сороковых широтах южного полушария. Там сильные западные ветры сплошным кольцом окружают все полушарие. За необыкновенно сильные и почти постоянные штормы в этих широтах моряки давно уже прозвали их «ревущими сороковыми».

И в средних широтах в общем на зональные характеристики циркуляции и климата накладываются сезонные вариации, связанные с географическими условиями, в частности с большим массивом азиатского материка. Зимой в умеренных широтах температура воздуха над океаном выше, чем на суше, которая особенно в Азии очень сильно охлаждается. Поэтому зимой над азиатским материком создаются условия постоянного возникновения или восстановления так называемого азиатского антициклона, с его системой ветров по часовой стрелке, в то время как над океанами непрерывно формируются обширные Исландская (на севере Атлантики) и Алеутская (на севере Тихого океана) депрессии.

Летом, наоборот, большие материка сильно прогреваются и на месте антициклонов формируются континентальные депрессии с их циклоническими ветрами, в то время как над океанами субтропические антициклоны смещаются в более северные районы.

Благодаря сезонной смене континентальных циклонов и антициклонов, над Дальним Востоком, Южной Азией и северной частью Индийского океана происходит сезонная смена направления ветра почти на обратные. Эти системы ветров называются муссонами. Получается так, что Азия зимой как бы выдыхает, а летом вдыхает воздух. Взаимодействие термических и географических причин муссона с планетарными зо-

нами циркуляции создает над обширными районами Востока СССР, Японией, Китаем, Индией, Бирмой и другими прилегающими территориями весьма своеобразные для каждого из них климатические особенности. Описание их заняло бы здесь очень много места. Поэтому мы ограничимся лишь одним примером. Ранее отмечалось огромное смягчающее влияние океанов и течений на климат близлежащих районов. Англия и Приморский край СССР формально находятся в этом отношении почти в одинаковых условиях, причем Англия занимает даже более северные широты. Оба района омываются морями. В то же время зимой климат Англии мягкий, а во Владивостоке суровый — средняя температура января здесь равна 13° мороза. Это огромное различие объясняется тем, что над Англией зимой господствуют циклонические юго-западные ветры с теплого океана, а над Приморским краем — антициклонические ветры с выхолаженного азиатского материка, и поэтому влияние океана здесь не сказывается.

КЛИМАТ И АТОМНЫЕ ВЗРЫВЫ

Энергия урагана или грозы. Метеорологические последствия взрывов. Аномалии погоды 50-х годов не исключение.

В начале брошюры мы отмечали, что в 50-е и последующие годы текущего столетия в разных районах земного шара отмечались необычные (аномальные) условия погоды в виде сильных ливней, очень теплых зим и т. д. В эти же годы были проведены серии атомных испытаний в атмосфере и под водой, особенно многочисленные в США. Вот почему нередко возникали вопросы о связи указанных атмосферных явлений с испытательными взрывами термоядерного оружия, о влиянии последних на изменение климата. Решение таких вопросов в значительной мере усложняется тем, что трудно отделить те особые явления погоды, которые связаны со взрывом термоядерного оружия, от обычных непериодических изменений погоды, обусловленных циклонической деятельностью.

Все же расчеты различных исследователей показывают, что непосредственное термодинамическое действие взрывов атомных и водородных бомб на циркуляцию и наиболее существенные характеристики атмосферы невелико. Подсчитано, что номинальная атомная бомба такого же типа, как сброшенная на Хиросиму, освобождает энергию, которая составляет менее одной миллионной доли солнечной энергии, получаемой Землей в минуту.

Для сравнительной оценки запасов энергии ряда атмосферных процессов и энергии взрывов атомных и водородных бомб можно привести несколько примеров. Американские исследователи подсчитали, что энергия, выделившаяся за 24 часа в результате конденсации осадков в одном из тропических циклонов, прошедшем над Флоридой, в 250 тысяч раз превосходит энергию бомбы, сброшенной на Хиросиму. Энергия одного тропического циклона соответствует энергии взрыва около 300 больших водородных бомб, каждая из которых в тысячу раз превосходит мощность номинальной атомной бомбы. Во время грозового дождя высвобождается энергия, эквивалентная взрыву трех атомных бомб в секунду.

Советский ученый академик Е. К. Федоров приводит расчеты, которые показывают, что от энергии взрыва атомной бомбы, эквивалентной 20 тыс. т тротила, воздух может нагреться на 2—3°C всего лишь в радиусе 10—15 км, а от энергии взрыва большой водородной бомбы, эквивалентной 20 млн. тонн тротила — в радиусе 50—100 км. Им же отмечается, что при искусственном расщеплении облачной системы на площади поперечником 70 км высвобождается тепла примерно в 200 раз больше, чем при взрыве одной номинальной атомной бомбы. При этом каких-либо существенных изменений в погоде не происходит. Даже если сравнить величину освобождаемой энергии при взрывах атомных бомб с некоторыми атмосферными процессами, между ними оставалась бы колоссальная качественная разница.

Дело в том, что энергия атмосферных процессов реализуется в течение больших промежутков времени, а энергия от взрыва бомбы — в течение минут. Все это позволяет заключить, что ядерная энергия, освобождающаяся при взрывах бомб, огромна с технической точки зрения, но ничтожна с точки зрения непосредственного влияния на основные климатообразующие атмосферные процессы. Этот вывод подтверждается также анализом метеорологических наблюдений последнего времени. Известно, что в 1958 году США предприняли самую крупную серию испытательных взрывов атомных и водородных бомб в Тихом океане. Только за период с 28 апреля по 26 июля ими было произведено более 30 ядерных взрывов.

Проведенный анализ распределения температуры и осадков на огромной территории Европы и Азии за эти месяцы показал, что характеристики аномальности указанных элементов не только не вышли за пределы наблюдаемых ранее, но даже далеко отстояли от более крупных аномалий за период с 1891 по 1957 г.

Аналогичный результат получил академик Е. К. Федоров при сравнении с многолетними значениями среднемесячной температуры воздуха, облачности, количества осадков и ско-

рости ветра на ряде станций СССР за март, апрель и май 1954 г., следовавшие после взрыва водородной бомбы на Бикини 1 марта 1954 г.

1952 год — год испытаний атомных бомб в Неваде — был самым сухим в США за последние 20 лет, однако 1910, 1921 и 1930 гг., когда не было атомных бомб, были более сухими, чем 1952 г.

Сказанное не означает, что взрывы термоядерных бомб не оказывают влияния ни на какие атмосферные явления. При этих взрывах в верхние слои атмосферы заносится огромное количество радиоактивной пыли, грунта и пепла. Эта пыль заражает радиоактивностью атмосферу и поверхность земли, что может пагубно отразиться на человеческом организме. С метеорологической точки зрения эта пыль увеличивает ионизацию атмосферы и число ядер конденсации, что может в отдельных районах приводить к некоторому увеличению осадков. Она оказывает влияние также на оптические свойства атмосферы, уменьшая в какой то мере ее прозрачность, как это бывает при вулканических извержениях.

За последние десятилетия отмечались такие изменения погоды и климата, которые выходят далеко за пределы возможных влияний термоядерных взрывов.

За последние 30—40 лет уменьшилось количество льдов в арктических морях. В 1935 г. «Садко» прошел по чистой воде от Новой Земли до Северной Земли и затем к северу до $82^{\circ}41'$ с. ш., а в 1938 г. «Ермак» проник даже до $83^{\circ}5'$, в то время как в 1901 г. этот же ледокол не мог добраться даже до северной оконечности Новой Земли. Советский ученый профессор Е. С. Рубинштейн показала, что в 20-х и 30-х годах текущего столетия в умеренных и особенно высоких широтах Северного полушария в среднем заметно смягчились зимы, при почти неизменном режиме летних месяцев. Благодаря этому климат стал как бы менее континентальным.

В период с 1930 по 1945 г. приток воды в Каспий, формирующийся в основном за счет стока р. Волги, понизился на 18% против нормы. Вследствие этого уровень Каспийского моря в настоящее время достиг наинизшего значения за последнее столетие. Одновременно повышался уровень Аральского моря. Эти и многие другие атмосферные явления, наблюдаемые за последние годы, тесно связаны между собой. Они обусловлены усиленным обменом воздушных масс между высокими и низкими широтами, усилением циклонической циркуляции и дождливой погоды в одних районах и антициклональной циркуляции и сухой погоды в других. По мнению многих советских и зарубежных ученых, такие изменения циркуляции атмосферы и погоды в некоторой мере связаны с периодическими увеличениями числа солнечных пятен. В течение примерно каждого 11-летнего периода солнечная активность

изменяется от минимума до максимума и снова до минимума. Кроме этого 11-летнего цикла наблюдаются и более длительные циклы, примерно в 90 лет и т. д. На восходящей ветви такого цикла, т. е. в периоды векового усиления, солнечная активность, проявляющаяся в усиленном излучении ультрафиолетовой и корпускулярной радиации, увеличивается особенно сильно.

В 50-е годы как раз отмечалось совмещение максимумов 11-летнего, векового и еще более длительных циклов солнечной активности. Увеличивающийся при этом воздухообмен между высокими и низкими широтами мог привести к созданию крупных аномалий погоды, которые наблюдались в последние годы.

1964 и 1965 годы — это годы минимума 11-летнего цикла солнечной активности. Именно поэтому они избраны учеными всего мира для исследования многих процессов на Солнце, в атмосфере и гидросфере Земли по согласованной международной программе под названием МГСС — Международный год спокойного Солнца.

НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ КЛИМАТА НАШЕЙ СТРАНЫ

*Климат северной, центральной и южной
зоны европейской части СССР, Средней
Азии и Сибири.*

На многие тысячи километров с юга на север и с запада на восток простирается наша страна. Поэтому территория ее попадает в несколько климатических зон. Большая часть территории СССР располагается в климатической зоне умеренных широт, а Крайний Юг и Крайний Север ее попадают в субтропическую и арктическую зону. В зависимости от широты рельефа, циркуляции и других факторов, описанных выше, в каждой из этих зон выделяются различные климатические подзоны, детальное описание которых в данной брошюре практически невозможно. Поэтому мы отметим лишь основные характеристики важнейших климатических районов нашей страны.

Равнинная часть европейской территории СССР простирается примерно на 2,5 тыс. км с севера на юг и с запада на восток. Природный ландшафт ее меняется от тундрового на севере до полупустынного на юго-востоке. Если не считать небольшого препятствия в виде Уральского хребта, то отсутствие крупных неровностей рельефа на этой территории, как и по соседству, благоприятствует свободному доступу возду-

ха с любого направления. Из-за этого здесь велика изменчивость погоды ото дня ко дню и от года к году.

Существенное влияние на климат равнинной части европейской территории СССР оказывает относительно близкое положение ее к Атлантике, а также наличие морей, омывающих ее с севера, северо-запада и юга. Так, преобладающее значение в формировании климатических особенностей северной части этой территории (Кольский полуостров, Архангельская область, большинство районов Коми АССР) принадлежит атлантическим и арктическим воздушным течениям. Характерным здесь является длинная (от пяти месяцев на западе до семи месяцев на северо-востоке) и в то же время сравнительно не очень суровая зима. Даже за полярным кругом в пределах этой области средняя температура января не опускается ниже 20° мороза, хотя в таких широтах на континентах она обычно значительно ниже. Наиболее теплой зима здесь бывает на северо-западе района (на побережье Баренцева моря), где преобладают ветры с Атлантики и теплое Северо-Атлантическое течение. Средняя температура января на границе с Финляндией равна всего около 10° мороза, а к востоку по мере увеличения континентальности она постепенно понижается, достигая в районе Предуралья 20° мороза. По мере продвижения к востоку влияние континентальности зимой проявляется в этих районах не только в понижении температуры, но и в уменьшении облачности и ослаблении ветра. Снежный покров здесь высотой от 50 до 80 см залегает от 160 до 220 дней.

В июле, т. е. в самом теплом летнем месяце, температура на севере европейской территории СССР изменяется от 10° тепла на побережье Баренцева моря до 17° на юге области. Благодаря активной циклонической деятельности над севером и северо-западом европейской территории СССР, как в теплую, так и в холодную часть года количество выпадающих здесь осадков весьма велико, от 350 до 600 мм в год. Вследствие недостатка тепла и больших запасов влаги северные районы этой территории заняты тундрой и лесотундрой, а более южные — хвойными лесами. По тем же причинам большие площади здесь весьма заболочены. Поздние весенние и ранние осенние заморозки, появляющиеся иногда на северо-востоке даже летом, являются значительной помехой для развития в северных районах сельского хозяйства.

В средней полосе европейской территории СССР, северная граница которой проходит от Ленинграда на верховья Печоры, а южная — от северной окраины Молдавии на Магнитогорск, продолжительность зимы уменьшается от 5,5—6 месяцев в районах Урала до 2—3 месяцев на юго-западе, где к тому же она обычно очень мягкая. Наиболее теплыми зимой (средняя температура января $4-6^{\circ}$ мороза) и пасмурными

являются западные районы. В любом зимнем месяце здесь встречаются оттепели, снежный покров значительно меньший, чем на севере — в западных районах он обычно не превышает 20—30 см, а на крайнем юго-западе даже 10—20 см или в отдельных случаях очень теплых зим совсем не образуется. Однако в очень суровые зимы, например, в январе 1950 г. морозы достигли 30—35°.

По мере смещения к востоку зимы становятся продолжительнее и суровее — в Предуралье средняя температура января понижается уже до минус 14, минус 16°, а в отдельные дни особо суровых зим температура воздуха понижается до —45°.

Весна, лето и осень в средней полосе значительно теплее, чем на севере, причем по мере углубления в континент с запада на восток средняя температура воздуха в летних месяцах возрастает. Так, средняя температура воздуха в июле в Минске равна 17,5°, а в Уфе она повышается до 19,4°. В среднем за год здесь выпадает от 400 до 650 мм осадков, однако происходит резкое их убывание с северо-запада на юго-восток.

Особенность климата средней полосы — благоприятное соотношение между осадками и испарением. При данном количестве осадков и тепла не создается ни недостатка влаги, ни избыточного увлажнения. Это благоприятствует произрастанию хвойных лесов с примесью лиственных пород, а южная зона средней полосы характеризуется в основном лиственными лесами и лесостепью. Здесь успешно разводятся без искусственного орошения основные сельскохозяйственные культуры. Лишь в районе Полесья и северо-запада имеются значительные заболоченные площади. Грандиозные планы преобразования природы в нашей стране включают также работы по осушению больших заболоченных площадей в БССР, УССР, Прибалтийских республиках и в других районах.

Как отмечалось выше, в отдельные годы происходит нарушение нормального чередования циклонов и антициклонов над той или иной территорией. В таких случаях летние месяцы того или иного года могут оказаться с избыточным или, наоборот, совершенно недостаточным увлажнением. Последнее чаще всего наблюдается на юге и юго-востоке умеренной зоны, где в таких случаях наступает засуха. Северная граница засух, как и суховея, также представляющих опасность для урожая, проходит по линии Казань—Рязань—Чернигов—Винница. Правильные агротехнические мероприятия в значительной мере позволяют ослабить вредный эффект этих явлений.

Еще более резкой континентальностью климата, также возрастающей с запада на восток, характеризуется южная степная часть европейской территории СССР, распространяющая-

ся на юге до Черного моря и Кубани, а на востоке — почти до низовьев Волги. Воздействие Атлантики на эти районы значительно уменьшается и основными факторами климата здесь становятся радиационные, — т. е. географические особенности прогрева или охлаждения поступившего воздуха. Южные районы характеризуются очень короткой (не более 2—3 месяцев) и мягкой зимой, с непродолжительным (от 40 до 80 дней) и малым (в среднем до 10 см) снежным покровом. Здесь часто появляются оттепели, гололеды, ледяные корки. Лето жаркое (средняя температура воздуха в июле 22—25°) и засушливое, особенно в восточных районах.

В Нижнем Приднепровье выпадает 350—400 мм осадков (в отдельные годы не более 200 мм), а в Нижнем Поволжье даже в среднем всего 200—300 мм. Больше всего подвержен засухам и суховеям район Нижнего Поволжья, где бездождевые периоды нередко продолжаются до полутора месяцев. Значительно более благоприятными являются климатические условия Прикубанской низменности и восточное Приазовье, где годовое количество осадков повышается до 450—600 мм, возрастая в направлении предгорий Северного Кавказа. Повторяемость засух и суховеев в южной степной полосе, в том числе и в степных районах Крымского полуострова, настолько велика, что для борьбы с ними необходимы не только агротехнические мероприятия, но и существенные работы по обводнению и орошению.

Резкой континентальностью с большими колебаниями температуры от зимы к лету и ото дня к ночи, а также засушливостью отличается климат Средней Азии, значительно удаленной от океанов. При искусственном орошении климат среднеазиатских пустынь оказывается очень благоприятным для теплолюбивой растительности. Поэтому в последние годы в республиках Средней Азии проводятся огромные работы по обводнению и орошению больших площадей. Источником влаги для этого являются атмосферные осадки, выпадающие в горах и аккумулирующиеся в горных ледниках.

Своеобразную климатическую область образуют Северный Казахстан и большая часть Западно Сибирской низменности. Зима здесь холодная и продолжительная, а лето сравнительно короткое, но теплое. Осадков выпадает за год меньше, чем на европейской территории СССР — на севере 400—500 мм, а в южных районах всего около 250 мм.

Как видим, природа не везде разумно распределяет свои дары. Если в одних районах имеется благоприятное сочетание влаги и температуры для сельскохозяйственного производства, то существуют и такие обширные районы, в которых выпадает более чем достаточно осадков для такого производства, но не хватает тепла для их вегетации; либо в условиях избыточного тепла недостает влаги и они страдают от засух

и суховеев. Вот почему так актуальна задача активного преобразования природы, прежде всего в направлении исправления отмеченных «несправедливостей». Успешное решение таких грандиозных задач возможно лишь на основе глубоких научных знаний закономерностей формирования тех или иных климатических особенностей.

ИЗМЕНЕНИЯ И КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА

Откуда мы узнаем о климате прошлого. Ледники и уровень Мирового океана. Тропическая растительность за Полярным кругом. Янтарь и климат. Четвертичная ледниковая эпоха. Кто виновник, — земная ось, вулканическая пыль или космическая туманность? Легендарная Атлантида и изменения климата. Причиной оледенения могло быть ...потепление Ледовитого океана Почему море наступает на сушу.

Говоря об истории климата, о его изменениях в прошлом, необходимо иметь в виду, что в зависимости от масштабов времени и интенсивности наблюдавшихся явлений ученые различают два понятия: изменения климата и колебания климата.

Наиболее важные сведения о климате прошлого дают ископаемые остатки или отпечатки живых организмов, животных и растений в осадочных породах. Например, одно только присутствие растительности означает отсутствие в соответствующую эпоху ледников. Деревья, сбрасывающие и обновляющие свою листву, указывают на умеренный климат и достаточную влажность, а обилие останков пресмыкающихся — на теплое лето и мягкую зиму. Неорганические осадки показывают, какие факторы — ветер, вода или лед — являлись основной причиной эрозии почв, а следы от ледников и их таяния — морены, царапины на породах русла от перемещавшихся вместе с ледником обломков пород — на направление ледяного потока.

Важную информацию о климатах далекого прошлого можно получить из данных об изменениях уровня моря, так как образование ледяных шапок на суше уменьшает количество воды в океанах и понижает уровень моря, а таяние льда вызывает повышение этого уровня.

Например, если бы весь лед Гренландии и Антарктиды растаял, то образовалось бы около 20 млн. км³ воды. Такое количество воды могло бы прибавить всем океанам дополнительный слой толщиной 55—60 м. Правда, уровень воды в

океане поднялся бы лишь на $\frac{2}{3}$ толщины этого добавочного слоя, т. е. на 36—40 м.

Объясняется это тем, что земные слои глубже примерно 16 км под океанами и 35—50 км под материками состоят до глубин порядка 3000 км из пород, кажущихся лишь совершенно твердыми. При постоянном давлении, действующем тысячелетиями, эти породы оказываются текучими как очень вязкая смола. Тонкая твердая кора Земли как бы плавает на магме, плотность которой непосредственно под корой в 3 раза больше плотности воды. При дополнительной нагрузке от указанного слоя воды дно океана, подобно кораблю с грузом, погрузилось бы в магму на $\frac{1}{3}$ высоты этого слоя, так как вес груза (в данном случае он в 3 раза легче вытесняемой жидкости) всегда соответствует весу вытесняемой им среды. По тем же причинам исчезновение льда с материка приведет к поднятию последнего на $\frac{1}{3}$ толщины бывшего ледяного покрова.

В последнее время эффективным средством изучения истории Земли и климатов прошлого стал анализ радиоактивных изотопов различных элементов в колонках осадочных пород. Эти научные данные позволили достоверно установить, что за многие миллионы лет истории Земли климат менялся много раз и даже очень резко. Это подтверждает, в частности, что легенда о том, будто бы бог создал Землю, воду и воздух раз и навсегда и что они существуют в неизменном виде, никак не согласуется с достоверными научными данными. В течение длительных геологических эпох тропическая и субтропическая растительность покрывала не только современные умеренные климатические зоны Европы и Северной Америки, но также и зоны современной мерзлоты и ледникового покрова. Их населяли животные, с которыми у нас связаны представления о жарком климате. В Гренландии и Антарктиде не было даже следов ледника.

У Полярного круга, в бассейне реки Печоры, на Шпицбергене, в зоне современного холодного климата, в настоящее время разрабатываются залежи каменного угля. Следовательно, в отдаленные времена климат в этих районах был влажным и теплым. Только в таких условиях могла развиваться растительность, из которой в течение многих миллионов лет образовались залежи каменного угля. На территории нынешней Молдавии вместе с остатками мастодонта найден скелет такого теплолюбивого животного, как гиппопотам. В мерзлой, тундровой почве Новосибирских островов, далеко за Полярным кругом, обнаружен череп тигра, а на Аляске — остатки костей верблюда. Подобные находки — вещественные свидетельства того, что когда-то здесь было гораздо теплее, чем сейчас.

Коралловые рифы, свойственные теперь лишь тропическим

морям, изобиловали в морях, покрывавших когда-то Северную Европу и Северную Америку. На побережье Балтийского и Северного морей в выброшенных на берег водорослях часто находят янтарь, состоящий в основном из окаменелой сосновой смолы 34—40 миллионов лет тому назад. До затопления европейской части материка, территория Балтийского моря была сушей, на которой росли леса янтарной сосны. В тот период среднегодовая температура здесь была около 20°, т. е. такая же, как сейчас в Северной Африке. Не удивительно, что, кроме клена, бука, дуба, ели, пихты и сосны, здесь произрастали также кипарисы и магнолии.

Взрослые сосны постепенно покрывались большими смоляными комками, которые миллионами лет окаменевали, затем при последующих морских вторжениях постепенно покрывались илом, а при наступлении ледников вместе с глетчерами выносились далеко на континент. Напротив, в Индии сохранились остатки северной сосны; в Африке, в Индонезии и на Цейлоне находят остатки животных и растений, характерных для более холодного климата.

На протяжении миллионов лет обширные области нашей планеты неоднократно покрывались ледниками, а затем освобождались от них. Из общей истории Земли только за последние 300 тысяч — 1 миллион лет (четвертичная эпоха) было несколько периодов, когда ледники толщиной до 1—2 км опускались в Европе примерно до широты Киева (около 50° с. ш.), а в Америке — южнее широты Нью-Йорка (около 40° с. ш.).

Во время проходки тоннелей берлинского метрополитена наряду с валунами находили большие комки янтаря. Это глетчеры ледникового периода пропахали покрытые илом прежние лесные почвы в районе нынешнего Балтийского моря и занесли этот янтарь в глубь европейского материка.

Последняя четвертичная ледниковая эпоха сопровождалась чередованием охлаждений и потеплений всей поверхности в обоих полушариях—большие или меньшие изменения климата, проявлявшиеся в повторных наступлениях и отступлениях ледников, происходили параллельно не только в Европе и Северной Америке, но и в южном полушарии, где льды достигали экватора и покрывали Южную Африку и Австралию. В этой ледниковой эпохе произошли четыре крупных оледенения (гюнц, миндель, рисс и вюрм — по названиям альпийских долин, в которых были найдены соответствующие морены), между которыми было три длительных межледниковья, когда климат был даже несколько мягче современного. Последнее оледенение произошло около 11 тысяч лет назад, после чего за несколько тысяч лет лед значительно отступил, но никогда еще не возвращался теплый климат третичного периода. Остатки этих ледников и в настоящее время покрывают, например, Гренландию и Антарктиду.

Пока точно не установлено, почему происходили такие резкие изменения климата. Ученые высказывают разные гипотезы о причинах этих изменений, которые еще невозможно довести до уровня строгих научных доказательств.

Например, установлено, что земная ось, наклоненная к плоскости эклиптики под углом $23,5^\circ$, не остается неподвижной, а в течение длительного времени под влиянием других планет испытывает колебания в пределах от $24^\circ 31'$ до $21^\circ 58'$. Некоторые ученые считают, что в течение многих тысячелетий такие колебания приводили к значительному увеличению или уменьшению поступающего от Солнца к Земле тепла и, следовательно, к изменению климата.

Такой же эффект могли оказывать огромные вулканические взрывы, сопровождавшие процессы горообразования. Установлено, что при извержении вулканов выделяется не только лава, но и колоссальное количество вулканической пыли, углекислого газа и водяного пара, поднимающиеся на большие высоты в атмосферу. Углекислый газ и водяной пар пропускают солнечные лучи и задерживают обратное тепловое излучение Земли. Выполняя таким образом роль своеобразной оранжереи, они, в случаях увеличения их количества в атмосфере, способны повысить температуру воздуха. Правда, вулканическая пыль действует в противоположном направлении — она как бы застилает Землю от Солнца и уменьшает приток солнечного тепла. Ученые считают, что на протяжении геологических эпох соотношения всех этих добавочных примесей могло существенно изменяться и тем самым приводить к чередованию потеплений и похолоданий.

Полагают также, что в течение миллионов лет изменялось положение полюсов, а также материков по отношению друг к другу. По расчетам некоторых ученых, Шпицберген, например, находящийся теперь за Полярным кругом, когда-то был близок к тропикам, а Цейлон, находящийся около тропиков, когда-то был близок к Полярному кругу. Этим, в частности, можно объяснить, почему на Шпицбергене климат изменился от тропического в каменноугольную эпоху до полярного в настоящее время, а на Цейлоне, наоборот, — от полярного в прошлом до тропического в наше время.

Существуют и другие как космические, так и геологические гипотезы. Например, высказано предположение, что в течение многих миллионов лет движения во Вселенной солнечная система время от времени попадает в различной плотности пылевые космические туманности. Когда солнечная система попадает в такую туманность и движется в ней миллионы лет, поток солнечного тепла на Землю ослабевает, температура воздуха понижается и наступает ледниковая эпоха, которая длится, пока солнечная система не выйдет из этой туманности.

Ранее уже отмечалось, какую огромную роль играют океаны и морские течения в формировании климата. Обширные водные бассейны способствовали большему постоянству и равномерности климатических условий на Земле. Однако когда тектонические возмущения стали потрясать земную оболочку, началось перераспределение вод и суши на Земле, при этом в отдельных районах поверхность суши могла увеличиваться. Увеличение поверхности суши, особенно в высоких широтах, могло вызвать благодаря значительному охлаждению зимой, понижение температуры воздуха и образование сначала небольших ледников, которые затем уже усиливали охлаждение и тем самым распространялись на все большие и большие пространства.

Вулканические и горообразовательные процессы продолжают и сейчас. Например, в сентябре — октябре 1957 г. в результате подводного вулканического извержения в районе Азорских островов к девяти уже существовавшим островам прибавился десятый. Нередко такие острова после появления через некоторое время исчезают. Почти все острова в Атлантическом океане являются следствием вулканической деятельности, которая особенно интенсивной была в третичный период, предшествовавший последней четвертичной эпохе оледенения. Полагают, что именно в тот период множество таких островов, соединившись между собой, образовало целый материк, который преградил доступ на север теплым течениям. Последовавшее за этим похолодание и могло привести к наступлению ледяной массы на юг.

Исследования дна Атлантического океана показали, что примерно 10—12 тысяч лет назад здесь произошло опускание материковых вулканических пород, благодаря чему теплые экваториальные воды постепенно вновь смогли продолжить свой путь на север, вызвать потепление и ледник должен был отступить. Высказываются предположения и приводятся даже некоторые доводы, что потонувший материк и есть легендарная Атлантида, некогда исчезнувшая в пучинах океана.

Отметим, наконец, еще одну, на первый взгляд парадоксальную, но интересную гипотезу. Парадокс заключается в утверждении, что современное (четвертичное) оледенение косвенно было вызвано... нагреванием Северного Ледовитого океана, льды которого при этом полностью растаяли. За появлением нового огромного количества воды последовало дополнительное испарение и выпадение интенсивных и частых осадков. Выпадая преимущественно в горных районах в виде снега, они создавали и увеличивали горные ледники, которые затем распространялись на огромные пространства. Утечка огромного количества воды из океанов и превращение ее в материковый лед должна была обусловить постепенное понижение уровня Мирового океана.

Этот процесс длился, пока понижающийся уровень не сравнивался с гигантским подводным порогом между Гренландией и Норвегией. Это преграждало путь теплому течению в Ледовитый океан, температура понижалась и Арктика вновь покрывалась льдом, а испарение с ее поверхности сокращалось, снегопады прекращались и начиналось таяние материковых ледников. Вода от таяния ледников устремлялась в Атлантический океан, уровень его повышался, подводные пороги покрывались теплой водой, устремлявшейся в арктический бассейн и описанный процесс потепления начинался снова.

Мы изложили несколько гипотез. Вообще их больше именно потому, что пока наукой не установлены точные причины крупных изменений климата, имевших место в течение истории Земли. Каждая из гипотез имеет свои сильные и слабые стороны. Совершенно ясно, однако, что после последнего оледенения четвертичной эпохи вот уже несколько тысячелетий продолжается период отступления ледников, медленного потепления климата и наступления моря на сушу. В наиболее теплый период, предшествовавший последнему оледенению, уровень Мирового океана почти на 190 м превышал уровень моря в период максимального оледенения.

Имеются неоспоримые доказательства, что процесс таяния льдов еще продолжается, а уровень Мирового океана повышается. Медленно, но неуклонно тают ледники Скандинавии, в Альпах и в других горных районах. На Аляске один из самых крупных ледников Земли только за последние 10—15 лет отступил более чем на 10 км. В Антарктике за 25 лет граница шельфового ледника Ласситера в море Уэдделла отступила на 110 км к югу.

Уровень моря 12 тыс. лет назад был на 37,2 м ниже современного, что указывает на вдвое больший объем ледяных шапок. Площадь, покрытая материковым льдом и ледниками теперь составляет 2,7% поверхности Земли или 10% поверхности континентов; 97% ее приходится на Гренландию и Антарктиду. Мы уже отмечали, что при полном таянии всего этого льда уровень Мирового океана поднялся бы почти на 40 м, в результате чего были бы затоплены многие плодородные низменности, портовые города, а также жилые и промышленные центры, расположенные вблизи берегов и ниже уровня моря. Однако такие крупные изменения, как мы уже видели, происходят в течение многих тысячелетий. Подсчитано, например, что при нынешних скоростях таяния Альпы полностью освободятся ото льда через 300 лет, а Гренландия и Антарктида через десятки тысяч лет. Как мы увидим ниже, человек своей деятельностью бессознательно и особенно сознательно может значительно влиять на ход некоторых климатических процессов.

В отличие от вышеназложенных крупных геологических и

климатических изменений, имевших место в течение очень продолжительных периодов за исторический период, т. е. за последние 3—4 тысячи лет, не отмечено сколько-нибудь существенных изменений ни во взаимном положении материков, ни в положении географических широт и полюсов.

По раскопкам, древним летописям, записям путешественников и непосредственным метеорологическим наблюдениям, которые по ряду районов ведутся уже около 200—250 лет, можно установить, что за исторический период не было и значительных изменений климата, кроме тех, о каких мы говорили выше.

Это, конечно, не значит, что в течение последних 3—4 тысяч лет климат всюду оставался неизменным и постоянным. Известно, например, что на территории Русской равнины в XV веке наблюдалось резкое увеличение числа засух, наводнений, суровых зим, а в следующем веке климатические условия заметно улучшились. В нынешнем и в прошлом веках, как и в более ранние периоды, встречались и очень холодные и очень теплые зимы, годы с сильными засухами и богатые осадками, с большими наводнениями и обмелениями крупных рек.

По летописи установлено, например, что в 823 г. на юге Европы была жестокая и долгая зима, в течение которой замерзали люди и скот. В 859 г. замерзло даже Адриатическое море. Подобные случаи отмечены и позднее. В 1011 и 1620 гг. целиком замерзло Черное море, в 1769 г. Босфор, а в 1709 г. снова замерзло Адриатическое море. Наряду с этим встречаются записи о теплых зимах. Так, в 1303 г. на Украине снега вовсе не было, в 1371 г. снег сошел в феврале. Были зимы, когда в январе и в феврале на Украине цвели сады, была большая трава. Подобные случаи теплых и бесснежных зим встречались и позднее. Все это указывает на то, что в природе время от времени чередуются потепления и похолодания, засухи и обильные осадки.

По имеющимся за последние полтора-два столетия метеорологическим наблюдениям можно установить, что в течение нескольких десятков лет в обширных районах чаще встречаются теплые зимы или годы, богатые осадками, а в течение других нескольких десятилетий отмечаются противоположные явления. Однако такие различия не идут ни в какое сравнение с теми изменениями климата, которые наблюдались на протяжении геологических эпох. Поэтому ученые называют их колебаниями климата.

Наше поколение является свидетелем одного из таких колебаний климата. За последние 30—40 лет произошло некоторое потепление, особенно заметное в Арктике. Граница вечных льдов отступила на несколько сот километров к северу. Если в 1901 г. «Ермак» не смог дойти до северной оконечности Но-

вой Земли, то в 1935 г., как мы уже писали, ледокол «Садко» прошел по чистой воде на 600 км севернее этого места, а в 1938 г. тот же ледокол «Ермак» достиг 83,5° с. ш. Особенно заметно (на 2—4°) повысилась в последние два десятка лет зимняя температура в районах Земли Франца-Иосифа, острова Шпицберген и в северных районах Советского Союза. Потепление проявилось и в более южных широтах.

За последние 30 лет необычно часто повторялись очень теплые зимы, например, в 1925, 1949, 1953, 1957 и 1960 гг. За этот же период были и суровые зимы: в 1929, 1942, 1954 гг., но они появлялись на общем фоне сравнительно теплых лет. Заметно уменьшилось количество зимних осадков в бассейне р. Волги, в результате чего уменьшился сток в Каспийское море и уровень его понизился больше чем на 2,5 м.

Все это показывает, что при том или ином колебании климата, даже наблюдаемом современниками, нет систематического и одностороннего его изменения, а происходит лишь повышение частоты повторения, например, очень теплых и уменьшение частоты очень суровых зим. В течение других нескольких десятков лет картина обычно меняется на обратную.

Отчего же происходят такие колебания климата? Главной причиной их служат изменения в характере воздушных течений или, как говорят специалисты, в изменении общей циркуляции атмосферы.

Вместо преобладающего обычно на больших пространствах потока воздуха с запада на восток в последние несколько десятилетий усилился обмен воздуха между полярными и южными широтами. В одних обширных районах умеренных и полярных широт теплые массы воздуха чаще, чем было ранее, стали переноситься с юга и юго-запада, в то же время в других районах умеренных и особенно южных широт участилось движение холодных масс воздуха с севера. Отсюда потепления, засухи, обмеления рек, пыльные бури, в одних районах, и грозы, обильные осадки, наводнения — в других.

ЧЕЛОВЕК И КЛИМАТ

Непроизвольное влияние человека на климат. Почему изменение Гольфстрима не улучшило бы климата американского побережья. Нужно ли растапливать льды Арктики. Фантастика и реальное влияние человека на климат. Грандиозные проекты преобразования природы превращаются в явь

В начале брошюры отмечалось, что человек, его жизнь, деятельность, условия труда, характер жилищ и одежда во многом зависят от окружающей среды, т. е. от окружающих

его природных и климатических условий. Однако даже на заре цивилизации человек уже оказывал, хотя и бессознательно, влияние на климат, ибо жизнь и климат взаимосвязаны.

Если бы не было жизни, климат нашей планеты был бы совсем иным. Хорошо известно, что свободный кислород, а затем и озон, играющий огромную роль в защите всего живого на земле от избыточного ультра-фиолетового излучения Солнца и в сохранении части теплового излучения Земли, появились в атмосфере благодаря жизнедеятельности биосферы.

Человек по-своему оказывал влияние на климат. Новое поселение, вырубленный лес или распаханное поле — все это постепенное несознательное влияние человека на климат. Из легких, растущего населения земного шара, из фабричных и выхлопных труб поступает все большее и большее количество углекислоты в атмосферу. Только при сгорании различного топлива ежегодно в атмосферу выбрасывается 6 млрд. т углекислоты. Обработка почвы позволяет углекислоте уходить в атмосферу, поэтому засеянные зерновыми культурами поля и пастбища содержат гораздо меньше углекислоты, чем почвы под лесами. За счет этой деятельности человека атмосфера получает еще 2 млрд. т углекислоты. Хотя все это незначительные добавки к имеющейся в атмосфере углекислоте (2300 млрд. т, или 0,03% общего количества воздуха), систематическое накопление ее может оказать существенный эффект.

Как видим, добывая пищу и топливо для себя, человек в то же время обогревает и атмосферу. Подсчитано, что в результате сжигания всех запасов угля и нефти температура воздуха могла бы повыситься на 12°. В каменноугольную эпоху из атмосферы и моря было изъято огромное количество углекислоты, что, по-видимому, могло быть причиной очень сильного понижения температуры воздуха и мощного оледенения.

Очень сильное местное влияние на климат оказывают города — даже средняя за год температура в городах выше на несколько градусов. Советским ученым членом-корреспондентом АН СССР проф. М. И. Будыко подсчитано, что тепловая энергия, выделяемая большими городами, уже теперь достигает 3—5% от солнечной энергии, поступающей на город, а вся энергия от использования человеком сил воды, ветра и сжигания всех видов топлива составляет 0,5% энергии, получаемой Землей от Солнца. Если производство энергии человеком будет ежегодно увеличиваться, как полагают ученые, на 4%, то уже через сотню с небольшим лет ее количество по своему тепловому эффекту будет соразмерно с теплом, получаемым от Солнца. Тогда может возникнуть проблема не утепления климата, а отвода избытка энергии в мировое пространство и сделать это при будущей технике, по-видимому,

будет не так уже сложно. Человеческий разум уже сейчас создает такие технические средства, которые позволяют ставить задачи планомерного и целенаправленного влияния на погоду и климат и в недалеком будущем осуществить грандиозные проекты по изменению природы.

Некоторые технически обоснованные проекты изменения климата отдельных районов нашей планеты, выдвинутые учеными и инженерами и казавшиеся еще совсем недавно фантастическими, уже приняты к осуществлению. Есть однако и такие проекты, которые не могут быть реализованы из-за отсутствия полной ясности об окончательных последствиях их осуществления. Рассмотрим лишь несколько примеров.

Совершенно очевидно, что и в древние времена человек был озабочен тем, как избежать дождь в одних случаях и, наоборот, вызвать его тогда, когда он нужен для пополнения запасов воды, увлажнения полей и т. д. У многих первобытных племен в различных частях света устраивались специальные обряды с барабанным боем и разнообразными танцами вокруг костров для вызывания дождя. С распространением религии ее проповедники убеждали людей, что только злые или добрые боги могут сделать плохую или хорошую погоду и поэтому устраивали богослужения и крестные ходы с молитвами.

Теперь мало кто поверит, что таким путем можно оказать нужное влияние на погоду. С развитием наук появились не только объяснения причин дождя, облаков, града и других явлений природы, но наметились и научно обоснованные пути активного управления этими явлениями. Более того, для борьбы с некоторыми вредными проявлениями погоды уже разработаны практические методы воздействия на них. Например, если сжигать какое-либо топливо в специальных горелках либо устроить дымовую завесу, то удастся спасти растения от некоторых видов заморозков. Научная основа этого способа борьбы с вредным явлением заключается в следующем.

Одна из разновидностей поздних весенних или ранних осенних заморозков связана с радиационным выхолаживанием почвы и прилегающего слоя воздуха при ясном небе. Обычно такие заморозки сопровождаются слабыми наземными туманами. Путем введения в них дыма из мелкодисперсных частиц, например, хлористого аммония, можно увеличить густоту и устойчивость тумана и тем самым значительно уменьшить ночное выхолаживание почвы и воздуха. В данном случае полезным является усиление тумана. Однако есть ситуации, когда туман, наоборот, мешает деятельности человека, например при посадке многих видов самолетов. Аналогичные затруднения создаются для швартования кораблей к причалам. В этих случаях нужны эффективные средства для рассеивания туманов, хотя бы в ограниченной полосе.

Более 30 лет назад в СССР были начаты опыты по воздействию на облака и туманы, в последние 15—20 лет эти работы широко развернуты во многих странах мира.

Для очистки какого-нибудь объема воздуха от облака или тумана необходимо удалить из него взвешенные в воздухе жидкие или твердые частицы воды. Этого можно достичь либо путем испарения капель (ледяных частиц), либо укрупнением их до таких размеров, когда они естественным путем осаждаются.

Учеными было установлено, что наиболее благоприятные условия для выпадения влаги из облаков и туманов возникают тогда, когда они содержат одновременно переохлажденные капли и ледяные частицы. При попадании в такое облако ледяных кристаллов из более высоких слоев оно быстро превращается в ледяное, частицы его укрупняются и выпадают. Точно такой же эффект оказывает введение в подобные облака или туманы размельченной твердой углекислоты (сухого льда), йодистого серебра и некоторых других реагентов, которые по своему кристаллическому строению подобны льду.

Например, опытными и расчетными данными установлено, что 1 мг твердой углекислоты, внесенной в переохлажденный туман или облако при температуре -10° и ниже, приводит к образованию огромного числа ледяных частиц. Этот экономически и технически удобный способ и нашел широкое практическое применение для рассеивания переохлажденных туманов и облаков. В настоящее время многие крупные аэродромы в нашей стране снабжены специальными установками и приспособлениями, которые позволяют рассеивать переохлажденные облака и туманы, закрывающие взлетно-посадочные полосы. В феврале 1961 г. во время полного солнечного затмения в Крыму была рассеяна довольно мощная двухслойная облачность и обеспечены условия для проведения астрономических наблюдений за этим затмением. На основе подобных же научных методов ведутся опыты по искусственному увеличению осадков. Однако пока что эти опыты еще не доведены в ощутимых масштабах до практических результатов, хотя нет никаких сомнений, что рано или поздно и эта задача будет решена.

Можно привести еще один очень интересный и практически важный результат опытов воздействия на облака. Известно, что в некоторых физико-географических районах имеются условия для развития мощных грозовых облаков, из которых нередко выпадает обильный и крупный град. При размерах превышающих 1 см в поперечнике град наносит большой ущерб посевам, садам, виноградникам. Наука отыскала пути борьбы и с этим опасным явлением.

Когда облако разрастается до таких размеров, что в нем уже может происходить образование снежинок и превраще-

ние их в градины, необходимо нарушить этот процесс. С этой целью в ту часть облака, которая содержит переохлажденные капельки, забрасываются небольшие противораковые ракеты или выстреливаются специальные артиллерийские снаряды. При разрыве головок этих ракет или снарядов в облако выбрасывается бесчисленное количество мельчайших частиц твердой углекислоты или йодистого серебра. Переохлажденные капельки быстро намерзают на введенных кристалликах льда и выпадают в виде снежинок или крупы, не успев достигнуть больших размеров. Таким путем разрушается переохлажденная часть облака и ликвидируется угроза формирования крупных градин. Мелкие же градины и снежинки, опускаясь в низкие слои облака, тают и выпадают в виде дождя. В последние несколько лет работы по борьбе с градом успешно проводятся в Грузинской ССР. Принимаются меры к расширению подобных воздействий и на другие градоопасные районы.

Мы уже рассказывали о той огромной роли в утеплении климата Европы, которую играет атлантическое теплое течение Гольфстрим. Хотя оно протекает сравнительно недалеко от северо-американского континента, восточные районы совсем не испытывают благо его влияния. Чтобы ликвидировать эту «несправедливость» природы, американские инженеры еще в 90-х годах прошлого века выдвинули интересный проект передвижки течения Гольфстрима на запад — поближе к восточным берегам североамериканского континента. Для этого предлагалось перекрыть пролив между полуостровом Флоридой и островом Кубой каменной дамбой длиной 250 км, высотой 500 м и шириной 50 м и направить запертые дамбой теплые воды Карибского моря через искусственный широкий канал, который отделил бы полуостров Флориду от материка.

Как полагали, теплые воды тогда приблизились бы к наиболее населенным районам страны, сделав климат их мягким и влажным. Американской прессой проект был встречен бурей восторга и одобрен, в Европе он вызвал большое беспокойство — здесь это могло привести к значительному похолоданию. Проект, однако, не был осуществлен вовсе не из-за этого беспокойства. Вскоре ученые доказали, что в проекте не учтена система преобладающих ветров. Из-за того, что они направлены не с океана на материк, как в Европе, а с материка на океан, смещение теплых вод Гольфстрима в более западные районы несколько не смягчило бы климат североамериканского материка.

Много проектов предложено в целях борьбы с холодом, в целях смягчения климата. И это не удивительно. Постоянная борьба с холодом обходится человеку очень дорого. Из-за холода — льда — на многие месяцы ежегодно выключаются из грузооборота Советского Союза Северный морской путь, мно-

жество судоходных рек, замерзающие порты. А во сколько обходится человечеству отопление жилых и производственных помещений!

Для борьбы с холодом советский инженер П. М. Борисов предложил оригинальный проект, названный им «Проект по коренному улучшению климата северного полушария». Для осуществления этой цели предлагается растопить вековые льды Арктики и тем самым сделать ее и прилегающие районы более теплыми.

В проекте предлагается оригинальный и технически доступный способ осуществления этой идеи: перегородить Берингов пролив плотиной, а затем перекачивать через нее из Чукотского моря в Тихий океан около 500 км^3 воды в сутки (182 тыс. км^3 в год). Предполагается, что это повлечет за собой усиленный приток теплых вод Гольфстрима в полярный бассейн, что и растопит имеющийся там лед.

По ряду причин и этот проект вызвал возражения. Во-первых, правильные инженерные выкладки проекта основаны на неправильном предположении, что процесс в природе уже начался, хотя в действительности его еще надо начинать.

Второе и, может быть, самое главное возражение заключается в том, что осуществление проекта может вызвать отрицательные последствия для других районов. В частности, выдвигаются убедительные доводы, что это приведет в средних широтах к понижению зимних температур и засушливым летним сезонам, к расширению зоны пустынь и затоплению, вследствие таяния также ледяного щита Гренландии многих низменных побережий и портов. Наконец, совершенно не исключено, что в течение длительных полярных ночей арктический бассейн снова не будет покрываться льдом. Таким образом, отрицательный эффект от реализации подобных проектов может оказаться значительно больше положительного.

Аналогичные выводы были получены по различным проектам создания за пределами атмосферы искусственных облаков, пылеобразных колец, игольчатых или зеркальных поясов и т. д. с целью увеличения или уменьшения солнечной радиации на Землю. Отрицательные последствия от значительных изменений климата вследствие реализации подобных проектов даже трудно предусмотреть.

Более реальными и эффективными, без отрицательных или неопределенных последствий, являются проекты активного изменения климата не в масштабе всей нашей планеты или полушария, а на ограниченных площадях путем мелиоративных мероприятий, обводнения засушливых и осушения заболоченных мест, регулирования таяния горных ледников с целью благоприятного режима питания рек, а также активного изменения погоды путем искусственного вызывания дождя, ликвидации туманов над аэродромами или предотвращения гра-

да над полями, виноградниками и садами. Мы упомянем лишь некоторые из этих проектов, часть их уже претворена в жизнь, другие несомненно превратятся в явь в ближайшем будущем.

Природа неразумно распределила влагу. Например, на юго-западном склоне Главного Кавказского хребта выпадает в год около 2500—3000 мм осадков, а во многих плодородных степях — всего от 100 до 200 мм.

В СССР 8 млн. км² земли нуждаются в обводнении, а около 2 млн. км² — в осушении. Вот почему в СССР развернута грандиозная плановая битва за воду, предусматривающая комплексное решение вопросов улучшения климата и обеспечения народного хозяйства не только водой, но и энергией.

Уже начато наступление на пустыни и залежные земли. Завершается строительство самой крупной искусственной реки в мире — Каракумского канала — общей протяженностью 1400 км. Начинается он на левом берегу Аму-Дарьи у станции Мукры, течет через пустыню Каракум в искусственном ложе через оазис Мургаб до Теджена и далее к столице Туркмении Ашхабаду. Трудно переоценить значение 300 млрд. м³ воды, которые ежегодно будет давать этот канал засушливым районам Средней Азии. Не менее грандиозны и другие осуществленные проекты. Только крупные водохранилища, созданные за последние годы на Днепре, Волге, Оби, Енисее и других наших реках, равноценны по площади Азовскому морю.

Тысячелетия назад Обь несла свои воды не на север, а через район Тургая на юг к нынешней Арало-Каспийской низменности. Возникшее в результате геологических изменений Тургайское плоскогорье наглухо закрыло для Оби путь на юг. Советский инженер М. М. Давыдов разработал наиболее реальный проект переброски вод Иртыша и Оби в зону Арало-Каспия с помощью 800-километрового канала через Тургайское плоскогорье.

300 км³ воды из могучей и полноводной Оби позволит оросить на территории Арало-Каспийской впадины 50 млн. га плодородной земли и обводнить более 100 млн. ценных пастбищ — все это значительно превышает все вместе взятые орошаемые земли США, Японии, Италии и Австралии. Одновременно Арало-Каспий соединится водным путем с Карским морем.

Значительную роль в жизни нашей страны играет бассейн Каспийского моря — он богат ценнейшими породами рыбы, в прибрежных водах его расположены крупные нефтепромыслы, его залив Кара-Богаз-Гол является неисчерпаемой кладовой ценнейшего химического сырья.

Удивительна история Каспия. Ученые доказали, что когда-то Каспийское море было соединено со Средиземным, Черным и Аральским морями, а около 500 тысяч лет назад в резуль-

тате геологических потрясений оно превратилось в огромное озеро, уровень которого время от времени испытывает значительные колебания. Одно из таких колебаний началось и в наше время — в 1929—1930 гг. С того времени воды Каспия понизились на 2,5 м, обмелели и отодвинулись на десятки километров берега, площадь моря сократилась на 35 тыс. км (почти на целое Азовское море), некоторые порты превратились в степные города, ухудшились условия воспроизводства рыбных запасов, добычи минеральных солей в заливе и т. д.

Основным источником пополнения Каспия является сток вод бассейна Волги, но в результате потепления, наблюдавшегося в течение последних лет, количество осадков в этом бассейне уменьшилось. Последнее повлекло за собой уменьшение стока на 10—12%. С потеплением связано усиленное испарение и с самого моря. Немалую лепту в уменьшении стока вод Волги внесли люди. Рост промышленности, увеличение площади посевных земель, водоснабжение растущих и вновь возникающих населенных пунктов — все это уменьшало сток Волги в Каспий и способствовало его обмелению. Борьба за уровень Каспия превратилась в сложную научную проблему и советские ученые предложили блестящее комплексное решение этой трудной задачи.

Почти бесполезно несут свои воды в Ледовитый океан северные реки Печора и Вычегда. Они начинаются и протекают там, где осадков выпадает излишне много (500 мм за год), а испарение их мало. Водоразделы здешних рек очень нечеткие, иногда, как говорят, из одного и того же болота одна река течет на север, а другая на юг. Все это позволило советским ученым С. Я. Жук и Г. А. Руссо в 1955 г. выдвинуть проект переброски части стока северных рек Печоры и Вычегды в Волжский бассейн через Каму. С помощью системы земляных дамб и плотин будет создан самый большой в мире искусственный водоем — Печоро-Вычегодско-Камское водохранилище. Улучшится судоходство и лесосплав на самих северных реках, а 40 млрд. м³ воды, направленной в бассейн Волги, позволит оросить и обводнить около 7 млн. га плодороднейших земель Поволжья, дадут дополнительно на уже существующих волжских гидроэлектростанциях 11 млрд. кВт-ч электроэнергии и поднимут уровень Каспийского моря.

Мы рассказали лишь о части грандиозных проектов активного преобразования человеком природы и климата. Советские люди не только создатели ряда таких проектов. Некоторые из них уже превращены в явь, другие находятся в стадии реализации или доработки. «Неисповедимы пути господни» — любимая фраза тех, кто не желает видеть активного начала человеческого разума и толкает людей на путь пассивности и невежества. Претворение в жизнь грандиозных проектов преобразования природы — лучшее доказательство

безграничных возможностей, открывающихся перед человечеством, овладевшим тайнами природы. Советские люди щедро делятся своим богатым опытом по активному, научно обоснованному преобразованию природы и климата с другими народами. Вспомним грандиозную стройку в Асуане, которая затмит достижения древних строителей египетских пирамид. В мае 1964 г. уже осуществлено перекрытие Нила. Дружными усилиями египетских и советских людей в центре дышащих жаром песков Африки создается огромное искусственное море. Мы творим и дерзаем не только для себя, а для Человека и Человечества.

Замечательный преобразователь природы Иван Владимирович Мичурин писал: «Мы не можем ждать милостей от природы; взять их у нее — наша задача». Этот девиз служит знаменем для советских ученых. Мы уже научились бороться с отдельными вредными явлениями погоды. Не за горами то время, когда мы научимся использовать в интересах человечества безграничные запасы термоядерной энергии. Тогда откроются новые возможности, с помощью которых можно будет бороться не только с отдельными вредными явлениями погоды и климата, но и управлять погодой в целом, а также существенно менять и улучшать климат обширных районов с целью удовлетворения беспрестанно растущих материальных и культурных потребностей нашего общества.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Во втором полугодии 1966 года подписчики серии «Наука о Земле» получат следующие брошюры:

Банников А. Г., доктор биологических наук. *Природные заповедники СССР. Вып. 1.*

Муромцев А. М., доктор географических наук. *Советские исследования Мирового океана.*

Степанов В. Н., доктор географических наук. *Будущее нашей планеты (о неисчерпаемых пищевых ресурсах океана).*

Дьяконов Ф. В., кандидат географических наук. *Байкал — голубое сердце Сибири.*

Десять лет советских исследований в Антарктиде. Сборник статей ведущих советских ученых.

Лиханов Б. Н., Петухов В. Г., кандидаты географических наук. *На берегах Енисея.*

Подписка принимается в пунктах «Союзпечать», городских и районных узлах связи, почтамтах, а также общественными распространителями печати на предприятиях, в учреждениях и организациях.

Индекс серии в каталоге «Союзпечать» — 70090.

Подписная цена на полгода — 54 коп.