

72
A84

Дж. Э. Аронин



КЛИМАТ

И АРХИТЕКТУРА



ГОССТРОЙИЗДАТ
1950



72
A-84

ДЖЕФФРИ ЭЛЛИС АРОНИН

КЛИМАТ И АРХИТЕКТУРА

51770 / Kx
8139.5C18

Перевод с английского
арх. В. Б. Соколова

Редакция, предисловие и примечания
канд. техн. наук В. Е. Коренькова

~~БИБЛИОТЕКА
С. БЕЙСЕМБАЕВА
УЧЕБНО-НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО
ЦЕНТРА
ПАВЛОДАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА~~

ПАВЛОДАРСКОЕ АТЫНДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ
С. БЕЙСЕМБАЕВ АТЫНДАҒЫ
ҒЫЛЫМИ КІТАПХАНАНЫҒ БАҚЫЛАУ ДАНАСЫ
КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР
НАУЧНОЙ БИБЛИОТЕКИ ИМ. С. БЕЙСЕМБАЕВА
ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. С. ТОРАЙГЫРОВА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ, АРХИТЕКТУРЕ
И СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ
Москва—1959

72

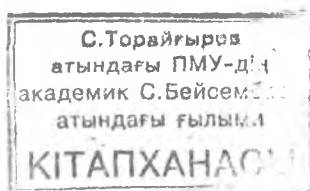
JEFFREY ELLIS ARONIN

CLIMATE
AND ARCHITECTURE

Progressive architecture book

Книга посвящена актуальной проблеме проектирования зданий в соответствии с климатическими условиями. Подробно рассмотрено влияние — как благоприятное, так и неблагоприятное — солнца, температуры, ветра, осадков и влажности на архитектуру. Разнообразными примерами из зарубежной строительной практики иллюстрируется влияние каждого из элементов климата на планировку городов и поселков, ориентацию отдельных зданий, их конструктивное и планировочное решение.

535230



ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Нигде проблема связи природы и климата с архитектурой не имеет такого существенного значения, как в нашей стране. С одной стороны, на необъятных просторах нашей родины представлено богатое разнообразие природно-климатических условий. С другой стороны, нигде, кроме Советского Союза, не ведется в таких крупных размерах строительство зданий, типизированных в своих проектных решениях для целых географических районов. Порайонная типизация зданий разного назначения позволяет организованно и наиболее полно учитывать окружающую их географическую среду, но для этого она должна иметь серьезную научную основу в виде природно-климатической типологии зданий. Особенности географической среды должны учитываться также и в градостроительстве при выборе мест для новых городов, поселков, в проектах планировки. Среди элементов географической среды нас, конечно, интересует прежде всего климат, а среди разных видов зданий — в наибольшей мере жилые дома и общественные здания. Ведь именно в помещениях, где пребывает человек, микроклимат имеет огромное гигиеническое и физиологическое значение.

Уже по одному тому, что на тему связи климата с архитектурой мы пока имеем лишь отдельные разрозненные работы, книга Дж. Аронина представляет большой практический интерес. Ее автор собрал, систематизировал и обработал материал из обширного круга источников. Хорошие иллюстрации и большое количество диаграмм, графиков и таблиц не только обогатили, но и сделали более доходчивым самый текст книги, облегчив ее усвоение читателем. Правда, Дж. Аронин в своей трактовке предмета исходит в основном из физического смысла связи климата и архитектуры, что в определенной мере обеднило содержание этого серьезного труда. Автор очень редко пользуется физиологической интерпретацией предмета, в которой и заключен по существу основной смысл влияния климата на архитектуру или, вернее сказать, влияния климата на человека через архитектуру.

Великим русским физиологом И. П. Павловым давно установлено неразрывное единство це-

лостного организма с внешней средой, что и принято к руководству в работах наших гигиенистов. Положение это хотя и интуитивно, но неплохо учитывалось и нашими предками, оставившими нам богатое наследие в опыте народного жилища. Как правило, наши предки всегда стремились различными, достаточно простыми, но довольно мудрыми средствами компенсировать, смягчать или устранять те или иные недостатки окружающей жилище среды. Это ценное наследие, увы, остается пока мало использованным даже при существующей широкой типизации зданий и особенно жилищ, т. е. именно там, где этот опыт мог бы принести наибольшую практическую пользу.

На ненормальность такого положения указывает и Дж. Аронин. Он особенно останавливается на этом обстоятельстве. Он считает, что с бурным развитием средств сообщения люди вообще и профессионалы-архитекторы в особенности стали перенимать друг у друга различные «стили» и приемы в архитектуре, не вникая часто в их функциональную сущность и климатическую пригодность для своих конкретных условий. Большое зло, — отмечает Аронин, — проистекает и от того, что в архитектуре нередко действует правило «дамских мод», следующих за модами Парижа или Лондона, т. е. в данном случае — за урбанистическими или формалистическими модами европейских столиц.

Вероятно, приведенные причины не являются исчерпывающими. Но в любом случае мы обязаны постоянно помнить, что климатом не следует пренебрегать в архитектуре. К климату, и особенно к его физиологическим воздействиям на живой организм, нужно не только приспособляться, но и извлекать из этих факторов все то полезное для человека, что они нередко несут с собой.

Конечно, в этом смысле мы находимся в гораздо более выгодном положении, нежели наши предки. И не только потому, что мы располагаем оставленным ими богатым наследием, аккумулировавшим в себе вековую мудрость народов, но также и вследствие того, что мы гораздо

лучше их вооружены знанием ряда важных объективных закономерностей и явлений материального мира, не говоря уже о богатых современных технических средствах и возможностях.

Из знаменитой работы И. П. Павлова «Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных» известно, что наша дневная работа представляет собой сумму раздражений, обуславливающих известную сумму истощения или утомления центральной нервной системы, а «истощение есть один из главных физиологических импульсов к возникновению тормозного процесса, как охранительного процесса». Следовательно, и там, где человек работает или бодрствует, и там, где он отдыхает, т. е. в любом помещении, где человеку приходится пребывать даже в течение непродолжительного времени, его нужно максимально оградить всеми доступными нам средствами от раздражений и в первую очередь от тех из них, которые связаны с микроклиматом данного помещения. Там же, где человек отдыхает и восстанавливает свою работоспособность, тем более ничто не должно мешать (особенно за счет сильных раздражений) прохождению охранительных тормозных процессов. Значит и в планировке зданий, и в устройстве их ограждающих конструкций на первом месте должны стоять средства и меры предупреждения возможных (не связанных с работой человека) раздражений. Совокупностью такого рода предупредительных мер по существу и обеспечивается комфорт помещения, где человек в наибольшей мере подвергается физиологическим воздействиям микроклимата и воздействиям упомянутых охранительных тормозных процессов, восстанавливающим его работоспособность. Однако комфорт помещения, зависящий от его микроклимата, связан с двумя наиболее важными составляющими микроклимата — воздушным режимом и радиационным режимом, в конечном счете и характеризующими гигиеническую обстановку в помещении, где пребывает человек.

Воздушный режим в свою очередь проявляется в сложной и комплексной форме, а не раздельно в виде температуры, влажности и движения воздуха, оказывающих в своих различных сочетаниях разнообразные физиологические воздействия на человека. Как раз эта сторона проблемы, как нам кажется, недостаточно акцентирована в работе Дж. Аронина.

Радиационный же режим, выражающийся в теплообмене излучением между кожным покровом человека — с одной стороны, и окружающими его предметами (в том числе поверхностями пола, стен, потолка, остекления проемов), а также и внешним пространством (через открытые

проемы) — с другой стороны, также имеет особый и большой физиологический смысл.

Ведь человеческий организм с помощью собственного, довольно совершенного терморегулирующего аппарата постоянно сохраняет определенную величину внутренней температуры. Более того, любое (по величине и направлению) отступление от этой постоянной величины температуры у человека служит признаком его нездорового состояния. Лишь с нарушением работы этого аппарата, влекущим за собой утрату равновесия теплового баланса, наступает так называемая дискомфортная обстановка, сущность которой заключается в следующем. Если человек в процессе теплообмена не в состоянии освободиться в нужный отрезок времени от излишка тепла, вырабатываемого его организмом, ему становится жарко. И наоборот, если человек почему-либо не успевает в единицу времени восполнить тепло, израсходованное или отданное им в окружающую его среду, ему становится холодно. А это значит, что комфорт человека в конечном счете определяется не столько температурой окружающего его воздуха, сколько состоянием его теплового баланса, взаимосоответствием прихода и расхода тепла в определенный отрезок времени. И для обеспечения должного соответствия вовсе не безразлично состояние окружающего человека воздуха ни по его влагосодержанию, ни по скорости его движения. Знание связанных с этим обстоятельством закономерностей и является ключом для правильного выбора средств мелиорации микроклимата помещений. И коль скоро терморегулирующий аппарат человека имеет своим назначением поддержание его температуры на одном уровне в любой окружающей его среде и при достаточно разнообразных тепловых воздействиях на человека, мероприятия, всячески облегчающие работу этого аппарата (и среди них такое важное, как регулирование микроклимата любого помещения), имеют решающее значение для рационального проектирования любого здания, используемого людьми для работы, занятий, отдыха, лечения и т. д.

Но так как в работе Дж. Аронина преобладает физическое истолкование связи климата с архитектурой, эти важнейшие положения оказались недостаточно раскрытыми.

Этот большой компилятивный (что не умаляет его значительной научной и практической ценности) труд состоит из пяти основных глав (не считая введения и заключения), каждая из которых посвящена определенному климатическому фактору, в частности солнцу, температуре, ветру, осадкам и, наконец, грозе и влажности.

Такое построение книги хотя и помогло ее автору целеустремленно разобрать каждый из основных элементов климата, но в результате в

известной мере пострадала комплексность трактовки предмета и взаимообусловленности причин и явлений. Советские ученые (Е. Е. Федоров) рассматривают эти элементы с позиций комплексной климатологии. Климат изучается с помощью комплексов одновременно наблюдаемых величин метеорологических элементов (температуры, влажности, облачности и т. д.) и в их взаимодействии и взаимосвязи. Ведь человек подвергается действию погоды в целом, а не отдельных метеорологических элементов. Очевидно поэтому в своей книге Дж. Аронин вынужден прибегать к частым ссылкам на другие главы.

Первая и основная глава книги посвящена солнцу. Она составляет почти одну треть объема всей книги. Здесь подробно разбираются вопросы действия солнца на Землю, вопросы проектирования зданий и городов с учетом этого наиболее важного климатического фактора. Автор считает, что количество получаемой солнечной радиации в основном зависит от семи условий: от положения солнца в соответствии с временем дня, а также в соответствии с сезоном года; от облаков и других преград на пути солнечных лучей; от ориентации наклонного участка; от угла наклона такого участка (или облучаемой поверхности); от отметки участка над уровнем моря и, наконец, от ситуации участка относительно окружающей обстановки. Довольно детально и конкретно разобраны зависимости от каждого из перечисленных выше семи условий. Для определения количества солнечной радиации в зависимости от времени дня и сезона в книге приведено большое количество графиков, схем, номограмм с подробным их описанием. Описываются также различные приборы и устройства, позволяющие выявлять условия радиации и инсоляции. Для учета количества облачных дней предлагается пользоваться статистическими средними данными метеорологических служб. Для учета получаемой радиации в зависимости от ориентации и наклона к горизонту участка или поверхности, облучаемых солнцем, в зависимости от отметки участка над уровнем моря приводятся простейшие способы определения интересующих читателя величин прямой и рассеянной радиаций.

В разделе «Проектирование и солнце» данной главы приводятся оптимальные и допустимые ориентации по сторонам горизонта помещений различного назначения, в том числе отдельных помещений квартир, классных комнат в школах, больничных палат, конторских и торговых помещений. Разбираются также различного рода естественные и искусственные солнцезащитные и теплозащитные мероприятия и отдельные устройства (навесы, шторы, жалюзи и пр.), вопросы планировки жилищ и планировки городов

в соответствии с условиями солнечного воздействия. Особое внимание автор уделит солнцезащитным средствам в виде озеленения территорий и фасадов зданий. Здесь описаны различные виды и породы деревьев, кустарников и ползущих растений, могущих быть с успехом использованными в этих целях. Много полезных сведений и данных может извлечь здесь для себя не только архитектор, но и садовник и даже специалист.

Достаточно подробно разобраны отражательные способности поверхностей и предметов с различной окраской, что также важно знать при проектировании или размещении зданий в разных условиях солнечной радиации.

Большое место отведено в этой главе принципам использования солнечной энергии для отопления и аэрации жилых домов, разбору идеи так называемого «солнечного дома», что для ряда районов нашей страны с высокой солнечной радиацией (в частности в Средней Азии) представляет определенный практический интерес.

Темой второй главы книги является температура. Начинается глава разбором вопросов измерения температур и описанием приборов, фиксирующих температуру воздуха. Описаны способы исчисления средних величин температурных параметров, применяющихся в проектной практике, а также понятие «градусо-день». Но этой расчетной величиной можно пользоваться не только в целях выявления тепловой потребности для поддержания определенной температуры помещения в отапливаемый период, как отмечает Дж. Аронин. Ею можно пользоваться также и для сравнительной характеристики климата отдельных районов и населенных пунктов, как это принято в нашей практике.

Основная часть данной главы, посвященная макроклимату и микроклимату воздуха, содержит много полезных и ценных сведений. Распределение температур воздуха по сезонам, в течение суток, по сторонам горизонта, по широтам и, наконец, в зависимости от отметки местности над уровнем моря, описание причин встречающихся отклонений от общих закономерностей в распределении температур воздуха — все это представляет существенный интерес для проектировщиков, поскольку на нашей обширной территории очень разнообразны природные условия, да и указанные отклонения встречаются нередко. В целом многочисленные данные о связи температур воздуха, их колебаний и крайних величин с различными географическими, топографическими, сезонными и иными конкретными условиями в своей совокупности способны хорошо вооружить архитектора для выбора места строительства в сложной окружающей термической обстановке климата.

Детально разобраны здесь и маломасштабные, местные особенности термической характеристики климата, т. е. микроклимата, значительно отличающиеся (хотя и связанные с ним) от термического режима воздуха больших верхних пространств, т. е. от макроклимата.

В этой весьма содержательной главе можно встретить вопросы температурного режима атмосферы и его взаимодействия с температурным режимом надпочвенных верхних воздушных слоев; вопросы связи этих режимов с топографией, окружающей природой, сезонами года, часом суток; причины образования пыльных вихрей у почвы, так же как и меры борьбы с ними; вопросы теплоизлучения от почвы и на почву с использованием его при проектировании зданий и планировке городов и населенных мест; разбор явлений, известных в науке под названием инверсий, и способы улавливания ночной прохлады жилищами в жарких районах. Здесь показаны также связь физических свойств и состава почвы с колебаниями температуры воздуха в надпочвенных слоях, закономерности изменения радиационных температур почвы от покрытий ее разными материалами (в частности, асфальтом, бетоном, газоном). Из заимствованных у других авторов работ арх. Аронин устанавливает аналогию между влиянием океана на макроклимат — с одной стороны, и влиянием ограниченных размеров водоемов (озер, прудов) на микроклимат — с другой стороны, с примерами конкретного использования в практике этих данных.

Большой интерес представляют почерпнутые автором из работ индийских ученых сведения о радиации крыш и стен зданий, подвергающихся солнечному облучению. Мы также располагаем аналогичными и взаимоподтверждающими собственными данными натурных замеров (работы инж. О. К. Катляр в Ташкенте, канд. техн. наук Б. Ф. Васильева в Туркмении и др.). В силу всего этого основная практическая ценность данной главы не столько в обобщениях и выводах, не всегда разработанных автором на достаточном научном уровне, сколько в большом фактическом материале, почерпнутом из разных источников. В руках опытного архитектора и ученого этот обширный материал, несомненно, может служить серьезным подспорьем при решении важных градостроительных и отдельных проблем рационального размещения зданий различного назначения, их устройства, планировки и оборудования с учетом температурного режима атмосферы и других важных природно-климатических особенностей того или иного района или той или иного участка.

Существенным недостатком главы, посвященной температуре, является отмеченная выше не-

дооценка физиологического воздействия температуры в сочетании с влажностью воздуха на человеческий организм. Автор книги утверждает даже, будто вопрос сочетания температуры и влажности воздуха «скорее касается компетенции инженеров-теплотехников, чем архитекторов». При такой постановке вопроса выходит, что мелиорация микроклимата помещений, важнейшая роль в которой принадлежит температурно-влажностному режиму помещения, является задачей только инженеров-теплотехников. Между тем известно, что и естественное сквозное проветривание квартиры, и надлежащая ориентация ее помещений, и размещение проемов, возможные только при соответствующем ее планировочном решении (что полностью находится в руках архитектора), могут решающим образом влиять и на снижение температуры, и на осушение воздуха помещения.

В большой мере причина такой недооценки кроется, очевидно, в присущем ряду американских ученых излишнем акценте на физический (а не гигиенический или тем более физиологический) смысл понятия так называемой «эффективной температуры». Советские ученые твердо стоят на платформе павловской школы физиологов и в своих работах дают более правильный и более глубокий подход к проблеме.

Достаточно сослаться на отчетственные работы в данной области или в смежных с нею областях, в частности такие, как «Коммунальная гигиена» проф. С. И. Марзеева, «Методика изучения теплового и влажностного режима жилых зданий» проф. С. И. Ветошкина, «Микроклимат южных городов» проф. Г. В. Шелейховского, «Жилище и климат» канд. арх. Н. П. Былинкина, ряд работ в области гигиены жилища канд. мед. наук М. С. Горомосова, «Строительная теплотехника ограждающих частей зданий» д-ра техн. наук К. Ф. Фокина и др. Мы позволим себе упомянуть также о работе автора предисловия «Типизация жилища и природно-климатические условия», опубликованной в 1956 г.

Наконец, для физиологической оценки микроклимата жилых помещений в разные сезоны года (зимний и летний) и в разных климатических районах Союза Научно-исследовательским институтом общей и коммунальной гигиены Академии медицинских наук СССР установлены даже оптимальные параметры микроклимата в их определенных сочетаниях, приведенных ниже.

Указанные в таблице максимальные пределы относительной влажности воздуха для летнего периода в III и IV климатических районах относятся к районам с повышенной влажностью воздуха.

Важно то, что каждый из этих параметров представляет собой физическую категорию, а их

Параметры	Единица измерения	Климатические районы			
		I	II	III	IV
<i>Зимний период</i>					
Температура воздуха	град.	21—22	18—20	18—19	17—18
Относительная влажность воздуха	%	30—45	30—45	35—50	35—50
Скорость движения воздуха	м/сек	0,08—0,1	0,08—0,1	0,08—0,1	0,08—0,1
Средняя температура излучения поверхностей ограждающих конструкций и др. не ниже . .	град.	21	18	18	17
<i>Летний период</i>					
Температура воздуха	град.	23—24	23—24	25—26	25—26
Относительная влажность воздуха	%	35—50	35—50	30—60	30—60
Скорость движения воздуха	м/сек	0,08—0,1	0,08—0,1	0,1—0,15	0,1—0,15
Средняя температура излучения поверхностей ограждающих конструкций и др. не выше . .	град.	26	27	28	30

физиологическое воздействие в ряде случаев может быть математически выражено в определенных единицах исчисления, что позволяет совершенно объективно оценивать эти воздействия.

Отправляясь от этих позиций, можно полнее и глубже осмыслить связь климата и микроклимата с нормативными требованиями к проектным решениям зданий, в которых пребывает человек, а также к проектам планировки населенных мест. Сами же нормативные требования и проектные мероприятия через эту связь обретают серьезную научную базу, свободную от субъективных взглядов, эмпирических представлений и умозрений. Помимо этого, такая интерпретация микроклиматических воздействий на человека позволяет получить исчерпывающую оценку физиологических восприятий среды человеком и притом в любой ситуации — будь то открытое пространство или закрытое помещение, и в любом состоянии — одет ли он тепло или легко, находится ли он в состоянии покоя или выполняет тяжелую физическую работу и т. д. Вот почему такой более совершенный учет микроклиматических воздействий на человека (через его физиологические ощущения) все больше находит себе место не только в нашей теории и практике, но и в ряде последних зарубежных работ.

Третья глава книги Дж. Аронина посвящена ветру. В ней даются описания с иллюстрациями приборов для замеров ветра и указания, как ими пользоваться, способы исчисления средних показателей характеристики ветрового режима, облегчающие их учет при проектировании и размещении зданий, при трассировке улиц и для других градостроительных целей. Но основным содержанием главы являются вопросы микроклимата ветра, микроклимата ветра и вопросы связи ветра с проектированием отдельных зданий и планировкой городов.

Доходчиво автор излагает сущность и механизм процессов в атмосфере, порождающих ветровые явления, и их воздействия на окружающую среду, в частности: сущность антициклонов и циклонов, связь макроклиматических ветровых явлений с микроклиматическими, проявления ветра в разные сезоны, в разные части суток, на разных отметках над уровнем моря и др. Достаточно подробно разбирается связь микроклиматических условий ветровой деятельности с топографией местности, с наличием в зоне ветровой активности разного рода препятствий в виде зданий, леса, деревьев. Много уделено внимания воздействию ветра на здания с наветренной и с подветренной сторон, образованию вихрей у зданий, а также зависимости величин теплопотерь зданиями от ветрового режима и способам использования ветрового охлаждения жилых помещений на юге. Автор особо останавливается на возможности использования ветра в качестве дешевого и доступного источника энергии для целей отопления и искусственной вентиляции помещений. Подробное освещение получили в книге вопросы планировки городов с учетом ветрового режима района, города, участка, с большим количеством практических примеров и конкретных проектных решений градостроительных задач. Приведены также рекомендации по зонированию застраиваемой территории в соответствии с господствующим ветровым режимом, по устройству зеленых массивов в центре городов для предотвращения концентрации излишнего тепла в этой части города, по расположению домов и трассировке второстепенных улиц по отношению к господствующим ветрам.

Архитектор Аронин в этой главе подробно разбирает взаимодействие ветрового режима с естественными лесными полосами и с искусственными ветрозащитными и снегозадерживающими

посадками деревьев и кустарников. Данные эти ценны не только для архитектуры, но в равной мере и для сельского и лесного хозяйства. Заслуживают большого внимания со стороны архитекторов южных районов нашей страны практические примеры улавливания бризов и небольших воздушных потоков для снижения летнего перегрева жилых комнат в Техасе и классных помещений в школе в штате Оклахома (США), а также примеры устройства в тех же целях так называемых «дышащих стен» на Филиппинских островах, в Колумбии, Венесуэле. Автор правильно рекомендует рассматривать ветер не только как аэрационный фактор, но и как один из возможных источников тепла. Небольшие ветряные мельницы на домах в равнинных районах с постоянно действующими ветрами (в нижнем Поволжье и западном Казахстане) могут служить электрогенераторами для подогрева воды и отопления конвекцией.

Значительный интерес представляют описанные автором книги соображения и принципы, принятые в проекте планировки крупного города Чандигарха — новой столицы восточного Пенджаба (Пакистан), с тщательным учетом окружающей природы, а равно макроклиматических и микроклиматических условий. Авторы этого проекта совместно с привлеченным к работе климатологом последовательно решали вопросы общей планировки города, рациональной планировки групп жилых кварталов (микрорайонов), правильного размещения домов в них и, наконец, оптимальной внутренней планировки жилых домов с позиции господствующих ветров и благоприятной ориентации по отношению к ходу солнца в данной своеобразной климатической обстановке (высокие температуры и влажность воздуха). Но и в этой главе, как и в предыдущей, автор также недооценивает физиологическое значение сочетания температуры воздуха на этот раз со скоростью его движения.

В главе «Осадки» разбираются виды осадков и влияние их на проектирование зданий. Здесь приводится краткое описание образования осадков и их некоторой связи с остальными разобранными выше элементами климата — солнцем, температурой и ветром, а также с топографией, с отметками над уровнем моря, с суши и водными пространствами.

Много внимания уделено взаимодействию ветровых потоков с препятствиями в виде холмов или леса на пути их следования. Описаны также условия осаждения снега в заглубленных местах; различные снегозадерживающие устройства и приспособления, основанные на принципе падения скорости ветра при встрече с препятствиями; ряд данных по отводу осадков в жидкой фазе в грунт в зависимости от структу-

ры почвы. Приведенные в книге выводы о связи распределения осадков и влажности воздуха с наличием горных перевалов совпадают с принятым у нас в последние годы климатическим делением Грузинской ССР на два района, различное по температурно-влажностному режиму атмосферы, а именно: на теплый и влажный район до Сурамского перевала и на жаркий сухой район после перевала.

Дж. Аронин хорошо и в весьма наглядной форме проводит аналогию между осадками в сухой и жидкой фазах, разбирает причины их образования и переходов из одной фазы в другую. В этой главе читатель найдет немало полезных сведений по защите зданий и их элементов от воздействия на них осадков в виде дождя и снега. Весьма детально освещены воздействия осадков на здания, размещенные на склонах гор и холмов, испарения осадков с крыш зданий с помощью солнца и ветра, защита от осадков соответствующими уклонами кровель, а также надлежащей ориентацией зданий в условиях больших снежных заносов и пурги и другие относящиеся сюда вопросы, вплоть до предупредительных мер и устройств против наводнений и затоплений.

Наконец, последняя небольшая глава посвящена двум факторам климата — грозе и влажности.

В своем достаточно лаконичном заключении автор книги справедливо отмечает, что, несмотря на важную роль современных инженерных и механических средств, ни в коем случае не следует игнорировать планировочные средства. Он говорит о необходимости объединения родственных дисциплин и анализа их во всех мелких деталях для их полезного применения на практике; рекомендует сооружать и испытывать опытные дома, проверять их модели в аэродинамических трубах, подвергать их исследованиям с помощью регистрирующих климат приборов, размещенных на различных сторонах здания, и многое другое.

Особо следует оговорить то обстоятельство, что архитектор Аронин, обобщив работы только ученых капиталистических стран, не касается трудов ученых Советского Союза и стран народной демократии. Естественно, что это в ряде случаев делает необъективной оценку автором цитируемых в книге работ.

* * *

Подводя итоги всему сказанному выше относительно значения и основного содержания книги арх. Дж. Аронина, хотелось бы отметить в заключение два наиболее существенных, на наш взгляд, положения, логически вытекающих из сущности данной проблемы в целом.

Первое из них — это констатация явной недооценки значения связи климата с архитектурой, недооценки, совершенно не оправданной реальными потребностями и возможностями. Даже беглый взгляд на перечень вопросов, представленных в книге Дж. Арокина, подсказывает безотлагательную необходимость всестороннего и глубокого развития *природно-климатической типологии зданий разного назначения*. Нам нужна законченная типизация их в соответствии с особенностями отдельных географических районов и с конкретными условиями места строительства и функционирования зданий. К этому настоятельно обязывают крупные масштабы строительства по типовым проектам и огромное количество вновь создаваемых населенных мест во всех географических районах нашей страны.

Вторым важным положением является назревшая необходимость создания собственной

физиологической климатологии на основе ряда существующих разрозненных работ в области архитектуры, медицины и климатологии. Подобная подлинно научная и комплексная трактовка связи климата с архитектурой под силу и к лицу нашей родине, давшей плеяду мировых физиологов, как И. П. Павлов, И. М. Сеченов, Н. Е. Введенский, К. М. Быков, и крупнейших климатологов и географов, как А. И. Воейков, Л. С. Берг, Е. Е. Федоров и др.

Ведь только такой, свойственный советской науке вообще, высоко гуманистический подход позволит целеустремленно и правильно решать практические задачи архитектуры, призванной служить всегда и прежде всего человеку.

В. КОРЕНЬКОВ

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Кем должен быть архитектор и почему?

«Он неустанный наблюдатель. Он всегда энергично и действенно исследует природу. Он видит, что по законам природы все ее формы взаимосвязаны и возникают одна из другой. Через каждый его проект в здание должна входить частица природы.

В нем должен жить поэт, что является важным его качеством.

Его интуиция должна подтверждаться наукой. Следует ожидать от него цельной философской и моральной системы, являющейся синтетическим продуктом общества и цивилизации» (Франк Ллойд Райт).

Райт прав, но архитекторы в своей профессиональной работе должны также быть сведущи в социологии, скульптуре, механике, живописи, плотничных и столярных работах, электротехнике, общественной гигиене и оздоровительных мероприятиях, географии, водопроводно-канализационных работах, озеленении, гражданском строительстве, планировке городов, нормах проектирования, рисунке, физике, сметном деле и, кроме многих других наук, в климатологии и микроклиматологии.

Фактически архитектор должен быть климатологом в гораздо большей степени, чем знатоком какой-либо из вышеперечисленных наук. Тем не менее очень редко можно услышать об этой очень важной роли архитектора. Студенты наших университетов, изучающие архитектуру, получают недостаточную подготовку в этой области, хотя уже давно признано, что хорошая архитектура должна быть тесно связана с воздухом — как с наружным, находящимся непосредственно над поверхностью земли, так и с воздухом верхних слоев атмосферы, играющим важную роль в создании климата. Проектирование и ориентация зданий в аспекте климата — древнее искусство; уже в далекие времена народы на собственном опыте и ошибках научились приспособлять свои жилища к требованиям климата. Но в наше время это искусство должно стать новой наукой. Предлагаемая книга является попыткой представить эту новую науку, собрав воедино сведения о множестве способов, с помощью которых климат может влиять на проектирование зданий.

Цель этой книги — познакомить архитекторов, всех изучающих архитектуру, студентов, инженеров, планировщиков, строителей, домовладельцев и других с требованиями и явлениями макро- и микроклимата; научить их применять эти знания при проектировании и ориентировании зданий и городов. Автор не ставил своей задачей рассмотрение использования различных материалов и их способностей сопротивляться выветриванию. Эта книга, как я надеюсь, будет интересной не только для архитекторов, инженеров, планировщиков, строителей, климатологов и других специалистов, но также и для неспециалистов — людей, живущих или намеревающихся жить в своем собственном доме. Она может быть использована как для учебных целей, так и для справок. Наконец, предназначается она и для обычного чтения. В ней имеется составленная с большой тщательностью библиография, содержащая краткую характеристику каждой книги.

Различные доводы представлены в логической последовательности так, чтобы читатель был избавлен от необходимости перелистывать книгу в поисках нужных иллюстраций и приложений. Хотя некоторые из элементов погоды рассматриваются отдельно в целях удобства и большей последовательности, читатель не должен понимать это в том смысле, что замечания о каком-либо явлении, помещенные в одной главе, умаляют важность других замечаний о том же явлении в последующих главах. Рассматривая какой-нибудь из вопросов, читатель не должен упускать из виду всей ситуации в целом.

Автор приносит благодарность всем, кто снабдил его материалами и фотографиями для этой книги.

Джеффри Эллис АРОНИН
Нью-Йорк

Дома строят, чтобы жить в них, а не любоваться ими; поэтому следует предпочитать удобства внешнему их виду, кроме случая, когда можно иметь и то и другое.

Бэкон. «Очерки о жилищах»



Рис. 1. Стрелки указывают «маршрут» обзора по Северной Америке

ВВЕДЕНИЕ

Утверждение Салливена «форма следует за функцией» предвосхищено не только в вышеприведенной цитате — это известно на протяжении столетий. Климатические условия в весьма большой мере определяют форму зданий; изменение ее под действием этих условий, по словам Рескина, «надлежит изучать всем людям, поскольку все связано с климатическими условиями».

История предоставляет в наше распоряжение много ценных уроков. Поэтому краткое изложение некоторых архитектурных достижений всех времен является немаловажной составной частью этой книги.

На дальнем севере американского континента (рис. 1) живут эскимосы. Как же отразились климатические условия на их жилищах? Эскимосы выбирают обычно защищенные места для своих жилищ, сооружаемых из снега и льда. Дж. В. Билби в своей книге «Среди эскимосов» описывает, как эскимосы группируют свои куполообразные ледяные хижины — «иглу», тесно прижимая их одну к другой, обычно под защитой какой-нибудь скалы. Ветрозащитные качества этих жилищ и примитивные светильники с тюленьим жиром создают достаточно удобные убежища (рис. 2 и 3). Несколько «иглу», соответствующих различным бытовым функциям семьи, соединены друг с другом внутренними проходами. Один главный вход обслуживает весь такой блок. Этот вход защищен занавеской. Сени являются как бы буфером или переходной зоной между наружным пространством и основным блоком.

В различных материалах по эскимосской архитектуре об ориентации дверей не упоминается. Они, вероятно, располагались на сторонах, параллельных преобладающим ветрам. Такое решение, несомненно, наилучшее, так как оно является удачным компромиссом между неудобствами, связанными с образованием сугробов на подветренной стороне и прямым ветром на наветренной стороне. Но некоторые авторитеты придерживаются другого мнения. Например, профессор Ф. Кеннет Хейр из Мак Джиллского университета считает, что ориентация входа не имеет большого значения, так как вход в жилище в районах с суровым климатом обычно бывает завален снегом. Полковник П. Д. Бэйрд, директор Монреальского отделения Арктического института Северной Америки, хорошо знакомый со всеми вопросами, связанными с Арктикой, не мог припомнить, чтобы туземцы Севера когда-либо размещали входы в свои жилища параллельно ветру. Джордж Якобсен, один из ста-

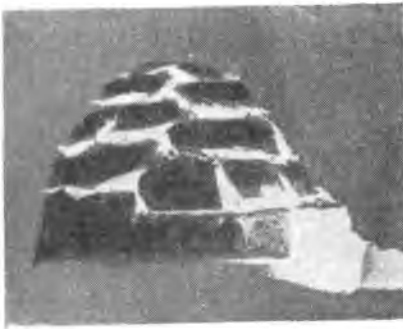


Рис. 2. Ночной вид «иглу», освещенной изнутри. Коппермайн (Северо-западные территории)



Рис. 3. Эскимосское жилище «блок» из нескольких «иглу»

рейших строителей Арктики, также утверждает, что на характер эскимосских жилищ больше влияет наличие снега, чем другие микроклиматические условия.

Дж. В. Билби в описании других эскимосских сооружений отмечает, что «...освещение является необходимостью, о вентиляции же едва заботятся... Квадратное отверстие вырезается в куполе «иглу» прямо над скамьями для сна. Затем его «остекляют» согласно арктическому обыкновению: строитель копьём вырезает из свежееобразованного прозрачного льда ледяную панель и вставляет ее в отверстие в куполе «иглу», заделывая края панели полурастаявшим снегом. Места заделки поливаются водой. В две минуты все прочно смерзается, и сплошное ледяное окно пропускает свет северного сияния в чистые ледяные помещения вновь выстроенного дома». О внутреннем устройстве «иглу» Билби пишет: «...В то время как один из строителей работал внутри сооружения, снаружи старик и женщина заделывали каждый шов и каждую щель в кладке из снежных блоков, чтобы сделать ее абсолютно непродуваемой. Затем были зажжены две хорошо заправленные и наполненные жиром лампы, а все отверстия, включая и входное, были плотно закрыты снаружи. По мере выгорания ламп температура поднималась, а вся внутренняя поверхность сооружения слегка оплавлялась (оттаивала). Когда лампы, выгорев, погасли, температура вновь упала, и оплавившиеся изнутри стены, снова замерзнув, приобрели гладкую стеклообразную поверхность, резко отличающуюся от шероховатой поверхности вырезанных из снега блоков. Жилище стало непродуваемым, как внутренность бутылки... Политый водой пол стал гладким как мрамор и прочным как цементный пол».

Грэхем Раули в «Полярном вестнике» рассказывает об устройстве дымохода: «...в одном из верхних блоков ножом прорезается отверстие, играющее роль дымохода. Если его сделать в боковых блоках, то будут оплавляться швы между блоками и последние «сядут». При сильных ветрах дымоходное отверстие должно быть в центре одного из верхних блоков на подветренной стороне жилища».

На время бесснежных летних арктических месяцев эскимосы сооружают шатры, натягивая тюленьи шкуры на каркас, сделанный из прибитого к берегу леса. Темные шкуры хорошо защищают спящих от полуденного солнца и выпадающих осадков.

В районах Аляски и бассейне реки Макензи эскимосы сооружают из дерева полуподземные постройки, устраивая их таким образом, чтобы свести к минимуму действие на них ветра.

Соседи эскимосов — североамериканские индейцы — приспосабливаются к климату аналогичными способами. А. Хайэт Верилл в книге «Индейцы Америки» описывает их прямоугольные, покрытые корой жилища с щипцовыми крышами, их куполообразные вигвамы, также сделанные из коры, и переносные куполообразные вигвамы из циновки. Эти сооружения близки к упомянутым выше эскимосским шатрам. Воже отмечает, что в более южных районах двери выходят на восток, так как здесь преобладают западные ветры.

Верилл указывает, что дальше к югу, в Новой Англии, жилища индейского племени олгонквинсов бывают трех типов: куполообразные вигвамы, покрытые пластинами из коры, тростниковыми циновками или просто травой; прямоугольные дома, представляющие собой каркасы из жердей со щипцовыми крышами, обшитые пластинами из коры, и, наконец, прямоугольные дома со сводчатыми крышами. Архитектурно-климатический смысл таких сооружений,

по словам Воже, состоит в том, что пластины коры или циновки легко могут быть перемещаемы, чтобы способствовать или, наоборот, препятствовать поступлению внутрь воздуха. Таким путем их легко приспособливают к меняющимся условиям погоды.

Дэвид Башнелл в книге «Поселения туземцев к востоку от Миссисипи» приводит высказывания нескольких ранних наблюдателей индейского быта. Например, Даниэль Гукин так описывает в декабре 1674 г. индейские жилища Новой Англии: «...вход в вигвам всегда закрыт пологом, приподнимаемым при входе в вигвам или выходе из него. Полог препятствует проникновению в вигвам свежего воздуха, и в ветреные дни в нем скапливается много дыма. Если дым задувается ветром внутрь, индейцы защищаются от ветра небольшой ширмой, прикрепленной у вершины вигвама с наветренной стороны. Приспособление это приводится в действие веревкой».

Стрэки писал в 1607 г.: «Каждый дом имеет обычно два входа. Они завешиваются пологами, свободно поднимающимися и опускающимися; дома расположены обычно под защитой деревьев так, чтобы ярость непогоды не могла повредить их, а летнее солнце не беспокоило бы их обитателей. Крыши устраиваются так, чтобы избежать ветра настолько, что внутри дома становится тепло, хотя и очень дымно...»

Двигаясь по направлению к Мексиканскому заливу, можно было заметить тенденцию сооружать более открытые жилища с большой по площади легко разбирающейся поверхностью из коры; в болотистой южной Флориде оптимальные условия — максимальная обдуваемость бризом — достигались тем, что дом сооружался на высоких столбах и не имел стен. Мак-Коули описывает в 1880 г. такое жилище длиной в 5 м и шириной в 3 м (рис. 4). Фактически это платформа, поднятая от земли на 0,9 м с крышей, крытой листьями пальметты (карликовая пальма), коньковой жердью на высоте 3,6 м и свесами крыши на высоте 2,1 м. Восемь вертикальных бревен пальметты, очищенных от коры, и стропила поддерживают крышу. Такое жилище открыто со всех четырех сторон. Совершенно отсутствует разделение его перегородками на комнаты. Башнелл отмечает, что такие простые, крытые платформы хорошо подходят к климату и обстановке болотистых мест.

Жилища племен Северо-Запада были описаны Питером Грантом, членом старой «Северо-Западной Компании». Он пишет, что от дыма, невыносимого в штормовую погоду, индейцы легко избавлялись, изменяя величину отверстия на верху жилища в зависимости от направления ветра. Касаясь индейских поселений на островах озера Гурон, он пишет, что, кроме отверстий между неплотно собранными полосами коры, через которые проникает ветер, наверху намеренно оставлялось вентиляционное отверстие для дыма. Максимилиан, описывая в 1883 г. другое племя, сообщает: «Их шатры представляли собой высокие заостренные конусы из крепких бревен, которые покрывались крепко сшитыми шкурами бизонов... На верху шатра, в месте пересечения бревен, устраивалось дымовое отверстие, которое они закрывают шкурой, прикрепленной с подветренной стороны веревкой к отдельно стоящему песту, а с наветренной стороны — пришитой к верху шатра. Вход представлял собой щель, обычно закрытую куском буйволовой шкуры, натянутой на раму». Зная, что на небольших расстояниях изменения погоды незначительны, индейцы избегали уходить зимой на юг, подобно ласточкам зимой, в поисках более мягкого климата. По этому поводу Флетчер и Ла-Флеш пишут: «При переселении племен, а также при кочевке в поисках бизонов пользовались шат-



Рис. 4. Шалаш американских индейцев

рами. Шатры являлись любимым жилищем семьи и зимой, так как землянки обычно воздвигались на открытых местах и были удобны только для летнего местопребывания. Шатры прикреплялись к деревьям или кустам или устанавливались в лесистых оврагах, вне досягаемости для холодных ветров».

Когда белые люди впервые вступили на берега Северной Америки, они вынуждены были приспособиться к климату подобно индейцам. Европейские переселенцы, привыкшие строить свои жилища в хорошо организованных поселениях Старого Света с использованием соответствующих строительных материалов, должны были приспособиваться здесь к совершенно новой обстановке. В результате влияние климата на планировку жилищ оказалось у них более ярко выраженным, чем в архитектуре наших дней.

Шамплен описывает в своем «Путешествии», как он и его спутники перевозили деревянные части домов из поселка Святого Креста в Королевский Форт на расстояние 40 км, где климат был более умеренным. Здесь-то они, по-видимому, на собственном опыте познакомились с преимуществами защищенного участка.

Рэмзи Трэквейр пишет в своей книге «Старая архитектура Квебека»: «Дома обычно были из бута или булыжника, и вода глубоко проникала в швы, заполненные известковым раствором. Такие стены должны были быть толстыми для прочности; их толщина была равна 0,6—0,9 м, в зависимости от размера самого здания, и они хорошо защищали от непогоды. Они прохладны летом, а зимой, один раз прогретые, долго удерживают тепло. Но если такая каменная стена подвергается попеременному действию морозов и оттепелей канадской зимы, то раствор разрушается, внутренняя поверхность стены отсыревает и вся стена распадается. Для предотвращения этого наружную поверхность таких стен обычно обшивали тесом, особенно с северной и восточной сторон. В этом случае стены оставались сухими, а сухие стены не промерзают. Подобное, очень практичное решение можно увидеть в большем масштабе в наши дни в здании Квебекской поликлиники».

Трэквейр отметил очень интересную особенность в развитии квебекской архитектуры: «Сильно выступающие карнизы и свесы кровель в наши дни ассоциируются с квебекскими коттеджами. Тем не менее старейшие в Квебеке здания имеют карнизы с небольшим выносом. Первые, несомненно, появились позже. Они не были заимствованы (как часто утверждалось) из архитектуры французского средневековья. Климат Квебека — солнечный. Приспосабливаясь к нему, квебекцы все увеличивали и увеличивали вынос карниза, чтобы защитить комнаты от солнечных лучей. Такие карнизы, часто без всякой поддержки, имели вынос до 1,2 м от стены, что неизбежно привело к образованию излома крыши над стеной. В зимних условиях это недостаток, так как снег всегда собирается в местах перелома кровли, но, по-видимому, там, где требуются карнизы с большим выносом, это неизбежно». С. Петерсон, изучавший такие дома, считает, что их веранды были заимствованы из Луизианы и Вест-Индии. Возможно, что это и так. Веранды характерны для сухого и солнечного климата; однажды появившись в Квебеке, они были затем приспособлены к бесчисленным старым домам, ранее их не имевшим. Летом они давали защиту от солнца, а зимой — от снега. В Квебеке 1,2-метровый снежный покров лежит несколько месяцев. Это обстоятельство как-то должно было быть отражено в выборе типов домов. Они придвинуты возможно ближе к дороге, пол поднят на 0,9—1,2 м над уровнем земли, вдоль переднего и заднего фасадов имеется галерея или, в крайнем случае, широкие крыльца со ступенями перед наружными дверьми. Такие

галереи для защиты от снега являются характерной чертой домов канадских французов и хорошо вяжутся с сильно выступающими карнизами, прикрывающими эти галереи.

Трэквейр ссылается на здание школы в Парк Лаваль с широким крыльцом на фасаде и на здание школы в Ока с сильно выступающим карнизом и большим крыльцом перед главным входом. Гораций Майнер следующим образом описывает квебекские деревни: «Дома строятся с расчетом на суровую зиму. Они располагаются вдоль гребня горы, группируясь с ее южной стороны. На более открытых равнинах дома имеют двери на южной стороне, чтобы избежать отрицательного воздействия сильных северных ветров. Дома, расположенные к югу от дороги, не имеют обращенных к ней наружных дверей. Если такие двери все же есть, они остаются закрытыми наглухо на всю зиму. Наиболее обитаемая в доме большая кухня выходит обычно на юг, в то время как небольшая приемная часто приходится на север. К дому пристраиваются наружные тамбуры как средство против ветра. Так как кухня является общественным центром дома, легкие летние кухни, не удерживающие тепла от печек, пристраиваются к торцам дома. Слишком открытые для того, чтобы быть теплыми, они эвакуируются на зиму».

Из сказанного видно, что жители этих деревень хорошо знакомы с эффективностью различных ориентаций.

Обратившись к архитектуре Юга, мы видим, что переселенцы Нового Света и здесь не имели другого выбора, как приспособиться к климату. Эдвард Джонсон в 1653 г. сообщает, что переселенцы должны были «...закапываться в землю на каком-либо склоне холма, набрасывая землю поверх настила из бревен; они устраивали дымный костер около более высокой стены своего земляного жилища и таким образом эти несчастные сооружали для себя, своих жен и детей убежища, спасавшие их от коротких ливней, но продолжительные дожди все же проникали внутрь, особенно в ночную пору». Примерно через 300 лет Джеймс Марстон Фитч писал: «Если бы переселенцы вместо Новой Англии приземлились на ближайшей планете, неизвестно, испытывали ли бы они более резкую климатическую перемену. В Плимуте в Англии они расстались с умеренным климатом, с очень устойчивой температурой, без холодных зим или жарких летних месяцев; снегопады и сильные ветры были редки; смерчи и циклоны неизвестны. В Плимуте в Массачусетсе они нашли климатические условия с годовым циклом, несравненно более суровым, с разницей температур июля и декабря более чем в два раза большей, чем в английском Плимуте. Они познакомились также с обильными снегопадами, долгими морозами, необычайными по силе штормами. Летняя жара Новой Англии, без сомнения, тяжелая для переселенцев, не была опасна для их здоровья. Они всегда могли спрятаться в тени. Но суровые долгие зимы, с вытекающей отсюда нуждой в соответствующих источниках тепла, — совсем другое дело. Насущная важность проблемы иллюстрируется первыми зданиями переселенцев: наиболее характерной чертой этих зданий был огромный камин с очагом».

Тэлбот Хэмлин в своей книге «Архитектура сквозь века» отмечает некоторые приспособления в конструкции крыши, возникшие как результат влияния климата. Многие шипцы на старых зданиях были, естественно, предназначены для того, чтобы снабдить светом мансарду, но из-за палящего летнего солнца и яростных зимних ветров мансардные комнаты, незащищенные и необогреваемые, оставались необитаемыми и, следовательно, бесполезными в течение большей части года. Кроме того, очень трудно обес-

С. Доржидов
академик С. Бейсен
атындағы фильм
КІТАПХАНА

5179
P. 129

535230

печить водонепроницаемость различных примыканий и соединений, неизбежных в конструкциях крыш со множеством щипцов. Поэтому постепенно фронтальные щипцы исчезли, остались лишь простые щипцы на торцах зданий.

Дневники Томаса Джефферсона изобилуют острыми наблюдениями, многие из которых были бы уместными в этой книге. Так, например, интересны его описания окон, вращающихся вокруг горизонтальной оси; будучи открытыми, они пропускают воздух, но не дождь. В 1781 г. Джефферсон закончил свое описание Виргинии, из которого видно, как верно уловил он микроклиматические особенности в окрестностях Монтиселло: «...Вершины гор избавлены от ранних осенних заморозков, а весной морозы кончаются на них раньше, чем на равнинах. Я был свидетелем морозов настолько суровых, что в окрестностях Монтиселло погибли все деревья, и тем не менее эти же морозы не повредили бывших в полном цвету нежных фруктовых деревьев в верхних частях окрестных гор». По словам Фитча, на юге французы, приспособившая свою архитектуру к субтропическому климату, также приподнимают над землей первый этаж и устраивают длинную галерею (рис. 5).

Фиски Кимболл в книге «Жилая архитектура американских колоний и ранней республики» сообщает, что после американской революции, но до наступления периода неоклассики «...ориентация и расположение комнат производились с современной свободой от традиционных решений. Там, где уличный фасад выходил на север, не было необычным для главных комнат группироваться позади, образуя дворовый фасад или фасад, выходящий в сад, как, например, в домах в Дерби, Гоуре и Брокенбро. В этих домах холл расположен со стороны улицы, главные жилые комнаты выходят на южную сторону, в сад. В тех случаях, когда выгоднее располагать жилые комнаты со стороны улицы, холл смещается с центра, освобождая место для жилых комнат».

В Мексике ориентации также уделяли много внимания. В городе Пуэбло, как рассказывает Джордж Кублер в книге «Мексиканская архитектура XVI века» в 1534 г. улицы были расположены таким образом, чтобы помешать продольному продуванию города господствующими ветрами. Он отмечает также: «Законы 1573 г. для испанских городов заслуживают некоторого внимания: они были, вероятно, основаны на опыте доминиканского Ордена нищенствующих и некоторые их предписания можно понять только с точки зрения стандартного, абстрактного понимания планировки города. Например, законодатели имели в виду города, продуваемые только восточными ветрами. Новые города в глубине страны должны были быть расположены к востоку или западу от гор и холмов, чтобы они не подвергались действию предполагаемых ветров. И другое — эти города должны были быть открыты для ветра только с севера и с юга. Прибрежные города должны были располагаться таким образом, чтобы постоянные ветры со стороны суши не мешали парусным судам входить в порты. Имелся также закон о вынесении прибрежных поселений на восточные берега рек, чтобы туман и т. п. скорее уносились от города ветрами». О самой же строительной практике Кублер пишет: «В XVI столетии дом с тростниковой или соломенной крышей носил название «джакат». В сырых местностях такие соломенные крыши были обязательны, так как плоские крыши засушливых, высоко лежащих районов страны здесь были неэффективны, а каркасные или сводчатые крыши непрактичны из-за больших затрат труда и материалов. В то же время соломенные крыши во влажном климате хорошо проветриваются, а самый материал настолько дешев, что может легко быть заменен

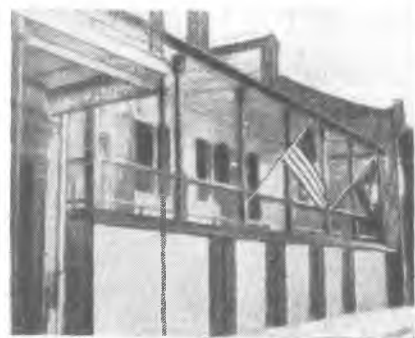


Рис. 5. Один из жилых домов в Новом Орлеане

Рис. 6. Стоунхендж при закате.
Голсберийская равнина (Англия)



в случае порчи... Срок службы осмоленных для водонепроницаемости плоских крыш не превышает двух лет, и поэтому доминиканские строители стали делать и в церквах очень крутые соломенные кровли».

В Мексике жители городов охотнее собираются на прохладной северной стороне дома, чем на южной. Поэтому именно на первой логичнее устраивать входы в дома. До сих пор в жарких странах Центральной Америки двери делаются в местах, хорошо защищенных от солнца.

В Южной Америке климат принимался во внимание таким же образом. Примером проявленной предусмотрительности при планировке может послужить город Лима в Перу, основанный 18 октября 1535 г. Франсиско Пизарро, завоевателем этой страны. Пауль Лестер Винер и Жозе Луи Серт писали в «Architecture d'aujourd'hui»: «В ориентации улиц, ширина которых равнялась 11 метрам, учитывались траектория солнца и направление господствующего ветра. Важность этих двух факторов была отмечена в законодательных актах 1523 г. Таким образом улицы Лимы были затенены и хорошо проветривались морским бризом».

На Ближнем Востоке, на тропических островах южных морей и даже в древней Англии (Стоунхендж, рис. 6) туземцы придавали большое значение ориентации своих улиц и жилищ по отношению к восходящему солнцу в определенные даты года: дни праздников, дни равноденствия и т. п. Но древние руководствовались при этом не только магией и поклонением солнцу, но также и гигиеническими соображениями. Проф. Флиндерс Петри считает, что древнейшим примером городской планировки является город Кахун в Египте. Улицы этого города имели уклон к середине, чтобы дождевая вода быстро стекала, не загрязняя улиц.

Аристотель пишет об этом в «Политике» (книга IV): «Самые гигиенические города те, которые расположены на восточных склонах и, следовательно, обдуваются ветрами, дующими с солнечного востока. Следующим по значению соображением является защищенность города от северных ветров, так как в таких городах смягчаются зимы». Около 300 лет до н. э. Ксенофонт писал: «В домах, ориентированных на юг, зимой солнечные лучи проникают в крытые галереи, но летом путь солнца проходит прямо над нашими головами и над крышами таким образом, что галереи затенены. Поэтому мы должны были бы делать южные стороны домов выше, чтобы получать больше зимнего солнца, а северные стороны—ниже, чтобы уменьшить площадь, подверженную действию холодных ветров». Р. Вичерлей в книге «Как греки строили города» описывает эллинистические жилые дома Делоса с двориками на южной стороне, что позволяло жилые помещения обращать, как правило, на юг.

В III в. н. э. Витрувий выдвинул свои идеи о планировке городов и отдельных зданий согласно различным климатическим условиям. С тех пор о нем говорят как об основоположнике современной науки о планировке городов. Вот некоторые высказывания Витрувия на эту тему из его книги «Архитектура»: «...он (архитектор) должен знать искусство медицины, взаимосвязь ее с различными районами и с характером атмосферы, местоположением (здоровое или подверженное нездоровым поветриям) и со снабжением водой. Никакое жилище не будет здоровым вне учета этих условий. Полезно также, чтобы свет для спален и библиотек был с востока; для ванн и комнат зимнего пребывания — со стороны захода солнца; для картинных галерей и комнат, в которых требуется ровное освещение, — с севера, так как северная часть неба не бывает ни ярко освещенной, ни затемненной во время прохождения солнца, но остается неизменяемой в течение всего дня».

По поводу пригодности участка с точки зрения гигиены Витрувий отмечает:

«1. Прежде всего нужно выбирать наиболее здоровую местность. Она должна быть возвышенной; быть ни слишком жаркой, ни слишком холодной, но с умеренной температурой. Кроме того, нужно избегать соседства болот. Когда вместе с лучами восходящего солнца утренний ветер будет достигать городских улиц, поднявшийся с болот туман, подхваченный порывами ветра, станет отравлять горожан болотными испарениями. Так же плохо, когда городские стены расположены вдоль побережья и выходят на юг, так как такие стены нагреваются сначала утренним солнцем, затем перегреваются полуденным. Точно так же и стены, выходящие на запад, — они нагреваются утром, становятся жаркими после полудня и раскаленными вечером.

2. Таким образом, чередование жары и холода вредно отзывается на здоровье людей и животных. В определенной мере сказанное относится и к неодушевленным предметам. Например, в винных складах никто не делает окон с южной или западной стороны, но всегда с северной стороны, так как эта часть неба не подвержена изменениям, а вина требуют постоянной неизменной температуры. Так же и в зернохранилищах, выходящих в сторону солнца: зерно быстро теряет свои качества, и рыба и фрукты тоже быстро портятся в хранилищах, ориентированных на юг.

3. Жара забирает из предметов их природные силы, разлагая и размягчая их теплыми парами. Это мы видим на примере с железом, твердым от природы, и все же при нагревании в горне огненными парами делаемымся настолько мягким, что оно легко принимает любую форму, а когда, будучи мягким и накаленным добела, оно охлаждается погружением в холодную воду, оно твердеет снова и восстанавливает свои прежние свойства.

4. Этим же объясняется и то, что летом не только в зараженных, но и в здоровых районах все живые организмы слабеют от жары, и, наоборот, даже самые зараженные районы зимой становятся более здоровыми благодаря тому, что укрепляются охлаждением. Равным образом и люди, попавшие из холодных районов в теплые, не могут перенести этого и хиреют, а те, которые попадают из южных районов в северные, не только не болеют, но, наоборот, становятся здоровее.

5. Следовательно, при закладке городов должно избегать тех районов, на которые из-за жары распространяется поветрие на людей».

Гениальность Витрувия видна и из следующего отрывка:

«За обнесением города стенами следует разбивка внутри него площадей, улиц и переулков и расположение их по сторонам света... Это расположение будет правильным, если улицы тщательно защищены от ветров. Ибо ветры холодные — неприятны, знойные — разны, влажные — вредны». И еще: «Если районы города спроектированы таким образом, что могут полностью продуваться, то всякие порывы ветра, ограниченные в пределах улиц, будут дуть в них с возросшей силой. Поэтому направление улиц должно быть таким, чтобы ветер разбивался об углы зданий, отбрасывался назад и рассеивался». Витрувий приводит два плана для иллюстрации своих принципов. Один составлен таким образом, что может быть повернут в любую сторону, в зависимости от направления ветров; второй показывает, как расположить кварталы и улицы, чтобы избежать яростных и опасных ветров. В книге VI Витрувий поясняет: «Верфи, как правило, должны быть ориентированы на север, ибо на южной стороне заводятся гниль, черви-древоточцы и всякого рода другие вредные твари из-за жары, способствующей их питанию и размножению».

Но весь масштаб мышления Витрувия виден, пожалуй, из следующей цитаты: «Одна часть земли лежит прямо под путем солнца, другая — отстоит от него далеко, третья — находится посередине между ними. Поэтому из-за наклона зодиакального круга и пути солнца различные части земли получают разное количество солнечного тепла; становится ясным, что в той же степени и при устройстве домов надо принимать во внимание свойства отдельных стран и различия в их климатических условиях. На севере здания, как я думаю, должны быть сомкнутыми, скорее целиком закрытыми, чем открытыми, обращенными на теплую сторону. Наоборот, в южных странах с палящим солнцем и угнетающей жарой здания должны быть открытыми на север или северо-восток. Таким образом мы можем исправлять искусством вред, приносимый природой». И еще:

«1. Теперь мы объясним, куда следует выводить различные комнаты в соответствии с их назначениями. Ванные и зимние столовые должны быть обращены к заходящему зимнему солнцу, так как в них приходится пользоваться вечерним светом. Кроме того, заходящее солнце освещает их своим блеском и мягко нагревает эту сторону. Кабинеты и библиотеки должны выходить на восток, так как для них требуется утренний свет, а также для того, чтобы в них не портились книги, ибо в комнатах, выходящих на юг и запад, книги могут быть повреждены книжными червями и сыростью, порождаемыми и питаемыми влажным ветром, из-за которого свитки папируса, отсырев, заплесневают.

2. Весенние и осенние обеденные комнаты должны выходить на восток, так как при такой ориентации солнце, передвигаясь к западу, умеренно нагревает их как раз тогда, когда ими обычно пользуются. Летние обеденные комнаты должны выходить на север, ибо при других ориентациях, особенно во время летнего солнцестояния, в них будет скопляться угнетающий избыток тепла, а ориентация на север из-за удаленности от пути солнца дает прохладу, приятную и полезную для здоровья. Так же обстоит дело и с ориентацией картинных галерей, комнат для тканья и рукоделия, мастерских художников и других помещений, требующих постоянного и ровного освещения, чтобы их краски не меняли своих оттенков».

В тезисах Витрувия об архитектуре имеются и другие ссылки на климат, как например, в книге VI, главе 6, где приведены сведения о том, как нужно ориентировать различные подсобные соору-

жения на фермах. Но уже из того, что было приведено выше, видно, что Витрувий по праву может считаться основоположником не только современной науки о планировке городов, но и первым климатологом в архитектуре.

И в самом деле, он сильно повлиял на многих мыслителей как своего времени, так и позднейших времен. Один из них — Палладио. В своей «Архитектуре» он писал: «Витрувий рассказывает нам, что первобытные люди делали крыши своих домов плоскими, но вскоре обнаружили, что такие крыши не защищают от дождя. Поэтому необходимость заставила людей поднять крыши, то есть устраивать посередине коньки. Эти коньки делаются выше или ниже, в зависимости от жаркого или холодного климата; по этой причине в Германии, где снег выпадает в большом количестве, крыши делаются остроконечными и покрываются тонкой черепицей или гонтом, т. е. небольшими деревянными дощечками. Иначе снег своей тяжестью раздавит крышу. Мы же, живущие в мягком и умеренном климате, должны поднимать свои крыши, соблюдая изящество и с наклоном, при котором дождевая вода легко сбегает с них. Для этого всю ширину площади, на которой надо возвести крышу, делают на девять частей; высота конька будет равна двум таким частям, так как, если бы высота конька равнялась $\frac{1}{4}$ ширины, то крыша была бы слишком крутой, а если бы она равнялась $\frac{1}{5}$ ширины, то скат крыш был бы слишком отлогим и общий вес черепицы и снега дал бы чрезмерную нагрузку. Сточные канавы делаются обычно вокруг любого дома. Вода с крыши отводится водосточными трубами на сравнительно большое расстояние от стен дома и затем попадает в сточные канавы».

Другой отрывок: «Не следует никому строить дома в долинах, закрытых горами, так как дома, скрывающиеся в таких долинах (помимо того, что в них отсутствуют места для обозрения), имеют еще нездоровое местоположение, поскольку земля, напитанная дождевой водой, скопляющейся в таких закрытых долинах, бывает часто заражена лихорадкой... Если, с другой стороны, солнце может проникнуть в такие долины, отражение его лучей создает там необычную жару; если же солнце не проникает в них, то постоянная тень делает ее обитателей тупыми и ленивыми и испортит их телосложение. Когда в них дуют ветры, они слишком яростны вследствие узких расщелин, через которые они врываются, а если ветры не дуют, то застоявшийся воздух становится тяжелым и нездоровым. По этой причине строить нужно на возвышенном месте, в районах с умеренным климатом, которое не закрыто постоянно тенью от высоких холмов и не опалается как бы двумя солнцами — одним реальным, другим — отраженным от близлежащих скал, ибо оба эти случая неудобны для обитателей». И далее: «Галереи (портики), по моему мнению, должны строиться на обеих сторонах улицы, чтобы под их прикрытием горожане могли делать свои дела, встречаться друг с другом, не боясь ни солнца, ни дождя, ни снега; почти все улицы в Падуе, которая является очень старым городом и известна своим университетом, построены в такой манере... Посередине улицы должен быть водосточный желоб, к которому каждая сторона улицы должна быть слегка наклонена, чтобы дождевая вода, падающая с крыш домов, могла стекать в него, и, таким образом, улицы получаются чистыми, а воздух не портится. Иное получается, когда дождевая вода застаивается в одном месте». Как мы упоминали выше, точно так же поступали в древнем Египте.

В своих сочинениях Палладио касается многих предметов. Он, так же как и Витрувий, упоминает об ориентации построек на

фермах. Он рассматривает все фазы погоды в своей работе об архитектуре и ни в какой мере не является, как считают многие критики, «архитектором тосканских колонн». Его практичность (а также вынужденные нарушения некоторых из его планов) видна из следующей цитаты: «Очень часто случается, что архитектор должен подчиниться фантазии того, кто его нанял, а не руководствоваться своим талантом и соображениями».

В Италии мы можем также обнаружить ранний пример эффективного регулирования строительства и найти законы, связанные с влиянием на него климата. Фиски Кимболл говорит об указе римских императоров, запрещавшем устраивать большие свесы на узких улицах Помпеи, так как они заслоняли бы улицы от солнца и воздуха.

В Париже в 1810 г. Персье вдохновляется сочинениями Витрувия, так как, говоря об ориентации различных загородных зданий, он прибегает к сходным аргументам.

Из дошедших до нас документов видно, что во время раннего развития Лондона с климатом не считались в достаточной степени. Приводим выдержку из документа времени царствования Генриха II, где речь идет о Лондоне: «В этом месте неподвижный воздух успокаивает людские умы, не развращая их вожделением и предохраняя от грубого и дикого поведения...». Второй цитируемый нами отрывок взят из книги Джона Эвелина «Fumifugium», написанной в 1661 г. Он показывает, как жалки были тогда улицы Лондона: «...то, что этот прославленный древний город, который из деревянного превратился в кирпичный и, подобно Риму, из кирпичного — в каменный и мраморный, который командует гордым Океаном на своем пути в обе Индии и завязал сношения с далекими антиподами, кутает свою величавую главу в облаках дыма и серы и насыщен зловонием и тьмою — было глубоко возмутившей меня неожиданностью. Кварталы были составлены из такого скопления уродливых и необычных домов, улицы так узки и стеснены в самом центре и на самых оживленных перекрестках, под ногой была такая скверная мостовая, расположение водосточных желобов и труб над головой такое неудобное и опасное для прохожих, что все заслуживало самых сильных упреков и напоминало лабиринт в мокрый день после промчавшегося шторма».

После промышленной революции для многих европейских городов оказались необходимыми постановления местных властей об обязательном зонировании различных сооружений. Так, например, касаясь городской планировки в Нюрнберге 1870 г., Вайгель отмечает, что в то время были изданы законы о необходимости обеспечения дневным светом каждой жилой комнаты дома. Олдридж рассказывает о шведском акте 8 мая 1874 г., требующем, чтобы при составлении плана города предусматривалось такое количество света и воздуха, которое требуется для здоровья его жителей.

А. Н. Кэйв, описывая свой визит в Вену в сентябре 1909 г., сообщает, что решающим фактором при зонировании города являлись господствующие ветры, т. е. требование, чтобы ветер относил дым от города.

Кампфмейер пишет об английских городах-садах Лечворсе и Велвине, что промышленные районы расположены на их восточных окраинах, чтобы господствующие западные ветры относили фабричный дым в сторону от них. Относительно Магнитогорска в СССР он пишет, что проектировщик Милютин при планировке города принял во внимание такие местные условия, как наличие воды, характер почвы и направление ветра. Он сообщает далее: «Интересный план радикального характера был составлен для небольшого города около

Новосибирска... Из-за господствующих ветров юго-восточного направления завод был расположен к северу от города. Оси кварталов жилых домов вытянулись с севера на юг, чтобы успешнее противостоять господствующим ветрам главного направления».

Мы не должны также забывать достижений в этой области, сделанных народами Дальнего Востока, особенно китайцами и японцами. Джиро Харада отмечает, что в Японии на первом месте — природа: архитектор не старается подчинить естественное окружение дому, наоборот, он старается дом подчинить естественному окружению, природе. Ниже мы отметим несколько характерных примеров, приводимых Харадой: «...Сильно выступающие свесы крыш являются другой чертой японских домов... Такие свесы необходимы для защиты дома от жары и дождя; они позволяют держать окна открытыми настежь в дождливые дни. К тому же в японских широтах такие свесы не препятствуют лучам солнца зимой проникать в комнаты... На Дальнем Востоке, где семья является общественной ячейкой, жилище занимает важное место в жизни общества и поэтому естественно, что домам уделяется много внимания с самых различных точек зрения. Считается, что здоровье и жизненное преуспевание человека зависят от расположения и планировки его дома и главным образом от так называемых направлений».

В древних книгах указывается, что для человека благоприятна жизнь в доме, построенном на склоне, поднимающемся со стороны заднего фасада и опускающемся со стороны переднего; горе человеку, живущему в доме, расположенном на склоне, поднимающемся со стороны переднего фасада. Но при таких высказываниях подразумевается, что дома должны выходить на юг, в сторону солнца и освещенных им ландшафтов. Перед опускающимся склоном, открытым к востоку и югу и поднимающимся к западу и северу, дом может выходить на восток, юго-восток и юг и в то же время иметь поднимающийся сзади склон, что желательно; если же дом будет выходить на запад или север, с холмом позади, тогда солнце и тепло будет загорожены с востока и юга. Такое положение, разумеется, нежелательно...

Планировка дома зависит, конечно, от его места или района его расположения, но следует также принимать во внимание направления, т. е. воображаемые линии, проведенные с северо-востока на юго-запад и с северо-запада на юго-восток и пересекающиеся под прямым углом в центре дома. Северо-восток называется «ворота дьявола», и нужно заботиться, чтобы с этой стороны не было «нечистых» помещений. Все плохое, нежелательное приходит с этой стороны, и дом должен быть защищен с этой стороны стеной; не следует также оставлять открытыми окна и двери с этой стороны. Юго-восток носит название «ворота земли» или «ворота ветра», северо-запад — «небесные ворота», где следует располагать водоем и припасы для жилища, и юго-запад, между небесными воротами и воротами земли, — «ворота людей».

Эти направления (хотя некоторые и склонны рассматривать их как простые суеверия) базируются в основном на принципах гигиены и на учете атмосферных условий, таких, как, например, господствующие ветры. Этим правилам в Японии придают такое значение, что до сих пор там сохраняется обычай — перед постройкой дома советоваться со «специалистом по направлениям».

Говоря об удобствах японских домов (рис. 7 и 8), Харада отмечает, что «...дома обычно строят выходящими, то есть открытыми на юг. Правда, должно иметься достаточно проемов и на северной стороне дома, чтобы потоки воздуха могли проходить сквозь дом с севера на юг и наоборот. Это дает тепло зимой и прохладу летом».

Хидето Кишида пишет, что японские жилища имеют большие проемы, постоянно открытые летом. Так как климат Японии очень сырой, особенно летом, в закрытом доме (т. е. доме с малыми проемами) летом было бы тягостно. Ральф Адамс Крэм считает, что большие проемы японских домов в зимнее время не так уж страшны: так как все равно ветер проникает в эти дома через каждую трещину и щель.

Д. Г. Майрэмс указывает, что самые ранние крыши, изображенные в скульптуре Ханьского монумента (Китай), сильно выступают над колоннами, вероятно для защиты открытых или прикрытых сверху бумагой деревянных решетчатых стен, дверей и окон на южной стороне дома.

Обратившись от Китая к Индии (рис. 9), Майрэмс пишет: «В Индии, с ее жарким климатом и жгучим солнцем, большой вынос карнизов и кровельных свесов всегда был важной проблемой, требующей решения; дворцы делались возможно более открытыми, чтобы поймать легчайшее дуновение ветра; четырехсторонние крошечные, поддерживающие выносы внутренних поперечных балок, или архитравные балки с обрешетинами, были естественным конструктивным решением этой проблемы... Чистота этого очень распространенного в Индии мотива качественно деградировала, вплоть до вторжения моголов, когда последние с большим успехом позаимствовали его, перетолковав в стиле мусульманской архитектуры, и показали этим, что они хорошо поняли необходимость в сильно выступающих карнизах и кровельных свесах в этой жаркой стране».

* * *

Таким образом, мы видим, что повсюду в мире на протяжении сотен лет, вплоть до наших дней, климат оказывал доминирующее влияние на архитекторов и архитектуру. Как отметил доктор Гельмут Ландсберг, «индивидуальный вкус играл только второстепенную роль в эволюции зданий. Низкие дома с соломенными крышами и малой поверхностью окон характерны для ветреных, дождливых и снежных склонов норвежских фиордов (рис. 10). Для Швейцарских Альп характерны дома с высокими шпильными крышами, способными выдержать большую снеговую нагрузку (рис. 11). Белье дома с плотными стенами и плоскими крышами встречаются в пустынях с их интенсивным солнцем и большими колебаниями суточной температуры (рис. 12а). Решетчатые стены и хорошо сопротивляющиеся дождю крутые крыши характерны для влажного горячего воздуха тропических джунглей, с их частыми и сильными ливнями (рис. 12б). Все приспособлено к тому, чтобы компенсировать самыми простыми средствами те или иные недостатки разнообразных климатических условий соответствующих районов. Более того, не только дома, но и целые города, сознательно или бессознательно, располагались соответственно климату. Иллюстрация к сознательному расположению — города, описанные у Витрувия и Аристотеля, к бессознательному — стихийное решение проблемы климата, как, например, остроумное изобретение узких как каньон улиц в районах пустынь, где один ряд домов дает тень для другого и где поверхность, подвергающаяся радиации, сведена к минимуму».

Существует богатое наследство; тем более прискорбно, что мы до сих пор не воспользовались им.

Каково положение сегодня? Почему мы временно перестали понимать всю важность влияния климата на архитектуру? По-видимому, благодаря бурному развитию средств сообщения народы стали заимствовать друг у друга различные «стили», не интересуясь



Рис. 7. Японский поселок у подножья горы Фудзияма



Рис. 8. Интерьер японского загородного дома летом. Видна бамбуковая штора



Рис. 9. Тривандрамский женский колледж (Индия)

их функциональной или климатической пригодностью в новых условиях. Трудно оправдать, например, применение форм римских терм на железнодорожном вокзале «Пенсильвания» в Нью-Йорке. И еще труднее оправдать то обстоятельство, что, несмотря на достижения нашей техники отопления, мы просто видоизменяем прежние проекты вместо коренных поисков новых решений. Современные методы позволяют обогревать сараи в «Заливе Гусей» на Лабрадоре, где температура никогда не бывает чрезмерно высокой, и охлаждать жилища в Фениксе на Аризоне, где температура наружного воздуха равна $+32^{\circ}$ в среднем за 152 дня каждого года. И когда требования климата вынуждают человека считаться то с крайней жарой, то с суровыми морозами, как, например, в Виннипеге (Манитоба)¹, он не знает, как ему быть с банками, похожими на греческий храм, чтобы сделать их удобными для пользования в течение всего года.

Что мы видим в провинции Квебек и в других североамериканских районах? Типичные городские дома с пристроенными к ним наружными лестницами высотой в два или иногда в три этажа, нагруженные скользким снегом. Снег сползает с крыш прямо на лестницы и тротуары. Уличное движение затрудняется из-за льда и снега. Все окутано дымом. Летом — липкие душные ночи, пахнувший бензином воздух, перегретые душные здания. Неудивительно, что теперь мы употребляем термин «кондиционирование воздуха» вместо старомодного «вентилирование». Большинство архитекторов мало уделяет внимания климату. Точно так же, как дамские моды следуют за модами Парижа, Лондона и Нью-Йорка, архитекторы следуют за направлениями, устанавливаемыми главными урбанистическими центрами в других странах. Но хотим мы этого или не хотим, архитектурные проекты должны быть сообразованы с преобладающей погодой. Постепенно это начинают снова понимать: мы не можем бороться с климатом, мы должны приспособиться к нему. В результате сейчас во всем мире начинают производить научные исследования с целью сбора тех сведений, которые нужны архитекторам различных климатических районов и областей. Некоторые исследования носят еще крайне ограниченный характер. Например, Майлз Райт, редактор журнала «Заметки проектировщика», по-видимому, сознает, что планировщикам и архитекторам необходимы статистические материалы, касающиеся климата. Однако информация, дающаяся в его журнале, касается лишь данных низших дневных температур, средних данных дождливой и солнечной погоды в Англии. При этом предполагается, что здесь якобы собраны все материалы, в которых нуждается современный проектировщик.

Другие исследования обнаруживают более правильный и детальный подход к рассматриваемой проблеме. Правительственные учреждения ведут такие исследования во многих странах. Вот некоторые из этих учреждений:

1. Строительное отделение Национального научно-исследовательского совета, Оттава, Канада.
2. Научно-исследовательская станция по строительству, Гарстон, Уотфорд, Хертс, Англия.
3. Департамент общественных работ и жилищного строительства, экспериментальная строительная станция Министерства здравоохранения, Сидней, Австралия.

¹ В течение 75 лет наибольшая амплитуда колебаний температуры в Виннипеге была около 73° . Средняя годовая амплитуда колебаний температуры была 53° .



Рис. 10. Ферма в горах около древней 1000-летней дороги между Осло и Тронхеймом (Норвегия)



Рис. 11. Типичный швейцарский дом в горах



Рис. 12а. Жилые дома среднего класса в Судане. Обратите внимание на отсутствие проемов



Рис. 12б. Дома с решетчатыми стенами и тростниковыми крышами в деревне Сан-Педро (Британский Гондурас)

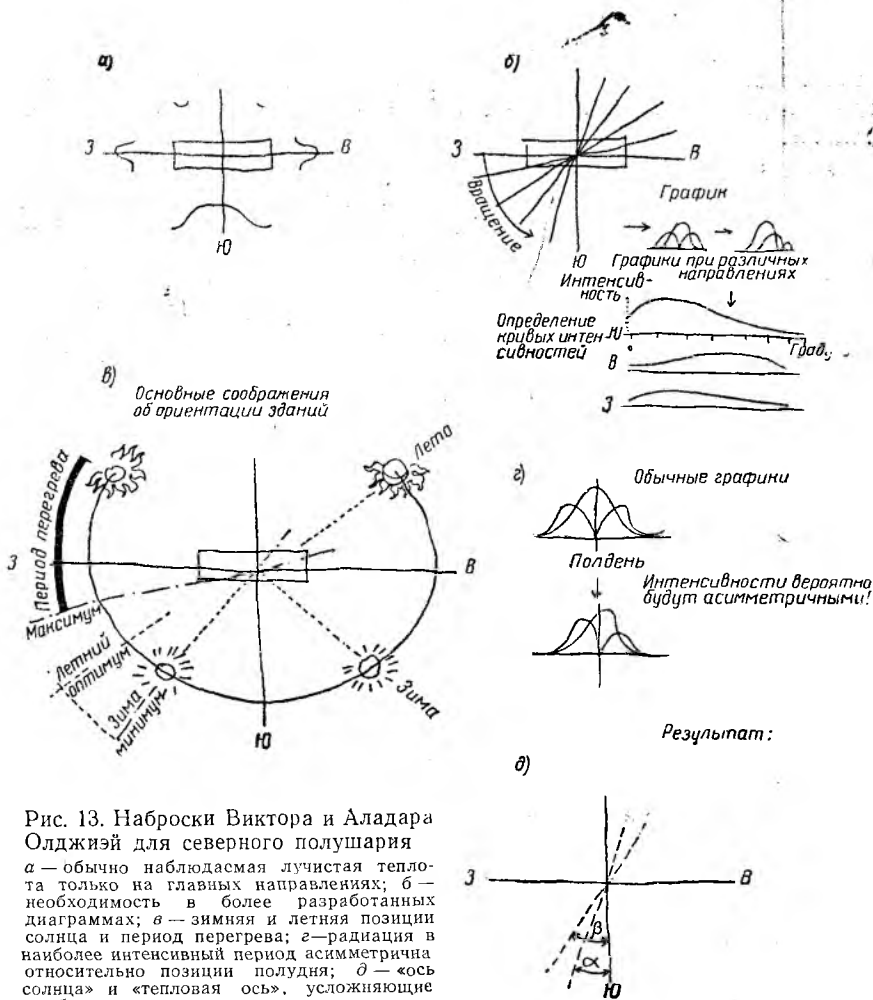


Рис. 13. Наброски Виктора и Аладара Олджиев для северного полушария а — обычно наблюдаемая лучистая теплота только на главных направлениях; б — необходимость в более разработанных диаграммах; в — зимняя и летняя позиции солнца и период перегрева; г — радиация в наиболее интенсивный период асимметрична относительно позиции полудня; д — «ось солнца» и «тепловая ось», усложняющие проблему ориентации

4. Физическая лаборатория департамента научных и технических исследований, Веллингтон, Новая Зеландия.

5. Шведский комитет по научно-исследовательской работе в строительстве, Стокгольм, Швеция.

6. Национальный строительный научно-исследовательский институт, Претория, Южно-Африканский Союз.

7. Строительная научно-исследовательская станция национального научно-исследовательского совета, Рурки, Индия.

8. Швейцарский федеральный технологический институт, Цюрих, Швейцария.

9. Национальный центр научных исследований, Париж, Франция.

США не имеют подобных государственных научно-исследовательских организаций. Тем не менее исследованием климата в США занимается отделение Министерства торговли и Национальное бюро стандартов. Кроме того, существует Строительное научно-исследовательское агентство при Национальном научно-исследовательском совете в Вашингтоне. Это агентство совместно со многими частными институтами, частными лицами, университетами и крупными промышленными фирмами занимается всеми делами, связанными со строительством. В январе 1950 г. совместно с Национальной академией наук оно организовало конференцию по вопросам погоды в связи с проблемами строительства. Других авторитетов в

этой области в США и других странах слишком много, чтобы их здесь перечислять. С наиболее важными именами мы встретимся дальше.

Два американца, много работавших в области, касающейся влияния климата на архитектуру, — братья Виктор и Аладар Олджий, дают набросок, иллюстрирующий их метод подхода к рассматриваемой проблеме (рис. 13).

Влияние климата на архитектуру признано теперь не только крупными институтами, но и широкими кругами проектировщиков.

Джинс Молеруп (Дания) замечает: «Ветры, дожди и плоский рельеф страны, естественно, повлияли на манеру строительства в Дании. Дома датчан (рис. 14) низки, они следуют мягким очертаниям ландшафта и, чтобы избежать ветра, размещаются как можно ближе к земле. Крыши — двускатные, с уклоном, обусловленным отводом дождевой воды. Наклонные крыши еще более необходимы зимой, так как снег, выпавший ночью при температуре, близкой к точке замерзания, начинает таять, как только солнце взойдет достаточно высоко, но после полудня часто снова начинает примораживаться. Такие постоянные колебания от оттепелей к заморозкам с промежутком только в несколько часов быстро разрушают поверхность плоских крыш, так как вода, образовавшаяся при таянии снега, испаряется медленно. Во всяком случае, современные плоские крыши требуют специальных и дорогих устройств».

Мейдилл, профессор архитектуры Торонтского университета, подчеркивает, что архитекторы должны считаться с ориентацией, так как «при канадском климате важно воспользоваться всеми выгодами южной ориентации и благоприятных ветров». Еще более важно, отмечает он далее, непосредственное участие архитектора в выборе участка, чтобы он с самого начала смог помочь заказчику своими знаниями.

Арнольд Уиттик рассказывает об одной из сознательных попыток извлечь практическую пользу из правильной ориентации зданий: «Людвиг Персиус был учеником Шинкеля и в своих проектах жилых домов, многие из которых построены в Потсдаме и его окрестностях, он следовал работам своего учителя, сделанным в средневековом, а не классическом стиле. Его планы никогда не были



Рис. 14. Дома с соломенными крышами в Дании

абстрактными и всегда учитывали солнце и характер местности. Он заботливо «увязывал» свои жилые дома с прилегающими садами, рассматривая и то и другое как единое целое, предвосхищая этим идею «городов-садов» и архитектуру жилых домов Войси и Франка Ллойда Райта... Войси проектировал свои дома согласно их назначению, и большинство из них состоят из удобной цепочки комнат, расположенных наподобие L или E и ориентированных с учетом солнечного освещения».

Гарольд Мак Лин Льюис в книге «Планировка современных городов» пишет: «Климат влияет на план города различными путями. Температура определяет время созревания урожая и глубину закладки труб водопровода для предупреждения замерзания воды. Снегопады влияют на расположение дорог и устройство автомобильных гаражей. Направление господствующих ветров влияет на пригодность участка для аэропортов или размещения промышленных объектов». В США в первые два десятилетия XX века «промышленные районы, естественно, располагались вдоль линий железнодорожного или водного транспорта, но их местоположение иногда определялось также направлением господствующих ветров, чтобы дым и запахи не достигали деловых и жилых районов города». Как пример можно привести город Уорчестер (Массачусетс), который в 1922 г. согласно закону о зонировании состоял из четырех зон с различными микроклиматами и, следовательно, относительно различной пригодностью для использования их под жилую застройку. «Это зонирование, — пишет Чарльз Ф. Брукс, — было произведено путем изучения одной части города, и затем собранные данные были распространены на весь город на основе подробной топографической карты. Температуры дня и ночи, господствующие ветры, склоны и вершины холмов, дно долин — вот элементы, использованные при этом зонировании. Было определено, что лучшими являются участки, выходящие на юго-восток на среднем уровне склонов; затем выходящие на юго-запад на среднем уровне склонов и на вершинах холмов; на третьем месте — участки, выходящие на северо-западные или северные склоны и расположенные на дне долин, где зимой скапливаются массы холодного воздуха».

СОЛНЦЕ

1. ДЕЙСТВИЕ СОЛНЦА НА ЗЕМЛЮ

То что происходит, когда солнечные лучи достигают земной атмосферы, показано на рис. 15. Из него видно, что значительная часть солнечной энергии прежде, чем она даже доходит до земли, отражается обратно в пространство. Только около трети солнечной энергии достигает земной поверхности, где быстро переходит в другие виды энергии. В результате имеют место испарение, конвекция, теплопроводность, лучистая псевдотеплопроводность (лучистая псевдопроводимость), отражение и радиация.

Количество получаемой землей радиации зависит от семи факторов:

- 1) положения солнца во времени дня;
- 2) положения солнца во времени года;
- 3) облаков и других препятствий;
- 4) направления уклона места;
- 5) величины уклона места;
- 6) высоты места;
- 7) положения рассматриваемого места относительно его окружения.

Все эти факторы представляют большой интерес для архитектора: он должен быть знаком с различными формами влияния солнца и умело пользоваться ими в своей работе.

Обратимся прежде всего к пунктам 1 и 2. Путь солнца строго определен в различные времена дня и года. Но далеко не так просто учитывать этот путь при проектировании, в частности, без вспомогательного графического материала. Имеется пять главных методов определения или фиксации позиции солнца: метод диаграмм, метод трех измерений, статистический, с помощью механических приборов и путем непосредственного наблюдения.

Одним из диаграммных методов фиксации положения солнца является система Барнета, по имени ее изобретателя. В этой системе с помощью первой диаграммы определяется положение солнца в разные времена дня и года, а с помощью второй — высота солнца. Под кальку с планом и разрезами здания подкладываются диаграммы, после чего сразу же становится видной глубина проникновения солнечного света в комнату через рассматриваемый проем. Метод этот прост и быстро дает результаты. Диаграммы Барнета приведены для северной широты $52^{\circ}31'$.

С помощью этого метода можно определить оптимальный вынос нависающих элементов (карнизов, свесов кровель, сандриков и т. п.) для защиты комнат от лучей солнца летом и обеспечения инсоляции тех же комнат зимой. На рис. 16 в центре — план комнаты определенной ориентации; солнечные лучи будут проникать в нее в течение часов, заключенных между линиями AB и CD . На рис. 17 справа — схема разреза той же комнаты с верхом окна или, что то

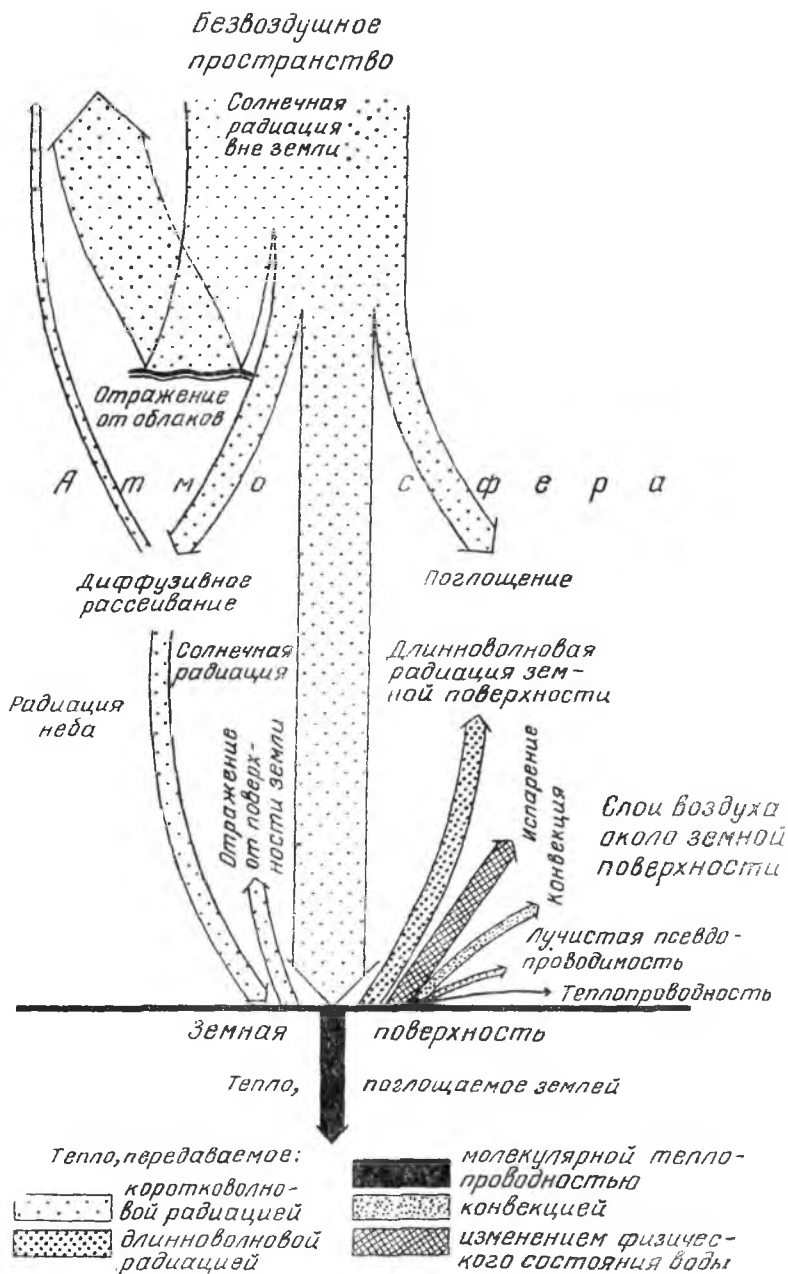


Рис. 15. Теплообмен в летний полдень. Толщина стрелок соответствует количеству передаваемого тепла

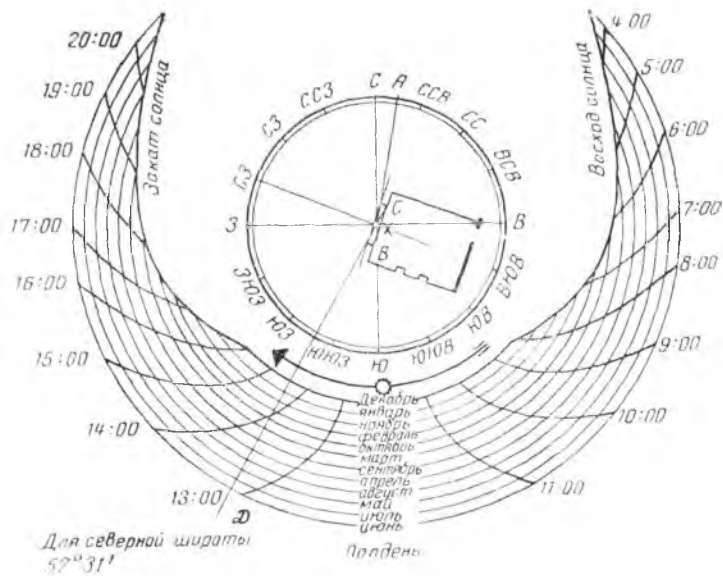


Рис. 16. Диаграмма системы Барнета для $52^{\circ}31'$ северной широты

же самое, краем тени в точке z . Линия GH получена в соответствии с датами, рассматриваемыми на рис. 16. Линия из любой точки, на отрезке GH , проведенная через точку z , даст нам глубину проникновения солнечных лучей в комнату в данное время.

Второй способ этого же диаграммного метода заключается в построении диаграммы следа солнечной тени. Вертикально укрепленная на земле палка, освещенная солнцем, отбрасывает тень. Если соединить крайние точки теней, отбрасываемых палкой в течение всего дня, то образуется линия следа тени. Такие линии различны в различные времена года и могут быть изображены в виде диаграммы. На рис. 18 приведена диаграмма для северной широты $42^{\circ}30'$ Р. В. Джастиса, чей «солнцемер» описывается дальше. Эти теньевые линии различных дней могут быть легко представлены так же и на плане. Если серию таких диаграмм разместить близко одна к другой, то будет получена наглядная картина относительного положения солнца в течение года, так же как и фактические данные, касающиеся его высоты и азимута.

Лесроп Дуглас при проектировании административного здания в Каракасе (Венецуэла) построил такие диаграммы для определения теньевых линий нависающих элементов здания. На рис. 19 показано, как может быть запроектировано в соответствии с местными условиями солнечного освещения большое административное здание в нескольких градусах от экватора.

Третий способ принадлежит Паулю Сиплу и состоит в графическом изображении высот солнца и азимутов для среднемесячных данных каждого месяца года, как показано на рис. 20. Главный недостаток этого способа состоит в том, что промежуточные углы между наибольшей высотой солнца в полдень и наименьшей его высотой при восходе и заходе принимаются ориентировочно, поскольку они не даются в цифрах.

Кайесом Интерпрайсом (Калифорния) предложен «расчетный солнечный график», в котором совмещено фактически несколько графиков: график высоты солнца, график азимута солнца, график теньевых углов. Последний график, по нашему мнению, наиболее интересен. На рис. 21 воспроизведен такой «расчетный солнечный

Рис. 17. Диаграмма системы Барнета (см. рис. 16)

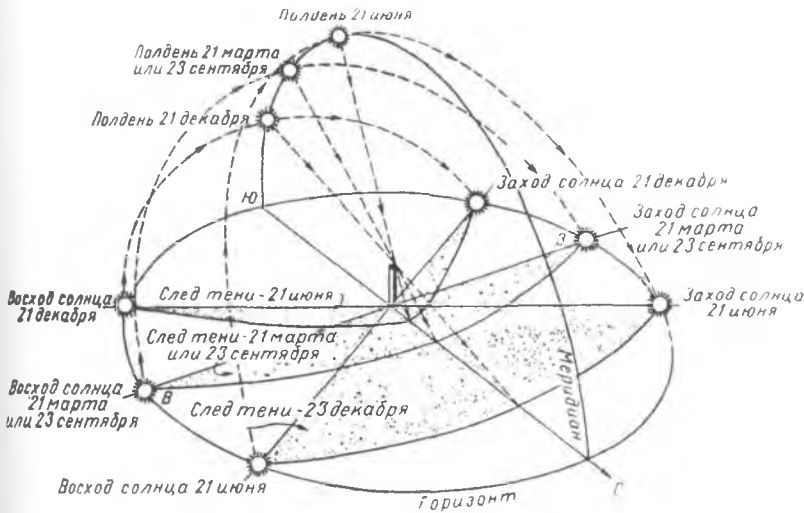
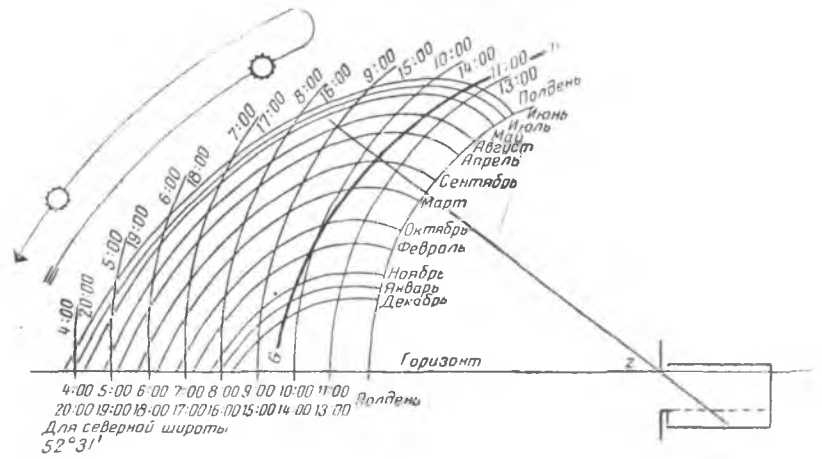


Рис. 18. Диаграмма следа солнечной тени для северной широты $42^{\circ}30'$, подготовленная Р. В. Джастисом

Рис. 19. Административное здание в Каракасе (Венецуэла). Архитектор Лесроп Дуглас



Рис. 20. График, применяемый в методе Пауля Сипла



график» для северной широты 40° . Читатель может заметить, что гиперболические кривые этого графика очень похожи на кривые диаграммы следа солнечной тени.

Наиболее полными из всех известных нам «расчетных солнечных графиков» являются графики, помещенные в «Справочнике по планировке городов» Королевского технологического института в Стокгольме. Графики составил Гуннар Плейжел, выдающийся шведский архитектор, работающий в упомянутом институте. Здесь в его распоряжении имеется лаборатория, оборудованная специально для занятий проблемами солнечного света и дневного освещения. Две из его диаграмм, тщательно составленные, приведены на рис. 22 и 23. Они свидетельствуют о наличии солнца на полярном ночном небе в мае, июне и июле. Подобные диаграммы можно, конечно, приготовить и для других зон.

Способ Антонина Раймонда является одним из лучших способов изображения солнечных углов, так как годовой путь солнца здесь может быть удобно показан на одном листе бумаги. Раймонд в своей интересной книге «Архитектурные детали» показывает это на широте Токио, Япония, равной $35^\circ 40'$ северной широты (рис. 24).

Для решения навигационных проблем были опубликованы диаграммы, составленные Морской гидрографической службой США в Вашингтоне. Мы приводим на рис. 25 такую диаграмму (1952); она может быть использована архитекторами для определения высоты и азимута солнца в любой день года. На первый взгляд она кажется сложной, но в действительности очень удобна.

Сокращения, употребляемые при подсчетах. следующие:

H — вычисляемая высота;

T — часовой угол в градусах;

L — принятая широта;

Az — азимут;

D или Dec (declination) — склонение солнца;

$Co Dec = 90^\circ - Dec$;

$Co H = 90^\circ - H$.

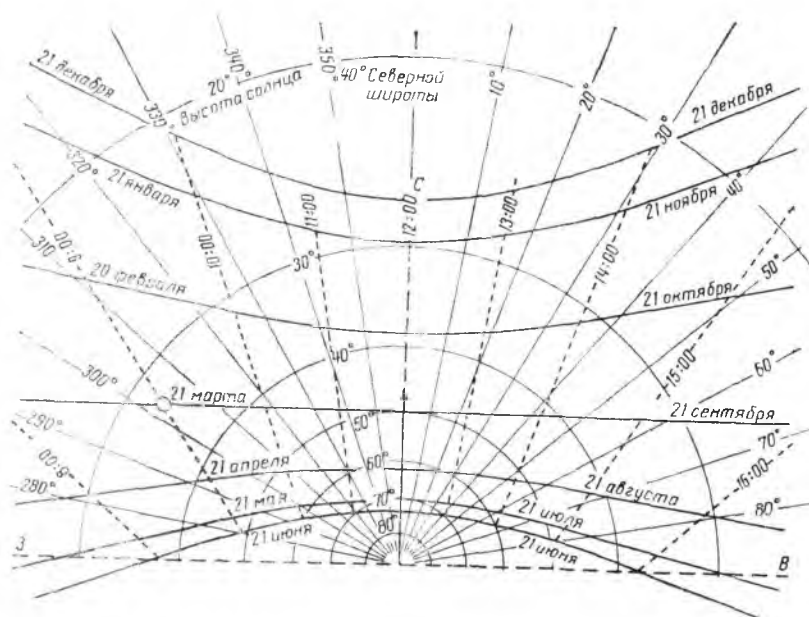


Рис. 21. Диаграмма показывает в масштабе $1\text{ см} = 0,479\text{ м}$ следы тени от верхушки вертикального трехметрового столба для различных месяцев, образующих семейство гиперболических кривых

Время дня, т. е. часы, показаны пересечением этих кривых с пунктирными прямыми линиями. Концентрические полуокружности показывают высоту солнца в градусах. Азимуты относительно севера и углы образованные меридианом с направлением теней, показаны радиальными прямыми линиями. Пример: найти высоту и азимут солнца в 9 часов утра 21 сентября. Пункт, отмеченный маленьким кружком, показывает, что высота солнца равна 33° , азимут солнца равен 123° , а теневой угол равен 303° .

В этой диаграмме азимут солнца утренних часов условно отсчитывается от южного меридиана

Рис. 22. Солнечная диаграмма Гун-нара Плейжела для 63, 64 и 65° север-ной широты

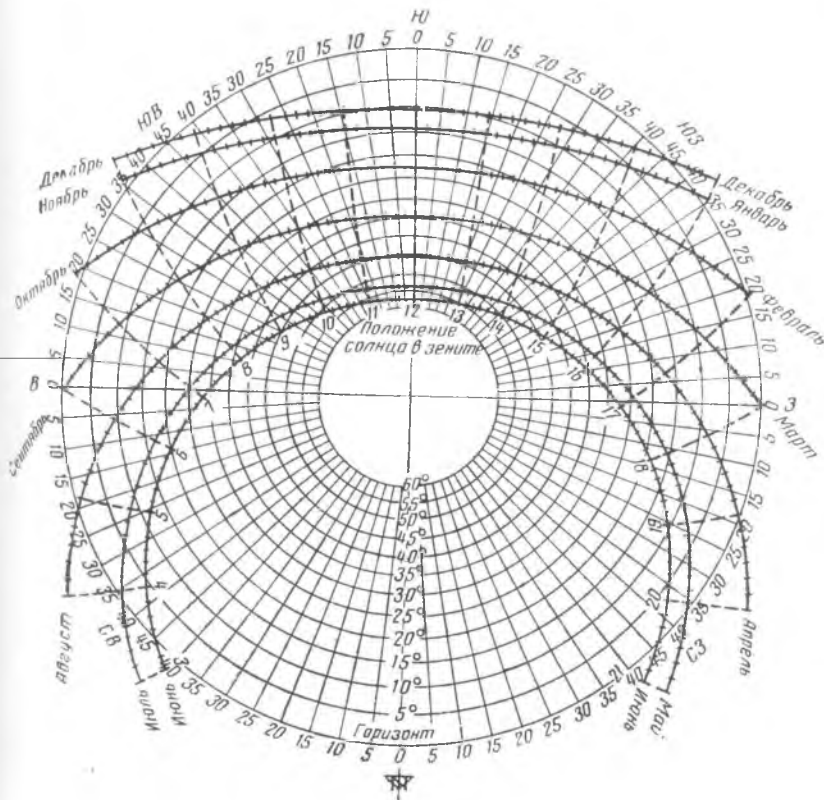
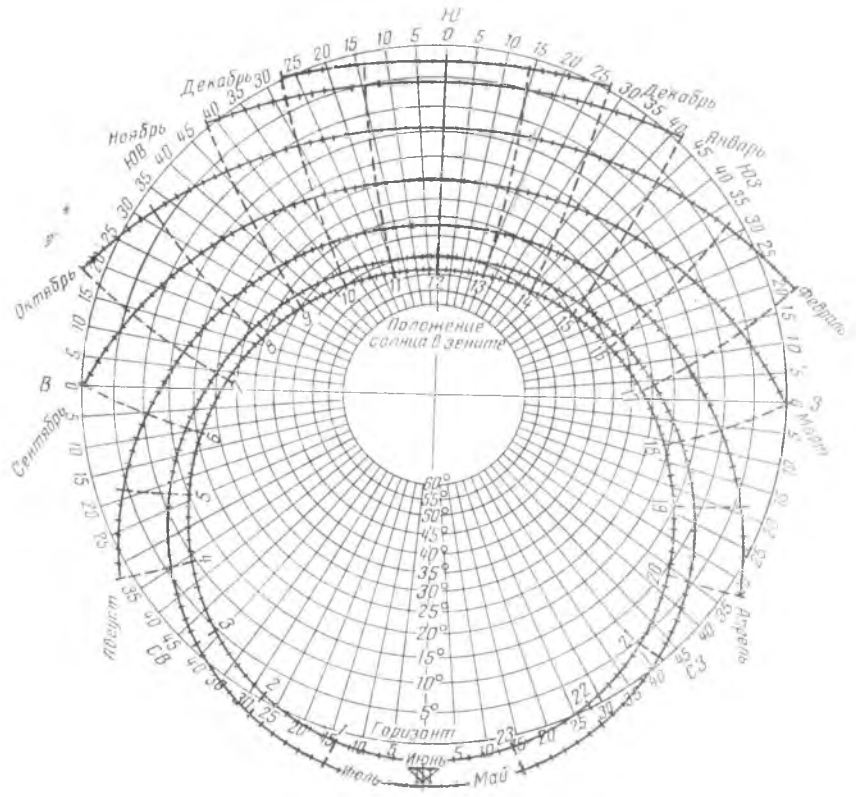


Рис. 23. Солнечная диаграмма Гун-нара Плейжела для 55, 56 и 57° север-ной широты

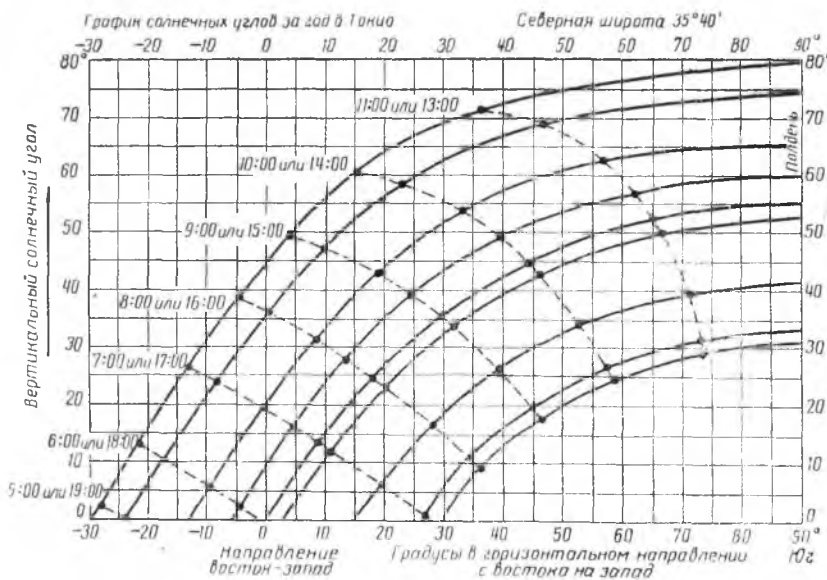


Рис. 24. Графический метод Антонина Раймонда для изображения солнечных углов

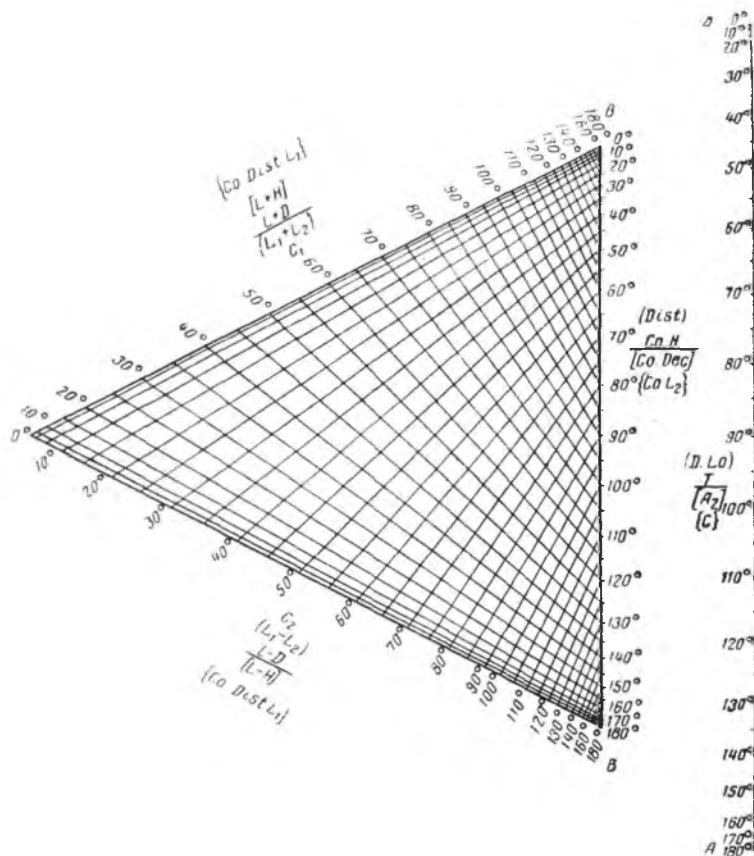


Рис. 25. Штурманская диаграмма для вод Центральной Америки

Рис. 26. «Солнцескатель» Бэкера и Фунаро для северных широт от 45 до 50°

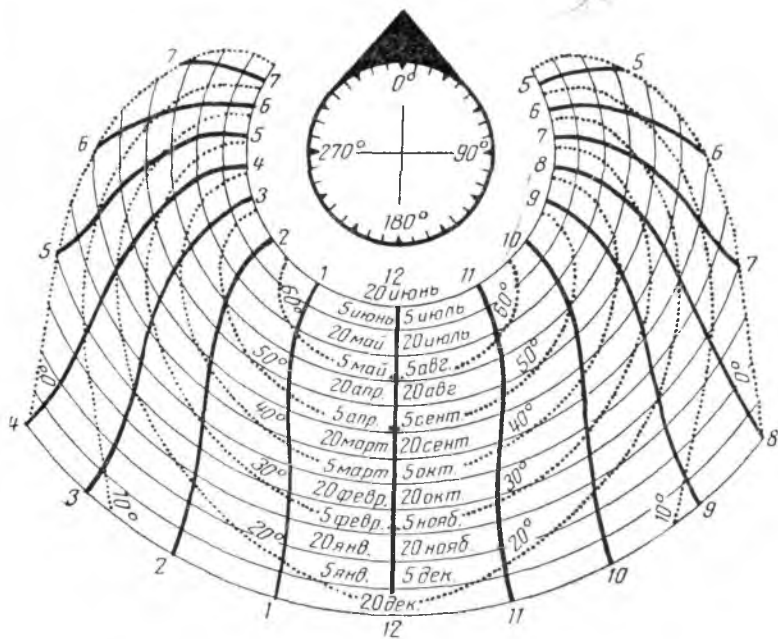
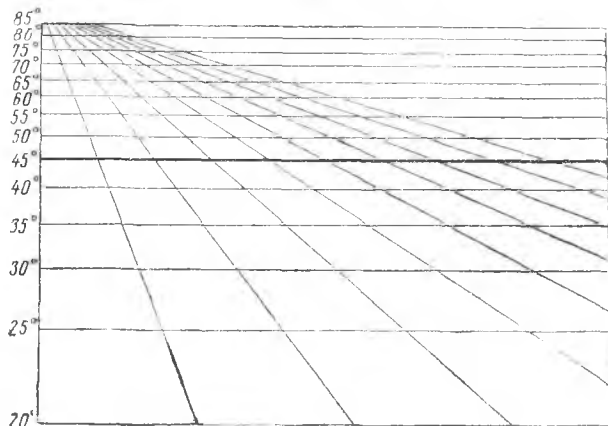


Рис. 27. Шкала длины тени Бэкера и Фунаро

Горизонтальные градусные линии показывают высоту солнца, определенную при помощи рис. 26. Чтобы найти глубину проникания лучей солнца через окно, верх которого находится на высоте 2,1 м от уровня пола, откладываем эту высоту вдоль какой-либо горизонтальной линии (например, 45° жирной) в масштабе данного чертежа. Затем следуем по ближайшей наклонной линии вверх или вниз, пока не пересечем нужную нам линию высоты солнца, скажем 35°. Отрезок от этой точки пересечения до левого края шкалы будет искомой длиной тени в масштабе чертежа. То же повторим для высоты низа окна



Пример, иллюстрирующий, как определить высоту солнца.

Дано: широта = $25^{\circ}36' С$;
 Дек = $4^{\circ}06' С$;
 $T = 70^{\circ}12'$.

Найти H : точку, определяемую пересечением линий $L + D = 29^{\circ}42'$ на шкале C_1 с линией $L - D = 21^{\circ}30'$ на шкале C_2 , соединяем прямой с точкой $70^{\circ}12'$ на шкале A . На шкале CoH , т. е. на линии BB , читаем $70^{\circ}23'$. Отсюда высота солнца равна $90 - 70^{\circ}23' = 19^{\circ}37'$.

После определения высоты солнца можно определить азимут солнца: точку, определяемую пересечением линий $(L + H) = 45^{\circ}13'$ на шкале C_1 с линией $(L - H) = 5^{\circ}59'$ на шкале C_2 , соединяем прямой с точкой $85^{\circ}54'$ на шкале $CoDec.$, т. е. на линии BB . На шкале A (Az) читаем величину азимута $94^{\circ}56'$.

Джеффри Бэкер и Бруно Фунаро изобрели график для изображения положения солнца, названный ими «Солнцескателем»

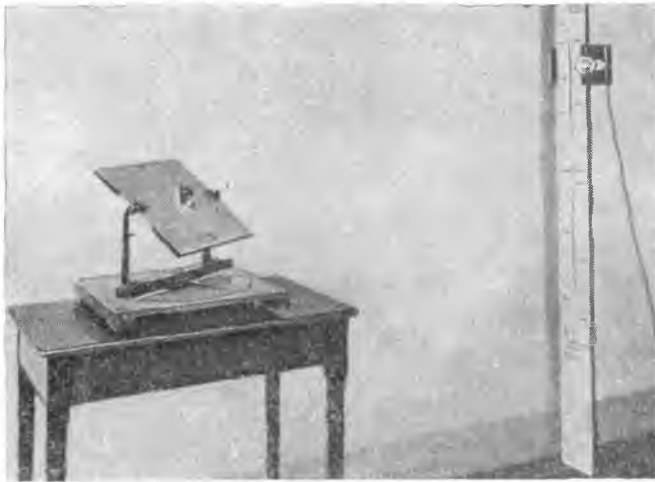


Рис. 28. Британский «гелиодон»

(рис. 26 и 27). Он очень удобен, так как почти все сведения можно получить из одной диаграммы, а вторая служит лишь для определения глубины проникновения в комнату солнечных лучей. «Солнцескоп» составлен для каждых пяти градусов широты. График очень ясен. Пересечения тонких и жирных линий (соответственно дат и часов) определяют высоты солнца, показанные пунктирными линиями. Если эти пересечения соединить прямыми с центром компаса, то будут получены соответствующие азимуты солнца.

Позиции солнца могут определяться и вторым методом — методом трех измерений на модели.

В начале 1930 г. одной из научно-исследовательских строительных контор в Англии был изобретен прибор, основанный на методе трех измерений и получивший название «гелиодона» (рис. 28). Разновидности этого прибора были изготовлены и в других странах. Интересны австралийские «солнцескоп» и «искусственное небо». Последнее было также изготовлено в Королевском технологическом институте в Стокгольме и на Инженерно-экспериментальной станции в Техасе (США).

«Гелиодон» дает возможность изучать проблемы солнечного освещения с помощью моделей. Он состоит из стола, изображающего землю, и источника света, представляющего солнце. В английском «гелиодоне» имеется неподвижный источник света (лампочка), освещающий наклонную вращающуюся платформу, на которой расположен изучаемый макет здания. Платформа вращается вокруг неподвижной оси, имитируя этим изменения в количестве падающих солнечных лучей в разное время дня. Для изображения различных широт платформа может быть наклонена относительно горизонта. Времена года могут быть получены передвижением лампочки (солнца) по вертикальной шкале солнечного склонения, удобно разбитой на месяцы.

С другой стороны, в австралийском «солнцескопе» источник света вращается посредством червячной и зубчатой передач вокруг неподвижной платформы с установленным на ней макетом. Передвижение осуществляется соответственно рассматриваемым изменениям времени дня, времени года и широты местности.

Неподвижную модель очень удобно демонстрировать студентам, так как здесь им не приходится, как при демонстрации «гелиодона»,

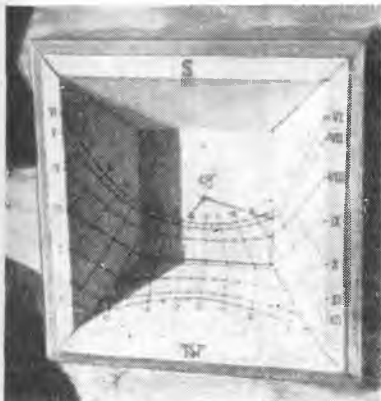
часто менять свою позицию или наблюдать из невыгодного положения

Употребление «гелиодона» и пластического макета как бы придает самому процессу проектирования нечто от специфики работы скульптора, что является очень ценным для архитектора.

Гуннар Плейжел, чьи шведские солнечные диаграммы мы рассматривали выше, является также изобретателем небольшого прибора «маленькие солнечные часы», действие которого тоже основано на методе трех измерений. Он описывает их так: «Не требуется ни сложных установок, ни дорогих инструментов для изучения распределения теней на улицах города или распределения солнечного света, проникающего в комнату через окно. Солнечные часы (рис. 29) похожи на открытую коробку с наклонными боковыми стенками. Они работают следующим образом. Булавка, воткнутая в середину циферблата, служит стилем (т. е. палочкой для писания) и отбрасывает тень на горизонтальную поверхность дна и на четыре наклонные боковые стенки. На дне и стенках изображена диаграмма тени, состоящая из месячных кривых (сплошные линии), пронумерованных от I до XII (от января до декабря) и часовых линий (пунктирные линии), пронумерованных от I до XXIV. Получасы указаны поперечными черточками на месячных кривых. Пересечение месячных кривых и часовых линий отмечает то место, которое достигает тень булавочной головки около 20-го числа того месяца, который указан на краю солнечных часов, и в час, соответствующий номеру часовой линии. Такие солнечные часы изгибаются для каждого второго градуса широты и обладают довольно большой степенью точности». «Источником света может быть или естественное солнце, или обыкновенная настольная лампа. В первом случае модель должна быть расположена или вне помещения, или близко к окну. Во втором — расстояние между макетом и лампой должно быть как можно большим, не менее 3 м, чтобы лучи света были возможно более параллельными...».

«Солнечные часы помещают или на самый макет, или на его основании. Дно солнечных часов должно быть параллельно горизонтальному основанию макета, а стрелка солнечных часов, указывающая направление Север—Юг, параллельна соответствующей стрелке макета и направлена в ту же сторону. Затем поворачивают и наклоняют макет до тех пор, пока тень от булавочной головки не упадет на ту точку солнечных часов, которая соответствует рассматриваемому времени (т. е. времени, в которое мы изучаем расположение теней). Так как точные исследования требуют известной корректировки, чтобы истинное солнечное время привести в соответствие со средним местным солнечным временем, нужно иметь простую поправочную таблицу минут, которые должны быть добавлены к рассматриваемому истинному солнечному времени или вычтены из него. Имеются также поправки для долготы, сведенные в подобную же таблицу. На рис. 30 показана фотография макета предполагаемого школьного участка, демонстрирующая условия освещения его солнцем в марте или сентябре в 10 часов утра. Здесь наглядно (слева на фото) виден пример применения «маленьких солнечных часов» Плейжела, архитектора-консультанта проекта. Макет воспроизводит участок в Арвике (Швеция), предназначенный для школьной игровой площадки. Последняя видна в правом верхнем углу участка. На макете отчетливо видны тени деревьев в виде небольших темных конусов. Плейжел фиксирует их для различного времени дня, месяца, года, чтобы получить полную картину передвижения теней на участке и определить, таким

Рис. 29. «Маленькие солнечные часы» Гуннара Плейжела



образом, пригодность участка для игровой площадки с точки зрения инсоляции.

Инструментом, похожим на «маленькие солнечные часы», но менее точным, является американский инструмент, известный под названием «солнечный угломер», сконструированный д-ром Л. В. Ньюбауэром (Калифорнийский университет). Специальное назначение прибора — «...изучать как положение теней вокруг различных зданий фермы, так и глубину проникновения и действие солнечных лучей, попадающих в окна, и помогать выбору правильной ориентации зданий, а также и наиболее выгодному размещению дверей, окон, свесов крыш и деревьев». Проектировщики отмечают, что солнечный угломер легко транспортируется и устанавливается на столе или чертежной доске. Рис. 31 показывает «солнечный угломер» с источником света, соответствующим положению солнца в 1—2 часа послудни, и тенью от навеса и южного свеса кровли. По словам Ньюбауэра, наиболее точной позицией макета явилось бы положение в центре доски — там, где находится навес. Далее он отмечает, что макет маленького домика сзади — слева имеет более подходящий размер для изучения теней, но он не столь точно выполнен, как модель большого размера.

Приводим несколько различных случаев, где возможно употребление солнечного угломера.

1. Ж и л ы е д о м а. В связи с ориентацией последних на юг особый интерес приобретают размеры и высоты окон, величина свеса кровли, размер и положение теней от деревьев. В некоторых случаях восточные и западные стены дома оставляют глухими, чтобы избежать летних лучей солнца и чрезмерного летнего перегрева.

2. П т и ч н и к и. Проблема домов для домашней птицы несколько похожа на предыдущую. Фактически ее изучение может, по-видимому, предшествовать всем остальным, так как помещения для цыплят на протяжении многих лет строились с южной ориентацией, с большими свесами крыш, с широкими оконными проемами. В некоторых из них использовались специальные ширмы, шторы и жалюзи.

3. С в и н а р н и к и. Они часто проектировались наподобие птичников. На летний период в жарких районах должны быть пре-

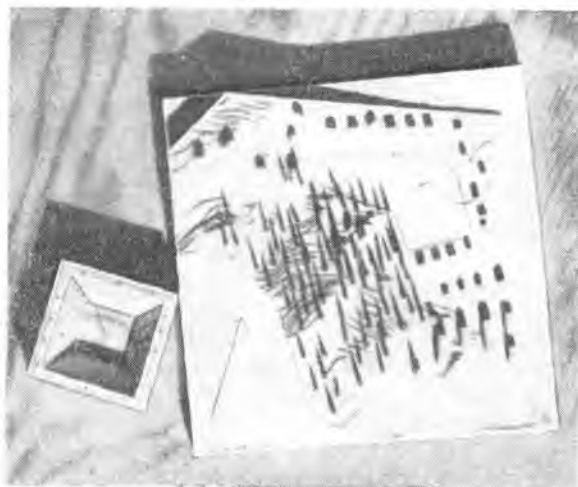


Рис. 30. «Маленькие солнечные часы» и макет школьного участка

Рис. 31. «Солнечный угломер»
Ньюбауэра



дусмотрены большие прохладные затененные площадки. Для того чтобы получить максимальное количество света и тепла в холодную погоду, иногда бывает целесообразно использовать крышу со световым фонарем.

На методе трех измерений основано также и предложенное в Австралии «искусственное небо», поднимающее проблему изучения солнечного освещения на очень высокую ступень по сравнению с любыми из описанных выше изобретений. Оно рассчитано на изучение как прямого, так и отраженного света внутри зданий. Его назначение — преодолеть трудности, связанные с постоянным изменением интенсивности естественного освещения, вызываемым движением облаков и другими факторами.

В то время как прямой свет с неба, падающий на какое-либо место внутри здания, может быть легко подсчитан, по-иному обстоит дело со светом, отражающимся от стен и потолка. Необходимо как-то измерить отраженный свет; но до тех пор, пока сила источника отраженного света не является постоянной, измерения, распространяемые на всю комнату, бесполезны. «Искусственное небо» дает нам единственную возможность получить такой «естественный» постоянный источник света.

«Искусственное небо» представляет собой чашу размером 7,2 м в поперечнике и 2,1 м глубиной, установленную таким образом, чтобы рассматриваемый макет находился на уровне ее основания и измерения производились бы изнутри.

В Техасском университете Вези, Кэндил, Рид и Вилоуми устроили «искусственное небо» (с трехметровым внутренним диаметром), поверхность которого выкрашена в белый цвет и освещена тридцатью лампами, размещенными по окружности (рис. 32). Как указано в отчете конструкторов, «...лампы установлены таким образом, чтобы можно было контролировать интенсивность и распределение освещения на стенках полусферы. Имеется еще один источник света, подвешенный в центре, что дает возможность еще более разнообразить условия освещения». В итоге специальных исследований техасцы пришли к выводу, что результаты, полученные при работе с макетами, расположенными под «искусственным небом», могут быть приняты за истинные. Интересно, что их вывод был основан на сравнении результатов наблюдения макетов в натуральную величину и макетов малого масштаба.

Рис. 32. «Искусственное небо»
в Техасском университете



Рис. 33. «Искусственное небо»
Гуннара Плейжела

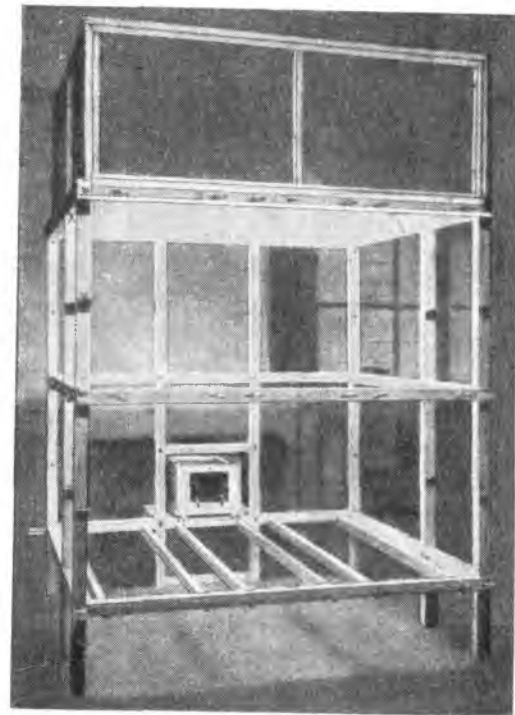


Рис. 34. «Искусственное небо» Гуннара
Плейжела (см. рис. 33)

В Швеции упоминавшийся ранее архитектор Гуннар Плейжел с успехом применяет свой собственный вариант «искусственного неба». Он использует три основных типа макетов: основное «искусственное небо», макет экстерьера, используемый для изображения улиц, дворов и «необстроенного неба», и макет комнаты. Макет первого типа показан на рис. 33 и 34. Плейжел отмечает, что это «искусственное небо» могло быть сделано в виде купола и освещено снизу; но при таком устройстве возникают трудности в получении возможно более равномерной освещенности; поэтому он предложил

ящик размером $1,6 \times 1,6$ м в плане и $0,7$ м высоты, скрепленный посредством деревянных брусков сечением $2,5 \times 2,5$ см. «Дно этого ящика выложено пластинками опалового стекла с равномерно шероховатой поверхностью, а внутренние стены ящика окрашены белыми. Четыре газонакалильных лампы вмонтированы в нижнюю сторону крышки и расположены так, чтобы освещение опалового дна было возможно более равномерным. Лампы снабжены чашеобразными абажурами, чтобы прямой свет не достигал дна. В результате опаловое дно оказалось равномерно освещенным. Однако было невозможно настолько ровно обработать опаловое дно, чтобы добиться одинаковой прозрачности в каждой его точке. Неравномерность обработки видна невооруженным глазом. Именно это рассматриваемое снизу дно из пластинок опалового стекла и является «искусственным небом».

Второй тип макета показан на рис. 35, воспроизводящем макет экстерьера с «искусственным небом», расположенным наверху. На рис. 36 показано примыкание макета комнаты к макету экстерьера в плане.

В результате испытаний, осуществленных с помощью этого устройства, Плейжел составил удобные таблицы, подробно иллюстрирующие различные условия солнечного освещения. С помощью этих таблиц Плейжел выяснил целый ряд вопросов дневного освещения, касающихся различного типа городских планов, интервалов между домами, их высоты, цвета фасадов и цвета тротуаров, высоты окон над уровнем земли, высоты, ширины и рисунка окон, местоположения окон на стенах, размеров и цвета комнат.

Другое очень интересное устройство того же характера — «челночный солнечный анализатор» — разработал Вильям Лескейз.

На рис. 37, изображающем анализатор, можно видеть, что верхний диск поворачивается и устанавливается в любом положении.

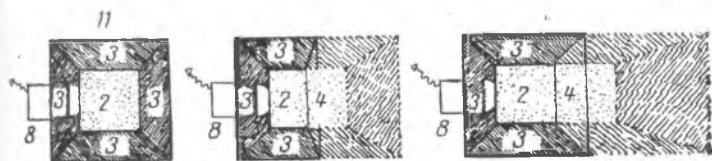


Рис. 36. Макет комнаты и макет экстерьера (план)

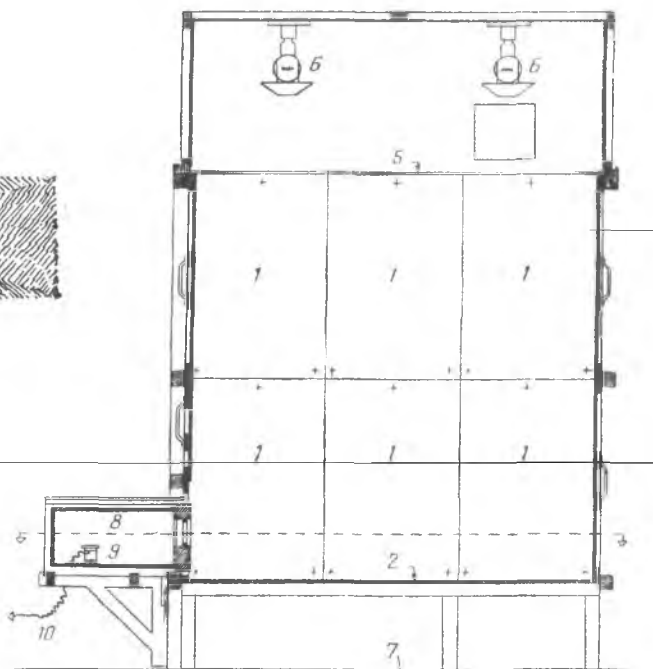


Рис. 35. Разрез «искусственного неба» Гуннара Плейжела:

1 — фасад здания или зеркало; 2 — поверхность земли; 3 — фасад; 4 — зеркало; 5 — дно из пластинок опалового стекла; 6 — газонакалильные лампы с чашеобразными абажурами; 7 — пол; 8 — макет комнаты; 9 — фотокамера; 10 — к гальванометру; 11 — двory 20×20 м; 26×20 м; 40×20 м



Рис. 37. «Челночный солнечный анализатор»

Рис. 38. Макет жалюзи, установленный на «солнечном анализаторе»

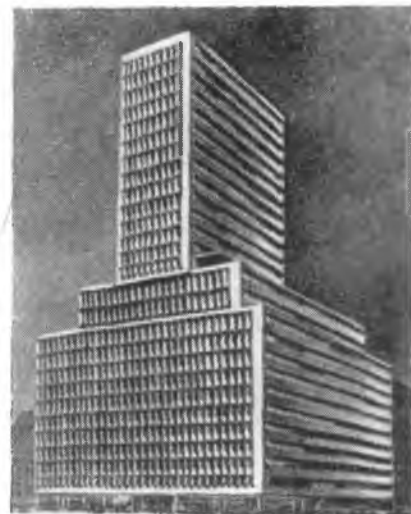


Рис. 39. Проект административного здания в Манхеттене. Архитектор Вильям Лескейз

Предварительно укрепив макет на верхнем диске, мы можем получить на анализаторе любой день года. Таким образом, это приспособление по сути дела является очень удобным «гелиодоном». На рис. 38 показан макет жалюзи для административного здания в Манхеттене, установленная на таком анализаторе. Регулируя угол жалюзи, Лескейз определил его для всей западной стены здания. Полученный результат виден на рис. 39.

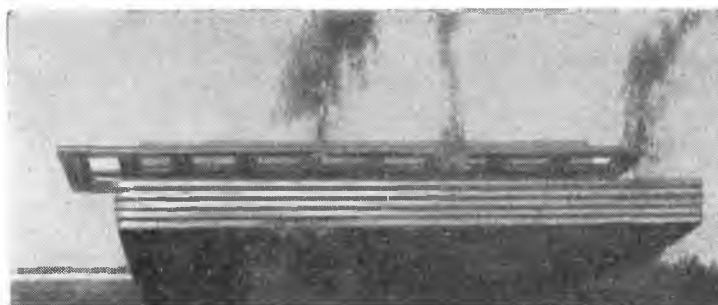
Третий метод определения и фиксации положения солнца — это статистический метод. Здесь высоты и азимуты солнца для различных месяцев и часов сведены в таблицы. Архитектор должен уметь пользоваться этими цифрами при тригонометрических расчетах, определяющих, куда попадут солнечные лучи и вызванные ими тени при различных ситуациях. Франк Ллойд Райт (США) в своих проектах всегда учитывал путь солнца. Это видно хотя бы по его проекту жилого дома в Лос-Анжелосе (рис. 40). Нависающая над главным фасадом плита расположена асимметрично относительно всего дома, так как автор принял во внимание солнечные траектории в данной местности.

Для определения азимута и высоты солнца для какого-либо дня или часа необходимо прежде всего знать точное значение этих терминов (рис. 41).

Азимут — горизонтальный угол между солнцем и северным меридианом. Для утренних часов он отсчитывается в восточном направлении; для послеполуденных — в западном. Таким образом, полдень соответствует $180^{\circ} 0' 0''$ В или З.

Высота — вертикальный угол между солнцем и плоскостью горизонта. Высота равна 0° при восходе или заходе солнца. В полдень она является максимальной.

Рис. 40. Жилой дом в Лос-Анжелесе.
Архитектор Фрэнк Ллойд Райт



Склонение (рис. 42) — угол между линией, связывающей центры земли и солнца, и плоскостью экватора. Оно равно $0^{\circ}0'0''$ в равноденствии. Склонение к северу от экватора дает знак «плюс», а к югу от экватора — знак «минус». 22 июня склонение равно $+23^{\circ}27'$; 22 декабря оно равно $-23^{\circ}27'$. Обычно склонение колеблется между этими крайними датами. Склонение для любого дня года можно узнать из Морского альманаха, издающегося в Лондоне, или из Американского морского альманаха, издающегося Морской обсерваторией США в Вашингтоне. Из года в год склонение чуть-чуть меняется. Чтобы снабдить читателя удобным справочным материалом, приводим величины склонения солнца для некоторых дат (табл. 1).

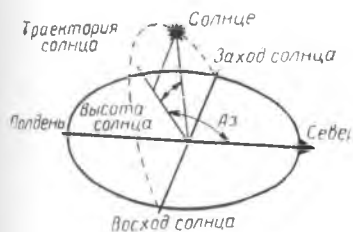


Рис. 41. Азимут и высота солнца

Таблица 1

Величины склонения солнца

Декабрь	27	$-23^{\circ}27'$	Декабрь	22
	3	$-23^{\circ}22'$		17
	10	$-22^{\circ}54'$		10
Январь	17	$-22^{\circ}05'$	Ноябрь	3
	24	$-20^{\circ}54'$		26
	31	$-19^{\circ}24'$		19
	7	$-17^{\circ}36'$		12
Февраль	14	$-15^{\circ}33'$	Октябрь	5
	21	$-13^{\circ}17'$		29
	28	$-10^{\circ}50'$		22
Март	7	$-8^{\circ}16'$	Сентябрь	15
	14	$-5^{\circ}35'$		8
	21	$-2^{\circ}51'$		1
Апрель	28	0°	Август	23
	5	$2^{\circ}41'$		16
	12	$5^{\circ}46'$		8
	19	$8^{\circ}24'$		1
Май	26	$10^{\circ}54'$	Июль	25
	4	$13^{\circ}16'$		18
	11	$15^{\circ}44'$		10
	18	$17^{\circ}41'$		3
Июнь	25	$19^{\circ}23'$	Июнь	27
	1	$20^{\circ}29'$		20
	8	$21^{\circ}57'$		13
	15	$22^{\circ}47'$		6
	22	$23^{\circ}17'$		29
		$23^{\circ}27'$		

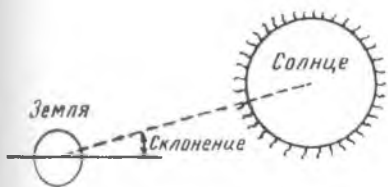


Рис. 42. Склонение

Время истинное — это солнечное время данного месяца. Большинству оно известно под названием «солнечное время», но мы должны отдавать себе отчет, что это не то время, которое указывается в железнодорожных расписаниях. Во встречающихся формулах время выражается в градусах, и так как сутки имеют 24 часа, а в одном обороте земли 360° , то

единица времени	величина угла
1 час	$= 15^\circ$
1 минута	$= 15'$
1 секунда	$= 15''$

Угол времени всегда измеряется от полуденного положения солнца. Поэтому полдень $= 0^\circ$; 11 и 13 часов $= 15^\circ$; 10 и 14 часов $= 30^\circ$; 9 и 15 часов $= 45^\circ$; 8 и 16 часов $= 60^\circ$ и т. д.

Если вести счет времени в градусах и если требуется перевести градусное время в поясное, это делается в два приема:

1. Истинное солнечное время, выраженное в градусах, переводится в среднее солнечное время добавлением к первому (или убавлением) определенного количества минут, меняющегося в зависимости от дня года. Согласно Р. В. Джастису, среднее местное солнечное время может быть выведено из истинного солнечного времени посредством табл. 2.

Таблица 2

Дата	Перевод истинного солнечного времени в среднее
22 января	добавить 11 минут
22 февраля	добавить 14 минут
22 марта	добавить 7 минут
22 апреля	вычесть 1 минуту
22 мая	вычесть 4 минуты
22 июня	добавить 2 минуты
22 июля	добавить 6 минут
22 августа	добавить 3 минуты
22 сентября	вычесть 7 минут
22 октября	вычесть 15 минут
22 ноября	вычесть 14 минут
22 декабря	вычесть 2 минуты

2. Среднее солнечное время переводится в поясное время. Последнее в действительности есть среднее солнечное время, соответствующее времени среднего меридиана данного пояса. Меридианы располагаются с интервалом в 15° долготы к востоку и западу от 0° Гринвичского меридиана (0° долготы проходит через Гринвичскую обсерваторию, в пригороде Лондона). Соответственное время называется Гринвичским средним временем. США пересекают четыре меридиана: 75° западной долготы (приблизительно через Филадельфию) — восточное поясное время, 90° западной долготы (приблизительно через Новый Орлеан) — центральное поясное время, 105° западной долготы (приблизительно через Денвер) — поясное время горных областей и 120° западной долготы (северная часть района Калифорния — Невада) — тихоокеанское поясное время. В Канаде, кроме тех же зон времени, имеются еще две: 60° западной долготы (приблизительно через Сидни) — атлантическое поясное время и 130° западной долготы — Юконское поясное время. Каждая зона поясного времени, имея ширину 15° , распространяется на $7,5^\circ$ по обе стороны от указанных выше меридианов. В частности, зона восточного поясного времени расположена от $67,5^\circ$

западной долготы до $82,5^\circ$ западной долготы. Правда, имеются некоторые небольшие отклонения в районах, в которых граничат различные штаты, а также вдоль главных транспортных магистралей (последние изменяют время только в пунктах пересечений). Когда мы находимся не на самом меридиане, как бывает в большинстве случаев, тогда среднее местное солнечное время переводится в поясное прибавлением или вычитанием определенного числа минут. Если меридиан поясного времени находится к востоку от рассматриваемой местности, добавляем 4 минуты на каждый градус долготы, находящийся между ними. Если меридиан поясного времени находится к западу от рассматриваемой местности, вычитаем 4 минуты на каждый градус долготы, находящийся между ними. Полученное время будет поясным (стандартным) временем.

Пример. Предположим, что время, вычисленное по формуле 5 (см. ниже), равно 15° . Это будет истинное солнечное время данного места. Переведенные в часы 15° равны одному часу. Один час по обе стороны полудня даст 11 часов и 13 часов, которые также являются истинным солнечным временем, но выраженным иначе. Возьмем для нашего примера 11 часов утра и переведем это время в среднее местное солнечное время, скажем, для 22 марта; для этого мы, согласно табл. 2, должны добавить 7 минут. Отсюда среднее местное солнечное время будет равно 11 часов 07 минут утра. Теперь предположим, что мы рассматриваем город Нэнтикет в Массачусетсе; по картам находим его долготу, равную $70^\circ 06'$. Округлив, будем иметь 70° , что на 5° восточнее меридиана восточного поясного времени. Поэтому, чтобы перевести среднее местное солнечное время города Нэнтикет в поясное (стандартное) время, мы должны вычесть 4 минуты $\times 5$, или 20 минут, из 11 часов 07 минут, что даст поясное (стандартное) время города Нэнтикет, равное 10 часам 47 минутам утра.

Сигналы поясного (стандартного) времени в США транслируются радиостанциями из морской обсерватории в городе Аннаполисе (Мэриленд) и из Национального бюро стандартов на 2,5; 5; 10; 20; 25; 30; 35 мГц, с интервалами в 1 секунду.

Теперь приведем некоторые формулы.

Обозначения, принятые в формулах:

L — широта; d — склонение; t — время; z — азимут; h — высота:

$$\sin h = \sin L \sin d + \cos L \cos d \cos t; \quad (1)$$

эта формула дает высоту солнца для любого времени дня:

$$\sin z = \sin t \cos d \sec h; \quad (2)$$

эта формула дает азимут солнца для любого времени дня:

$$\cos z = \sin d \sec L \quad (\text{когда } h = 0^\circ); \quad (3)$$

формула дает азимут солнца только при восходе и закате:

$$\cos t = \frac{\sin h - \sin L \sin d}{\cos L \cos d}; \quad (4)$$

формула для определения местного солнечного времени для любого местоположения:

$$\cos t = -\operatorname{tg} L \operatorname{tg} d \quad (\text{когда } h = 0^\circ); \quad (5)$$

эта формула дает местное солнечное время при восходе и заходе солнца.

Нужно отметить, что формула (4) в действительности является производной от формулы (1), а формула (5) получена упрощением формулы (4).

Следующие формулы позволяют быстро вычислить полуденную высоту солнца:

$$h = 90^\circ - (L - d), \text{ когда } L \text{ больше, чем } d; \quad (6)$$

$$h = 90^\circ - (d - L), \text{ когда } d \text{ больше, чем } L \text{ и когда } L \text{ и } d \text{ имеют одинаковые знаки}; \quad (7)$$

$$h = 90^\circ - (L + d), \text{ когда } L \text{ и } d \text{ имеют противоположные знаки}. \quad (8)$$

Местоположение солнца может быть определено также с помощью механических приборов, что является четвертым по счету методом. Для этого обычно используются небольшие механические приспособления. Таким прибором является, например, «графический солнцезмеритель», изготовленный Р. В. Джастисом. Он состоит из вращающегося гибкого диска с нанесенными на него высотами и горизонтальными направлениями солнечных лучей для любых часов и дней в рассматриваемых широтах. Этот прибор прозрачен, его можно накладывать прямо на чертеж. Для лучшей видимости цифры нанесены красной краской. Другим его ценным свойством является то, что пока стрелка Ю—С на солнцезмерителе и аналогичная стрелка на рассматриваемом плане параллельны, прибор можно двигать по чертежу, как угодно. Им одинаково легко пользоваться как в полевых условиях, так и в помещении: простое наложение его на чертеж дает сразу направление и склонение лучей солнца в различное время года. Сейчас предложена новая модель,

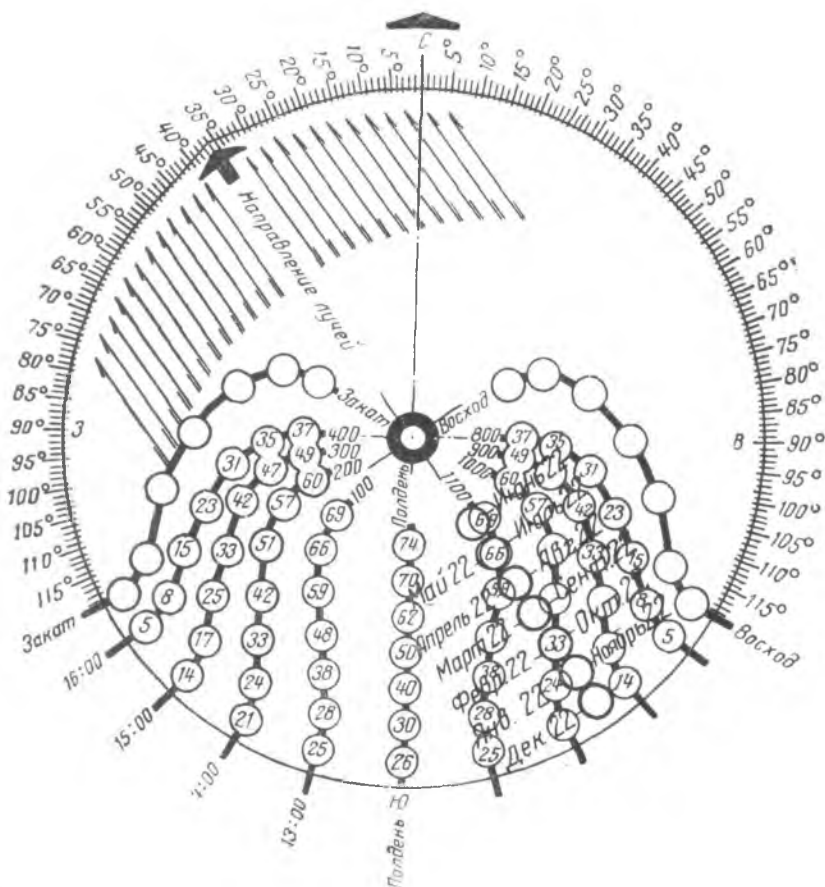
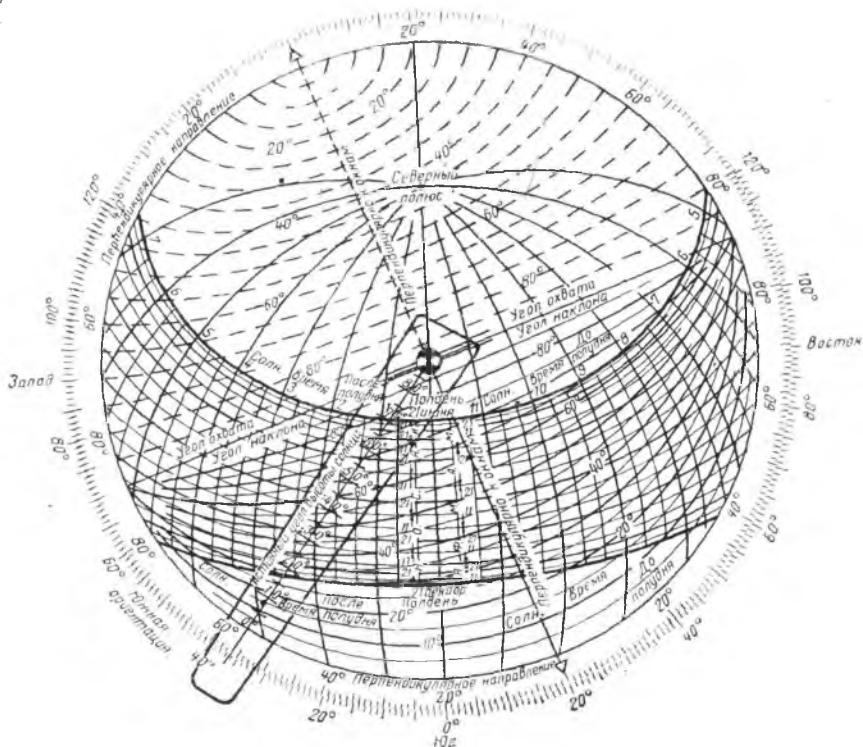


Рис. 43. Графический «солнцезмер» Джастиса

Один из девяти «солнцезмеров», каждый из которых запроектирован для полосы шириной 2,5° широты. Градусная для местности, лежащей между 38° и 41° северной широты при любой долготе. Принятые часы относятся к местному истинному солнечному времени, обычно называемому «солнечным временем». Точность инструмента в рассматриваемом районе равна 3°. Центр диска воспроизводит положение наблюдателя. Жирные изогнутые линии внизу листа — часовые линии. Каждый кружок на верхнем диске воспроизводит одну дату, иногда две. Стрелку, указывающую на север, на нижнем листе следует ориентировать на север; надо повернуть верхний диск так, чтобы кружок, воспроизводящий выбранную дату, совпал с кружком, лежащим вдоль линии выбранного часа. Тогда стрелка на верхнем диске будет указывать направление солнечных лучей в рассматриваемый час выбранного дня, а цифра внутри совпадающих кружков укажет угол (в градусах) между лучами солнца и горизонтом в этот момент.

Рис. 44. Счетчик солнечных углов для 40° северной широты, изготовленный в Толедо



которая, по мнению ее автора, делает этот инструмент еще более полезным. Верхний круглый диск, показанный на рис. 43, заменен прямоугольной пластинкой. Две стороны этого прямоугольника при вращении диска будут параллельны стрелке диска, указывающей на север: эти стороны могут быть использованы для ориентации инструмента по соответствующим линиям чертежа, без помощи угольников, линеек и других инструментов. На новой модели помещена также таблица для чтения глубины проникновения в комнату солнечных лучей.

Другое полезное приспособление—«счетчик солнечных углов»—предложено корпорацией воздушной службы морского флота в Вашингтоне.

«Счетчик солнечных углов» предназначен для определения: а) истинной высоты солнца, б) угла наклона, в) интенсивности солнечных лучей и их угла охвата в любой час любого дня, в пределах между 24 и 52° северной широты. Все эти данные могут быть получены для проемов, обращенных на любую сторону.

Имеется много прекрасных брошюр, содержащих подробные инструкции для определения местоположения солнца, описания различных солнечных контрольных приборов, сведения о том, как далеко в здание будут проникать лучи солнца через проемы, и многие другие сведения. Изданы также очень удобные карты для определения солнечной и рассеянной энергий, воспринимаемых вертикальной поверхностью в $\text{кал}/\text{м}^2 \text{ час}$; карты, указывающие величину магнитного склонения в разных частях США. На рис. 44 показан «счетчик солнечных углов» для 40° северной широты.

Наконец, последним методом определения местоположения солнца является метод прямых наблюдений. Он может быть применен к уже построенным зданиям или к макетам, расположенным прямо на участке. Наблюдение можно вести на глаз или более точно сек-

стантом. В обоих случаях полученный результат применим только к данному часу рассматриваемого дня на месте наблюдения. Следовательно, этот метод менее удобен, чем любой из четырех предыдущих.

Использование в процессе проектирования данных о положении солнца относительно времени дня и времени года, полученных с помощью разобранных выше методов, показано на примерах применения карнизов с большим выносом (стр. 73), на примерах общей ориентации зданий (стр. 57) и на примерах расположения зданий на участке (стр. 96).

Третий фактор, от которого зависит величина радиации, как указано в начале данной главы, — это влияние облаков и других препятствий на получение землей солнечной радиации. Без них солнце светило бы в течение всего точно вычисленного времени между восходом и закатом солнца. Но облака и другие препятствия существуют, и редко найдется такой пункт, где удалось бы зарегистрировать 100%-ное число солнечных дней. Это особенно относится к метеорологическим станциям, подобным обсерватории Мак Джилл (Монреаль), даже в безоблачные дни. Расположенная у подошвы Королевской Горы, эта станция подвержена влиянию ее большой тени. Но из-за отсутствия другого материала мы должны удовлетвориться данными обсерватории Мак Джилл, приведенными здесь в качестве примера. При помощи табл. 3 и 4 можно определить вероятное относительное количество солнца, воспринимаемое поверхностью земли в районе Монреаля за каждый месяц. Из них также видно, как важно в таких районах, особенно зимой, «поймать» внутрь здания даже небольшое количество солнечных лучей. Эти данные могут быть представлены в другом виде: дни можно подразделить на «большой частью солнечные дни» и на «большой частью облачные дни». В табл. 5 указаны облачные дни в районе Монреаля за тот же период с 1946 по 1950 г.

Таблица 3

Количество солнечных часов в районе обсерватории Мак Джилл (широта 45°30')

Месяц	Общее, возможное на этой широте	Общее, зафиксированное за 69 лет	В процентах
Январь	258,6	82,8	32
Февраль	265	103,9	39,2
Март	341,9	148	43,3
Апрель	371,9	169,2	45,5
Май	422	205,9	48,8
Июнь	427	225,9	52,9
Июль	428,7	244,8	57,1
Август	497,6	225,8	56,8
Сентябрь	345,8	174,4	50,4
Октябрь	313,1	139,4	41,3
Ноябрь	259,3	70	27,2
Декабрь	252,3	62,8	24,8

Количество солнечных дней в районе обсерватории Мак Джилл
(1946—1950 гг.)

Месяц	Общее зафиксированное	Среднее
Январь	41	8,2
Февраль	42	8,4
Март	54	10,8
Апрель	34	6,8
Май	35	7
Июнь	44	8,8
Июль	55	11
Август	52	10,4
Сентябрь	49	9,8
Октябрь	49	9,8
Ноябрь	20	4
Декабрь	30	6
За год	505	101

Таблица 5

Количество облачных дней в районе обсерватории Мак Джилл
(1946—1950 гг.)

Месяц	Общее зафиксированное	Среднее
Январь	88	17,6
Февраль	68	13,6
Март	72	14,4
Апрель	82	16,4
Май	84	16,8
Июнь	74	14,8
Июль	62	12,4
Август	64	12,8
Сентябрь	64	12,8
Октябрь	65	13
Ноябрь	111	22,2
Декабрь	97	11,4
За год	931	186,2

При анализах трудно четко разграничивать ясные и облачные дни. Тем не менее эти сведения хорошо иллюстрируют тот факт, что в Монреале в среднем бывает больше облачных дней, чем ясных. Такие таблицы легко составить для любого района на основании данных метеорологической станции в интересующем нас районе.

Положение какого-либо склона определяется его ориентацией и углом. Эти две величины, влияющие на величину радиации, получаемой землей от солнца, являются четвертым и пятым факторами этого влияния. Но данная область мало изучена. Рудольф Гейджер в своем труде «Околопочвенный климат» перечисляет только семь авторов, работавших в этой области. Бюро погоды США и обсерватория Голубых Холмов также произвели ряд исследований.

Количество тепла, получаемого склоном, складывается из непосредственной инсоляции и диффузивной радиации неба. Если непосредственная инсоляция варьируется в зависимости от направления и угла склона, то диффузивная радиация неба меняется только в зависимости от угла склона. Так, согласно Гейджеру, 20°-й северный склон получает такое же количество диффузивной радиации, как и южный 20°-й склон, а количество тепла, получаемого каждым из них, не сильно отличается от количества тепла, падающего на горизонтальную поверхность. «Радиация неба, — пишет Гейджер, — выравнивает разницу в положении склонов. Большая доля диффузивной радиации неба в суммарной радиации утрачивается. Следовательно, при ясной погоде разница между различно расположенными склонами будет больше и, наоборот, при пасмурной погоде разница будет меньше». Этот вывод был подтвержден Гейджером в результате его наблюдений на одной из конусообразных гор в Швабских Альпах.

Анализ облачности для Монреаля в этой главе показывает время, в которое выгоды определенного склона оказываются минимальными по сравнению с другими склонами. В наших широтах выгоды от удачно выбранного склона являются довольно существенными, хотя дальше к северу или к югу они уже утрачивают свое значение. Например, в тропиках разница, вызванная различной ориентацией склонов, весьма мала: в середине дня непосредственная инсоляция очень сильна, но солнце находится прямо над головой и затененные места почти не встречаются. На полюсах эта разница также невелика: там преобладает тепловая диффузивная радиация неба. В температурных зонах, лежащих посередине, при ориентации помещений относительно солнца должны приниматься во внимание варианты между обоими крайними случаями.

Дальнейшее обсуждение радиации, воспринимаемой различно ориентированными поверхностями, приводится в главе, посвященной температуре. Гейджер пишет: «Исходя из величины радиации, получаемой вертикальными стенами, мы приходим к выводу, что в середине лета восточная сторона дома находится в наиболее благоприятных условиях. По сравнению с горизонтальной поверхностью восточная или западная стена получает меньше тепла в течение года, а южная стена с сентября по март — больше. Наивысшая общая величина радиации, падающей на вертикальную стену, приходится на южные склоны, а по времени — на раннюю весну или позднюю осень. Бэкер и Фунаро иллюстрировали это графически (рис. 45 и 46). Каждая стрелка обозначает возможный приток солнечного тепла на указанные поверхности, равный 250 кал/день на широте Нью-Йорка. Заштрихованные стрелки соответствуют фактическому притоку солнечного тепла в самом Нью-Йорке. Это фактическое количество тепла меньше максимально возможного из-за облаков и других препятствий.

Гейджер далее пишет, что хотя 30°-й восточный склон из-за незагрязненной утренней атмосферы получает больше радиации, чем западный, температура его ниже, так как утренняя роса защищает землю от солнечных лучей.

Рис. 45. Солнечное тепло, получаемое летом вертикальными стенами

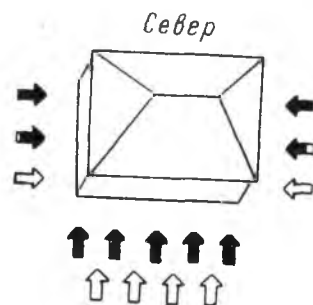


Рис. 46. Солнечное тепло, получаемое зимой вертикальными стенами

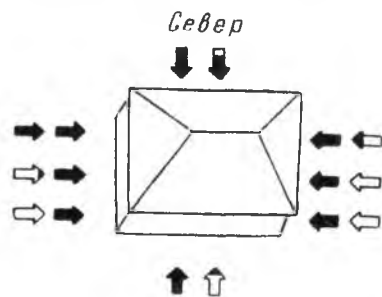


Рис. 47 и 48. Инсоляция, получаемая вертикальной поверхностью в солнечный день в Гетеборге (58°) и Карачи (24°) в течение летнего солнцестояния (S), равноденствия (D) и зимнего солнцестояния (V). Графики составлены Гуннармом Плейжелом

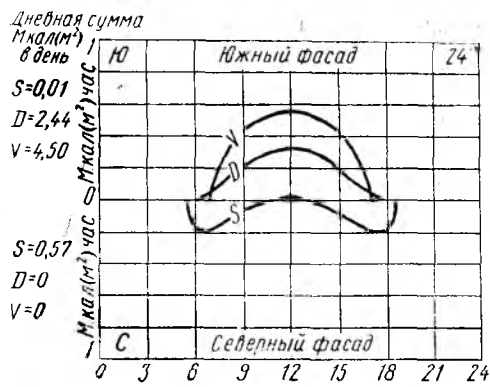
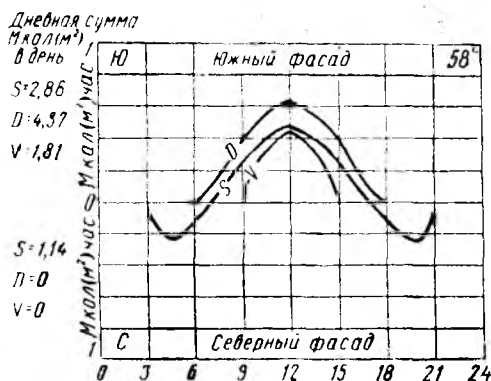


Рис. 49. Средняя максимальная температура в Гетеборге и Карачи

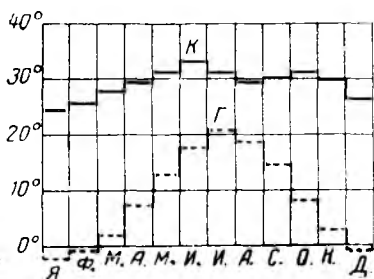
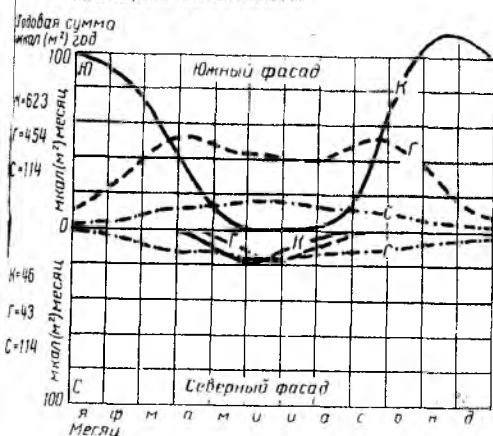


Рис. 50. Инсоляция, получаемая вертикальной поверхностью при открытом горизонте в Карачи (К), Гетеборге (Г) и Стокгольме (С) с поправками на облачность и без учета диффузивной радиации. График составлен Гуннармом Плейжелом



Мы вплотную подошли теперь к проблеме изучения радиации, получаемой склонами с разными углами.

Было обнаружено, что на горизонтальные поверхности в ясные дни солнце действует сильнее в полуденные часы, так как в это время солнечные лучи проходят через атмосферу более коротким путем. Но в любое время дня, в том числе и в полдень, максимально возможная на данном участке интенсивность солнечных лучей будет приходиться на поверхности, перпендикулярные им. Так, на широте Монреаля 22 июня полуденная максимальная интенсивность приходится на поверхность, наклоненную под углом $23^{\circ}3'$ к горизонту, а 22 декабря полуденная максимальная интенсивность приходится на поверхность, наклоненную под углом $68^{\circ}57'$. Для Нью-Йорка соответствующие цифры будут $25^{\circ}48'$ для 22 июня и $64^{\circ}12'$ для 22 декабря. При помощи формул (6), (7) и (8) можно легко получить такие солнечные углы для любого района. Шведы произвели очень много экспериментов и исследований, касающихся этого вопроса. Итог работы, проведенной Плейжелом в Королевском технологическом институте (подробнее см. ниже), показывает удивительную разницу величин солнечных радиаций, получаемых поверхностями в Карачи (Пакистан, 24° северной широты) и в Гетеборге (Швеция, 58° северной широты). В Карачи в летние месяцы вертикальная южная стена в ясный день получает $0,01 \text{ мкал/м}^2 \text{ день}$, а такая же стена в Гетеборге — $2,86 \text{ мкал/м}^2 \text{ день}$ (рис. 47—48), хотя средняя максимальная температура в июле в Гетеборге примерно на 11° меньше, чем в Карачи (рис. 49). Подобный же пример с одинаковыми стенами в Карачи, Стокгольме и Гетеборге, но при облачном небе приводится на рис. 50. Архитектор, знакомый с этими вопросами, сможет лучше выбрать участок, отвечающий желаемым требованиям, и определить подходящие уклоны для крыш, стен и других поверхностей в соответствии с конкретными требованиями.

Шестой фактор, от которого зависит величина радиации, — это высота рассматриваемого места. Чем выше подниматься в гору, тем больше будет величина солнечной радиации. Вероятно, в этом одна из причин стремления к высокому расположению санаториев.

На большей высоте становится заметнее разница в величинах радиаций, получаемых различными склонами: так, северные и южные склоны Альп коренным образом отличаются друг от друга по своим жизненным условиям, зависящим в первую очередь от солнца. «Ранней весной, когда на покрытых снегом северных склонах еще все погружено в зимнюю спячку, на южных склонах, среди тающего снега, уже распускаются первые цветы». Необычно жарко



Рис. 51. В горах Норвегии



Рис. 52. В горах Французской Швейцарии

для зимы бывает высоко в горах в солнечный зимний день. Рис. 51 показывает легко и удобно одетую девушку в горах Норвегии. На рис. 52 показана девушка, отдыхающая в горах Французской Швейцарии, на рис. 53 мы видим лыжницу в легком костюме, наслаждающуюся солнцем в Швейцарских Альпах.

Наконец, величина радиации, получаемой поверхностью, зависит также от отражательной способности окружающей местности (седьмой фактор). Например, снег и вода значительно увеличивают количество солнечных лучей, поглощаемых стеной. В северных широтах, зимой, при соответствующей планировке здания, можно выгодно использовать присутствие снега и низкий угол падения солнечных лучей. Увеличение радиации может быть достигнуто такими простыми средствами, как сохранение нетронутым снежного покрова вокруг здания, устройством под окнами наружных полок для скопления на них снега и т. п.

Мы вернемся к этому вопросу позже при разборе отражательных свойств различных поверхностей.

После того, как мы приобрели некоторые сведения об относительном местоположении солнца и его интенсивности в различных условиях, необходимо сказать о применении этих сведений при проектировании самих зданий и при размещении их на участке.

Желателен ли солнечный свет внутри зданий? Несомненно. Солнечный свет является мощным бактерицидным фактором. Медицинские авторитеты утверждают, что бактерии туберкулеза, дифтерита, тифа и холеры погибают в течение 2—10 минут, если их выставить под прямые солнечные лучи. Согласно исследованиям Департамента здравоохранения провинции Квебек ультрафиолетовые лучи, даже пропущенные сквозь обыкновенное стекло, сохраняют способность убивать бактерии. При этом время, требующееся для разрушения бактерии, колеблется в зависимости от ее вида. Туберкулезные бактерии разрушаются в течение двух-трех дней такой экспозиции, в то время как другие бактерии разрушаются в течение значительно меньшего времени. Способность солнечных лучей убивать бактерии была подтверждена известным консультантом по проектированию больниц Айседором Розенфельдом. В своей книге «Проектирование больниц» он пишет, что, как показали медицинские исследования, «свет с серого неба, даже пройдя сквозь стекла, все еще сохраняет свои бактерицидные свойства».

Солнечный свет оказывает благоприятное действие на туберкулезных больных и повышает сопротивляемость человеческого организма этой болезни.

Рис. 53. В Швейцарских Альпах



Степень солнечного освещения определяет или помогает определить характер преобладающей снаружи погоды. Автору этих строк не приходится идти далеко за примером. Он работает в конторе, не имеющей окон, хотя и снабженной установкой для кондиционирования воздуха и другим новейшим оборудованием. Неудивительно, что его спрашивали, почему архитектор не устроил перископа в стене или, по крайней мере, не предусмотрел прямой телефонной связи с ближайшей метеорологической станцией, чтобы служащие были осведомлены о погоде, преобладающей снаружи.

Солнечный свет является существенным условием роста и развития детей, так же как и растений и животных. Он — источник витамина D.

Солнечный свет обеспечивает естественную вентиляцию, создавая мягкие воздушные течения.

Солнечный свет может быть использован как источник тепла.

Солнечный свет положительно влияет на психику людей.

Солнечный свет помогает поддерживать чистоту вокруг зданий.

Для большинства производственных сооружений солнечный свет полезен, но есть и такие, для которых он может быть вредным. Это проблема, которую призван разрешить архитектор. Мы снабдили его инструментами для этой цели, и он должен уметь пользоваться ими согласно тем специфическим условиям и потребностям, с которыми ему приходится встречаться¹.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЛНЦЕ

Оценив обстановку в аспекте изложенного выше материала, архитектор может вплотную заняться проблемой составных частей проекта: отдельных комнат, террас, коридоров и т. д.

После этого он сможет собрать эти составные части вместе и сформировать из них одно целое, называемое зданием. Затем ему придется рассмотреть взаимосвязь этого здания с другими зданиями, с открытым пространством и степень пригодности его к профилям улиц различного типа.

Отдельные части зданий

В табл. 6—11 приведен перечень различных помещений и их общепринятых ориентаций в зданиях различного назначения для 35° северной широты. Возможны некоторые изменения в зависимости от индивидуальных вкусов и требований. (Каждая точка в приведенных ниже таблицах обозначает, что принятая ориентация подходит для рассматриваемого типа помещений; другие факторы, как, например, ветры и обозримость, не учтены.)

Как советует Майлз Райт: «...Направления, находящиеся в секторе между СЗ и СВ, не рекомендуются для жилых комнат». В сборнике «Планировка участков» сказано: «...Ориентация на солнце наиболее успешна, если солнечные лучи попадают в кухню по утрам (особенно зимой), а в жилые комнаты в послеполуденные часы».

Для классных комнат обычно рекомендуется северное освещение, хотя в некоторых местах и возражают против этого. Так, Алонзо Гарриман, известный архитектор, работающий в городах Оберне и Мэне, считает, что на некоторое время солнце должно проникать в классные комнаты во время занятий, поэтому в Мэне школы и

¹ К этому разделу см. примечания редактора в конце главы «Солнце».

Квартиры

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Спальни	●	●	●	●	●	●		
Общая комната				●	●	●	●	
Столовая			●	●	●	●	●	
Кухня			●	●	●	●		
Библиотека	●	●						●
Прачечная	●	●						●
Комната для игр				●	●	●	●	
Помещения для сушки				●	●	●	●	
Ванные	●	●	●	●	●	●	●	●
Хозяйственные помеще- ния	●	●						●
Гаражи	●	●	●	●	●	●	●	●
Мастерские	●	●						●
Террасы			●	●	●	●	●	
Портики (от солнца)				●	●	●	●	

другие здания должны проектироваться иначе, нежели в Калифорнии или Техасе. Гарриман, собирая материал, обнаружил, что почти каждый преподаватель желал бы иметь в классных комнатах солнечный свет, особенно с южной стороны и затем — в порядке предпочтения — с восточной и западной.

Таблица 7

Школы

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Классные комнаты			●	●	●	●		
Садики для детей				●	●	●		
Мастерские	●	●						●
Комната домоводства	●	●						●
Библиотеки	●	●						●
Гардероб				●	●	●		
Туалетные	●	●	●	●	●	●	●	●
Буфет				●	●	●		
Административные ком- наты				●	●	●		
Учительские				●	●	●		
Лаборатории								●
Аудитории	●	●						●
Гимнастический зал	●	●	●					●
Хозяйственные помеще- ния	●	●	●	●	●	●	●	●

Гарриман считает возможным защитить от перегрева западные стены специальной посадкой деревьев, загораживающих стены от солнца. Об этом будет подробнее сказано ниже.

На рис. 54 показан вид с запада новой школы в Оберне, построенной по проекту Гарримана. Типичная классная комната, находящаяся в северном крыле школы, освещена частично с севера, частично верхним светом с юга (рис. 55). Главная стена южного крыла показана на рис. 56. Обратите внимание на отсутствие свесов — единственной защитой от солнца являются подъемные жалюзи. Приводим объяснения Гарримана: «Некоторая защита от солнца (во время урока) необходима, так как прямые солнечные лучи попадают в классные комнаты, отражаются от пола и школь-



Рис. 54. Школа в Оберне. Вид с запада. Архитектор Алонзо Гарриман



Рис. 55. Типичная выходящая на север классная комната с верхним светом, устроенным в южной стене

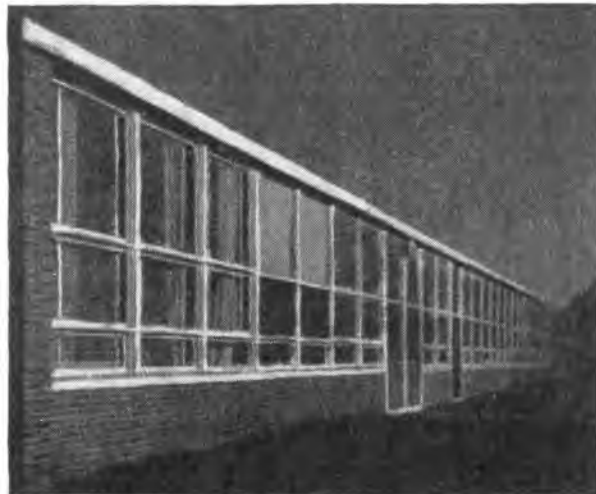


Рис. 56. Главная стена южного крыла здания школы

ных досок и спяют школьникам глаза. Во все остальное время шторы должны быть полностью подняты. Никуда не годится широко распространенная в старых школах практика держать шторы наполовину спущенными и пользоваться для освещения комнаты искусственным светом».

При проектировании больниц (табл. 10) всегда следует помнить, что каждая комната должна иметь дневное освещение, какой бы незначительной она ни казалась. Как указывает Айседор Розенфельд, в больницах дневной свет крайне необходим по трем главным причинам: хорошая видимость, надлежащий психологический эффект и защита от инфекции. При ограниченности размеров больничного участка следует применять верхний свет.

Солнечная ориентация промышленных зданий зависит от их назначения. В зависимости от различных обстоятельств, связанных

с технологией, солнце может быть желательным или нежелательным, и архитектор должен выяснить этот вопрос еще до начала работы над проектом. Подсобные помещения промышленных зданий должны быть ориентированы так же, как и подсобные помещения административных зданий (см. табл. 8).

Конторы, склады

Таблица 8

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	Ю	З	СЗ
Чертежные	●	●						●
Библиотеки	●	●						●
Служебные помещения	●	●						●
Хозяйственные помеще-								
ния	●	●						●
Туалетные комнаты . .	●	●	●	●	●	●	●	●
Конторы	●	●	●	●	●	●	●	●
Приемные			●	●	●	●		
Ресторан, буфет			●	●	●	●		
Склад			●	●	●	●	●	

Аудитории

Таблица 9

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Туалетные	●	●	●	●	●	●	●	●
Входы				●	●	●		
Сцена	●	●	●	●	●	●	●	●
Главная комната . . .	●	●	●	●	●	●	●	●
Передняя			●	●	●	●		
Ресторан			●	●	●	●		
Администрация			●	●	●	●		
Вестибюль			●	●	●	●		
Мастерские	●	●						●
Конторы			●	●	●			

Больницы

Таблица 10

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Палаты				●	●	●		
Террасы				●	●	●		
Администрация				●	●	●		
Кухни	●	●						●
Хозяйственные помеще-								
ния	●	●						●
Операционные. Солнечный свет необязателен								
Лаборатории	●	●			●	●		●
Рентген	●	●		●	●	●		●
Туалетные	●	●	●	●	●	●	●	●
Физиотерапия	●	●	●	●	●	●		●
Вход в амбулатории . .	●	●	●	●	●	●	●	●
Комнаты санитарок . .	●	●		●	●	●		●
Аптека	●	●						●
Детская				●	●	●		●
Зубной врач	●	●	●	●	●	●		●
Врачебные кабинеты . .				●	●	●		

Спортивные сооружения, общественные центры

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Туалетные, душевые . . .	●	●	●	●●	●●	●●	●	●
Гардеробные				●●	●●	●●		
Бассейн				●	●	●		
Гимнастический зал . . .	●●	●●	●					●●
Комната для игр	●●	●●						●●
Администрация	●●	●●						●●
Кухня	●	●						●
Буфет				●●	●●	●●		
Зал собраний				●●	●●	●●		

Одним словом, там, где нужен яркий свет, желательна южная ориентация. Юго-восточная сторона получает утренние лучи солнца и юго-западная — полуденные и вечерние. Столовые, размещенные на этих сторонах, получают солнечные лучи с низким углом падения, который будет беспокоить обедающих.

Северное освещение является наиболее равномерным на протяжении всего дня. Движение солнца в небе здесь не всегда так легко ощутимо, как с других сторон, и, следовательно, изменение интенсивности света, вызванное тем, что облака проходят между солнцем и наблюдателем, здесь гораздо менее заметно. Это обстоятельство делает северную ориентацию наиболее подходящей для проектных организаций, швейных мастерских, библиотек и т. д., где равномерное освещение требуется для создания оптимальных рабочих условий.

В жилых комнатах, выходящих на север, рекомендуется устраивать верхний свет с южной стороны (для освещения комнат солнцем в зимние месяцы).

Карнизы следует устраивать с таким расчетом, чтобы солнечные лучи не могли проникнуть в комнаты в течение самых жарких летних месяцев.

Окна комнат, расположенных со стороны входа, следует защищать от постороннего наблюдателя матовым стеклом или наружной отдельной стенкой из перфорированных шлакобетонных блоков. Такая стенка может образовать удобный хозяйственный дворик для сушки белья (рис. 57).



Рис. 57. Южная стена Дома ветеранов в Вэллсли (Массачузетс). Архитектор Хью Стаббинс

Восточная и западная ориентации, в известных условиях, могут напоминать северную и южную ориентации, в зависимости от времени дня, по крайней мере, постольку, поскольку дело касается солнечного освещения.

Так, например, подсобные помещения, обычно располагаемые на северной стороне, могут быть расположены и на восточной стороне, если пользоваться ими только в послеполуденное и вечернее время.

Одно из наиболее интересных применений этих сведений в области строительства — это «солнечный дом». Инженеры Аризоны впервые начали экспериментировать над коллектором солнечной энергии в 1911 г., но их работа приобрела популярность в США лишь около 1930 г.

Несмотря на то, что идея «солнечного дома» была известна уже давно, вплоть до недавнего времени имелось несколько причин, препятствующих ее реализации. Среди них был налог на окна (в Америке во время колониальных войн, в Англии — до середины XIX столетия). До 1916 г., когда стекло стало готовиться цельнотянутым способом, стеклодувы изготовляли стекло в виде цилиндров; большие плоские листы стекла в те времена были немыслимы, хотя Фитч и пишет в «Строительстве Америки», что производство стекла было индустриализовано еще в викторианскую эпоху, и, следовательно, еще тогда было возможно изготовлять плоские крупноразмерные оконные стекла.

Идея «солнечного дома» заключается в использовании солнечной энергии для обогрева здания.

Солнечное тепло может быть использовано двумя различными путями: 1) улавливанием солнечных лучей внутрь дома с помощью крупноразмерного стекла в два или более слоев. Это — популярный вариант «солнечного дома»; 2) использованием солнечного тепла для нагрева специального жидкого или твердого раствора теплоносителя. Этот вариант находится сейчас в экспериментальной стадии. В январе 1942 г. температура в Чикаго упала до -8° и не поднималась выше -5° . Тем не менее в экспериментальном «солнечном доме» Иллинойского технологического института котел центрального парового отопления был отключен в 8 час. 30 мин. утра при автоматических контрольных приборах, показывавших температуру 22° .

Центральное отопление не включалось вновь вплоть до 20 час. 30 мин. На протяжении большей части дня солнце, проникая через окна, фактически составлявшие всю южную стену дома, полностью приняло на себя работу по обогреву дома.

Достаточно тщательные эксперименты были проведены д-ром Марией Телкес из Технологического института в Массачусетсе. Она обнаружила, что большие поверхности стекла по ночам и в облачные дни теряют много тепла, расходуя все, что было получено в солнечную погоду. Приведем слова профессора Лоуренса Андерсона: «В климатах и широтах, близких к климату и широте Бостона, большие южные окна из простого стекла имеют значительные теплопотери, если их тщательно не закрывать на ночь в холодные месяцы. Двойное остекление уменьшает теплопотери, особенно при занавешивании». Следует помнить, что различные стеновые материалы с различными теплоизоляционными свойствами влияют на количество тепла, удерживаемого или рассеиваемого зданием. Здания с толстыми каменными стенами прекрасно сохраняют тепло зимой, а летом они хорошо сохраняют прохладу в помещениях. Хэндисайд в своей книге «Новые пути строительства» пишет по этому поводу: «Экспериментами доказано, что условия отопления

в течение зимы для одинаковых комнат, выходящих на север и на юг, различны на 15—20%; разница вызвана тепловым воздействием солнца. Это обстоятельство подсказывает такую планировку, при которой в зимние месяцы можно выгодно использовать солнечное тепло, хотя в летние месяцы потребуются серьезные мероприятия по уменьшению перегрева. Такой «выигрыш» в тепле наталкивает на мысль устройства зданий — «солнцеулавливателей» с большими окнами. Идея «солнечного дома» имеет много приверженцев в Америке, но при климате с большим количеством пасмурных дней (т. е. в Англии) мало уверенности в том, что теплотери через большие поверхности оконного стекла ночью будут компенсированы сравнительно небольшим количеством тепла, получаемого днем.

Такой фактор, как возможность изоляции окон на ночь с помощью плотных штор, должен заметно повлиять на тепловое равновесие.»

Айседор Розенфельд пишет о том же: «Достоинство небольших окон — их малые тепловые потери. Защищенные ставнями, зимними оконными переплетами с нащельниками или двойными рамами, такие окна вполне удовлетворительны с точки зрения теплопотерь, но, с другой стороны, они не пропускают в комнаты достаточного количества солнечного тепла и света, требующихся зимой.

В отношении «солнечного дома» подразумевается, что большие площади стекла, выходящие на юг, обогревают дом и, следовательно, уменьшают расходы на топливо, но мы должны учитывать теплопотери ночью и в пасмурные дни... Чем меньше дневного и солнечного света в данной местности, тем больше оснований с гигиенической точки зрения для устройства окон с возможно большей площадью остекления».

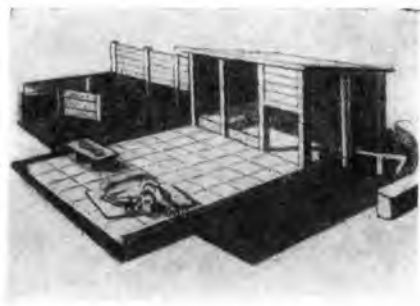
«Однако повсеместное строительство «солнечных домов» невозможно в виду различных требований, предъявляемых к домам в каждой местности. Так, д-ром Ф. В. Хэтчисоном (Индиана) был произведен интересный эксперимент. Были сооружены два одинаковых дома. Один из них имел общепринятую площадь окон, другой — «солнечный дом» — имел большую застекленную поверхность на южной стороне. Каков оказался результат? «Солнечный дом» в январе и декабре требовал на 16% больше топлива для обогрева, чем дом с общепринятой площадью окон.

Мы не задаемся целью подробно обсудить проблему отопления. Эти замечания лишь показывают, что не существует готовой формулы для проектирования «солнечного дома».

Насколько широкую популярность в США приобрели «солнечные дома», видно из того, что журнал «Сан-Францисская хроника» в мае 1951 г. опубликовал шуточный проект «собачьей конуры в районе Залива» (рис. 58): «При обогреваемой солнцем конуре, — пишет журнал, — собака не будет вынуждена проводить зимние дни, слоняясь у кухонного очага».

Наверное, для работников редакции «Сан-Францисской хроники» будет неожиданностью узнать, что их карикатура не так уже смешна. Специалисты по сельскому хозяйству уже давно оценили пользу солнечного света и на протяжении многих лет сооружают «солнечные коровники», «солнечные свинарники», «солнечные помещения для молочного скота и телят», «солнечные птичники» и т. п. В качестве примеров рассмотрим фотографии сельскохозяйственных построек. В окнах этих построек применено специальное изоляционное стекло, показавшее хорошие результаты. На рис. 59 — летний вид молочной фермы в животноводческом центре Государственного сельскохозяйственного колледжа (Пенсильвания).

Рис. 58. Проект «солнечной собачьей конуры», помещенный в журнале «Сан-Францисская хроника»



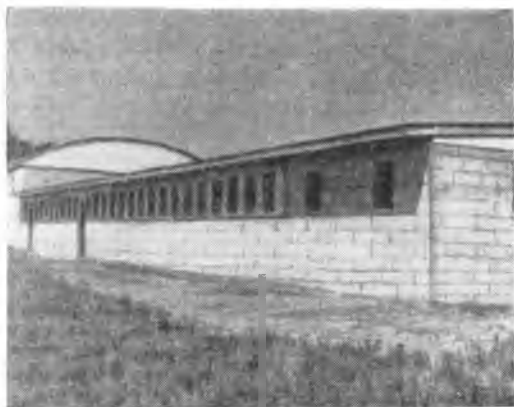


Рис. 59. Молочная ферма сельскохозяйственного колледжа в Пенсильвании летом



Рис. 60. Молочная ферма зимой

Окна полностью покрыты тенью. На рис. 60 вид той же фермы зимой после ее оштукатуривания. Снимок сделан 21 декабря. Обратите внимание на то, как расположены тени над окнами. На рис. 61 — вид той же фермы весной или осенью с линией тени для 21 марта или 21 сентября.

На рис. 62 — «солнечный свинарник» Роузмаунтской опытной станции Миннесотского университета. Интересно отметить, что температура в этом помещении в течение зимы никогда не падает ниже 0° при наружной температуре до -32° , несмотря на наличие в помещении только одних тепловых ламп. На рис. 63 изображен интерьер подобного же «солнечного свинарника» Мичиганского государственного сельскохозяйственного колледжа.

На рис. 64 — интерьер «солнечного птичника» Государственного сельскохозяйственного колледжа (Пенсильвания). Это первая постройка такого рода. На рис. 65 — интерьер коровника с чередующимися глухими и открывающимися окнами (Восточная Пенсильвания).

Любят ли животные солнце? Ответ дает рис. 66 с изображением греющихся на солнце ягнят (овцеферма в Центральной Пенсильвании). Согласно Еверетту Икину, внутреннюю температуру зданий с окнами из специального изоляционного стекла можно держать постоянной при термостатической регулировке вентиляционной системы. На рис. 67 показан регистрирующий прибор, сфотографированный в середине марта при наружной температуре $7-10^{\circ}$. Это объясняется тем, что термостатическая регулировка способствует движению воздуха, создаваемому солнечным теплом. Движущийся воздух и тепло поглощают влагу и выносят ее за пределы здания. После захода солнца система вентиляции отключается, чтобы лучше сохранить тепло. Температура внутреннего воздуха поддерживается лишь радиацией тепла, предварительно поглощенного подстилками для скота и бетонным полом и также теплом от самих животных.

В США и Канаде фирмы, изготавливающие стекло, усиленно поощряют идею «солнечного дома». Разумеется, у них для этого есть свои основания. Однако нам кажется, что такие оконные установки с двойным остеклением, как «термостекло» и «двойные стекла», лучше удерживают солнечную теплоту, чем общепринятые



Рис. 61. Молочная ферма весной или осенью



Рис. 64. «Солнечный птичник» Государственного сельскохозяйственного колледжа в Пенсильвании. Октябрь



Рис. 62. «Солнечный свиарник» Роуз-маунтской опытной станции Миннесотского университета

Рис. 65. Молочная ферма в Восточной Пенсильвании (южная сторона)



Рис. 63. Интерьер «солнечного свиарника» Мичиганского государственного сельскохозяйственного колледжа



Рис. 66. Ферма в северной части Центральной Пенсильвании



Рис. 67. Регистратор температуры

одинарные окна. Летом они не дают жаркому воздуху проникнуть внутрь здания, а зимой препятствуют замерзанию окон и позволяют увеличить их размеры без увеличения теплопотерь; к тому же они хорошо предотвращают накапливание грязи.

Розенфельд пишет: «Запотевание и замерзание оконных стекол долго были проблемой, которая хорошо разрешалась защитой окон традиционными ставнями. От современных проектов требуются не просто большие окна, но громадные плоскости стекла, не прерываемые оконными переплетами, горбыльками и фрамугами для возможно лучшего обзора примыкающего к дому ландшафта. О ставнях таких размеров не может быть, конечно, и речи. Но без какой-либо защиты, при соответствующей разнице наружных и внутренних температур и влажностей воздуха, на подоконниках или на полу возле окон будет скапливаться большое количество конденсата. Поэтому в нижних обвязках таких окон следует предусмотреть специальные дренажные устройства. Большого внимания заслуживают применяющиеся в школах сборные оконные элементы с двойным остеклением, с двойными или даже тройными стеклянными панелями с герметически заделанными краями и обезвоженным воздухом между ними».

«Солнечные дома» такого типа должны оказаться практичными для таких северных городов, как Монреаль, несмотря на частую облачность, лишаящую их зимой приблизительно на $\frac{3}{4}$ солнечного света, так как диффузивная радиация неба все же дает достаточное количество тепла.

Правда, в районе Монреаля трудно найти нужное для каких-либо выводов количество «солнечных домов».

Архитектор Фред Лебенсольд применил идею «солнечного дома» в проектах сравнительно небольших зданий для провинции Квебек. Типичным примером, характеризующим его подход к этой проблеме, является его собственный дом, расположенный в сердце Лаурентских гор на расстоянии часа езды на север от Монреаля. Как видно из рис. 68, в этом доме большие, выходящие на юг, окна доминируют на главном фасаде и, по данным Лебенсольда, «в ясные солнечные зимние дни собирают, как и ожидалось, большое количество тепла». С другой стороны, летом лучи солнца почти не попадают в жилые комнаты из-за наличия карниза с соответствующим выносом. Этот сравнительно недорогой дом обладает многими ценными свойствами с климатической и других точек зрения. Другой канадский «солнечный дом» является резиденцией профессора А. Эларса. Он расположен в суровом климате района гор Виннипега (Манитоба). Здесь опять-таки перед нами дом, спроектированный и построенный архитектором в таком районе, где климатические условия являются решающими. Плоская крыша поднимается с севера на юг, где она переходит в большой навес, летом защищающий окна от солнечных лучей, а зимой позволяющий им проникать в комнаты. Перспектива всего дома видна на рис. 69. Приводим слова автора: «Угол падения солнца был подсчитан методом, похожим на метод д-ра Пауля Сипла. Дом закрыт с севера и запада, а на юге и юго-западе устроены большие проемы, застекленные термостеклом. Мы убедились, что проект дома был сделан удовлетворительно, т. е. действие летнего солнца смягчено и ослаблено, а зимой выгода, получаемая от солнца, наиболее очевидна после 15 января, когда солнечная радиация обогревает весь дом в течение 6 часов. И это в Виннипеге, где в среднем 19 дней в январе имеют температуру воздуха ниже -18° ! Известный американский архитектор Кеннет Велч недавно тоже построил себе «солнечный дом» в районе Больших порогов. Он осуществил в нем много

Рис. 68. Главный фасад жилого дома в Лаурентских горах. Окна выходят на юг. Архитектор Фред Лебенсольд



Рис. 69. Дом в районе Виннипега (Манитоба), Архитектор А. Эларс



Рис. 70. Главный фасад дома около Больших порогов (Мичиган)

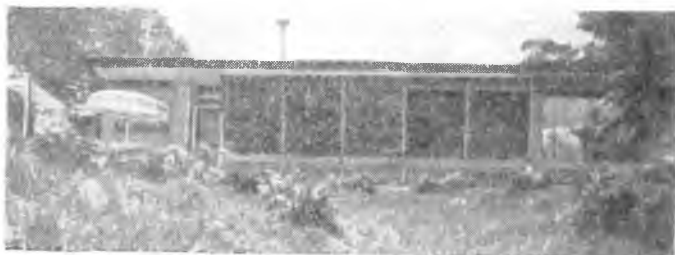


Рис. 71. Интерьер дома около Больших порогов. Архитектор Кеннет Велч



новых идей, касающихся освещения, отопления и вентиляции. Главный фасад, ориентированный на 12° восточнее юга, виден на рис. 70. Рис. 71 показывает вид, раскрывающийся из больших окон жилой комнаты (см. также другие виды и детали, относящиеся к этому дому, на рис. 115—117). Солнечное тепло проникает в течение дня через большие окна и аккумулируется в плитах пола в та-

ком количестве, что в доме долго после захода солнца удерживается тепло без пользования центральным отоплением. Как видно на рис. 116, окна наклонены, чтобы отражение не искажало наружного ландшафта. Чикагские архитекторы Джордж и Вильям Кек проектируют «солнечные дома» с 1940 г. В середине 1940 г. такие дома стоили 6 500 долларов. Фотография южной стены одного из таких домов приведена на рис. 72. Все наиболее важные жилые комнаты и спальни находятся на южной стороне; северная сторона отведена для служебных помещений и коридоров и является как бы буфером против холодных северных ветров. Следует отметить вертикальные жалюзи, которые не только оживляют монотонный фасад, но и защищают выходящие на юг комнаты и придают им интимный характер.

В 1952 г. теми же архитекторами был спроектирован в штате Иллинойс целый поселок из 24 «солнечных домов». Цена таких домов (план и перспективы одного из них показаны на рис. 73 и 74) колеблется в пределах 28 000—29 500 долларов. В них применено двойное изоляционное стекло. Авторы ожидали, что обогревание этих домов в течение довольно большого времени будет осуществляться солнцем. Цитируем слова Вильяма Кека: «Я лично помню, как однажды в декабре центральная система отопления была выключена на весь день при наружной температуре воздуха —12°. Многие из наших клиентов не верили нам, когда мы предупредили их о такой возможности». В некоторых «солнечных комнатах» вентиляция с побуждением является необходимостью, так как такие комнаты летом могут перегреваться. Их обитатели не могут раскрыть окон (окна закреплены наглухо на своих местах) и, следовательно, необходима вентиляция с побуждением или специальные жалюзи (лучше и то и другое).

Второй тип солнечного дома характерен тем, что солнечное тепло используется в нем для нагревания жидкой или твердой смеси (раствора), применяемой в качестве теплоносителя. Он привлек внимание доктора Телкес и ее сотрудников. Ими были проведены исследования проблем накопления, хранения и распределения солнечной энергии на основе изучения солнечного дома в Довере (Массачусетс). Коллектор солнечной энергии ориентирован таким образом, чтобы получить максимальное количество солнечных лучей в зимнее время. На рис. 75 — южная стена этого дома. Огромные окна состоят из 18 секций двойного остекления размером 1,2×3 м, общая застекленная площадь составляет приблизительно 70 м². Было использовано узорчатое стекло, — будучи сравнительно недорогим, оно отражает и рассеивает некоторые лучи спектра. Обычное же оконное стекло открыло бы неприятный черный цвет расположенных за ним пластин металлического коллектора; позади этих пластин циркулирует теплый воздух, направляемый вентиляторами вниз по каналам в тепловой бункер (рис. 76). В бункере солнечное тепло хранится в барабанах емкостью 28 л, наполненных химической смесью из сернокислого натрия (Na₂SO₄), смешанного с потребным количеством воды, и небольшим количеством дополнительных реактивов для ускорения кристаллизации и предотвращения коррозии. Тепло передается из бункеров в комнаты посредством вентиляторов. Среднее количество собранного таким образом тепла в феврале было 1162,5 ккал на 1 м² в день, что соответствует общей производительности в 41,2%. Общее количество добытого в феврале тепла (с помощью коллектора и окон) было 2 923 200 ккал, а тепловые потери составили 2 620 800 ккал. Вся заслуга по проведенной работе принадлежит женщинам: архитектору Элеоноре Раймонд, владелице дома Амелии Пибоди и со-

Рис. 72. «Солнечный дом» в Рокфорде (Иллинойс), южный фасад. Архитекторы Джордж и Вильям Кек

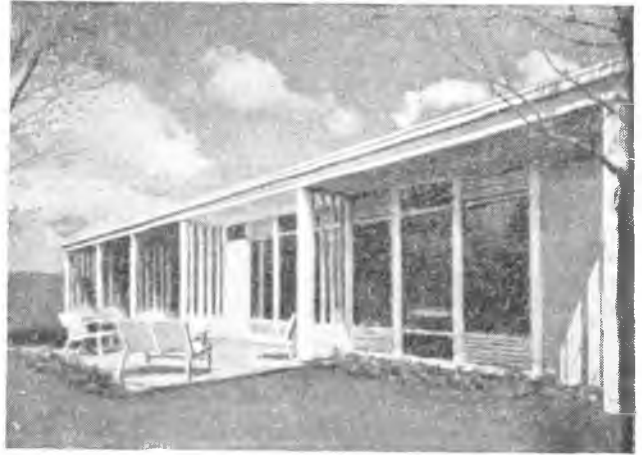


Рис. 73. Дом Чикагской строительной фирмы. Архитекторы Джордж и Вильям Кек

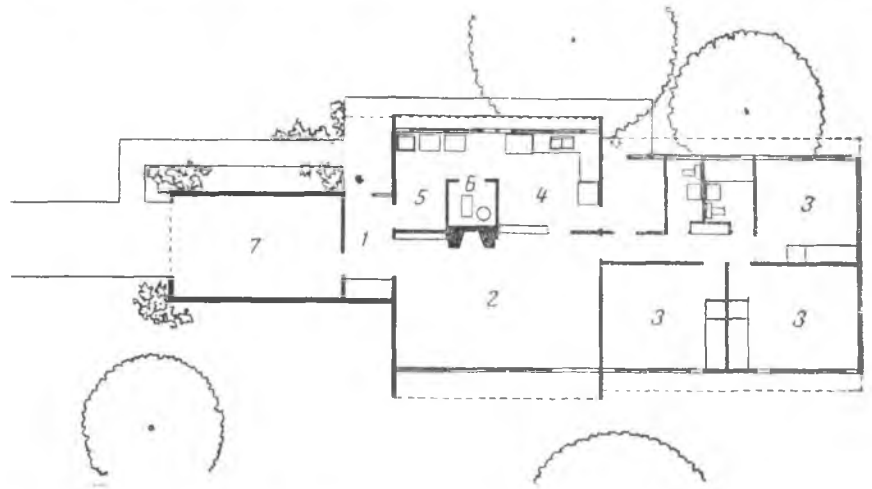


Рис. 74. Дом Чикагской строительной фирмы. План

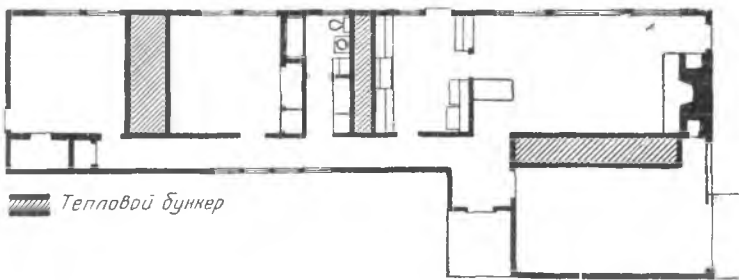


Рис. 76. План дома в Довере. Архитектор Элеонора Раймонд

Рис. 75. Южная стена обогреваемого солнцем дома в Довере (Массачузетс)



труднице Массачузетского технологического института Марии Телкес.

Другим экспертом по аккумуляции и хранению солнечной энергии является д-р Д. Д. Леф, директор индустриального Научно-исследовательского института гор. Денвера в Колорадо. По его заявлению, работа, связанная с солнечным отоплением и особенно с охлаждением при помощи солнечной энергии, находится в экспериментальной стадии в течение последних пяти лет. Оборудование непрерывно совершенствуется, отмечает Леф, но еще не готово к продаже для массового использования. Журнал «The magazine of building» (1947 г., февраль) привел следующие данные, полученные от исследователей, работающих в Колорадо: «Оптимальный наклон для собирания тепла зимой может быть получен добавлением 3° к широте местности. Эта цифра является средним наклоном солнца в этот период, т. е. его местоположение в среднем на 3° ниже экватора. Но для того чтобы собирать и использовать солнечное тепло в доме с соответствующими нагревательными установками и коллектором с емкостью в однодневный запас тепла, коллектор в идеальном случае должен быть наклонен на угол, равный широте плюс примерно 7° ».

Для сбора тепла и для его использования нужны разные углы наклона, потому что осенью и весной большое количество собранного тепла будет выбрасываться из-за небольшой отопительной нагрузки в эти два сезона. В зимние месяцы наклон для использования солнечного тепла должен быть наиболее благоприятным по отношению к солнцу.

Согласно исследованиям наклон коллектора, принимаемый для использования солнечного тепла в различных областях страны, равен сумме широты данной местности и 15° . Следует добавить, что $\pm 8^\circ$ для количества тепла, поглощенного в период с середины октября до начала марта, т. е. в основную часть отопительного периода, не имеет особенного значения.

Основания к этому следующие: широта Бостона $42^\circ 21'$. Пользуясь методом приближенного подсчета, добавляем 15° ; получим $57^\circ 21'$. Прибавление еще 8° (для учета ветра) даст угол 65° . В полдень 21 декабря высота солнца в Бостоне будет равна $90^\circ - (42^\circ 21' + 23^\circ 27') = 24^\circ 12'$ (по формуле (8)). Таким образом, поверхность, перпендикулярная солнечным лучам, будет иметь угол, приблизительно равный также 65° . Результат примерно тот же. Однако разница невелика, будет ли этот угол равен 65 , 57 , 60 или 70° . При солнечных лучах, строго перпендикулярных стенке коллектора, его наклон, естественно, будет оптимальным. При отсутствии же строгой перпендикулярности действительная величина получаемой радиации может быть подсчитана по закону косинуса, где косинус рассматриваемого угла будет определяющим фактором. Косинус 5° равен 0,996; 10° равен 0,985; 15° равен 0,966. Таким образом, если поверхности до строгой перпендикулярности не достает 5° , она все же получит 99,6% солнечных лучей; если же достает 10° , она получит 98,5%; если не хватает 15° , то она будет иметь 96,6%.

Практически обращенная на юг вертикальная стена собирает так же много солнечных лучей, как и «оптимально наклонная поверхность», так как зимой снег, покрывающий землю, отражает на вертикальную стену дополнительное количество солнечных лучей, а наклонная стена получит несколько меньшее их количество. Прикрытая снегом, наклонная стена также получит меньшее количество лучей солнца. Летом же, когда тепло не нужно, наклонная стена

получает его слишком много. Необходимо упомянуть, что вертикальная стена полезнее, поскольку в противоположность наклонной она является естественной составной частью здания.

Таким образом, оказывается, что для широты 40° (несколько севернее Филадельфии) будут выгодны следующие углы.

На широте Монреаля подходят углы:

для собирания тепла — наклон стены $40^\circ + 3^\circ$, или 43° ; для использования тепла — наклон стены $40^\circ +$ (от 7 до 22°), или от 47 до 62° .

Каково же практическое значение «солнечных домов» второго типа, накапливающих солнечное тепло? Согласно Джону Коблеру «...в настоящее время большинство авторитетов по солнечному отоплению склонно провести разделительную линию, начинающуюся ниже Бостона, к Западной Виргинии, через Кентукки, Миссури и Канзас; поднимаясь через южные районы штатов Колорадо, Юта и Невада, она захватывает большую часть Калифорнии. К северу от этой линии обогревание солнцем непрактично. Сам профессор Хотгаль, председатель Комитета по использованию солнечной энергии, опасается предсказывать, что ниже этой линии в недалеком будущем «солнечные дома» в большинстве случаев будут полезнее обыкновенных домов. Для этого, он полагает, понадобится около 10 лет.

Журнал «Architectural Forum» (февраль 1947 г.) считает, что в пользу аккумуляции солнечной энергии говорит «...возможность употреблять нагретый воздух для работы кондиционера (установка по охлаждению и кондиционированию воздуха). Эта установка широко распространена, и использование в ее работе солнечной энергии создает превосходные возможности. Ясно, что период, в течение которого мы получаем большую энергию, точно соответствует периоду, в который требуется большое охлаждение. Поэтому установка сможет обеспечить охлаждение тогда, когда в нем наиболее нуждаются».

Методы «улавливания» солнечных лучей уже подробно обсуждались. Но существуют также и важные соображения в пользу устрания солнечного тепла при некоторых обстоятельствах. Примером может служить случай, когда мы хотим избежать жарких и низких лучей вечернего солнца, или когда нам нужен солнечный свет в некоторых комнатах только в определенные часы, или, наконец, когда требуется ровный свет для какого-либо определенного вида работы.

Если в процессе работы над проектом нам не удастся избавиться помещения от солнца посредством ориентации, то следует обратиться к противосолнечным устройствам, основанным на одном из следующих четырех методов: метод затенения, метод отражения, метод изоляции и метод использования формы материалов. Но прибегать к их помощи следует лишь тогда, когда другие средства избавления от солнечных лучей отсутствуют.

Контроль над солнцем посредством затенения должен предотвратить излишнее освещение или нагрев рассматриваемой поверхности. Этот принцип состоит в том, что в первую очередь солнечным лучам не должна быть дана возможность достижения самой внутренности здания. Это достижимо как искусственными, так и естественными средствами.

Одним из широко распространенных искусственных средств являются нависающие элементы здания (карнизы, кровельные свесы, козырьки и т. п.). Их можно запроектировать таким образом, чтобы не дать солнечным лучам упасть на вертикальные поверхности здания тогда, когда этого не требуется. Здания с удачно при-

менными нависающими элементами можно встретить почти в любой части страны (рис. 77).

Как определить нужный вынос элемента? Для этого мы должны определить местоположение солнца (в данный час, день года), т. е. определить его высоту и азимут. Затем следует определить, достигнут ли солнечные лучи стены в рассматриваемом месте при данном азимуте. Если достигнут, нужно выяснить, при каком угле это происходит. Далее посредством тригонометрии или с помощью какой-либо из ранее рассмотренных нами диаграмм следует определить требующийся вынос нависающего элемента¹.

На рис. 78 показан навес перед домом, спроектированным Немени и А. В. Геллером в Энглууде (Нью-Джерси). Обратите внимание на проемы, предусмотренные в стене для циркуляции воздуха.

Для южных районов (например Техаса) нависающие элементы, по мнению архитектора О'Нейл Форда, являются обязательными. Он предусматривает теневой навес даже для защиты рабочих в процессе строительства. Форд является одним из изобретателей и популяризаторов метода подъема перекрытий (лифт-слэб), заключающегося в том, что междуэтажные перекрытия и крыша изготавливаются на земле в положении, соответствующем их конечной позиции в готовом здании. Изготовление начинается с перекрытий 1 этажа; на нем изготавливаются перекрытия 2 этажа и т. д. После достижения проектной прочности перекрытия поднимаются гидравлическими домкратами на заданный уровень, где наглухо крепятся к стойкам. Как видно из рис. 79, после установки крыши и междуэтажного перекрытия в конечное положение рабочие могут заниматься другими делами: установкой стен, перегородок и пр., полностью защищенные от дождя и жаркого техасского солнца.

Учебный и административный корпус для университета в Сан-Антонио (Тринити) является первым зданием, сооруженным по этому принципу. Опыт оказался успешным, и теперь многие большие сооружения возводятся таким же путем. Южный фасад этого законченного здания показан на рис. 80. Обратите внимание на сплошной козырек шириной 2,4 м, защищающий окна от проникновения солнца внутрь и предупреждающий «блескость» в классах. На южной стене библиотеки этого университета применено (рис. 81) своеобразное сочетание сплошной ленты козырька с тентом, которые очень нужны при осадках зимой и весной. Тент сделан из сосновых брусков сечением 5×10 см, лежащих на подвижных стальных консольных балочках, регулируемых с помощью

¹ Следует отметить, что для более полного использования южной ориентации еще не так давно бакинские (а иногда и ереванские) архитекторы применяли двойной прием решения плана типовой секции квартир. Они размещали на одной стороне секции либо только жилые комнаты, а на другой стороне — лестничную клетку и подсобные помещения (секция прямой ориентации), либо на одной стороне они размещали преимущественно жилые комнаты, но с допуском на ней лестничной клетки, а на другой стороне — подсобные помещения и не более одной жилой комнаты (такую секцию называли секцией обратной ориентации). Последняя секция применялась в тех случаях, когда по градостроительным или иным соображениям лестница в секции приходилась на благоприятную сторону горизонта, в данном случае южную. В результате в обоих случаях на южную сторону горизонта приходилось максимально возможное число комнат.

Подобный принцип парного планировочного решения секции применим и в других аналогичных ситуациях, когда желательно предельное использование определенной ориентации жилых комнат, например в сторону парка, леса, зеленого горного склона, широкой долины, крупного водного пространства (озера, моря, реки), на подветренную сторону и др. (Ред.).

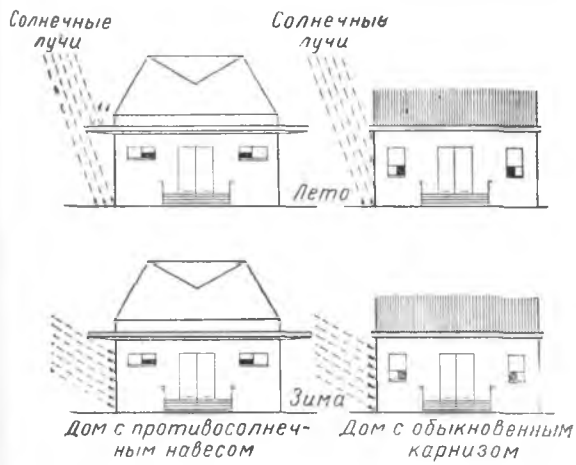


Рис. 77. Дом с обычным карнизом и дом с нависающим элементом — козырьком, спроектированным таким образом, чтобы исключить освещение окон солнцем летом и обеспечить освещение солнцем окон зимой

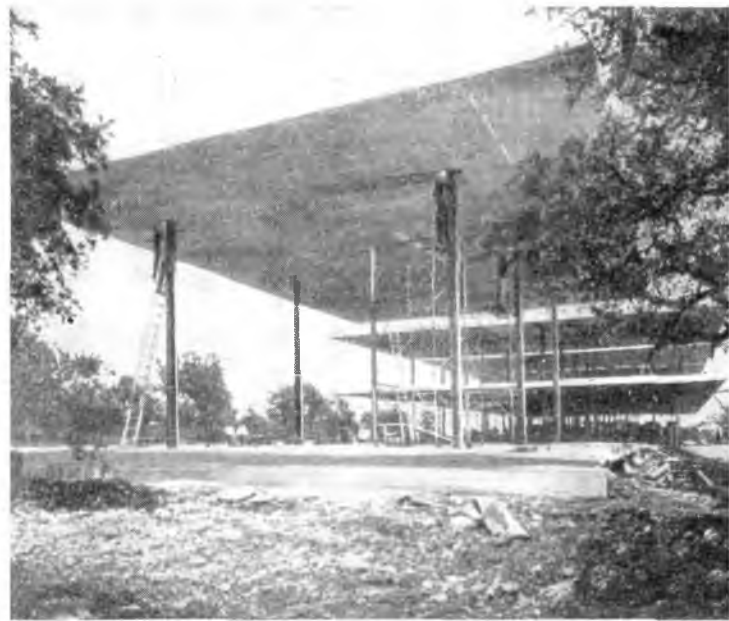


Рис. 79. Пример строительства методом подъема междуэтажных перекрытий



Рис. 78. Дом в Энглвуде (Нью-Джерси). Архитекторы Немени и А. В. Геллер

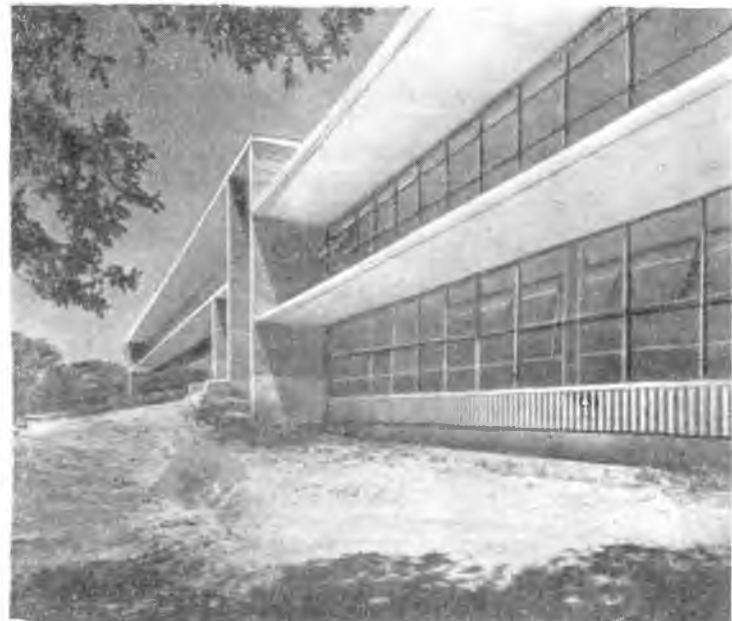


Рис. 80. Южный фасад учебно-административного корпуса университета в Сан-Антонио (Тринити). Архитекторы О'Нейл Форд, Джерри Роджерс, Барлетт Кок и Харвей Смит

подвижного троса из нержавеющей стали диаметром 3 мм, прикрепленного к концам консолей. Приведенная фотография неудачна: она сделана летом, когда все это устройство не нужно (оно необходимо осенью, зимой и весной), так как летом лучи солнца задерживаются свесом крыши. На здании корпуса общежития с южной стороны также применен сплошной козырек со свисающими с него жалюзи красного дерева (см. рис. 82). Козырек одновременно служит сплошным балконом — коридором, идущим вдоль всей южной стены корпуса. В жаркие вечера он может служить удобным местом для занятий, местом, непосредственно примыкающим к жилым комнатам, закрывающим всю глубину корпуса. Такое решение обеспечивает сквозное проветривание здания южным бризом.

Другая группа из двухсот общественных и административных зданий в Корпус Кристи (рис. 83) показывает, что сочетание пропагандируемого О'Нейл Фордом метода «подъема перекрытий» с широким применением нависающих элементов делает последние сравнительно недорогими (стоимость 1 м^2 — 57 долларов).

Вильям Лескейз в своем проекте «Дома Лонгфелло» в Вашингтоне, построенном в 1940 г., применил интересное сочетание сплошных навесов с балконами. Они устроены на западной стене (рис. 84) и обеспечивают защиту от солнечных лучей в самые жаркие часы дня. Такое устройство значительно уменьшило нагрузку воздухоохлаждения; следовательно, оно не только служит целям комфорта, но и дает известную экономию.

Аналогичный результат был достигнут в новых зданиях для торгового центра в Свифтоне, Цинциннати (Огайо): нагрузка воздухоохлаждения была уменьшена на $\frac{1}{3}$ применением противосолнечных навесов над окнами. На рис. 85 — вид одного из этих удачно решенных зданий для юга.

Жалюзи могут быть либо наружного типа, либо внутреннего. Жалюзи наружного типа известны под названием «sun-breakers» («солнцеломы») в Англии, «brise-soleil» во Франции, «quebra sol» и «quebra luzes» в Бразилии. Солнцеотражающие устройства¹ в том виде, в котором они известны сейчас, своим возникновением обязаны архитектору Стамо Пападаки (рис. 86 и 87). Но Корбюзье, по-видимому, использовал их в большем числе зданий, чем кто-либо другой. Он начал свои эксперименты с идеи Пападаки в 1921 г., а в 1928 г. его мысли впервые приобрели необходимую четкость в набросках виллы «Карфаген». Эта вилла целиком окружена солнцезащитными устройствами, образованными длинными нависающими элементами (ребрами), которые рассчитаны на защиту от лучей солнца в нужные часы. Несколькими годами позже Корбюзье нашел еще более совершенные формы для жилого здания в Барселоне. Постепенно начал выявляться облик существующего ныне образца; в 1933 г. при строительстве большого многоквартирного дома в Алжире снова возникла проблема действенного контроля над солнечными лучами. Северная и восточная стены этого дома с большими застекленными проемами были оставлены открытыми для лучей солнца, а на южном и западном фасадах были предусмотрены солнцезащитные устройства. Но Корбюзье скоро обнаружил, что горизонтальные ребра — навесы установленных устройств оказались неэффективными против лучей заходящего солнца, и это заставило его добавить вертикальные жалюзи (ребра), поставленные перпендикулярно или под наклоном к стене дома. Корбюзье считает это значительным шагом вперед в развитии современной архитектуры.

¹ Так мы будем именовать в дальнейшем «brise-soleil». (Ред.).

Рис. 81. Навес и тенты на южной стене корпуса университетской библиотеки в Сан-Антонио (Тринити)



Рис. 82. Южный фасад общежития университета в Сан-Антонио (Тринити)



Рис. 83. Группа общественных и административных домов в Корпус Кристи (Техас). Архитектор Ричард Колли



Рис. 84. Сочетание сплошных козырьков с балконами на западной стене «Дома Лонгфелло» (Вашингтон). Архитектор Вильям Лескейз

Рис. 85. Навесы над окнами дома в Торговом центре в Свифтоне, Цинциннати (Огайо). Архитекторы Д. и Ш. Кетчам



В 1936 г. Корбюзье был приглашен в Рио-де-Жанейро, где вместе с бразильскими архитекторами спроектировал административное здание для Министерства национального образования и здравоохранения (рис. 88). «Солнцелом», примененный здесь (комбинация барселонского и алжирского решений), понравился бразильцам, и они немедленно начали применять и развивать его дальше во всех своих зданиях. Сам Корбюзье был приятно удивлен прогрессом, достигнутым в этой области в его отсутствие.

В 1938 г. Корбюзье спроектировал Дворец правосудия в Алжире, где он преобразовал солнцезащитное устройство в удобную лоджию. В этом же году было построено несколько лабораторий с солнцезащитными устройствами трех типов: 1) навесы сотовой формы для южной стороны; 2) удобно доступная лоджия в виде защищенной от солнца веранды; 3) вертикальные ребра для западной стороны. Описывая их, Корбюзье воспользовался малоупотребительными французскими терминами, перевести которые, как нам кажется, было бы затруднительно даже для заправского оратора французского национального собрания.

Горизонтальные или вертикальные элементы солнцезащитных устройств могут быть либо наглухо закрепленными, либо подвижными.

Горизонтальные наглухо закрепленные солнцезащитные устройства были применены на южной стене здания издательства «Справочник читателя» в Токио (Япония), спроектированного Антонио Раймондом и Л. Л. Радо. Главный фасад виден на рис. 89, а деталь устройства — на рис. 90. Последняя фотография показывает, что хотя ребра задерживают прямые лучи солнца, в помещениях достаточно светло. На рис. 91 мы приводим чертеж жалюзи этого типа и фрагмент разреза здания.

С успехом применил горизонтальные наглухо закрепленные солнцезащитные устройства Корбюзье в многоквартирном доме в Алжире.

Вурхис, Уокер, Фолей и Смит, нью-йоркские архитекторы, использовали этот же тип жалюзи для здания Большой нефтяной компании в Пуэрта де ла Крус (Венецуэла). Вид этого здания с юго-востока приведен на рис. 92. Так как участок расположен вблизи экватора, солнце в то или иное время освещает все четыре стены. Поэтому солнцезащитные устройства целиком окружают здание. Обратите внимание на совпадение наружной грани всего сооружения с наружной гранью столбов. Окна установлены на внутренней стороне столбов, а жалюзи прикреплены ближе к их наружной стороне. Таким образом создано воздушное пространство, значительно улучшающее вентиляцию.

Горизонтальные подвижные солнцезащитные устройства применены в здании Министерства национального образования и здравоохранения в Рио-де-Жанейро (см. рис. 88). Удачно применил их и Антонио Раймонд в проекте общежития для учащихся в Пондишери (рис. 93). Главным доводом в пользу их применения было стремление нейтрализовать крайне жаркий, сырой климат восточного побережья Индии, не прибегая к механическим средствам. На южной и северной сторонах здания были установлены подвижные горизонтальные жалюзи так, чтобы они давали защиту не только от солнца, но и от внезапных и яростных ветров и дождей и позволяли бы одновременно сохранять непрерывную вентиляцию. Внутри были установлены раздвижные перегородки одной высоты с дверьми. Это обеспечивало свободную циркуляцию воздуха при закрытых дверях. Летом многие учащиеся для прохлады могут спать прямо на каменных подоконниках, подобных приведенным на

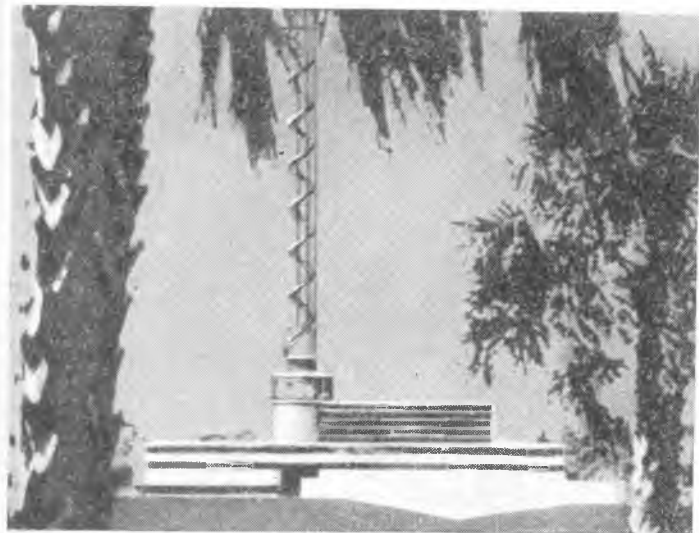


Рис. 86. Вид южного фасада маяк-памятника Христофору Колумбу, спроектированного Стамо Пападаки на конкурсе 1928 г. Горизонтальные железобетонные навесы выступают в виде консолей из несущих колонн, защищая остекленные северный, восточный и южный фасады часовни

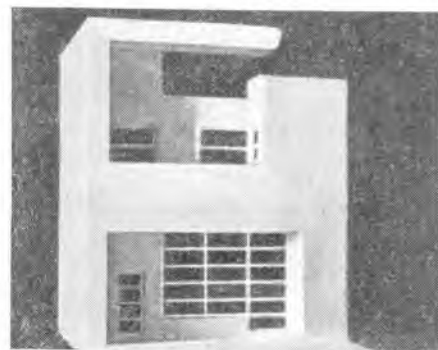


Рис. 87. Деревянная модель блока мастерской и жилого помещения, спроектированного Стамо Пападаки и построенного в Афинах в 1930 г. Расположенное между стенами двух соседних домов, это здание выходит на южную сторону улицы шириной менее 5,2 м и западает на 2,43 м от линии застройки. Защита южного фасада от солнца достигается нависающей плитой, расположенной достаточно высоко для обеспечения циркуляции воздуха

Рис. 88. Министерство национального образования и здравоохранения в Рио-де-Жанейро. Авторы — бригада бразильских архитекторов во главе с Корбюзье

Рис. 89. Горизонтальные наглухо закрепленные солнцеломы на южной стене здания «Справочника читателя» в Токио. Архитекторы Антонин Раймонд и Л. Л. Радо. Главный фасад



Рис. 90. Жалюзи, вид из здания



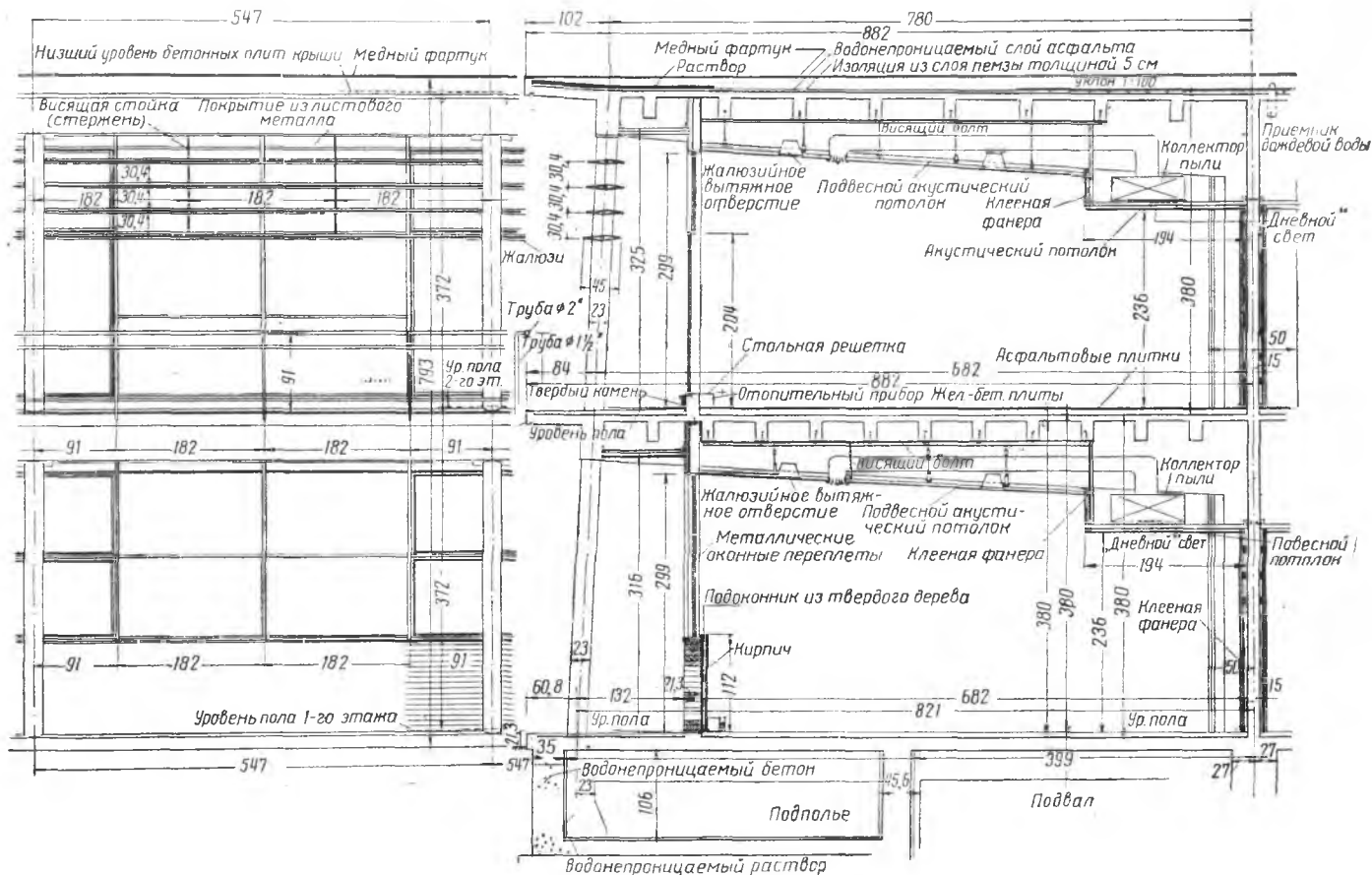


Рис. 91. Жалюзи и разрез здания издательства «Справочника читателя» в Токио



Рис. 92. Горизонтально закрепленные жалюзи на здании Большой нефтяной компании в Пуэрта де ла Крус, (Венецуэла). Архитекторы Вурхис, Уокер, Фолей и Смит



Рис. 94. Горизонтальные подвижные солнцезащитные устройства. Общежитие в Пондишери



Рис. 93. Общежитие для учащихся в Пондишери

рис. 94. Применение горизонтальных подвижных жалюзи вполне оправдано в частных домах или общежитиях только что рассмотренного типа. Но в общественных зданиях они быстро выходят из строя из-за неосторожного обращения с ними служащих. Не следует также применять их вблизи моря, так как сырой соленый воздух быстро портит механизм для их передвижения.

Вертикальные неподвижные солнцезащитные устройства применены в здании Ассоциации работников прессы в Рио-де-Жанейро. Это наглухо закрепленные железобетонные ребра, выполненные по чертежам Мильтона Роберто. Так же удачно применены они и в здании филиала Национального городского банка Нью-Йорка в гор. Нагойя (Япония). Вертикальные неподвижные жалюзи установлены на западной стене, горизонтально закрепленные — на южной, как видно по ночной фотографии (рис. 95).

Вертикальные подвижные жалюзи встречаются в здании детских яслей в Рио-де-Жанейро (архитектор Оскар Нимейер). Здесь ребра жалюзи выполнены из асбеста. Они устанавливаются в требуемое положение простым механизмом (рис. 96). Такие же устройства применены и в спроектированном Нимейером здании типографии газеты «Tribuna popular» (рис. 97).

Вертикальные подвижные жалюзи, в данном случае алюминиевые, использованы Ричардом Ньютра на южной стене здания Всеобщей противопожарной ассоциации Северо-Запада (рис. 98). Лестничная клетка, расположенная слева от главного входа, выделяется интересной кладкой из мелких блоков; посадка деревьев, осуществленная под руководством ландшафтных архитекторов — супругов Харрисон и Ричарда Ньютра, «придала элегантной цветовой гамме здания несколько субтропический оттенок».

Филипп Гудвин пишет о бразильской архитектуре: «Ее значительный вклад в современную архитектуру состоит в установлении с помощью наружных жалюзи эффективного контроля над солнечным теплом и блеском солнечных лучей на поверхности стекла. Архитектура Северной Америки полностью игнорировала эту проблему. Рядовые административные здания, освещаемые жарким летним западным солнцем, напоминают оранжереи, их раздвижные окна вагонного типа наполовину закрыты и незащищены. Несчастные конторские служащие или задыхаются от жары, прячась за душными маркизами, или полагаются на слабую защиту внутренних подъемных жалюзи — слабую, так как они не предотвращают нагревания стекла солнцем».

Корбюзье делает интересное замечание: «Самое слово «*brise-soleil*» («солнцелом») говорит, что данный технический вопрос решен»¹.

Насколько известно автору, горизонтальные солнцезащитные устройства еще не использовались в районе Монреаля. Во всяком случае, применение их в Монреале вряд ли оправдано; зимой между горизонтальными ребрами этих устройств будет собираться снег, отнимая свет, а летом между ними будет застаиваться теплый воздух.

Следовательно, вертикально установленные солнцезащитные устройства являются единственным типом жалюзи, пригодным для таких районов.

По-видимому, вертикально установленные жалюзи являются наилучшим типом жалюзи для защиты от низкого западного (изредка — от восточного) солнца в районах, подобных Монреалу².

Из-за снега и льда кажется маловероятным, чтобы жалюзи подвижного типа подошли к климату Монреаля. Тем не менее Вильям Лескейз запроектировал подвижные жалюзи для нового небоскреба в Нью-Йорке.

Внутренние жалюзи — это обычные венецианские шторы, удовлетворяющие самым различным требованиям. Но летом они обладают большим недостатком: они отражают солнечные лучи уже после того, как те пройдут сквозь стекла и большая часть лучистой теплоты проникает в помещение.

Архитекторы Кларенс Киветт и Ральф Мейерс в проекте Дома для престарелых в гор. Канзас-Сити (Миссури) применили интересную разновидность вертикальных подвижных солнцезащитных устройств, сделав их из тонкого холста (рис. 99). Обратите

¹ В жарких районах СССР при устройстве на окнах наружных жалюзийных ставен и «солнцеломов» можно не запрещать западную ориентацию окон для предотвращения летнего перегрева, как это предусмотрено теперь нормами.

Со снятием этого ограничения повышается градостроительная маневренность проектов типовых домов.

² В жалюзи этого типа снег также будет собираться, но только внизу. Вверху тоже будет накапливаться небольшое количество теплого воздуха, особенно летом; однако его будет не так много, как в жалюзи горизонтального типа, где снег и воздух будут собираться под каждым ребром.



Рис. 95. Вертикально закрепленные солнцезащитные устройства на западной стене и горизонтально закрепленные устройства на южной стене здания филиала Национального городского банка Нью-Йорка в гор. Нагойя (Япония). Архитекторы Раймонд и Радо

Рис. 97. Вертикальные подвижные солнцезащитные устройства на главном фасаде типографии «Tribuna popular» в Рио-де-Жанейро. Архитектор Оскар Нимейер

Рис. 99. Внутренние вертикальные подвижные солнцезащитные устройства из холста в Доме для престарелых. Канзас-Сити (Миссури). Архитекторы Киветт и Мейерс



Рис. 96. Вертикальные подвижные солнцезащитные устройства. Ясли в Рио-де-Жанейро. Архитектор Оскар Нимейер

Рис. 98. Алюминиевые вертикальные подвижные жалюзи на южной стене здания Всеобщей противопожарной ассоциации Северо-Запада в Лос-Анжелесе. Архитектор Ричард Ньютра





Рис. 100. Жилые дома на Бермудских островах. Видны венецианские жалюзийные ставни, прикрепленные к верху окон

внимание на ощущение света и легкости, которое помогает превратить этот салон-вестибюль на 3-м этаже, как впрочем и все сооружение, в приют, где престарелые люди должны жить, а не умирать.

Солнечные навесы могут либо плотно примыкать к зданию, либо размещаться на некотором расстоянии от здания.

В теплом климате часто применяются прикрепленные сверху к окнам венецианские жалюзийные ставни. Рис. 100 показывает жилые дома для дипломатических представителей США на Бермудских островах с такими жалюзийными ставнями.

Выдвигающиеся или скатывающиеся деревянные ставни-шторы на металлических рамах типа запроектированных Сатурнино Нуньес де Брито для анатомического театра в Ресифе (Бразилия) похожи на такие ставни. Разница состоит в том, что ставни-шторы сами могут передвигаться внутри рам вверх и вниз.

Ставни характерны для американских домов колониального времени. Они часто применяются и на Бермудских островах, как свидетельствует фотография небольшого коттеджа, приютившегося среди кедров (рис. 101). Крыша этого домика, подобно крышам других домов на острове, устроена так, что она собирает для питья дождевую воду.

В Бразилии венецианские ставни применяются и для окон многоквартирных домов. Они, несомненно, достаточно пригодны для юга США в течение всего года, а для севера США и Канады — только летом.

Зимой в северных районах их следует снимать, — в это время года они не нужны. Они могут быть использованы и в местностях, где требуется защита от москитов; нужно только снабдить их противомоскитной сеткой.

Другим типом солнечных навесов являются тенты или маркизы; они могут убираться и устанавливаться в зависимости от времени года. Удачно применены тенты в жилом доме в Нью-Рошели (Нью-Йорк) архитекторами Джорджем Немени и А. В. Геллером. Несмотря на то, что они не были установлены точно по указанию архитекторов — предполагалось разместить их на уровне оконных перемычек, — решение оказалось удачным (рис. 102). Заметьте также завершенную от солнца террасу этого дома. Из окон, выходящих на северную сторону, открывается чудесный вид на озеро. Собственно вся ориентация этого дома подчинена окрестному пейзажу.

Тенты являются довольно эффективной защитой от солнечных лучей, но в местах со слабым движением воздуха они совершенно непригодны из-за своего свойства аккумулировать теплый воздух.



Рис. 101. Ставни на жилом доме (Бермудские острова)

Рис. 102. Тент (маркиза) на жилом доме в Нью-Рошели (Нью-Йорк). Архитекторы Д. Немени и А. Геллер



Рис. 103. Тент со скользящей рамой



Рис. 104. Опущенный подвижной козырек



Рис. 105. Задвинутые горизонтально скользящие ставни

Чтобы избежать этого, Генри Райт заменил обычную парусину скользящими рамами с теплопоглощающим стеклом, с воздухопроточной щелью за ними (рис. 103).

Подвижные солнцезащитные козырьки над входами особенно эффективны на западных стенах. В полдень их укрепляют на самом верху над входом и постепенно опускают к вечеру (рис. 104). По своему принципу они походят на выдвигающиеся или скатывающиеся деревянные ставни-шторы, широко распространенные в Бразилии. Их следует применять там, где по тем или иным причинам другие средства защиты от солнечных лучей непригодны.

Горизонтально скользящие ставни могут передвигаться в соответствии с движением солнца. Они особенно удобны для защиты западных стен (рис. 105). Довольно эффективны и регулируемые передвижные холщевые шторы (рис. 106). Они применены архитекторами Джорджем Немени и А. В. Геллером в жилом доме на Лонг Айленд, Нью-Йорк. Устроены они на юго-западной стороне дома и примыкают к спальне.

Наглухо закрепленные ширмы-шторы были использованы архитекторами О'Нейл Фордом и Джерри Роджерсом в жилом доме в городе Сан-Антонио (Техас) для защиты окон лестничной клетки. По словам Форда, вынос ширмы-шторы в сторону от стены позволяет видеть разбитый внизу садик и обеспечивает лучшую циркуляцию воздуха (рис. 107).

В здании отеля-клуба в Куракао (Вест-Индия) архитекторами Паулем Лестером Винером и Жозе Луи Сертом применены экраны для отражения от крыши прямых солнечных лучей. Они выполнены в виде горизонтальных железобетонных жалюзи, уложенных на прогоны, опертые на короткие стойки; сквозь жалюзи дождевая вода проникает на крышу и охлаждает последнюю в процессе испарения.

Во внутреннем дворике этого отеля (рис. 108) можно увидеть подвижной электроуправляемый тент, передвигающийся соответственно движению солнца. Сравните этот тент с передвижными козырьками над входами, упомянутыми выше.

Обычные занавески, так же как и внутренние подъемные жалюзи, тоже иногда бывают полезными. Удачная комбинация из них была осуществлена мексиканским архитектором Карлосом Лазо в



Рис. 106. Передвижные холщевые шторы. Лонг Айленд (Нью-Йорк). Архитекторы Джордж Немени и А. Геллер



Рис. 107. Неподвижные ширмы-шторы. Сан-Антонио (Техас). Архитекторы О'Нейл Форд и Джерри Роджерс

гор. Мехико (рис. 109). Разумеется, в очень жарких районах применять их не следует — они задерживают тепло внутри здания, но в Мехико, примечательном своей вечной весной, они вполне уместны.

Японские бамбуковые шторы (см. рис. 8) также являются эффективной защитой от солнца и одновременно обеспечивают надлежащую вентиляцию.

Роль затенений, используемых вне здания, могут играть заборы, решетчатые стены, каменные стены или другие отдельно стоящие сооружения, пригодные для защиты от солнечных лучей. Предусмотреть интересные средства затенения из различных материалов — дело изобретательности архитектора.

Природа тоже может дать эффективные средства защиты от солнечных лучей. Деревья, кустарник, ползучие растения, употребляющиеся для этой цели, могут быть размещены либо на поверхности самих зданий, либо на некотором расстоянии от них. Наиболее ценной чертой этих естественных средств, в противоположность средствам искусственным, является их способность с наступлением жаркой погоды предоставлять в наше распоряжение густую листву и убирать ее тогда, когда нужда в ней отпадает. Приведем слова американского ландшафтного архитектора Гаретта Эббо: «В деревьях, то теряющих, то возобновляющих свою листву, имеется особая функциональная ценность, которую мы часто не замечаем на нашем мягком юге, насыщенном вечнозелеными растениями. Они снабжают нас тенью летом, когда мы испытываем в ней нужду, и пропускают солнце зимой, когда оно нам необходимо». Этот простой факт делает такие деревья, как чинары, вязы, клены, наиболее подходящими лиственными деревьями крупного размера для посадки их вблизи зданий (за исключением, по-видимому, северной сторо-

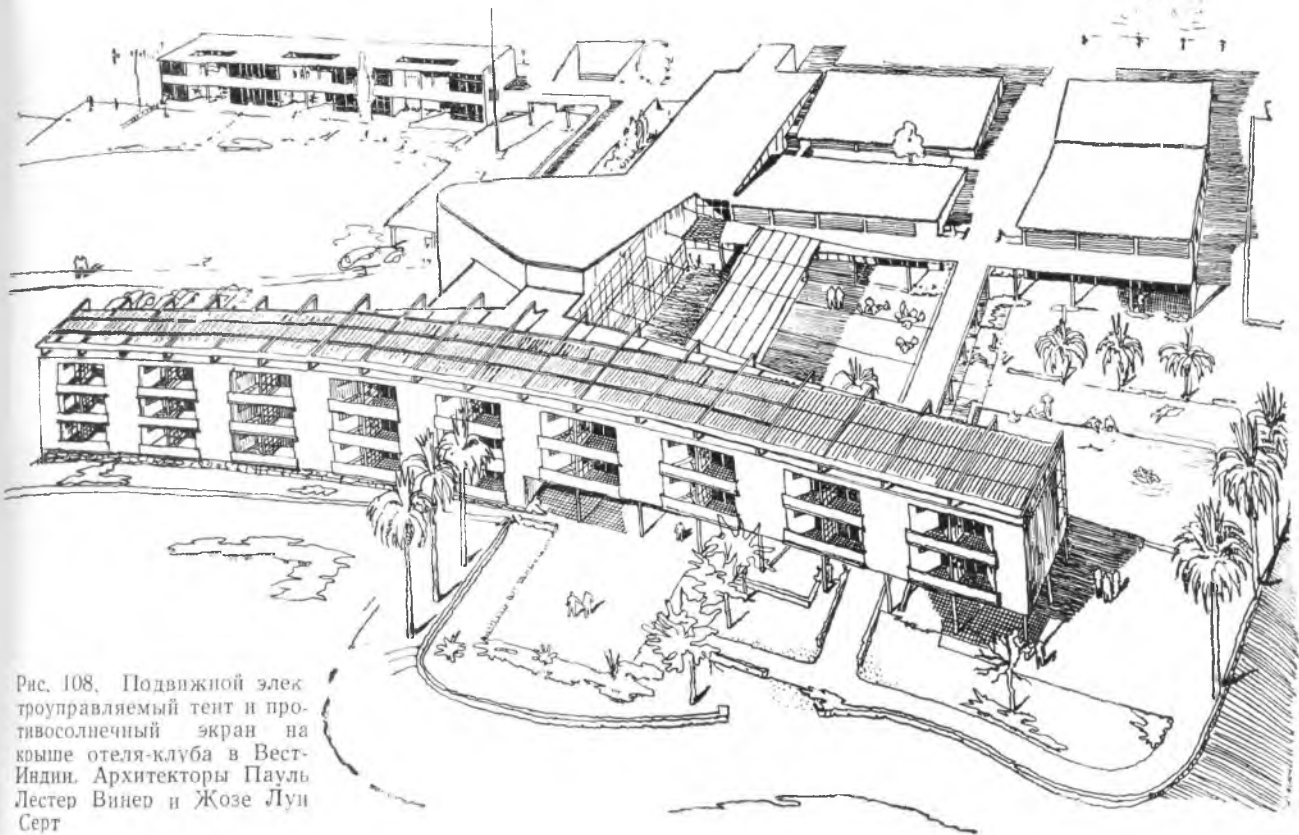


Рис. 108. Подвижной электрорулируемый тент и противосолнечный экран на крыше отеля-клуба в Вест-Индии. Архитекторы Пауль Лестер Винер и Жозе Луи Серт



Рис. 109. Внутренние жалюзи и занавески. Здание в гор. Мехико. Архитектор Карлос Лазо

ны), в садах и парках. Под вечнозелеными же деревьями крупных размеров летом прохладно, но зимой сыро и неприятно. Плющ или другие вьющиеся растения могут расти на решетках, решетчатых заборах или каменных стенах. Умело расположенный на ограждениях плющ может защитить от солнца западные стены ничуть не хуже, чем чисто архитектурные средства. Вьющиеся растения хороши быстротой своего роста; они способны дать требующийся от них результат в течение нескольких месяцев. Выбирая вьющиеся растения, следует считаться с их полезностью и привлекательностью. Они должны быть климатоустойчивыми и обладать высокой сопротивляемостью к различным болезням.

Мы приводим здесь несколько рекомендованных вьющихся растений, но следует подчеркнуть, что климатические и почвенные условия разных районов различны, и поэтому перед посадкой нужно выяснить, какие вьющиеся растения подходят к условиям рассматриваемого района.

Ломонос — многолетнее травянистое растение (зимой ствол засыхает). Одно из лучших вьющихся растений. Оно вырастает до 1,8—2,4 м и требует решетки. Цветет летом; цветы синие, красные или белые. Его хорошо сочетать с вьющимися розами, — ломонос и розы защищают и поддерживают друг друга. Розы цветут ранним и поздним летом, ломонос — в середине лета, что дает непрерывное цветение с мая до сентября (рис. 110).

Вьющийся древогубец — многолетнее растение. Нуждается в решетке: само не может цепляться к стене. Имеет яркие по цвету, привлекательные зимние ягоды.

Морозный виноград, речной виноград и т. д. — многолетнее растение. Требуется решетка или шнуров. Растет очень высоко. Ранние листья. Ягоды съедобны. Рис. 111 и 112 показывают морозный виноград в Монреале и на Лонг Айленде.

Parthenocissus — многолетнее. Растет высоко и быстро. Решетка не нужна, — растение может цепляться по кладке. Требуется ежегодная обрезка. Рис. 113 показывает это вьющееся растение на Виктория Холл, Вестмаунт (Квебек).

Гортензия — многолетнее растение. Вырастает высотой от 1,8 до 2,4 м. Хорошо подходит для низких стен и других поверхностей.

Глициния — одно из наиболее привлекательных вьющихся растений; дает крупные свисающие кисти белых, синих или багряных цветов. Требуется проволочной сетки или деревянной решетки. Растет быстро: до 6 м в сезон. Имеется несколько разновидностей, среди которых есть очень пышные.

Китайская глициния, родина которой Китай, и глициния кустарниковая, обитающая в США.

Серебристо-кружевная лоза — вьющееся растение, дающее легкую тень. Цветет приблизительно к 10 июня.

Китайская курчавая лоза — похожа на предыдущую, также дает привлекательную легкую тень. Цветет около 10 июня.

Датская трубка — многолетнее хорошо «карабкающееся» растение. Растет только на решетках.

Форзиция — многолетнее растение; достигает 2,4—3 м. Требуется решетки. Быстро растет. Листья появляются уже ранней весной.

Утренняя слава — однолетнее растение. Растет высоко, но только на решетках и сетках. Цветет в июле, засыхает осенью. Приятные пурпурно-синие с раструбом цветы. Хорошо для южных и западных стен. Требуется много солнца.

Некоторые вьющиеся нежелательны: они с такой силой цепляются к кладке, что повреждают раствор в ее швах. Зимой в таких местах скапливается влага, которая, замерзая, разрушает кладку.

При применении некоторых вьющихся разновидностей с густой листвой на стенах может распространиться сырость даже в теплое время года. Поэтому их не следует употреблять на деревянных стенах, которые не всегда бывают влагоустойчивыми.

После посадки вьющихся нужно позаботиться о том, чтобы они росли в таком положении, которое требуется для получения желаемой тени. Этого можно добиться, подстригая излишние стебли или подвязывая их там, где нужно.

Выбор деревьев (рис. 114), так же как и вьющихся растений, должен основываться на их полезности и привлекательности. В обоих случаях климат является критерием, ибо деревья должны не только противостоять его суровым и разнообразным проявлениям, но и должны выглядеть как бы предназначенными для этого. Так, для районов со снежными зимами следует отбирать деревья с жесткой и крепкой листвой, так как на ней будет скапливаться много снега.

Например, мичиганский архитектор Кеннет Велч, рассматривая с этой точки зрения участок своего дома на Больших порогах, нашел, что на нем не хватает двух больших китайских вязов. Они показаны (разумеется, вместе с другими деревьями) на рис. 115. На соседних фотографиях приведен примерно тот же вид в другие времена года; на рис. 115 он показан весной, на рис. 116 — зимним



Рис. 110. Многолетнее травянистое растение ломонос

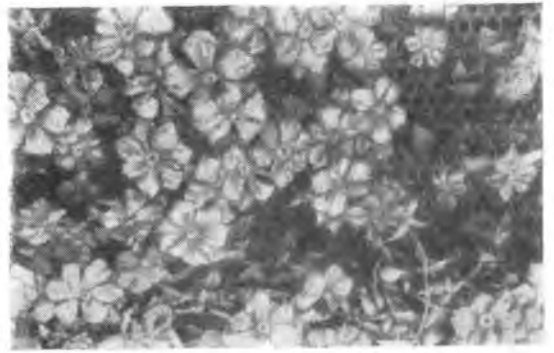


Рис. 111. Морозный виноград. Мак Джиллский университет (Монреаль)



Рис. 112. Аллея, увитая виноградом. Лонг Айленд

Рис. 113. Многолетнее растение parthenocissus. Виктория Холл, Вестмонт (Квебек)



Рис. 115. Дом Кеннета Велча на Больших порогах (Мичиган). Через окна жилых комнат видны деревья — красный и белый дуб и китайский вяз

Рис. 114. Затенение деревьями на университетском дворе в Мак Джилл (Монреаль)





Рис. 116. Зимний пейзаж. Дом Кеннета Велча

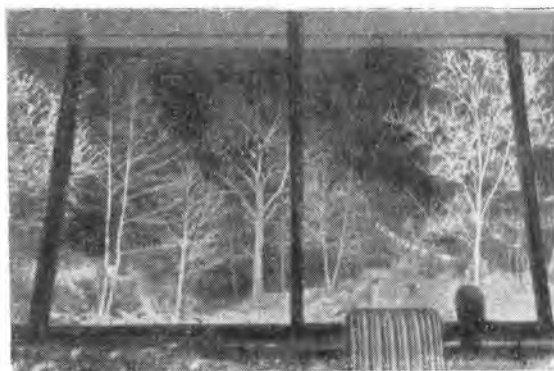


Рис. 117. Ночной пейзаж. Дом Кеннета Велча

утром, а на рис. 117 — этот же пейзаж поздно вечером. Беда лишь в том, что вязы растут медленно, а большинству архитекторов нужны немедленные результаты. Поэтому посадка деревьев такого вида непрактична, когда речь идет о каких-либо сроках.

Для обеспечения густой тени можно особо рекомендовать следующие деревья:

Тополь. Хорош с точки зрения возможности получить быстрое затенение; однако он не пригоден как постоянное насаждение, потому что его корни, разрастаясь вблизи поверхности, могут повредить фундаменты и стены здания. Поэтому не следует позволять ему расти более 10 лет.

Серебристый клен. В брошюре «Деревья Канады», изданной Департаментом естественных богатств и полезных ископаемых Канады, сказано: «Быстрый рост и красивая листва делают эту разновидность... желательной». Высота его 24—27 м, диаметр 0,6—0,9 м. Годен для постоянного использования, хотя Джинбс советует спиливать это дерево в 20-летнем возрасте. По мнению Андерсона, это делается для того, чтобы получить побеги карликовых серебристых кленов.

Дальсимер предпочитает норвежский клен, менее подверженный различным заболеваниям.

Сахарный клен. Растет медленно. Требуется 10, 15 или 20 лет для достижения им удовлетворительных размеров. Взрослые экземпляры достигают размеров серебристого клена. Осенью они чрезвычайно красочны. Морозоустойчивы.

Клен Шведлера. Листья весной красно-пурпурные, летом зеленые. Привлекателен, растет быстро.

Белая или бумажная береза. Взрослые экземпляры редко превышают 24 м. Тень негустая.

Трехколючковая гледичия, или белая моравская акация. Быстрорастущее дерево, без шипов, бессемянное, морозоустойчивое. Кружевная листва пропускает достаточно света для роста травы.

Гинкго. Растет медленно. Родина — Япония и Китай. Разнополное. Женские экземпляры имеют дурно пахнущие семена, но отличить женские экземпляры от мужских можно только в 10—20-летнем возрасте. Имеет осенью очень приятный ярко-желтый цвет.

Годится для посадки на небольших участках, хотя пригоден и для посадки на больших лужайках или вдоль улиц.

Норвежская голубая ель. Очень хороша для Канады или севера США. Вечнозеленая. Красочна. Тем не менее не следует сажать ее слишком близко к зданиям. Нужно отметить также, что она теряет свою привлекательность примерно к 30 годам.

Сирень. Дает достаточно тени. Имеет красивые розово-лиловые цветы. Можно подстригать так, чтобы росла больше вверх, чем в стороны (вероятно, может быть названа кустарником).

Рябина. Взрослые деревья достигают 6 м высоты. Желтые и красные ягоды придают рябине красочность. Часто подвергается нападению жуков-бурильщиков, быстро губящих дерево. По этой причине Дальсимер не рекомендует его.

Американская липа. Взрослые — обычно 18—21 м высоты и 0,6—0,75 м в диаметре. Европейская разновидность лучше американской или азиатской. Особенно хороша для озеленения улиц.

Сибирская дикая яблоня. Взрослая, достигает 9 м высоты и 0,6 м в диаметре. Известна иногда под именем «цветущий дичок». Привлекательна.

Белый ясень. На открытых местах достигает высоты 15—18 м, в лесу — 30—36 м. Диаметр ствола взрослого дерева 0,6—0,9 м. Не очень густой. Растет быстро от посадки семян. Полезен своей тенью и древесиной, идущей на изготовление теннисных ракеток.

Дуб. Имеется много разновидностей. Наиболее популярен красный дуб. Растет в высоту до 21—22,5 м. Хорош для окрестностей города; растет быстро, легко переносит пересадки. Достигает зрелости в 10-летнем возрасте.

Лондонское платановое дерево и восточное платановое дерево. Превосходны в городских условиях и в районах с морскими ветрами. Высота деревьев достигает 25—30 м. Эмблема управления Нью-Йоркского городского парка.

Восточная белая сосна. Средняя высота равна 30 м (иногда достигает 53 м). Молодая хорошо переносит пересадку. Морозоустойчива.

Русская олива. Вырастает до 6 м. Очень морозоустойчива, буйно растет на любой почве, включая и участки около океана. Искривленный ствол в зимние месяцы покрыт коричневой клочковатой корой. Прекрасные серебристые листья.

Цветущее «собачье дерево». Иногда достигает 12 м. Имеет яркие ягоды осенью, интересную форму ветвей зимой, привлекательные цветы весной и листья красивой формы летом. Хорошо для озеленения улиц.

Сладкая камедь. Достигает 36 м. Осенние листья ало-красные. Дает превосходную тень. Хорошо также для посадки вдоль магистральных дорог. Под этим деревом хорошо растет трава.

Американский бук. Достигает 30 м. Растет медленно. Морозоустойчив. Для посадок в городе негоден. Обладает большим сроком жизни.

Уссурийская груша. Достигает почти 15-метровой высоты. Морозоустойчива, очень густа, цветы бело-розовые.

Сахарный каркас. Достигает 24 м. Родина — юг США. Хорошо для озеленения улиц.

Огуречное дерево. Широко раскинутые листья, иногда достигающие земли. Дает хорошую тень. Для роста нуждается в некотором пространстве. Высота до 30 м.

Рис. 118. Серая береза в Лонг Айленде. Дерево, вырастающее до 12 м высотой. Пригодно как на сухих, так и на влажных участках



Амурское пробковое дерево. Растет быстро. Достигает 12—15 м. Дает легкую тень. Привлекательно зимой из-за своих веток, имеющих интересную форму.

Дзельк ва. Дает хорошую тень. Внешне напоминает вяз с широко раскинутыми ветвями. Иногда достигает почти 30-метровой высоты.

Плакучая ива. Растет очень быстро. Особенно хороша для болотистых мест. Красива, дает неплохую тень. Морозоустойчива. Молодые ветки — зеленые, взрослые — коричневые. Листья — зеленая (рис. 119).

В заключение нужно особо отметить, что посадки молодых деревьев следует производить таким образом, чтобы они давали тень там, где она нужна, а для этого необходимо знать величины солнечных углов и азимутов. Кроме того, посадки не должны быть слишком густыми, иначе они будут мешать циркуляции воздуха вокруг здания. Важно знать также, что крупные массивы деревьев, как, например, лес, могут создавать свой собственный микроклимат.

Сущность контроля над солнечным воздействием через отражение основана на том, что различные поверхности, как естественные, так и искусственные, создаваемые человеком, по-разному отражают лучи солнца. Основные поверхности, с которыми необходимо считаться, — это земля, вода и снег. Поверхность земли очень разнообразна (по составу грунта), и это еще усугубляется растущей на ней разнохарактерной растительностью.

Отражение обычно выражается в процентах. Под «числом отражения», или «отражаемостью», или «альбедо» понимается отношение отраженной радиации к инсоляции. Например, альбедо, равное 0,3, или 30%, указывает, что поверхность отражает 30% и поглощает 70% радиации из той, которая упала на поверхность. Гейджер указывает, что согласно закону Кирхгофа, отношение излучательной и поглощательной способности является величиной постоянной для данных длин волн и для данной температуры. Поэтому, если тело имеет высокую поглощательную способность и низкую отражаемость для какого-нибудь диапазона волн (как в вышеприведенном примере), то оно будет иметь высокую излучательную способность в этом же волновом диапазоне. Имеется 3 спектральных диапазона: ультрафиолетовый (длина волн ниже 0,36 μ), видимый спектр (длина волн от 0,36 до 0,76 μ) и длинноволновый или инфракрасный (длина волн от 0,76 до 100 μ). Мы приводим здесь альбедо различных поверхностей в ультрафиолетовом диапазоне (согласно Гейджеру, который в свою очередь воспользовался другими источниками).

Снег	80—85%
Камень (гравий, гранит, мел)	22—25%
Сухой дюнный песок	17%
Песчаное побережье	8—9%
Почва в садах	6%
Дюны, поросшие вереском	2%

Архитектору нужны эти сведения при проектировании таких зданий, как, например, больницы, где ультрафиолетовые лучи имеют особое значение. Поэтому при проектировании больниц желательно сохранить снежный покров на земле или на нависающих элементах здания. В этом заключается одна из причин расположения санаториев на больших высотах, где много снега. Гейджером было отмечено, что «в наше время перед строительством клиники в гористой местности должны быть изучены микроклиматические условия с помощью прибора, регистрирующего количество солнечных лучей».



Рис. 119. Плакучая ива в Лонг Айленде

В качестве современного примера строительства больниц возьмем проект здания санатория архитектора Ричарда Ньютра в Агра (Италия) на берегу озера Maggiore. На перспективе, изображенной на рис. 120, показан вид этого сооружения с востока. В середине — главный вход, слева от него — помещение для медицинских сестер, главный корпус — справа. В последнем на двух нижних этажах расположены классные комнаты, библиотека, кухня, прачечная и другие обслуживающие комнаты. Комнаты пациентов — в остальных девяти этажах; наверху здания расположены часовня и помещения для дирекции. Внизу, рядом с главным входом, размещены комнаты отдыха, музыкальная комната и группа помещений главного врача.

В самом подходе автора к проекту можно заметить две особенности: отсутствие формальных соображений при распределении комнат и тщательный учет климатических условий путем изучения метеорологических сводок района. В результате был выбран участок с наилучшими условиями освещения солнцем и удобный для быстрой уборки снега с дороги. Снег, лежащий на окружающих холмах, отражает большое количество ультрафиолетовых лучей на здание. На рис. 121 и 122 показаны выходящая на юг комната на двух пациентов с балконом, хорошо освещаемая солнцем, и часовня, выходящая на южную крышу-террасу. Они рассчитаны на максимальное освещение солнцем, что требуется как для состояния здоровья пациентов, так и для психотерапии.

Ультрафиолетовые лучи оказывают на нас огромное физиологическое действие. Помимо всего прочего, они являются причиной загара, и, когда в городах дым и туман заслоняют их, лица горожан

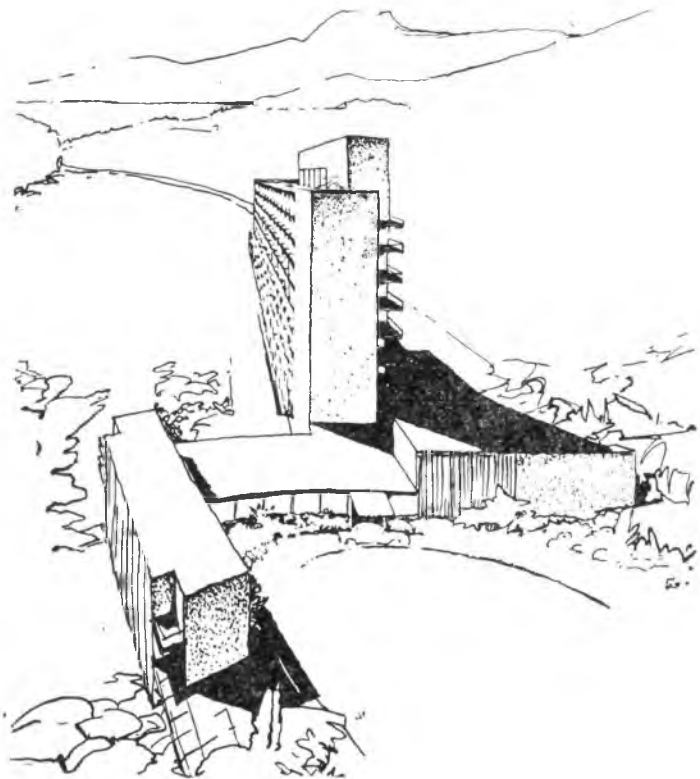


Рис. 120. Санаторий в Агра (Италия).
Архитектор Ричард Ньютра

становятся болезненными и бледными. Дети, в частности, заболевают рахитом.

Приводим альbedo различных поверхностей для видимого спектра (согласно Гейджеру):

Свежевыпавший снег	80—85%
Старый снежный покров	42—70%
Поля, луга, возделанная почва	15—30%
Вереск и песок	10—25%
Лес	5—18%
Поверхность моря	8—10%

Интересно отметить, что альbedo мокрых поверхностей меньше, чем сухих. Если смочить сухой песок, он станет темным (рис. 123 — песчаное побережье Атлантического океана, Лонг Айленд). Смачивание поверхности вокруг здания уменьшает видимое отражение от 33 до 50%. Таким путем можно понизить чрезмерную освещенность. Действенность освещения какого-либо тела отраженным светом можно проиллюстрировать пользой размещения виноградников на террасах вдоль озера. При таком расположении растения получают дополнительную отраженную от озера радиацию. Разместив здание на берегу озера, мы увеличим количество получаемой им радиации. Гейджер отмечает: «Западные берега получают дополнительную отраженную (озером) радиацию от утреннего солнца, а восточные — от вечернего солнца. Поэтому предпочтение западных береговых склонов является самообманом; дело в том, что мы чаще видим западные склоны, освещенные заходящим солнцем, ибо современный человек поздно поднимается с постели и, следовательно, редко видит восточные склоны в утреннем солнечном сиянии».

В южных странах существует практика покрытия крыш слоем воды. Однако отражение от них неравноценно отражению от поверхности моря или озера из-за разницы в глубинах. Все же в этой идее заключена некоторая польза для охлаждения крыши. Нужно только, чтобы вода на таких специально устроенных крышах не застаивалась и не являлась бы источником распространения mosкитов и других насекомых.

Айседор Розенфельд пишет о больших окнах школ и больниц: «Первоочередной проблемой является защита от сильного солнца, когда оно нежелательно. Обычно эта защита осуществляется спуском внутренних штор, но эта мера ухудшает вентиляцию и погружает комнату в полумрак... Поэтому гораздо лучше устроить противосолнечное ограждение снаружи над окном в виде козырька или навеса (рис. 124). Козырек или навес должен иметь вынос, позволяющий солнечным лучам проникать в комнату в те месяцы года, когда это требуется, и заслонять их, когда они нежелательны. Подвижные внутренние шторы в какой-то мере разрешают эту проблему, но они обладают свойством собирать пыль».

«Ошибочной является попытка разрешить проблемы, вызываемые различными местоположениями зданий, при помощи какого-либо одного средства. Результаты будут лучшими, если для принятия соответствующего решения местоположение каждого здания будет учитываться особо»¹.

«Одна из трудностей при проектировании затеняющих элементов у верха окон заключается в обеспечении отвода воды. Особенно неприятным местом является стык между нависающим элементом и стеной. В новейших проектах больниц противосолнечные козырьки

¹ Это справедливо для индивидуальных проектов зданий, но не всегда подходит к проектированию типовых сооружений. (Ред.).

Рис. 121. Выходящая на юг комната на двух пациентов и солнечный балкон

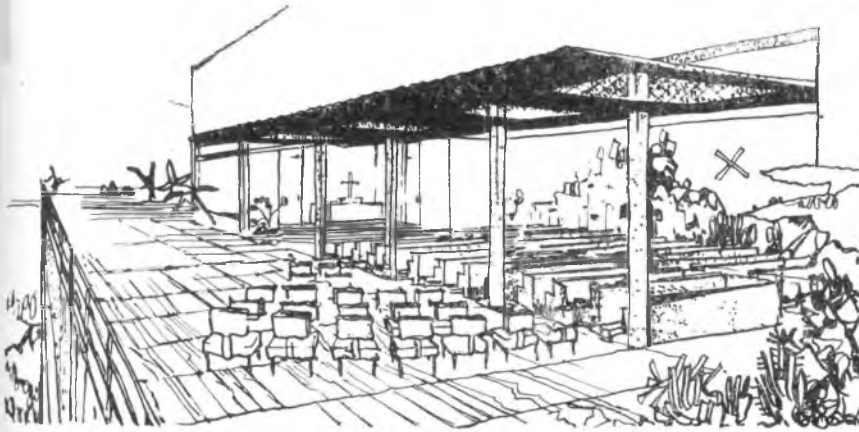
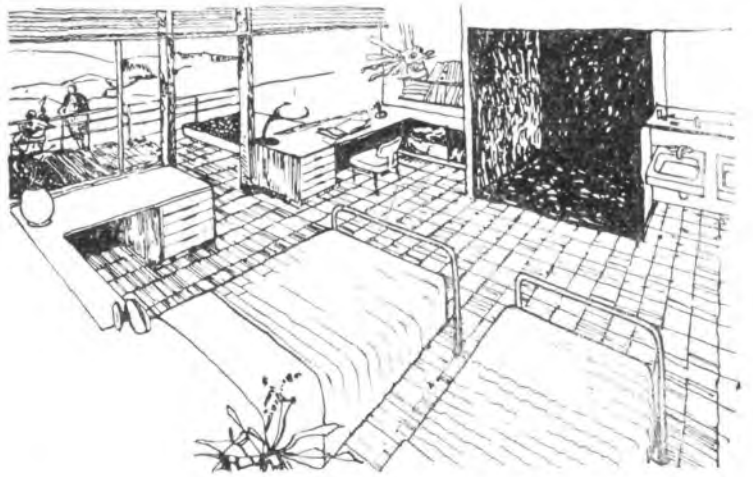


Рис. 122. Часовня на южной террасе-крыше санатория

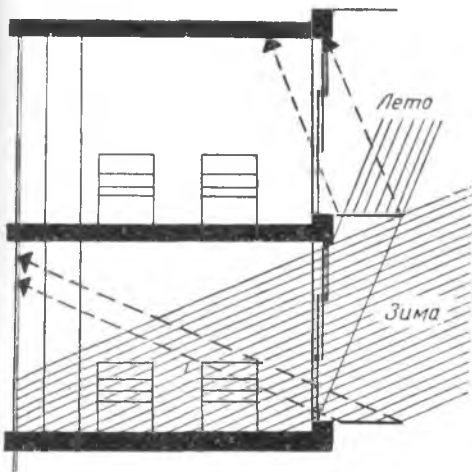
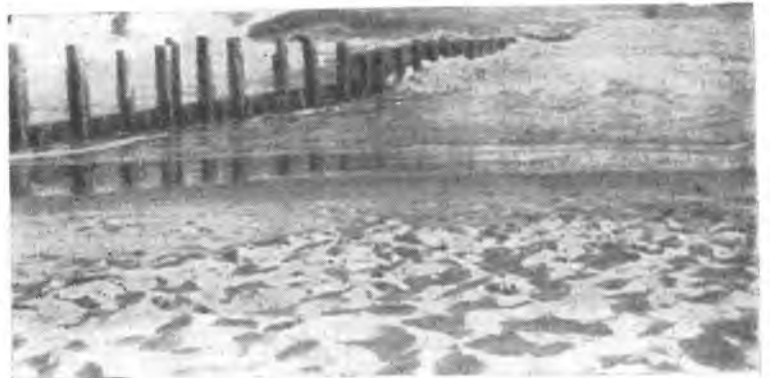


Рис. 124. Наружный навес над окном для защиты классной комнаты от летнего солнца

Рис. 123. Атлантическое побережье. Лонг Айленд



и навесы выносятся на консолях на некоторое расстояние от стен здания. Такое решение не только позволяет устранять порчу стены, вызванную просачиванием воды в стыках, но и создает свободную циркуляцию воздуха вдоль поверхности здания».

Большинство поверхностей поглощает почти всю длинноволновую (инфракрасную) радиацию, попадающую на них. Гейджер приводит следующие цифры величин отражений (табл. 12):

Таблица 12

Материал	Величина отражения в %
Светлый песок	11
Светло-серый известняк	8—9
Крупный гравий	8—9
Комья земли с дерном .	2
Снег	0,5

Таким образом, если не считать растительности, свежевывавший снег является «самым черным телом», которое мы знаем, поскольку речь идет об инфракрасном спектре.

Инфракрасные лучи обладают большой тепловой мощностью и в отличие от ультрафиолетовых лучей дым едва действует на них. Однако они сильно подвержены влиянию водяных паров. Инфракрасные лучи являются главной причиной солнечных ударов и солнечной болезни. Поэтому должно быть сделано все возможное для того, чтобы избежать их там, где они не нужны. А в тех местах, где их особенно много, здания должны быть защищены от них с такой же заботой, какую проявил сэр Альдо Касталлани, советовавший европейцам одеваться в тропиках следующим образом: «...Пробковый шлем с широкими полями или тропический шлем, покрытый белой или цвета хаки материей... Эффективность шлема увеличивается, если его покрыть алюминиевой фольгой».

Поверхность земли с высокой способностью отражения нагревается днем много меньше, чем такая же поверхность с высокой степенью поглощения. Более подробно этот вопрос будет разобран в главе о температуре. Защита от солнца с помощью изоляции — область деятельности инженеров-теплотехников. Соображения об изоляционных свойствах стен, в зависимости от ветров, приводятся в главе пятой.

Проблема защиты от солнца посредством формы материалов требует, чтобы мы еще раз обратились к природе за вдохновением и руководством. В ее распоряжении имеется множество средств защиты от излишней радиации.

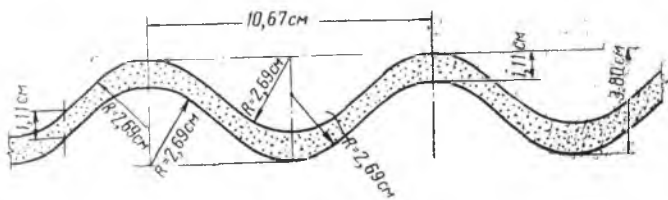


Рис. 125. Деталь волнистых асбестоцементных листов

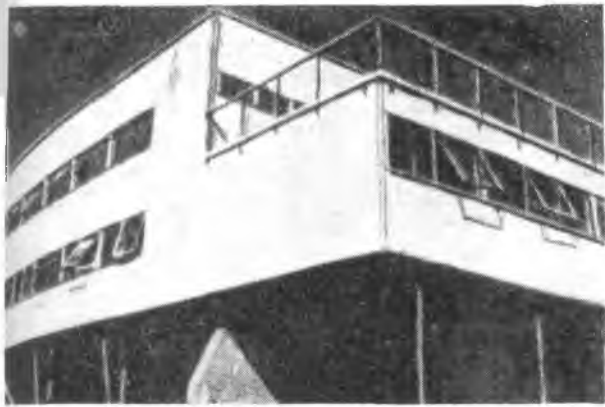


Рис. 126. Волнистая асбестоцементная фанера, использованная как отделочный слой наружной стены общежития колледжа Черной горы в Северной Каролине

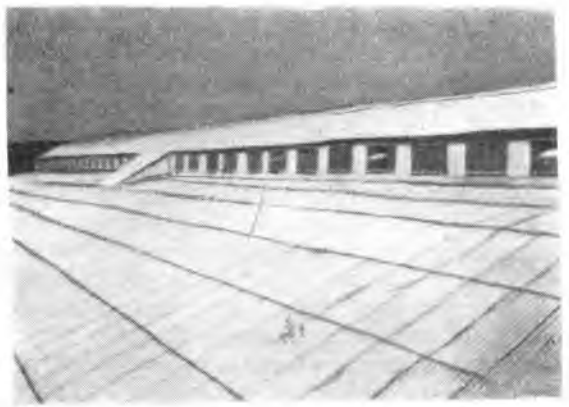


Рис. 127. Крыша из волнистой асбестоцементной фанеры. Канада

Цитируем Гейджера: «Возможность избежать чрезмерной радиации заключена в самой структуре и положении листьев. Листья некоторых растений жарких стран к середине дня занимают такое положение, при котором под полуденные лучи солнца поставлена возможно меньшая их поверхность. У других растений волнистая, рябоватая поверхность листьев предохраняет от излишней радиации вне зависимости от положения солнца. Отражательная способность листьев меняется с изменением их цвета. У кактусов слишком сильное действие солнца частично нейтрализуется пучками их колючек, лежащими параллельно поверхности листа. Еще более интересным является способность у некоторых растений регулировать радиационный баланс движением листьев. Так, листья некоторых растений после 15-минутного облучения электрообогревателем принимают свое дневное «спящее» положение, складываясь при помощи особых швов таким образом, чтобы уменьшить свою теплопоглощающую поверхность. А во время своего ночного «сна» листья принимают почти вертикальное положение, вероятно, для того, чтобы уменьшить потери от ночной радиации».

Следовательно, поверхности, получающие максимальное количество радиации (если требуется ослабить действие этой радиации) можно сделать волнистыми, как, например, асбестоцемент.

Волнистая асбестоцементная фанера встречается под различными торговыми марками-наименованиями. Деталь такой волнистой асбестоцементной фанеры показана на рис. 125. Рис. 126 показывает использование этого материала для отделки наружной стены общежития Колледжа Черной горы в Северной Каролине, а рис. 127 — его применение в качестве кровельного материала для большого складского здания в Канаде.

В зимние месяцы в местностях, вроде района Квебека, бывает мало солнечных дней. В городе нет почти ничего, что скрашивало бы однообразие зимы. Вы нигде не найдете красок, даже на деревьях, большинство которых теряет свою листву.

Что может быть сделано в этом случае? Давайте следовать примеру египтян, греков и многих других народов — представителей древних цивилизаций, которые окрашивали свои жилища в яркие цвета. Это, несомненно, приветствуется. Желтая крытая заправочная станция, покрытая свежавывавшим снегом, уже стала одним из нескольких цветowych пятен, характерных для зимнего пейзажа

большого города. Не следует толковать сказанное так, будто все должно быть насыщено цветом. Полностью интенсивно окрашенные здания будут уместны только на фермах, т. е. на фоне сельской местности, но такая окраска не подойдет к городу. Вместо этого — синие тени на снегу, кое-где яркие оттенки, акцентирующие отдельные небольшие здания — это, пожалуй, все что может быть использовано для оживления унылой городской зимы в Канаде и в северной части США. Мы не можем многого сделать с серым небом и грязным снегом, но в наших силах кое-где заменить однообразие серых стен зданий ярким цветовым пятном.

Даже белые здания предпочтительнее серых. Вот что писал Льюис Мамфорд в 1924 г.: «В самом деле, белизна наших построек была характерной чертой архитектуры колониального времени. Это она изумила Диккенса, решившего, что все дома были выстроены только вчера. Эстетическая причина его восхищения этими белыми сельскими домами проста: белый, и только белый цвет полностью отражает окружающий свет; белый, и только белый цвет дает чистые голубые тени от солнечных лучей. На рассвете белые дома становятся бледно-розовыми или перламутровыми, в полдень — желтыми или серовато-голубыми, в разгар заката — оранжевыми или пурпурными; короче, за исключением серого дня, белый цвет бывает любым цветом, кроме белого... Если бы понадобилось наглядно показать ухудшение американского образа жизни, которое принес с собой XIX век, достаточно было бы сослаться на привычку окрашивать в серый цвет как кирпичные стены, так и деревянные».

Наука выбора цвета имеет достаточно различных аспектов, и многое было сказано по этому поводу другими авторами. Поэтому мы не будем задерживаться на этом предмете, скажем только, что климат, без сомнения, должен влиять на выбор цвета для окраски зданий.

Размещение зданий

После того как проектное решение здания более или менее определено, архитектор, руководствуясь изложенным выше, должен исследовать характер влияния объема здания на примыкающие к нему сооружения и на окружающие открытые пространства с точки зрения солнечного освещения. Во время этого разбора следует помнить слова Корбюзье: «Материалами для застройки городов являются: солнце, пространство, растительность, сталь и бетон. Их значение точно соответствует порядку перечисления». Этой мысли Корбюзье придает большое значение: «Дать каждому возможность, — говорит он, — пользоваться основными радостями жизни: солнцем, пространством, зеленью ...никто не станет возражать против такого постулата». Идея эта была одобрена Международным конгрессом современных архитекторов в Афинах в 1933 г.

Для удобства рассмотрим сначала эту проблему для зимних условий, поскольку в другие сезоны года как траектория солнца, так и углы его наклона более разнообразны и являются поэтому менее удобными для изучения.

Британская строительно-исследовательская станция дает превосходный анализ этой проблемы. Мы используем его в нашем обзоре. Если зимой солнце описывает дугу, равную 90° *, то дома с прямоугольным планом могут быть ориентированы своими осями на СВ и

* Даже в Монреале 22 декабря этот угол равен 110° . Он равен 90° в более северных широтах; прямой угол взят для простоты анализа.

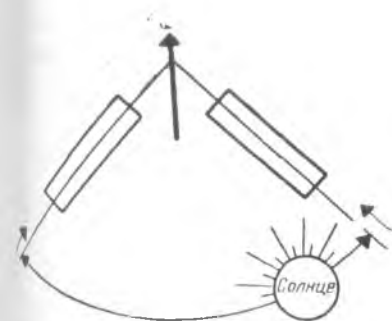


Рис. 128. Оптимальная ориентация двух прямоугольных зданий при описываемой солнцем дуге, равной 90°

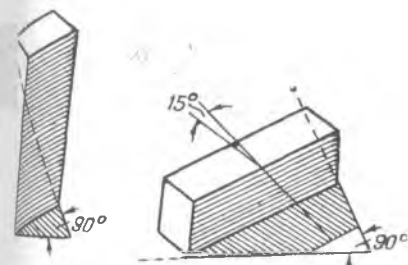


Рис. 129. Площади, занимаемые зимними тенями в зависимости от пропорций зданий

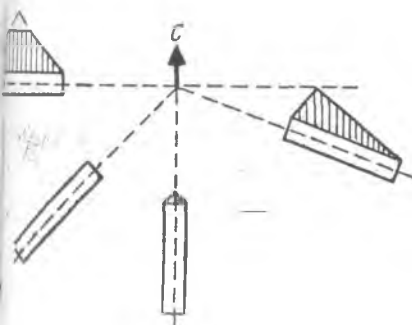


Рис. 130. Величина площади зимних теней зданий в зависимости от ориентации

ЮЗ или СЗ и ЮВ. При такой ориентации юго-западные и юго-восточные стороны домов будут облучаться солнцем в определенное время дня в течение круглого года. Это хорошо видно на рис. 128. Любая другая ориентация вызовет зимой затенение некоторой дополнительной площади стен здания. В Монреале для освещения лучами солнца юго-западной и юго-восточной сторон прямоугольного здания в определенное время дня в течение всего года требуется, чтобы ось здания была либо С $55^\circ 25' \text{З}$ или Ю $55^\circ 25' \text{В}$, либо С $55^\circ 25' \text{В}$ или Ю $55^\circ 25' \text{З}$. В Нью-Йорке для того же результата требуется, чтобы ось здания была либо С $58^\circ 13' \text{З}$ или Ю $58^\circ 13' \text{В}$, либо С $58^\circ 13' \text{В}$ или Ю $58^\circ 13' \text{З}$. Для осей здания на любой другой широте этот угол, т. е. азимут солнца, легко может быть подсчитан при его восходе или заходе 22 декабря по формуле, приведенной выше.

Вальтер Швагеншейдт говорит о направлении осей здания для широт Монреала и Нью-Йорка: «Для зданий с жилыми комнатами, расположенными на западной стороне и со спальнями на восточной, направление северо-северо-запад и юго-юго-восток является более предпочтительным, чем обычное направление на север — юг».

Корбюзье хорошо использовал этот принцип в своих работах. Чем далее продвигаться в направлении к экватору, тем ближе к направлению восток — запад должно быть ориентировано здание, чтобы дуга, описываемая солнцем, возможно больше охватывала здание. Однако на юге, особенно близ экватора, следует избегать солнечных лучей.

Так, в Колумбии (Южная Америка), расположенной на самом экваторе, продольные оси большинства административных и жилых домов ориентированы с севера на юг.

Подобную ориентацию, учитывающую радиацию, мы можем наблюдать у растений. Гейджер пишет об экспериментах Шандерла «...листья салата, растущие на нижней половине растения, повернуты главным образом на север и на юг; листья же, растущие выше, — на восток и запад. Последние защищают себя от прямой радиации солнца, первые — от отраженной радиации западного склона. Это указывает... что положение листьев зависит от радиационного климата отдельных районов, в которых находятся рассматриваемые растения... В часы самой сильной радиации растение предоставляет солнцу возможно меньшую площадь своих листьев».

Форма и протяженность теней зависят от величины дуги солнечного пути и максимального угла подъема солнца. Здания, имеющие значительную по сравнению с шириной высоту, будут иметь постоянную зимнюю треугольную тень с вершиной треугольника, равной 90° ; здания же длинные и низкие, освещенные лучами солнца, падающими под углом 15° , будут иметь постоянную зимнюю тень в виде усеченного треугольника, т. е. трапеции. Площадь, занимаемая тенью в зимнее время, будет уменьшаться по мере изменения пропорций здания от горизонтальных к вертикальным (рис. 129).

Для того чтобы получить тени возможно меньших размеров, главные оси прямоугольных зданий не должны сильно отклоняться от направлений северо-восток и юго-запад или северо-запад и юго-восток. Как видно из рис. 130, площадь зимней тени становится максимальной при восточно-западной ориентации оси здания. Следует также сказать об использовании зимних теней в качестве своего рода критериев в вопросе об изоляции земной поверхности не потому, что зимние условия имеют в этом вопросе какое-то особое значение, — просто они более легко поддаются сравнениям, чем изменчивые летние тени, быстро ползущие по земле. Так, в равноденствие, когда величина дуги пути солнца равна 180° и здания

несложной формы не имеют поверхностей, которые не освещались бы солнцем, сама основа для различного рода сравнений становится менее удобной.

Более сложные планы зданий являются в конечном счете производными от прямоугольных планов. Два или три прямоугольника могут быть сложены вместе в виде букв L, T, U и, наконец, крестообразно. Для L, T и U-образных планов наиболее выгодной ориентацией являются юго-восток и северо-запад, либо юго-запад и северо-восток, исключающие образование зимних теней. С этой точки зрения крестообразный и H-образный планы невыгодны. Любой курдонер на северной стороне здания вызывает сильное затенение даже во время равноденствия; а при достаточной глубине курдонера часть его площади будет лишена солнечных лучей в течение круглого года (рис. 131). Поэтому следует избегать глубоких курдонеров, особенно на северной стороне.

Что же касается взаимного затенения зданий, то ниже мы целиком приводим замечания, взятые из доклада Британского министерства работ, а также несколько фотографий, иллюстрирующих эти замечания:

1. Было замечено, что здания преимущественно горизонтального типа отбрасывают зимой более длинные тени, чем высокие здания. Поэтому нужно иметь в виду, что там, где такие дома горизонтального типа группируются вместе, они взаимно затеняют друг друга. Это иллюстрируется фотографией модели, установленной на гелиодоне (рис. 132). Здания, показанные на модели, относятся к общераспространенному типу; плотность застройки — такая же, как у большинства наших городских районов. Правда, соразмерности улиц несколько благоприятнее для освещения лучами солнца, чем обычно встречающиеся.

Легко заметить, что все пространство между домами, так же как и нижние этажи последних, покрыто тенью, за исключением уличных перекрестков, где сплошная линия застроенной улицы прерывается. Комнаты верхних этажей обычно инсолируются. Фотография снята около 1,5 часа до и после полудня.

2. Если на этом фото «распластанные» жилые блоки с квадратными внутренними двориками заменить стройными и высокими зданиями, то условия солнечного освещения изменятся коренным образом. «Постоянные» зимние тени будут малыми, а подвижные тени станут быстропроходящими и узкими, так что полосы солнечного света прорвутся между зданиями и заполнят пространство между ними. Все этажи всех зданий получат свою долю солнечного света, хотя бы в течение некоторого ограниченного периода. Все это иллюстрируется рис. 133. Здания, показанные на ней, имеют ту же общую кубатуру и ту же площадь пола, что и жилые блоки в предыдущем примере. Расстояние между центрами зданий также осталось неизменным. И все же мы видим, что большая площадь между зданиями освещена солнцем и что даже нижние этажи наиболее невыгодно расположенных зданий оказались доступными для солнечных лучей. Эта фотография иллюстрирует лишь самый принцип и не воспроизводит какого-либо определенного типа зданий. Рис. 134 иллюстрирует другое расположение зданий, и, хотя участки земли в этом случае будут несколько меньше освещены солнцем, выгода от прерывистых теней очевидна.

3. Учитывая эти факторы, мы приходим к заключению, что в районах с высокой плотностью застройки, с точки зрения обеспечения зданий дневным или солнечным освещением, здания вертикального типа со свободным уличным пространством между ними имеют безусловные преимущества перед зданиями горизонтального

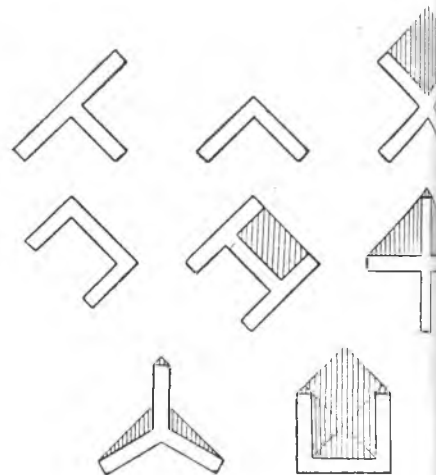


Рис. 131. Зимние тени при более сложных планах зданий

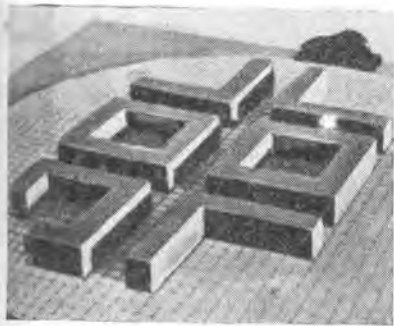


Рис. 132. Типичный квартал зданий горизонтального типа, освещенный зимним солнцем

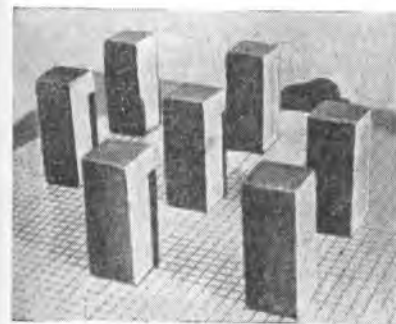


Рис. 133. Зимнее солнце, освещающее группу зданий вертикального типа. Кубатура и площадь пола, как в предыдущем примере (обратите внимание на свободную инсоляцию зданий и пространства между ними)

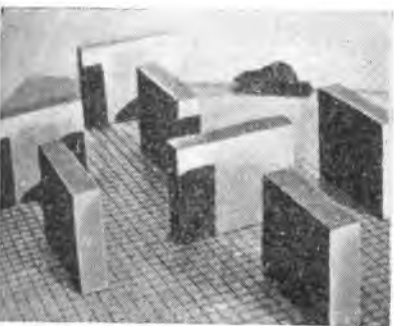


Рис. 134. Зимнее солнце, освещающее группу зданий третьего — компромиссного типа. Условия дневного освещения оказались вполне удовлетворительными (заметьте, что благодаря прерывистым теням оказалась возможной инсоляция нижних этажей)

типа. Мы рекомендуем принимать это во внимание при развитии участков и планировке городов.

Из рис. 134 может быть выведено еще одно заключение. Если тени отдельных жилых зданий перекрывают друг друга, то общий переплетающийся рисунок теней имеет тенденцию к объединению в одну сплошную тень. Этого не случится, если число отдельных зданий будет ограничено. Отсюда следует, что для районов с очень высокой плотностью застройки концентрация квартир в больших зданиях может дать лучший результат, чем их распределение во многих отдельных жилых блоках горизонтального типа.

Майлз Райт в своем «Справочнике для планировщиков» приводит аналогичные соображения о проблемах солнечной ориентации: «Для равномерного дневного освещения комнат необходимо, чтобы небо было хорошо видно не только вблизи окон, но и из большинства мест внутри комнаты. Это зависит от размера и расположения окон и наружных преград. Обычное рабочее правило состоит в том, что не должно быть наружных сплошных препятствий, которые увеличивали бы угол падения лучей солнца от уровня подоконника более чем на $15-18^\circ$. Свет, который проходит по сторонам здания или проникает между зданиями, особенно ценен, так как такой свет, падая под низким углом, проникает в самые дальние углы комнаты; таким образом, где из-за различных препятствий невозможно предугадать угол падения лучей света меньше 18° , там разорванная профильная линия улицы предпочтительнее непрерывной. Такое решение особенно эффективно в случае застройки улицы жилыми многоквартирными блоками и уже давно применяется на континенте».

Применение правила падения лучей света под углом не больше $15-18^\circ$ в обычной двухэтажной жилой застройке показывает, что плотность застройки может быть увеличена по сравнению с общепринятой без нарушения условий освещения зданий дневным светом. 15 -градусный угол, отсчитываемый от уровня подоконника, при глубине проникновения солнечных лучей в комнату, равной $4,5$ м, требует приблизительно 22 -метрового расстояния между домами, высота которых до карниза равна $4,8$ м, а уклон крыши равен 45 градусам. 35 -градусный уклон крыши определяет расстояние в $15,75$ м, а плоская крыша — $12,75$ м. Хотя эти цифры являются удовлетворительными с точки зрения освещения, они не обеспечивают выполнения других норм планировки улиц и свидетельствуют о несостоятельности аргументов в пользу низкой плотности застройки, основанных только на условиях освещения или на каких-нибудь других изолированно рассматриваемых условиях.

Планировка городов

Мы уже говорили, что правила, которыми следует руководствоваться при планировке участка, в первую очередь, зависят от солнца, во вторую — от ориентации зданий по отношению к солнцу, в третью — от расположения относительно солнца самих масс зданий и, наконец, от плана улиц. Уиттик в своей книге «Строительство малоэтажных домов сегодня и завтра» пишет: «Вначале следует выбрать наилучший участок для расположения домов и затем, соответственно ему, расположить дороги». Тот же автор пишет в «Европейской архитектуре XX века», что «Алюминиевый город» в Нью-Кенсингтоне, недалеко от Питсбурга (Пенсильвания), спроектированный для рабочих военных заводов Вальтером Гроппиусом и Марселем Бруэром, расположен иррегулярно, вопреки каким-либо формальным геометрическим построениям. Вся планировка подчи-



Рис. 135. Террасы «Алюминиевого города». Нью-Кенсингтон (Пенсильвания). Архитекторы Вальтер Гропиус и Марсель Бруэр



Рис. 136. Макет плана участка террасы «Алюминиевого города»

нена возможно большей инсоляции. План этого города является кульминационной точкой 20-летнего прогресса архитектуры». На рис. 135 показан вид одной из террас «Алюминиевого города», а на рис. 136 макет его планировки. По словам Гропиуса, этот проект является результатом тщательного учета некоторых важных климатических факторов и характера рельефа. Гропиус придает этим факторам большое значение, но отмечает, что имеются еще и другие соображения, которые должны быть приняты во внимание. По его словам, для жилых комнат всегда желательна южная ориентация из-за крутого угла падения солнечных лучей в жаркое время года. Тем не менее ориентировка жилых комнат на юг не всегда является решающим фактором, особенно на неровном рельефе. Вид, открывающийся из окон дома, и направление господствующих ветров должны учитываться в неменьшей степени. Только тщательно взвесив все эти соображения, мы можем принять оптимальное для данной местности решение. При прокладке городских улиц также следует руководствоваться их естественным расположением, как это делалось при расположении зданий. Вне зависимости от направления доминирующих городских магистралей улицы должны быть в значительной мере ориентированы между северо-востоком и северо-западом.

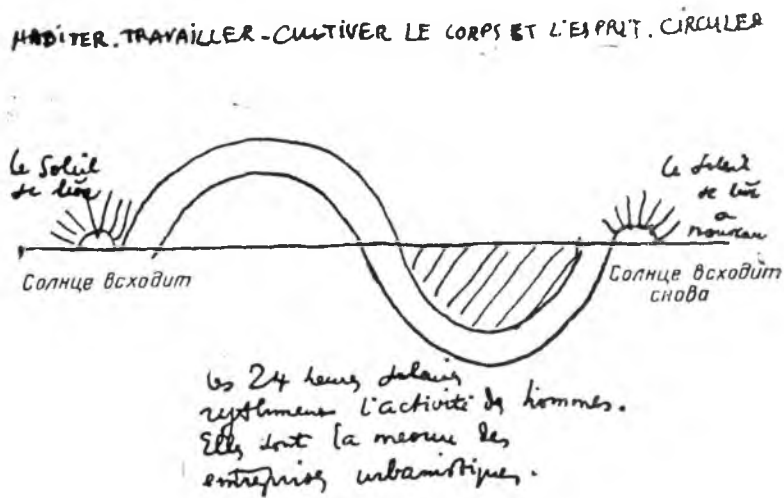
Гарольд Мак Лин Льюис в своем труде «Планировка современных городов» пишет о планировке улиц: «Количество прямых солнечных лучей, достигающих какого-нибудь здания, зависит от широты местности, направления и ширины улицы и высоты зданий. Рей, французский чиновник по делам жилищного строительства, в 1913 г. обнаружил, что для обеспечения двухчасовой инсоляции улицы в гор. Москве, идущей с востока на запад и обстроенной домами высотой 21 м, ей следует придать ширину 105 м; в Вашингтоне подобная же улица с домами равной высоты будет обеспечена трехчасовой инсоляцией, если ей придать ширину 42 м. Московская улица, идущая с севера на юг с домами высотой только 8 м, будет освещаться прямыми лучами солнца на протяжении 2 часов 05 минут при ширине 12 м; в Вашингтоне подобная улица будет освещена солнечными лучами 1 час. 45 минут при ширине, равной только 8 м.

Такие подсчеты были сделаны для многих городов, причем были взяты улицы, идущие в разных направлениях.

Несколько лет спустя исследования Рея появились в книге, написанной им совместно с несколькими шведскими астрономами и архитекторами. Книга содержит полный набор диаграмм для широты Парижа ($48^{\circ}8'$). Из нее также видно, что наибольшее количество солнечного света можно получить при ориентации на юг, а наибольшее количество солнечного тепла — при ориентации на юго-запад. Это ведет к установлению «гелиотермической оси», которая является основой для научной планировки города. Для широты Парижа эта ось отклоняется на 19° к западу от юга. В наших северных температурных поясах колебания этого отклонения невелики. Иногда рекомендуют фасады зданий выводить на улицу параллельно этой оси. Количество солнечного света, падающего на дома, зависит не только от ширины улицы, которая должна быть функцией широты города и высоты выходящих на нее зданий, но также и от угла, образованного улицей с меридианом. Все это должно быть надлежащим образом скоординировано. Там же приводятся примеры перепланировки различных районов Парижа с целью добиться увеличения солнечного освещения, без нарушения основ уличной системы». Есть старое китайское изречение, что одна картина ценнее тысячи слов. Приводим поэтому рисунок Корбюзье — запись, о которой полезно помнить при планировке города (рис. 137).

Рис. 137. Рисунок Корбюзье

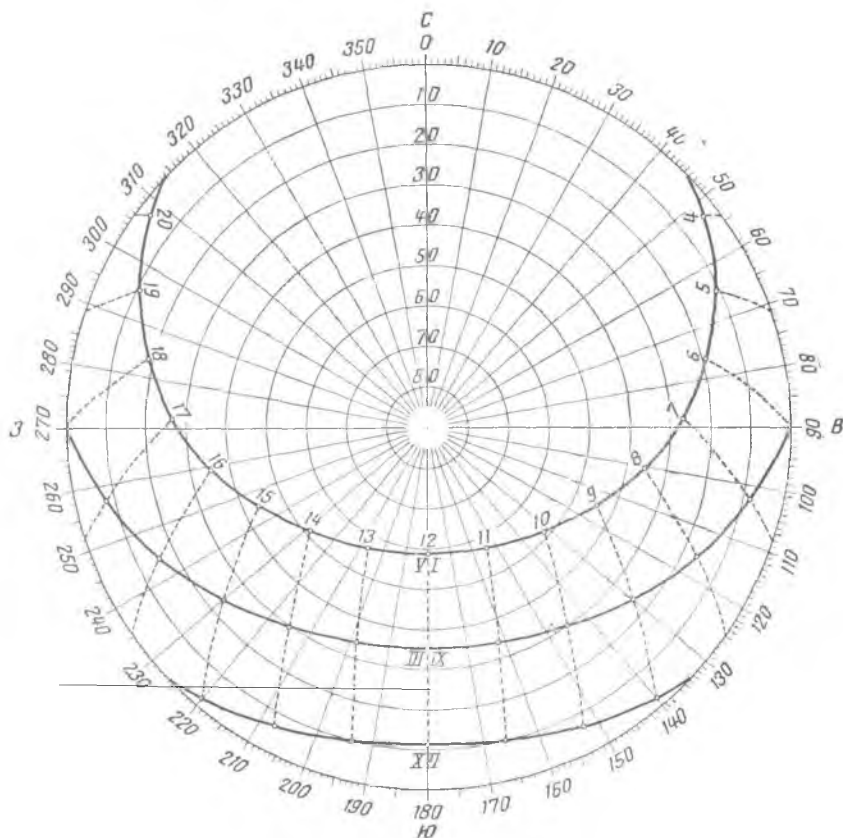
Надпись на рисунке по-французски означает: вверху — «жить, работать, совершенствовать тело и душу, передвигаться»; в середине слева — «солнце восходит», справа — «солнце восходит снова»; внизу написано: «двадцатичетырехчасовой солнечный цикл обуславливает ритм человеческой деятельности. Этот же цикл является критерием градостроительных мероприятий»



ПРИМЕЧАНИЯ РЕДАКТОРА

Примечание. 1. Канд. архитектуры Б. А. Дунаев (Москва) предложил удобный метод расчета дневной освещенности, позволяющий решать задачи и о продолжительности инсоляции и о коэффициентах рассеянной освещенности помещений.

График 1 предназначен для расчета инсоляции. Составленный применительно к северной широте $55,5^\circ$ (Москва) он представляет собой условную горизонтальную проекцию сферы неба и является одним из серии графиков, рассчитанных для различных широт.



Линия горизонта на графике представлена внешним кругом, а зенит — центром фигуры. Здесь приведены три наиболее характерные траектории солнца: в день летнего солнцестояния 22 июня (VI), в день зимнего солнцестояния 22 декабря (XII) и в дни весеннего и осеннего равноденствия — 22 марта и 22 сентября, траектории которых практически совпадают (III и IX). Пунктирные линии, соединяющие траектории, указывают солнечное время. Таким образом, график показывает картину видимого годового и суточного движения солнца.

График 2, составленный для расчета коэффициентов рассеянной освещенности, представляет условную горизонтальную проекцию сферы неба, поделенной на 1000 равных по сферической поверхности частей. (Из-за принятого способа проекции эти части сферы на графике не равны).

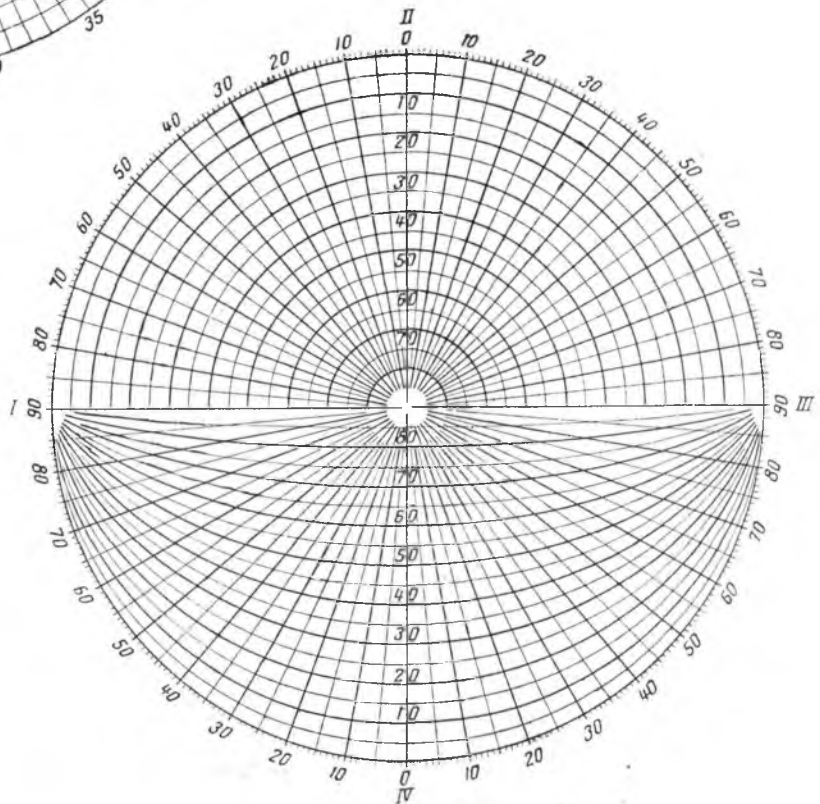
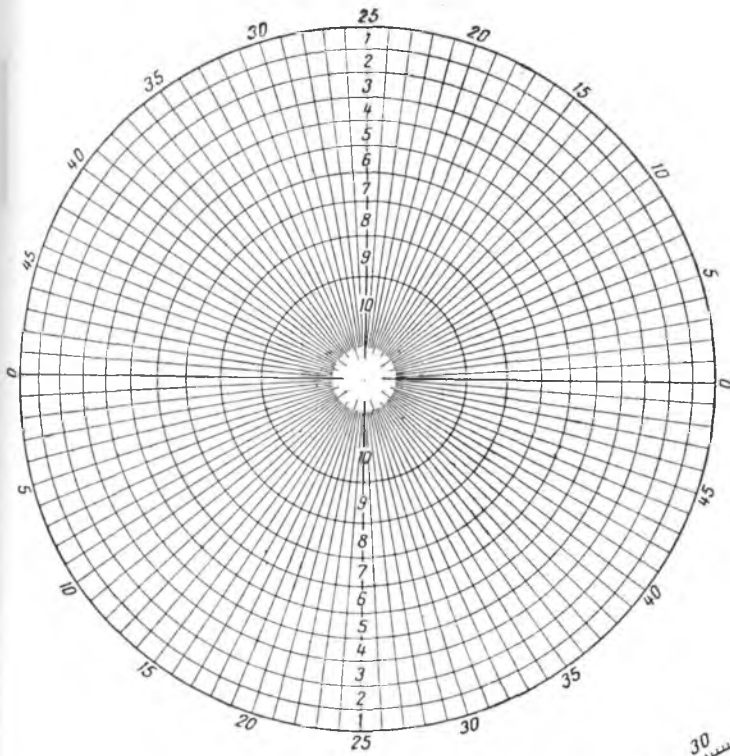
График 3 служит для изображения в принятом здесь способе горизонтальной проекции контуров светопроемов здания и окружающей его застройки.

Расчет продолжительности инсоляции и коэффициента рассеянной освещенности производится следующим образом:

1. С помощью графика 3 на кальке строятся контуры всех световых проемов помещения, для которого производится расчет, и отмечается центр графика. Контуры строятся для точки, имеющей наибольшее значение в данном помещении, или для ряда точек.

2. С помощью того же графика строятся (лучше на другой кальке) контуры окружающей застройки, деревьев и пр., видимых через светопроемы из заданной точки, и так же отмечается центр фигуры.

3. Обе кальки накладываются на график 1 так, чтобы центры всех трех фигур точно совпадали. Контурам светопроемов и застройки придается требуемая ориентация по странам света.



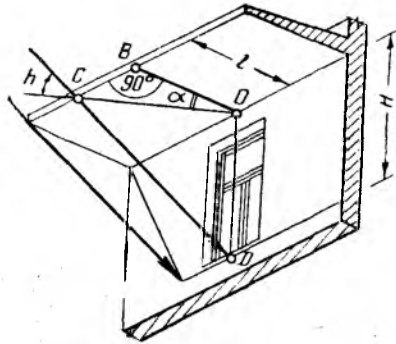
4. Подсчитывается продолжительность инсоляции заданной точки по отрезкам солнечных траекторий, попадающих внутрь контуров светопроемов и не перекрываемых контурами застройки. Если траектории проходят за пределами свободных пространств светопроемов, то на заданную точку прямые лучи солнца не попадут.

5. Для подсчета коэффициента рассеянной освещенности скрепленные между собой в установленном положении обе кальки накладываются на график 2 без учета ориентации. Количество участков, оказавшихся внутри контуров светопроемов и не закрытых контурами застройки, поделенное на 10, дает коэффициент рассеянной освещенности, выраженный в процентах.

Зная отражающую способность стен зданий окружающей застройки и пр., можно учесть таким же образом их дополнительное влияние на величину коэффициента рассеянной освещенности. Тем же путем можно подсчитать и отраженный свет от внутренних поверхностей помещения.

Примечание 2. Канд. архитектуры И. С. Суханов (Ташкент) предложил относительно удобный универсальный способ расчета затеняющих устройств — козырьков, маркиз, жалюзи. Он исходил при этом из правильной предпосылки, что в наших южных районах потребность в затенении ограничивается двумя наиболее жаркими месяцами в году, а в течение дня только часами наиболее интенсивной инсоляции с определенных сторон горизонта. Этим самым несколько упрощается нахождение нужных параметров.

Затеняющее действие устройств зависит от величины их относительного выноса, нахождение которой и является конечной целью такого расчета. За относительный вынос козырька, маркизы или жалюзийной планки принимается отношение горизонтальной проекции затеняющего элемента (l) к его вертикальной проекции H (схема 1) или, что то же, отношение горизонтальной проекции

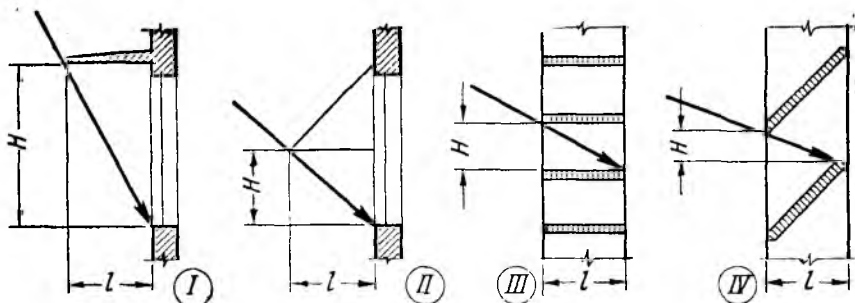


части солнечного луча, перехваченного затенением, к высоте тени, отбрасываемой затеняющим элементом. Искомая величина относительного выноса затенения ($l:H$) зависит от ориентации проема по сторонам горизонта и от положения солнца на небосводе. Последнее определяется углом между его лучом и горизонтальной плоскостью и азимутом солнца, т. е. углом между горизонтальной проекцией луча и направлением на юг. Азимут солнца A и его высота h для любого географического пункта и для любого часа дня определяются двумя формулами из сферической астрономии:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\operatorname{tg} t \cos N}{\sin (G - N)}; \quad (\text{А})$$

$$\operatorname{ctg} h = \frac{\operatorname{tg} (G - N)}{\cos \alpha}, \quad (\text{Б})$$

где α — угол между линией, соединяющей две точки: точку пересечения солнечного луча с ближайшим краем затеняющего элемента и точку пересечения вертикальной оси проема со вторым краем затеняющего элемента и перпендикуляром, восстановленным из этой последней точки к плоскости фасада здания (схема 2); G — географическая широта пункта; t — часовой угол в градусах (число часов от полудня, умноженное на 15); N — вспомогательный угол, в свою очередь определяемый уравнением $\operatorname{tg} N = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos t}$, в котором δ — склонение солнца в интересующий нас период затенения.



Таким образом, угол α зависит от угла наклона солнечного луча к горизонту и от направления горизонтальной проекции луча к плоскости фасада здания, причем угол α и азимут солнца A связаны между собой следующей зависимостью:

$$\alpha = A - \beta, \text{ если } A > \beta \text{ и}$$

$$\alpha = \beta - A, \text{ если } A < \beta,$$

где β — азимут фасада, т. е. угол между перпендикуляром к плоскости фасада и направлением на юг.

Искомая величина относительного выноса затенения определяется формулой

$$l : H = \operatorname{ctg} h \cos \alpha. \quad (B)$$

Руководствуясь этими тремя формулами (А), (Б), (В), можно построить графики определения $l : H$ для любого географического пункта, любого периода года, любого часа дня и любой ориентации фасада.

В частном случае, когда горизонтальная проекция солнечного луча перпендикулярна плоскости фасада здания, формулы (Б) и (В) соответственно упрощаются:

$$\operatorname{ctg} h = \operatorname{tg} (G - N) \dots \dots \dots (B^1)$$

$$l : H = \operatorname{ctg} h = \operatorname{tg} (G - N) \dots \dots \dots (B^1)$$

Основываясь на анализе существующих затеняющих устройств, И. С. Суханов рекомендует к применению следующие их типы в зависимости от требуемых расчетных значений $l : H$:

- при $l : H = 0,6 - 0,7$ козырьки
- $l : H = 1 - 1,2$ маркизы
- $l : H = 1,5 - 1,8$ жалюзи с горизонтальными планками
- $l : H = 2 - 3$ то же, с наклонными планками

ТЕМПЕРАТУРА

1. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

В этой книге рассматриваются термометры типа 3" 1 мм со шкалой от -30°F до -120°F *. Фотография такого стандартного, градуированного термометра приводится на рис. 138.

Для измерения максимальной температуры воздуха за данный промежуток времени пользуются так называемым максимальным термометром. Это ртутный стеклянный термометр, в котором часть канала корпуса над ртутным шариком (длиной около 2,54 см) сужена до очень небольшого диаметра. Термометр подвешивается почти горизонтально, конец с шариком чуть ниже противоположного конца. С повышением температуры ртуть движется вдоль по каналу. При последующем понижении температуры ртуть в шарике сжимается, но столбик ртути в канале не может пройти назад через суженную часть трубки, и, таким образом, максимальная температура остается зафиксированной.

Для измерения минимальной температуры воздуха пользуются минимальным термометром. Внутри его стеклянного корпуса, наполненного спиртом, помещен маленький указатель. Этот термометр подвешивается аналогично предыдущему. При падении температуры указатель движется к шариком вместе со спиртом; при последующем же повышении температуры спирт, расширяясь, движется вверх от шарика, в то время как указатель остается на самом низком достигнутом им уровне.

Попытки сравнивать различные зафиксированные температуры осложняются радиацией (тепловым излучением) различных источников тепла — солнца, неба, почвы и др., которые сильно влияют на точность температурных измерений. Влияние радиации можно исключить почти полностью, применяя специальные всасывающие термометры, или, что гораздо удобнее, защищая обыкновенные термометры «Стивенсоновой ширмой», которая теперь входит в состав стандартного оборудования всех метеорологических станций США, Канады и других стран (см. рис. 138).

Термометры необходимо располагать на одном уровне (1,5—1,95 м над землей), чтобы различные температурные слои, речь о которых пойдет дальше, не затрудняли сравнений.

*Температура в США, Канаде и в большинстве других стран, где говорят по-английски, измеряется в градусах по Фаренгейту. Точка замерзания воды по этой системе равна -32°F , а точка кипения $+212^{\circ}\text{F}$. В большей части стран пользуются стоградусной системой Цельсия, в которой промежуток между точками замерзания и кипения воды разделен на 100 частей. Таким образом вода замерзает при 0°C и кипит при 100°C . Интервал в 9°F равен интервалу в 5°C .

Для перевода температуры из системы Фаренгейта в систему Цельсия и обратно существуют следующие формулы:

$$F = \frac{9}{5} C + 32 \text{ и } C = \frac{5}{9} (F - 32).$$

Рис. 138. Термометры внутри «Стивенсоновой ширмы»



Для непрерывной регистрации температуры применяется биметаллический спиральный термограф. Спираль скручивается или раскручивается в соответствии с изменением температуры. Один ее конец прикреплен к системе рычажков, связанных с пером, которое записывает температуру на пленку, намотанную на цилиндр. Последний медленно вращается часовым механизмом. В термографе другого типа вместо спирали применяется изогнутая металлическая трубка, наполненная спиртом. Изгиб трубки меняется с изменением температуры, которая записывается тем же способом, что и в биметаллическом термографе. Эти инструменты могут быть использованы для определения температурных условий участка. После возведения здания эти условия могут измениться, так как само здание участвует в создании микроклимата района.

Итак, следует запомнить три правила:

1) используемые инструменты должны быть выверены, а измерения производятся несколькими однотипными инструментами, количество которых должно быть зафиксировано;

2) инструменты необходимо разместить на одном уровне от земли и тщательно защитить от тепловой радиации ширмой Стевенсона, металлическим рефлектором или другими средствами;

3) прежде чем прийти к каким-либо выводам, необходимо произвести возможно большее число замеров.

Ниже мы приводим, в форме таблиц, различные температурные данные для использования их инженерами-теплотехниками, архитекторами и другими заинтересованными лицами. Таблицы сопровождаются различными пояснениями и комментариями. Не полагаясь на отдельные данные, полученные из какой-либо одной таблицы, при решении каждого вопроса нужно проанализировать всю проблему в свете всей приведенной температурной статистики. Необходимость такого анализа видна из следующего примера.

Средняя температура за 76 лет, зафиксированная обсерваторией Мак Джилл (Монреаль), равна 6° *. Много ли дает нам эта цифра? Нет, немного. Рассмотрим температуры районов Принстон (Британская Колумбия), Медисин Хэт (Альберта), Оттава (штат Онтарио) и Мак Джилл (Монреаль). Среднегодовые температуры этих районов примерно одинаковы. Однако максимальные и минимальные среднегодовые температуры (т. е. средние величины максимальных и минимальных годовых температур за несколько лет) этих районов различны, что видно из табл. 13. Следовательно, ни дома, спроектированные в соответствии с климатическими условиями местности, ни расходы на отопление не будут одинаковыми в этих четырех районах, несмотря на идентичность их среднегодовых температур.

Таблица 13

Станция	Максимальные среднегодовые температуры в градусах	Минимальные среднегодовые температуры в градусах
Обсерватория Мак Джилл	32,2	-27,7
Оттава (Онтарио)	33,9	-31,7
Медисин Хэт (Альберта)	37,2	-38,3
Принстон (Британская Колумбия)	36,1	-32,2

* Градусы, приводимые автором по Фаренгейту, везде в переводе (кроме особо оговоренных случаев) приводятся по Цельсию. (Ред.).

Рис. 139. Среднегодовые температуры (в град. по F)



F°	С°
75	оотв. ~ 24
70	" " 21
65	" " 18
60	" " 15
55	" " 13
50	" " 10
45	" " 7
40	" " 4
35	" " 2
30	" " — 1

Карта среднегодовых температур США за период с 1899 по 1938 г. показана на рис. 139.

Ниже приводятся средние величины максимальных температур, которые ежедневно записывались в какой-либо определенный месяц на протяжении ряда лет. Например, в марте имеется 31 максимальная температура, одна на каждый день месяца. За 30 лет будет 31×30 , или 930 максимальных температур. Их средняя величина есть средняя максимальная температура марта месяца за 30 лет.

В табл. 14 приведены цифры, полученные обсерваторией Мак Джилл за 76 лет. Они представляют собой максимальную и минимальную температуры, которые можно ожидать в середине каждого месяца в районе этой обсерватории.

Таблица 14

Месяцы	Среднемаксимальная температура в градусах	Среднеминимальная температура в градусах
Январь	— 5,7	—14,6
Февраль	— 5,0	—13,4
Март	0,7	— 7,0
Апрель	9,6	0,9
Май	17,9	7,4
Июнь	23,1	13,5
Июль	25,6	16,4
Август	24,1	15,1
Сентябрь	19,2	10,7
Октябрь	12,3	4,6
Ноябрь	4,2	— 2,2
Декабрь	— 3,3	—10,4
За год	10,7	— 2,6

Именно эти крайние месячные и наивысшие зарегистрированные температуры и интересуют обычно архитекторов и теплотехников.

Ежедневная средняя температура равна сумме двадцати четырех часовых температур, разделенной на 24. (Так же — достаточно

¹ В табличках, помещенных рядом с рисунками 139—145, дается перевод линий средних температур, указанных в градусах Фаренгейта, на примерно соответствующие им градусы Цельсия.



Рис. 140. Средние температуры января (в град. по F)

F°	C°
70	соотв. ~ 21
65	" " 18
60	" " 15
55	" " 13
50	" " 10
45	" " 7
40	" " 4
35	" " 2
30	" " -1
25	" " -4
20	" " -7
15	" " -9
10	" " -12
5	" " -15
0	" " -18

Рис. 141. Средние температуры июля (в град. F)



F°	C°
90	соотв. ~ 32
80	" " 26
75	" " 24
70	" " 21
65	" " 18
60	" " 15

Таблица 15

Месяцы	Среднедневная температура середины месяца
Январь	-10,0
Февраль	- 9,1
Март	- 3,0
Апрель	5,1
Май	12,9
Июнь	18,3
Июль	20,8
Август	19,5
Сентябрь	18,0
Октябрь	8,6
Ноябрь	1
Декабрь	- 6,8
За год	6

точно — ежедневную среднюю температуру можно получить, разделив сумму дневных максимальной и минимальной температур на 2. Этим способом пользуется метеорологическое отделение транспортного департамента Канады).

В январе имеется 31 такая ежедневная средняя температура. За 30 лет мы получим 30×31 , или 930 ежедневных средних температур. Их средняя величина является среднедневной температурой середины месяца, исчисленной за период 30 лет.

В табл. 15 приведены средние температуры середины месяца для района обсерватории Мак Джилл (Монреаль). Из таблицы видно, что предельные величины температур падают на январь и июль, а не на декабрь и июнь — месяцы солнцестояния, так как теплоотдача земли запаздывает по отношению к тепловому излучению солнца примерно на месяц. На рис. 140 и 141 приводятся карты среднемесячных температур января и июля для США.

Рассмотрим среднемаксимальные месячные температуры за период в несколько лет. В январе имеется одна максимальная температура. За 30 лет будет, следовательно, 30 максимальных темпера-

Таблица 16

Месяцы	Среднемаксимальная температура в градусах	Среднеминимальная температура в градусах
Январь	5,6	—26,6
Февраль	5,0	—24,4
Март	9,4	—18,9
Апрель	21,1	— 7,2
Май	27,2	1,1
Июнь	30,0	7,2
Июль	31,6	11,1
Август	30,5	9,4
Сентябрь	27,8	3,3
Октябрь	21,6	— 2,8
Ноябрь	14,4	—12,8
Декабрь	7,2	—23,3
За год	32,2	—27,8

тур. Их средняя величина является среднемаксимальной месячной температурой за 30 лет. Следует иметь в виду, что максимальная температура какого-нибудь месяца, например апреля, приходится на его конец, но в нашем анализе она распределяется на все 30 дней месяца. В табл. 16 приводятся среднемаксимальные и среднеминимальные месячные температуры за 69 лет для района обсерватории Мак Джилл.

Среднегодовая максимальная температура есть средняя величина на максимальных годовых температур за несколько лет. В году имеется одна максимальная годовая температура, а в 25 годах — 25. Их средняя величина является среднегодовой максимальной температурой рассматриваемого района. Изотерма среднегодовых максимальных температур США приводится на рис. 142. Среднегодовая минимальная температура есть средняя величина минимальных годовых температур за несколько лет, полученная аналогично среднегодовой максимальной температуре. Изотермы среднегодовых минимальных температур для США показаны на рис. 143. Наивысшие когда-либо зафиксированные температуры в каком-либо месяце нужны для определения максимальных температурных нагрузок, действию которых подвергается здание или его оборудова-

Рис. 142. Среднегодовые максимальные температуры (в град. по F)



Рис. 143. Среднегодовые минимальные температуры (в град. по F)

ние в те или иные месяцы. При определении этих температурных напряжений рекомендуется брать запас около 3°.

Месячные наименьшие температуры нужны для определения минимальных температур, действию которых здание будет подвергнуто в те или иные месяцы.

Наименьшие температуры берутся также с запасом в 3°.

Максимальные изотермы для США приводятся на рис. 144, минимальные — на рис. 145.

В табл. 17 приводятся наивысшие и наинизшие температуры, зафиксированные обсерваторией Мак Джилл на протяжении 76 лет.

Таблица 17

Наивысшая температура			Наинизшая температура		
температур- ный год	месяц	температура в градусах	температур- ный год	месяц	температура в градусах
1950	Январь	12,5	1914	Январь	-32,8
1880	Февраль	8,8	1943	Февраль	-31,9
1954	Март	24,3	1950	Март	-27,2
1941	Апрель	29,8	1923	Апрель	-16,6
1929	Май	32,9	1880	Май	-9,1
1925	Июнь	34,2	1945	Июнь	1,0
1931	Июль	36,1	1881	Июль	7,6
1917	Август	35,4	1903, 1913	Август	6,3
1898	Сентябрь	32,4	1914	Сентябрь	0,1
1949	Октябрь	28,9	1933	Октябрь	-7,1
1950	Ноябрь	22,0	1881	Ноябрь	-20,8
1901	Дьр	15,0	1933	Декабрь	-34

Средний суточный цикл температур есть средняя величина из температур, взятых для каждого часа, каждого дня или каждого месяца за период в несколько лет. Так, в январе 31 полдень, за 30 лет будет 31×30 , или 930 полудней. Средняя из этих 930 полуденных температур будет средней полуденной температурой января за тридцатилетний период. Обсерватория Мак Джилл замеряет температуру воздуха с естественной влажностью в тени каждые 2 часа. Следовательно, в течение суток (рис. 146) производится 12 замеров; за 31 день будет 12×31 , или 372 температурных замера; за 5 лет — 5×372 , или 1860 записанных чисел. А для температурной статистики за все 12 месяцев требуется 20 902 температурных замеров.

Особый интерес представляют продолжительность среднего цикла чередования заморозков и оттепелей зимой и суточная амплитуда колебания температур летом.

При определенных обстоятельствах как инженерам-теплотехникам, так и архитекторам могут понадобиться сведения о среднем числе дней или их вероятном максимуме, когда температура рассматриваемого района может превосходить температуру дня за какой-либо многолетний период. Этими сведениями располагают обычно местные бюро метеорологических служб.

Информация, касающаяся средних дат первых и последних морозов, может понадобиться для самых различных целей. Нужно учитывать так же и крайние даты самых ранних и самых поздних морозов, зафиксированные для рассматриваемой местности.

Рис. 144. Максимальные когда-либо имевшие место температуры (в град. F)

F°	C°
125	соотв. ~ 52
120	" " 49
115	" " 46
110	" " 43
105	" " 41
100	" " 38
95	" " 35



Рис. 145. Минимальные когда-либо имевшие место температуры (в град. F)

F°	C°
-60	соотв. ~ -52
-50	" " -46
-40	" " -40
-30	" " -35
-20	" " -29
-10	" " -24
0	" " -18
10	" " -12
20	" " -7
30	" " -1
40	" " + 4

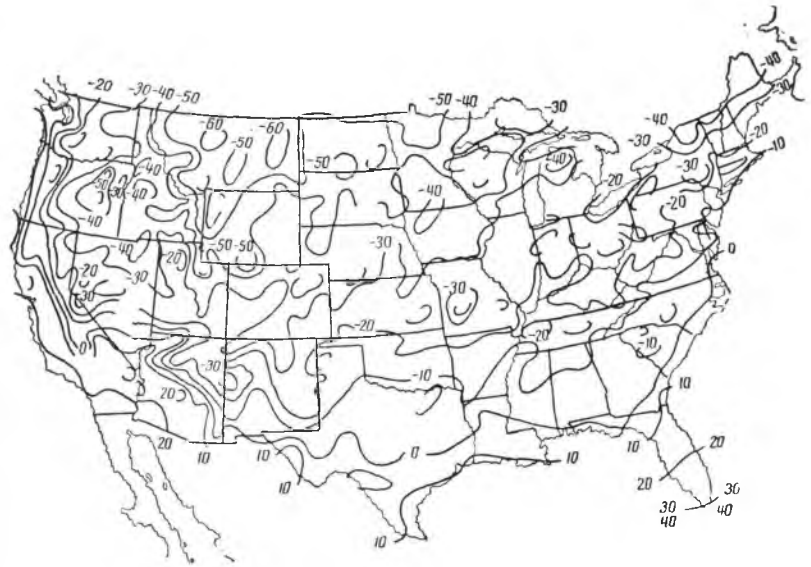


Рис. 146. Суточный цикл температуры для июля. Мак Джиллская обсерватория

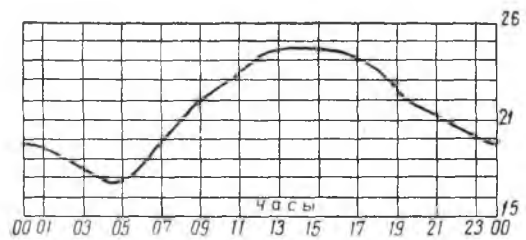


Рис. 147 показывает средние даты последних лютых морозов, катастрофических по своим последствиям, а рис. 148 — средние даты первых осенних лютых морозов. Крайние даты таких морозов (для района Монреаля) нужно брать на 3 недели раньше, чем даты первых морозов, и на 3 недели позже, чем даты последних морозов.

Сила и продолжительность морозов зависят так же от микроклимата: в сельских местностях температура, как правило, ниже, чем в городах. Этот вопрос будет подробно рассмотрен дальше.

Числа в табл. 18 указывают на периоды, во время которых погода является особенно неблагоприятной с инженерно-строительной точки зрения из-за чередований заморозков и оттепелей. Поэтому для этих периодов должны быть предусмотрены соответствующие меры, препятствующие интенсивной порче сооружений, подверженных таким чередованиям.

Обсерваторией Мак Джилл получены цифры для двух различных периодов: в 5 и 10 лет. Цифры для последнего периода, вероятно, более точны. Но в обоих случаях максимальное число таких чередований приходится на март.

Таблица 18

Среднее число чередований морозов и заморозков в месяц (обсерватория Мак Джилл)

Месяц	Пятилетний период 1946—1950 гг.	Десятилетний период (рекомендуемый) 1941—1950 гг.
Январь	11	8,5
Февраль	8,4	10,6
Март	21,4	22,8
Апрель	15,6	16
Май	1,2	1
Июнь	—	—
Июль	—	—
Август	—	—
Сентябрь	—	—
Октябрь	2,4	3,9
Ноябрь	18	16,7
Декабрь	13,2	10,8

Глубина промерзания грунта — величина непостоянная, несколько меняющаяся каждый сезон.

Фундаменты здания должны быть ниже уровня промерзания грунта для обеспечения устойчивости сооружения¹. Подземные коммуникации рекомендуется размещать также ниже глубины промерзания.

¹ У нас это условие распространяется только на часть грунтов пучинистых или увлажненных. (Ред.)

Рис. 147. Средние даты последних лютых весенних морозов за период 1899—1938 гг.



Рис. 148. Средние даты первых лютых осенних морозов за период 1899—1938 гг.



На рис. 149 показаны картограммы промерзания грунта, составленные отделом водопроводных и канализационных работ департамента общественных сооружений Монреаля.

Звездочкой отмечены места промерзания, находящиеся вне главных кривых промерзаний. Это индивидуальные случаи глубокого промерзания, не влияющие на общую картину промерзания грунта. Приведенные картограммы были использованы при проектировании магистрали Дорваль — Монреаль.

Средняя величина глубины промерзания (в дюймах) для США показана на рис. 150 — карте Бюро погоды.

Из типичного профиля городской улицы видно, что глубина промерзания больше всего под проезжей частью улицы, так как она регулярно очищается от снега (рис. 151). Большему распространению промерзания в остальной части профиля улицы препятствует «снежное одеяло» на зеленых полосах и тепло от стен подвалов примыкающих зданий.

Для выявления потребностей в отоплении зданий пользуются градусо-днями¹.

В странах, пользующихся системой Фаренгейта, градусо-день определяется как день, средняя температура которого на 1°F ниже среднедневной многолетней температуры. В США и Канаде эта температура равна 65°F , а в Англии 60°F . В странах, пользующихся системой Цельсия, градусо-день определяется как день, средняя температура которого на 1°C ниже среднедневной многолетней. В Германии и других европейских странах эта температура равна 19°C^* .

Высокие и низкие температуры часто связаны с ветрами определенного направления. Это является результатом макроклиматических или микроклиматических явлений. Такого рода характеристики температур и ветров трудно представить в форме средних величин. Хейр полагает, что эти явления можно пояснить удовлетворительно лишь выборочными данными. Например, из табл. 19 и 20 (район Монреаля) видно, что в обоих случаях, как для 1933, так и для 1950 г., низкие температуры сопровождались северо-западными ветрами, что типично для этого района. Подобные таблицы могут быть составлены для любого района, где ведутся метеорологические наблюдения.

Табл. 21 составлена для двух летних месяцев — июня и июля 1931 г. Правда, этот период вряд ли можно считать типичным, так как в это время температура единственный раз поднялась до 36° ; тем не менее пример хорошо иллюстрирует, как резкое повышение температуры сопровождается устойчивыми южными ветрами.

Пауль Сипл составил очень удобную таблицу, в которой все данные такого рода представлены в графической форме для района Чикаго (рис. 152).

Каждый график этой таблицы состоит из двух наложенных друг на друга частей. Верхняя составлена из вертикальных и горизонтальных линий, представляющих частоту распределения температур воздуха по сухому затененному термометру. Высота каждого прямоугольника соответствует 1°F , а ширина его — 1% общего времени, в течение которого температура держится в рассматриваемой зоне. Эта часть графика температур сухого затененного термометра всегда простирается выше другой части графика, представляющей температуры насыщенного водяными парами воздуха (в затененном пространстве). Показанная на графике температура конденсации («точка росы») и температура воздуха по сухому затененному термометру совпадают только при 100% относительной влажности воздуха.

¹ Градусо-дни исчисляются на каждый градус и на все число дней, в течение которого средневзвешенная наружная температура бывает ниже установленного уровня. В разных странах величина такой температуры разная. (Ред.).

* В нашей практике градусо-дни для этих целей исчисляются по-иному, именно — как произведение средней наружной температуры за отопительный период на число дней этого периода в году. (Ред.).

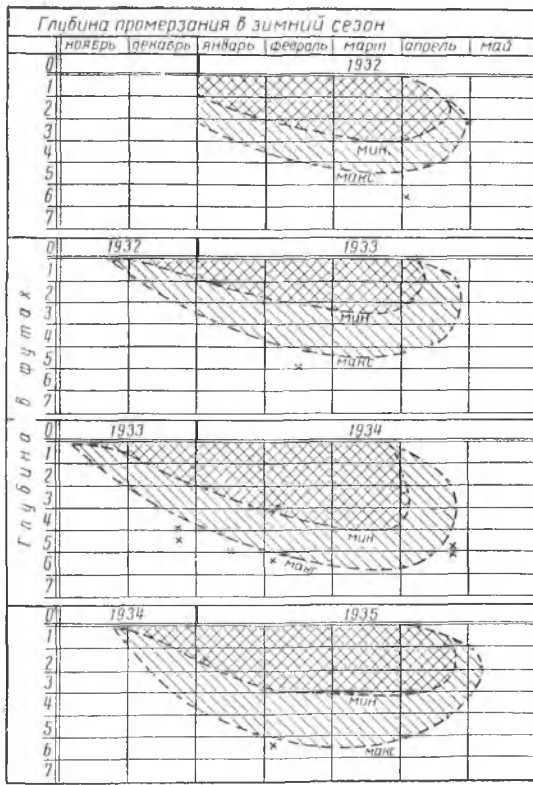


Рис. 149. Картограммы промерзания грунта

1 фут соотв.	~	30,5 см.
3 фута	"	91,5 "
4 "	"	122 "
5 "	"	152,5 "
6 "	"	183 "
7 "	"	213 "

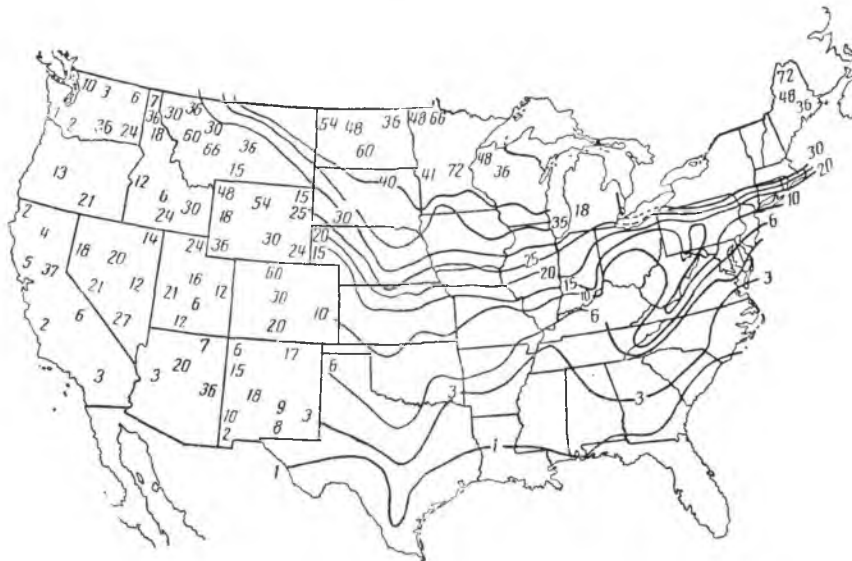


Рис. 150. Средняя глубина промерзания в дюймах (1 дюйм ≈ 2,5 см)

Рис. 151. Поперечный профиль городской улицы с типичными условиями промерзания. Составлен Франком Даудом. Беспорядочная кривая линия ниже поверхности земли указывает на глубину промерзания грунта

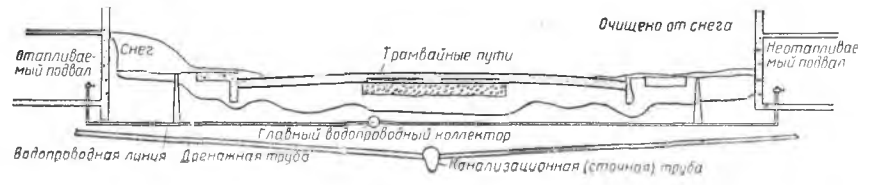


Таблица 19

Дата (1950 г.)	Время в час.	Температура в град.	Направление ветра	Скорость ветра в км/час
24 декабря	21	— 6,8	ЮЗ	24
	23	—11,2	ЮЮЗ	13
25 декабря	01	—13,2	Ю	10
	03	—14,5	ЮЮВ	10
	05	—15,8	Ю	6
	07	—17,9	Ю	5
	09	—17,9	Ю	3
	11	—16,9	Ю	8
	13	—16,5	ЮЗ	13
	15	—16,6	З	11
	17	—17,4	ЮЗ	10
	19	—19,1	ЮЗ	11
	21	—20,1	ЮЗ	8
	23	—20,7	ЮЗ	10
26 декабря	01	—22,5	З	10
	03	—22,9	З	6
	05	—24,0	СЗ	6
	07	—24,5	СЗ	10
	09	—24,0	СЗ	11
	11	—23,9	СЗ	11
	13	—21,9	З	11
	15	—21,9	ЮЗ	6
	17	—22,9	ЗЮЗ	19
	19	—23,4	З	18
	21	—23,8	ЗСЗ	13
	23	—23,9	ЮЗ	5
27 декабря	01	—24,1	З	6
	03	—24,3	ЗСЗ	5
	05	—24,7	ЗСЗ	2
	07	—24,4	ЗСЗ	19
	09	—23,1	ЮЗ	10
	11	—19,2	ЮЗ	10

Таблица 20

Дата (1933 г.)	Время в час.	Температура в град.	Направление ветра	Скорость ветра в км/час
24 декабря	07	-10,6	С	19
	19	- 8,9	СВ	23
25 декабря	07	-16,0	З	19
	19	-16,4	З	10
26 декабря	07	-21,7	СВ	23
	13	-22,3	СВ	39
	19	-19,7	СВ	40
27 декабря	07	-20,4	СЗ	16
	19	-12,0	СЗ	11
28 декабря	07	-15,9	ЮЗ	16
	19	-25,7	СЗ	16
29 декабря	07	-34,6	СЗ	29
	19	-32,4	СЗ	40
30 декабря	07	-28,8	СЗ	19
	19	-27,9	СЗ	26
31 декабря	07	-22,2	С	11
	19	-14,5	СЗ	19

Таблица 21

Дата (1931 г.)	Время в час.	Температура в град.	Направление ветра	Скорость ветра в км/час
28 июня	07	20,8	С	16
	13	25,8	СВ	13
	19	21,6	З	10
29 июня	07	18,9	СВ	13
	13	28,4	ЮВ	11
	19	23,3	З	10
30 июня	07	23,6	З	16
	13	29,7	З	19
	19	27,8	З	10
1 июля	07	29,4	ЮЗ	10
	13	35,8	Ю	11
	19	27,5	З	106
2 июля	07	24,7	В	10
	13	34,7	Ю	13
	19	26,6	СЗ	16
3 июля	07	24,7	Ю	10
	13	24,4	ЮВ	10
	19	24,4	ЮЗ	10
4 июля	07	24,7	С	16
	13	23,6	СВ	19

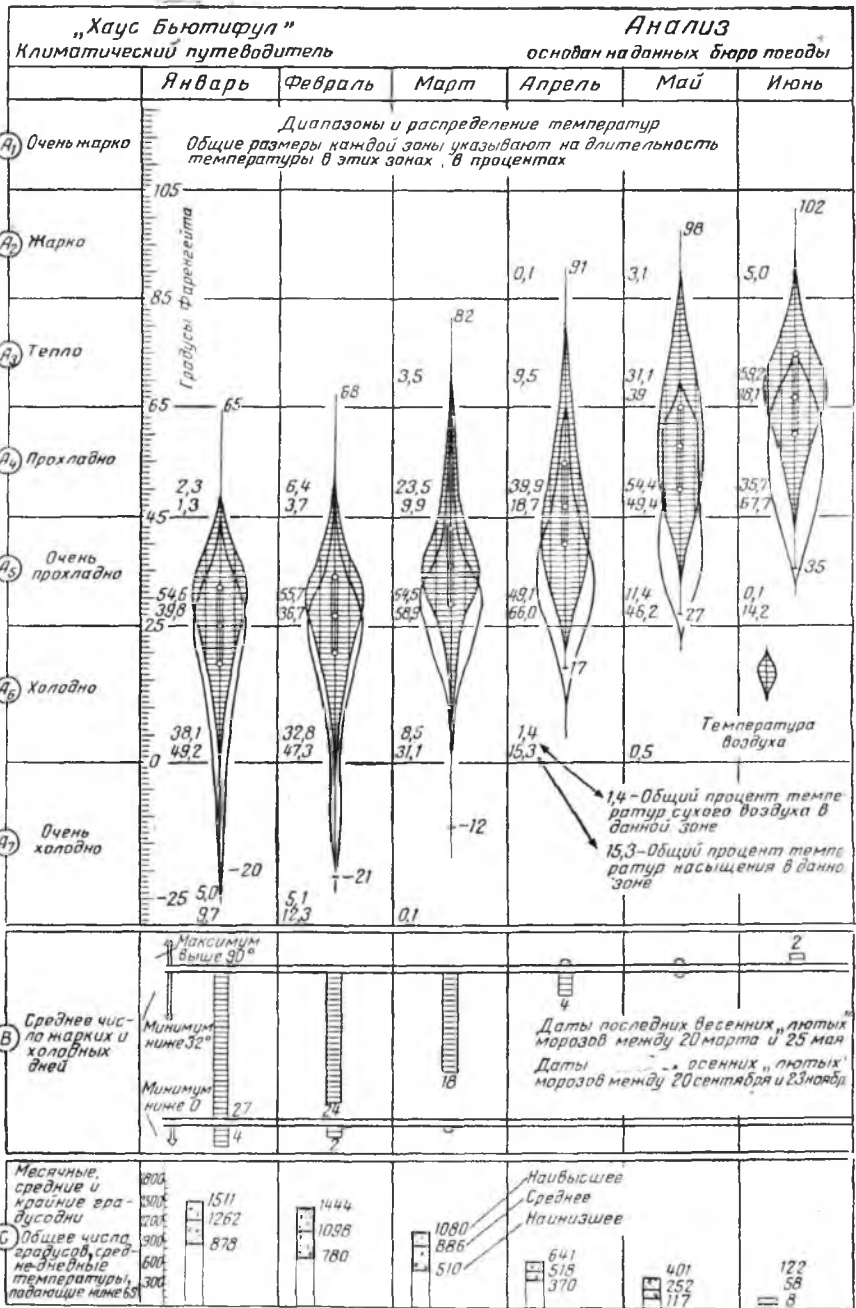


Рис. 152. Таблица Пауля Сипла, левая часть (температуры и градусо-дни в град. F)

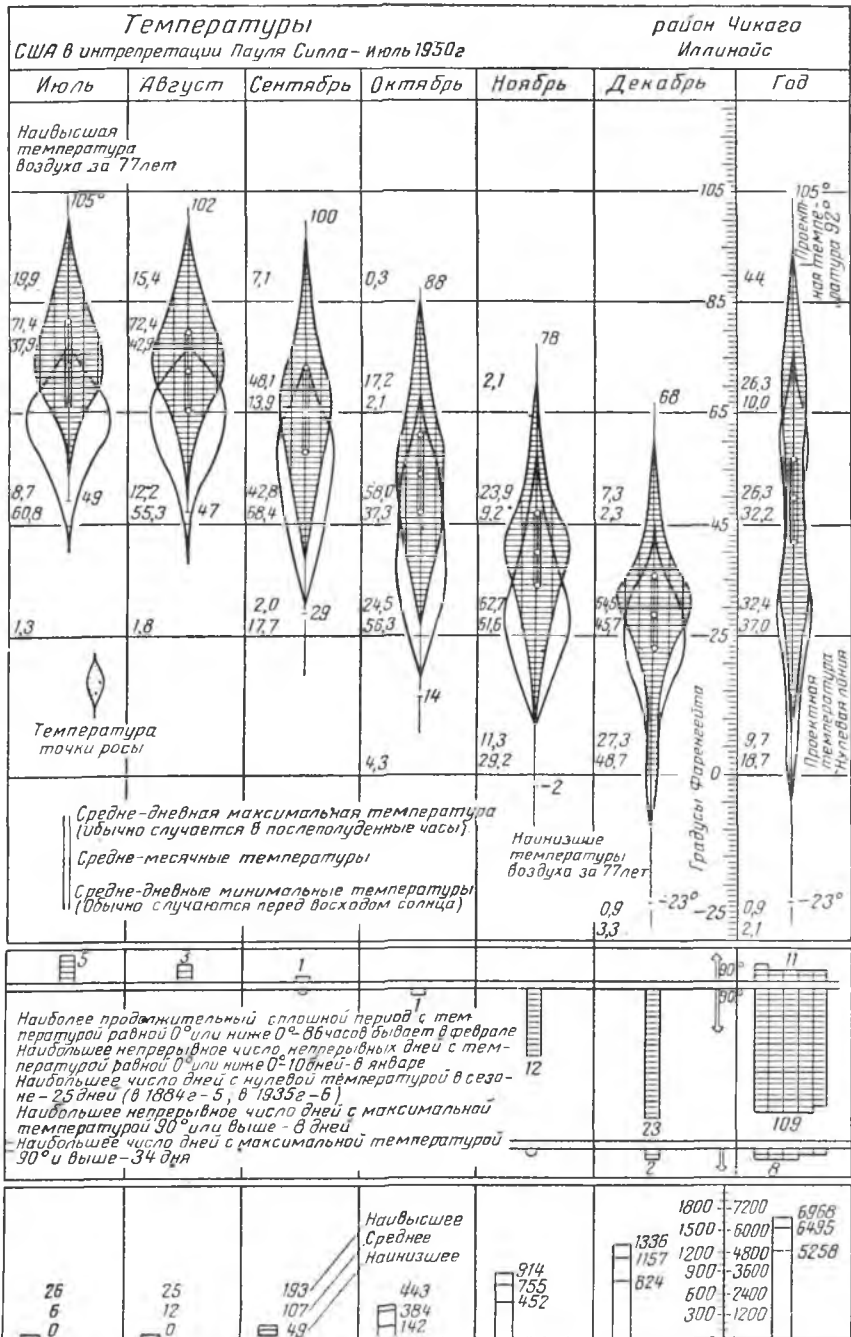


Рис. 152. Таблица Пауля Силла, правая часть

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕМПЕРАТУРА

Воздух макроклимата

Рассматриваемый участок может эксплуатироваться или круглый год, или только зимой, или только летом. Метеорологические сводки дают полную картину макроклиматических разниц температур по сезонам. Такие сводки используются в самых различных целях, в том числе и для определения величины тепловых потерь здания для его отопления или величины нагрузки на охлаждающую установку.

Вне зависимости от того, на каком склоне расположен участок, самая теплая часть дня всегда будет после полудня, а наиболее холодная — перед восходом солнца. Точное время обоих постепенно изменяется изо дня в день вместе с временами года.

Если, например, здание используется только в послеполуденные часы, нужно ожидать, что в среднем преобладающая температура в эти часы будет выше, чем в случае использования здания только ночью. Точные сведения о температурах для каждого месяца можно получить из таблиц, подобных приведенным. Эти температуры, являющиеся частью принятой температурной кривой для различного времени, будут проектной температурой, видоизменяемой лишь микроклиматическими условиями.

Знакомство с суточным температурным циклом имеет большое практическое значение, особенно летом.

В среднем наиболее прохладное время суток приходится на ночь. Поэтому, для того чтобы поддерживать в доме прохладу в жаркие месяцы, следует держать окна открытыми в ночные часы и сразу же закрывать их при восходе солнца. Так поступают не только в некоторых районах США, но и в Индии¹. Доктор Рамдас пишет: «...население здесь хорошо знает, как выгодно держать окна и двери открытыми настужь в течение ночи и немедленно закрывать их после восхода солнца. Этот метод «улавливания» холодного ночного воздуха и предотвращения проникновения внутрь дома нагретого дневного наружного воздуха позволяет поддерживать внутреннюю температуру примерно на 5,5—8,3° ниже наружной — вид своеобразного дешевого кондиционирования воздуха».

Температура является, в первую очередь, функцией поступающей солнечной радиации, а поступление последней является функцией широты. Таким образом, температура есть функция широты местности.

В табл. 22 приведены средние температуры в зависимости от широт. Эта таблица как содержащая относительные данные, разумеется, не всегда может удовлетворить архитекторов. Тем не менее она дает некоторые сведения о температурных условиях местностей, расположенных в различных широтах.

Фактически в этой таблице содержится достаточно данных для того, чтобы, «путешествуя» вверх и вниз по широтам, выбрать желательную температурную зону для поселения.

Точные макроклиматические температурные данные для любого района могут быть получены в метеорологических станциях для любой части страны.

Хорошо известно, что температура понижается с увеличением высоты. Это можно заметить по изменениям температур воздуха на открытом месте. При равенстве других факторов адиабатический

¹ Так поступают и у нас жители Ашхабада, Ташкента и других южных городов с очень жарким летом. (Ред.).

Средние температуры в градусах в зависимости от широт

Широта	Годовая	Январь	Июль	Диапазон колебаний
90	-11,8	-41,1	- 1,1	40,0
80	-18	-32,2	2	34,2
70	-10	-26,2	7,3	33,5
60	- 1	-16,1	14,1	30,0
60	5	- 7,1	11,1	18,2
40	14,1	5,0	23,9	18,9
30	20,4	14,5	27,2	12,7
20	25,2	21,8	28,0	6,2
10	26,7	25,8	26,9	1,1
Экватор	26,2	26,4	25,6	0,8
10	25,2	26,2	23,9	2,3
20	22,9	25,4	20,0	5,4
30	16,6	21,9	14,7	7,2
40	11,9	15,6	9,0	6,6
50	5,8	8,1	3,4	4,7
60	- 3,4	2,1	- 9,1	11,2
70	-13,6	- 3,5	-23	19,5
80	-27,0	-10,8	-39,5	28,7
90	-33,1	-13,5	-47,7	34,2

температурный градиент сухого воздуха равен приблизительно 6° на каждую 1000 м высоты в низких слоях тропосферы¹. Это, однако, не тот род изменений, с которыми сталкивается архитектор; последний имеет дело главным образом с температурными изменениями, зависящими от разницы в высотах горных склонов. Здесь изменения в температуре будут равны примерно $5,5^{\circ}$ на каждую 1000 м (согласно Хейру и Бруксу; однако Хаурвитц и Аустин принимают $6,03^{\circ}$ на 1000 м). Какое это имеет значение? Для отопления жилищ, расположенных на больших высотах, возможно потребуются больше топлива, чем для жилищ, расположенных на меньших высотах. Правда, высоколежащие участки получают больше солнечной радиации в течение дня и поэтому днем охлаждение, вызванное большой высотой, незначительно. Следовательно, надо учитывать, в какое время года и дня эксплуатируется такое сооружение. Если здание рассчитано главным образом на эксплуатацию зимой, когда имеет место значительная ночная радиация земли и зданий, долгие ночные часы настолько могут уменьшить роль дневного тепла, что в итоговом балансе начнут преобладать тепловые потери; в летних же условиях его эксплуатация будет удовлетворять всем необходимым требованиям.

Вот интересный пример влияния высоты участка на температуру. Город Кито (Эквадор) расположен точно на экваторе, т. е. широте, всегда ассоциирующейся в нашем представлении с тропическими районами. Но так как Кито находится на высоте 2805 м над уровнем моря, он отличается от этих районов. Температура в январе и октябре в нем равна $+12,9^{\circ}$, а в апреле и июле $+12,2^{\circ}$.

Уменьшение температуры по мере увеличения высоты является правилом. Но имеется много исключений: в некоторых частях земного шара макроклимат становится теплее с увеличением высоты. Согласно Хейру, последнее особенно справедливо по отношению к Юкону, где это явление встречается до высоты 3000 м. Однако

¹ Процесс называется адиабатическим, когда он происходит без теплового обмена с окружающей средой, т. е. при таком процессе воздух, расширяясь охлаждается, и, сжимаясь нагревается.

большинство архитекторов вряд ли будет иметь случай применить там эти сведения.

Когда большие массы воздуха попадают на наветренную сторону большой горы, они подвергаются охлаждению. Как будет упомянуто в главе об осадках, из этой массы воздуха может выпасть дождь с понижением температуры. Способность воздуха удерживать водяной пар уменьшается. Следовательно, после того, как массы воздуха перевалят через гребень высоких гор, они становятся сухими. Опускаясь, они нагреваются снова и образуют адиабатические явления, известные под различными названиями, как, например, «*chinook*» (на восточных склонах Скалистых гор) или фен (в Альпах)¹. Действие «*chinook*'а» изумительно. Жители районов, подверженных его действию, испытывают подъем температуры на 11,1—22,2° за четверть часа. Брук приводит цифры, показывающие, что температура в одном случае поднялась на 39—44,4° за несколько часов. Участок для строительства рекомендуется выбирать на подветренной стороне таких гор.

Некоторые районы обладают более сильной тенденцией «привлекать» облака, чем другие. Часто это бывают наветренные склоны больших гор. Однако Хейр вспоминает, что облака часто появляются на подветренной стороне гор с открытыми гребнями. Это объясняется локальными воздушными водоворотами, вызванными топографическими особенностями местности. К счастью, большинство домовладельцев избегают таких районов и архитекторам обычно не приходится сталкиваться с такими проблемами.

Если облака остаются в такой местности на ночь, то здесь следует ожидать более высокой температуры, чем в соседних безоблачных районах. Причина: облачное одеяло препятствует радиации земли в пространство, отбрасывая тепловые лучи обратно к земле. Имеется довольно много сложных формул для определения точной величины этой радиации, в зависимости от присутствия облаков различного типа, но архитектору нет нужды так подробно рассматривать это.

Большие поверхности воды — крупные озера, моря и океаны оказывают влияние на макроклимат; это влияние не следует недооценивать при выборе участка. Море нагревается и охлаждается гораздо медленнее земли, что объясняется малой теплопроводностью и высокой теплоемкостью воды, а также тем, что вода находится в постоянном движении. Это смягчающее влияние воды как в течение дня, так и года при некоторых обстоятельствах может быть очень полезным. Поселение Сан-Джонс (Ньюфаундленд) расположено севернее Монреаля на два градуса широты, но из-за влияния моря зимой там на 5,5° теплее, а летом на 5,5° прохладнее, чем в Монреале. Однако, рассматривая прибрежные метеорологические станции на Великих Озерах, Хейр отметил, что в противоположность общепринятому мнению ранним летом температура точки росы там ниже, чем в прилегающих внутренних районах.

Воздух микроклимата

При выборе и планировке участка в соответствии с температурой важную роль играют небольшие местные климатические отклонения. Так, тщательно обдуманная планировка участка в противоположность планировке случайной может дать разницу темпе-

¹ У нас также можно отметить действие южных фен, дующих, например, на город Фрунзе с Кыргызского Ала-Тау. В южном Таджикистане действует летом близкий к фену южный ветер «афганец», несущий с собой жару. В районе Ташкента фены иногда поднимают температуру в декабре до +22°. (Ред.).

ратур, эквивалентную той разнице, которую можно ожидать при расстоянии между сравниваемыми участками в 500—600 км по широте.

Слой воздуха около земной поверхности, или так называемый воздух микроклимата, ведет себя совсем иначе, нежели воздух, находящийся над ним и занимающий обширные пространства. Последний воздух называется макроклиматическим. Движение тепла в нем является результатом вертикального перемешивания, невозможного в воздухе микроклимата из-за различных препятствий и барьеров на земной поверхности.

Кроме того, возле земли воздух имеет слоистую структуру. Поэтому перемещение тепла здесь имеет место в результате молекулярной теплопроводности.

Рассмотрим сперва температуры грунта и затем температуры приземного слоя воздуха. Температуры грунта можно разделить на две категории:

1) температура, возникшая в результате радиации, получаемой грунтом;

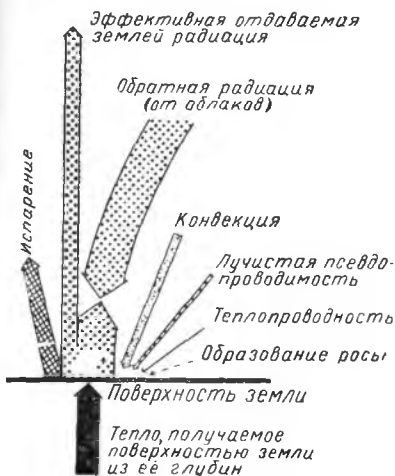
2) температура, возникшая в результате радиации, отдаваемой грунтом, в зависимости от того, происходит ли процесс в целом днем или ночью.

Как уже указывалось в разделе, посвященном солнцу (см. рис. 15), только часть солнечной радиации достигает поверхности земли. Тем не менее ее достаточно, чтобы поднять температуру земли. Эта температура зависит от таких обстоятельств, как сезон года, величина уклона, время дня и природа местности. Все это будет разобрано в разделах книги, посвященных практическому использованию этих знаний. Днем при радиации солнца наивысшие температуры всегда будут встречаться на границе между поверхностью и воздухом. Другими словами, температура растет по мере того, как мы приближаемся к земле сверху. Как мы уже указывали, адиабатический температурный градиент макроклиматического воздуха равен примерно 6° на 1000 м. Но около земли он гораздо больше и по праву может быть назван «сверхадиабатическим». Это подтверждается наблюдениями Джонсона, произведенными в Англии в 1925 г. Гейджер нашел, что температурный градиент около поверхности от 10 до 30 раз больше адиабатического. Это указывает на то, что воздух около поверхности находится в очень неустойчивом состоянии и склонен к нарушению своей слоистой структуры; одним из следствий такого нарушения является образование пыльных смерчей. Архитектурное значение этого явления состоит в том, что, хотя такие смерчи достигают высоты 23—45 м, они гораздо чаще наблюдаются в нижних слоях воздуха, непосредственно над поверхностью земли. Поэтому беспокойство, причиняемое ими, распространяется лишь на нижние один-два этажа здания в жаркие дневные часы. К счастью, правильно выбирая материалы для покрытия грунта вокруг сооружения, мы можем успешно бороться с чрезмерным перегревом поверхности, вызывающим образование пыльных вихрей.

Отдача радиации земной поверхностью происходит ночью и с особенной интенсивностью зимой при безоблачном небе. Ночью грунт вовсе не получает солнечной радиации, и тогда земля становится теплым телом, хотя, разумеется, далеко не в такой степени, как солнце. Излучение тепла грунтом в пространство показано на рис. 153, выполненном в несколько меньшем масштабе, чем на рис. 15, иллюстрирующем радиацию, получаемую землей.

Как можно видеть, эффективная радиация земли (т. е. радиация, испускаемая землей в пространство; в нее не включена радиа-

Рис. 153. Теплообмен ночью. График составил Гейджер



ция, испускаемая землей, но отражающаяся обратно к земле облаками, туманом и углекислым газом) сравнительно невелика. И тем не менее она является фактором, который архитекторы должны учитывать. Так, мы узнаем от Гейджера, что в направлении к зениту радиация земли наиболее сильна, так как толщина атмосферы в этом направлении является наименьшей. Чем больше прибор, измеряющий эту радиацию, наклонен к горизонту, тем эффективнее становится фиксируемая им контррадиация. Радиация же земли в направлении к горизонту равна нулю. К. Брокс сообщает, что ночная минимальная температура поднимается вместе с увеличением крутизны склона. Табл. 23 показывает результаты его наблюдений на узких бороздах земли, имеющих разные углы боковых склонов.

Таблица 2

Угол склона	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Среднее из 138 ночей 1937 г.	6,2	6,3	6,3	6,4	6,6	6,7
В частном случае 24 мая 1937 г.	6,6	6,6	7,3	7,3	7,5	8,1

Эти данные подсказывают нам, что там, где нужно уменьшить теплотери, должно проектировать здания с возможно меньшей площадью горизонтальных поверхностей в них, чтобы уменьшить теплотери этих зданий радиацией¹. Целесообразность традиционных форм становится для нас еще более очевидной. Прямоугольные здания имеют меньшие теплотери радиацией, чем здания неправильной формы, распластавшиеся на большой площади наподобие ранчо. Не следует, однако, считать, что щипцовые крыши всегда лучше плоских или что всем зданиям следует придавать форму высоких узких сооружений с крышами возможно меньших размеров. Имеется еще много других факторов, которые должно принимать во внимание. Так, например, большое влияние на форму зданий может оказывать ветер (см. главу о ветре).

Что касается ночных температурных процессов у поверхности земли, следует заметить, что благодаря теплотериям, вызванным испарением, и действию отдаваемой грунтом радиации ночью температура поверхности понижается. Цитируем Гейджера: «Граница между землей и воздухом (т. е. земная поверхность) является местом как наивысшей температуры днем, так и наименьшей температуры ночью, и отсюда ночная температура увеличивается как вверх, в примыкающий слой воздуха, так и вниз, в примыкающую почву.

...Ночное увеличение температуры с удалением от земли называется инверсией. Оно не ограничено слоями воздуха, непосредственно примыкающими к земле, и может распространяться вверх на несколько сотен метров».

Влияние этой температурной инверсии на климат города будет рассмотрено дальше. Что же касается проектирования жилищ, то там, где нам нужны, например, прохладные летние спальни в жарких безветренных местностях (в жарких местностях с ветрами спальни следует располагать возможно выше, чтобы «поймать» ветер), их следует размещать как можно ближе к земле и другим примыкающим к земле поверхностям с низкой степенью теплового излучения, как, например, трава.

Доктор Рамдас, сотрудник метеорологической станции в Пуне (Индия), обнаружил, что ночью наиболее холодные пункты часто находятся не у поверхности земли, а на высоте 0,9 м и выше. С ар-

¹ И наоборот, в условиях климата Ашхабада плоская и бесчердачная крыша жилого здания позволяют увеличить ночную радиацию к зениту в летнее время для снижения перегрева жилищ в это время года. (Ред.).

хитектурной точки зрения это было бы идеальным, так как эта высота близка к общепринятому уровню подоконников первого этажа.

Работа доктора Рамдаса представляет большой интерес. Он сообщил автору, что работает над физическим исследованием различных случаев микроклимата. И хотя проблема влияния климата на архитектуру непосредственно его не занимает, данная работа представляет для нас большую ценность. Некоторые из его высказываний приводятся в других разделах этой книги.

Легко заметить, что ночное снижение скорости ветра не является случайным явлением. По ночам формируется определенное напластование воздуха: холодные тяжелые слои воздуха размещаются под более теплыми легкими слоями. По словам Хеллманна, «воздух как бы прилипает к земле и сопротивляется всем силам, стремящимся его переместить». Изменение температуры с высотой указывает, кстати, на важность размещения термометров на одном уровне при сравнительных наблюдениях. Ветер же любой силы нарушает весь порядок воздушных напластований. Теперь понятно, каким образом даже легкий ночной бриз вызывает некоторый подъем температуры.

Другой особенностью микроклимата является тот факт, что чем больше мы приближаемся к земле, тем больше он подвержен изменениям противоположного характера. Гейджер иллюстрирует это фотографией ограждения каменных крылец. В нашу задачу не входит рассмотрение действия погоды на строительные материалы, но мы можем указать в этой связи на разрушающее действие на такие ограждения частых чередований заморозков и оттепелей около поверхности. Позднее мы рассмотрим разрушающее действие повторяющихся циклов увлажнения и просушивания в связи с выпадающими осадками в виде снега или дождя. Отсюда следует, что там, где речь идет об основаниях и нижних частях монументальных сооружений, следует пользоваться прочными, хорошо сопротивляющимися износу материалами, как, например, гранит.

Соображения, связанные с чередованием заморозков и оттепелей, часто играют важную роль при проектировании зданий. Поскольку речь идет о микроклимате, каждую горизонтальную поверхность можно рассматривать как миниатюрную поверхность земли. Крыши особенно относятся к числу таких поверхностей, и устройству их мы должны уделять особое внимание.

Выше уже было упомянуто о том, что для сокращения теплопотерь горизонтальную поверхность крыш следует делать возможно меньшей. В северных районах из-за суровых зим это — весьма существенное обстоятельство. Но мы должны также внимательно рассмотреть и проблему ориентации крыш, чтобы по возможности избежать осложнений, связанных с их неудачной ориентацией. Национальное бюро стандартов США издало ряд статей-отчетов, озаглавленных «Строительные материалы и конструкции». В этих отчетах наиболее интересными сведениями о крышах являются то, что, независимо от используемого кровельного материала, коррозия оказалась наиболее сильной на стороне (или сторонах), открытой к солнцу (т. е. на южной стороне) хотя бы в течение нескольких часов. В дни, когда температура воздуха близка к точке замерзания, южные стороны крыши нагреваются достаточно для таяния лежащего на них снега или льда. Но это только временно: вода вскорее (ближе к вечеру) замерзает согласно обычному течению дневного температурного цикла. Такого рода колебания температуры и способствуют интенсивному разрушению материала кровли. Как избежать этого? Простейшее решение состоит в сооружении крыши без обращения ее сторон на юг и с углом наклона, который

обеспечивал бы отсутствие на ней солнца в течение зимнего дня. Крыша должна быть достаточно крутой для освобождения от воды, но и достаточно пологой для удержания теплоизоляционного снежного слоя. Односкатная крыша, обращенная на север и имеющая наклон между 20 и 25 градусами, была бы искомым решением.

В разделе о солнечной радиации мы рассмотрели отражательные свойства различных поверхностей. Теперь рассмотрим более подробно тепловые характеристики различных поверхностей и связанные с этим видоизменения микроклимата.

Как теплопроводность, так и теплоемкость воздуха много меньше теплопроводности и теплоемкости твердых частиц, образующих почву; чем больше воздуха содержится в земле, тем ниже будет ее теплопроводность и теплоемкость. Когда воздух частично заменен водой, оба эти фактора, т. е. теплопроводность и теплоемкость, увеличиваются. Поэтому самые большие дневные колебания температуры следует ожидать в грунте с максимальным количеством воздуха. Профессор Д. Брант в статье «Некоторые микроклиматические факторы» дает исчерпывающий анализ этим явлениям. Он приводит математические формулы, учитывающие температуру воздуха над землей, давление влажного воздуха, теплопроводность и теплоемкость грунта. Брант обнаружил, что падение температуры в данное время обратно пропорционально квадратному корню произведения коэффициента теплопроводности (k) на теплоемкость (s) грунта. Он приводит цифры, характеризующие величину $1/ks$ для суглинков с различным содержанием воды и снега:

Песчаный суглинок (сухой)	57	} в летних условиях в зимних условиях
Песчаный суглинок (10% воды)	40	
Песчаный суглинок (20% воды)	12	
Снег	250	

Таким образом, над сухим песчаным суглинком температура падает (поднимается) быстрее, чем над песчаным суглинком, насыщенным водой. Но еще сильнее она колеблется над снегом. Брант пишет: «Хотя промежуток времени от заката солнца до его восхода зимой много длиннее, чем летом, действие добавления воды к грунту так велико, что падение температуры в эту часть суток летом примерно втрое больше, чем зимой».

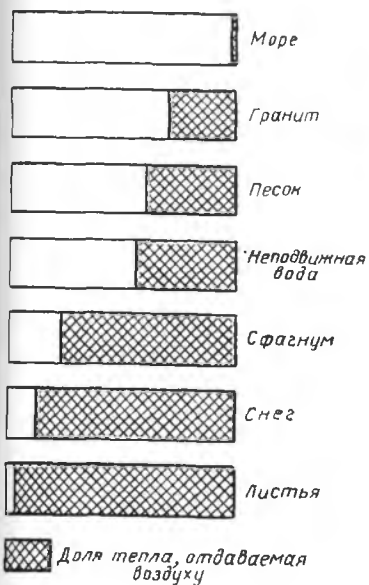
Брантом составлен список различных грунтов в порядке уменьшения суточных колебаний температур на их поверхностях:

- Снег (ночью), т. е. очень большое падение температуры на поверхности ночью
- Песок
- Легкий суглинок
- Тяжелый суглинок
- Глина
- Снег (днем), т. е. небольшие изменения температуры на поверхности днем из-за сильного отражения
- Глубокая вода

Гейджер составил аналогичную таблицу (табл. 24) на основании данных, полученных Н. К. Джонсоном и И. Л. Дэвисом на Солсберийской равнине (Англия) в 1925 г. Она показывает величину диапазона колебаний температур в январе и июне над различными поверхностями.

Гейджер снабдил нас также графической иллюстрацией, показывающей, как различные грунты усваивают падающую тепловую радиацию (рис. 154). В верхней части диаграммы поверхности имеют небольшой суточный диапазон колебания температуры, а в нижней части диаграммы поверхности имеют широкий диапазон колебаний температур. Следует быть осторожным, используя эти сведения в архитектурных и строительных целях. Мы видели, что

Рис. 154. Использование различными грунтами падающей на них тепловой радиации. График составил Гейджер



Поверхности	Температура в градусах	
	июнь 1925 г.	январь 1925 г.
Гудронированный щебень	32,6	6,8
Песок	25,9	5,4
Земля	25	5,4
Гравий	21,1	5,7
Трава	16	3,3
Глинистая почва	11,5	5
Для сравнения температура воздуха на уровне 1,2 м (ширма Стевенсона)	14,2	6,6

ночью температура песчаной почвы была обычно ниже, чем глинистой, потому что в последней подпочва менее теплопроводна. Однако в статье Манлея «Микроклиматология», опубликованной в «Журнале Королевского института британских архитекторов» сказано: «Не следует делать вывода, что нефилтующая влагу почва лучше для устройства на ней жилья; такая почва обладает тенденцией сохранять в течение дня низкую температуру из-за испарения воды с ее поверхности. Хорошо фильтрующая почва может быть и лучше, но во время засухи она часто трескается и портит фундаменты. Отсюда видно, что лучший грунт для участка — нежирная глина».

Когда почва вспахана или взрыхлена, в ней, естественно, содержится больше воздуха. Так как теплоемкость воздуха очень низка, там, где температура колеблется около точки замерзания, вероятность замерзания взрыхленной почвы больше, чем почвы нетронутой, при одинаковом химическом составе почвы в обоих случаях.

Когда почва смачивается водой, ее поверхность заметно охлаждается. Гейджер в своей книге ссылается на некоторые опыты Рамдаса и Дравида в Индии. Они обнаружили, что при искусственной поливке грунта температура на его поверхности упала за 15 минут от 24 до 13° и что охлаждающее действие воды было еще заметно на шестой день после поливки¹.

Приведем высказывания Бранта по этому поводу: «На тяжелых грунтах, таких как глина, вода собирается в лужи и только медленно просачивается в землю; поверхностные слои таких грунтов содержат большое количество влаги в течение некоторого времени после дождя. Эти условия благоприятны для снижения суточных колебаний температуры. Длительное испарение воды с поверхности грунта будет сблизать нижние величины температур воздуха днем и ночью и будет давать более низкие ночные температуры воздуха, чем над легкой сухой почвой в подобных атмосферных условиях. Даже при хорошо политой легкой и пылевой почве дневная и ночная температуры воздуха над нею будут ниже, чем над соседней сухой почвой, пока политая почва не высохнет, и тогда можно обнаружить, что температура воздуха над увлажненной почвой будет ниже днем и выше ночью по сравнению с аналогичными температурами над неполитой почвой. Этого и следовало ожидать от смоченного грунта, обладающего более высокой степенью теплопроводности и теплоемкости. Это подсказывает нам метод борьбы с ночными заморозками; правда, этот метод слишком трудоемок при применении его в большом масштабе».

¹ В этой связи отметим, что жители населенных мест в Средней Азии летом после захода солнца часто поливают водой полосы асфальта у своих домов, понижая таким образом перед сном температуру воздуха у домов. (Ред.).

Цвет поверхности почвы также влияет на температуру земной поверхности, освещаемой солнцем. Мы можем сослаться на эксперименты Рамдаса и Пуни (Индия).

В мае, согласно Бруксу, были зарегистрированы следующие температуры поверхностей:

Черный грунт	64,4°
Коричневый грунт	58°
Грунт, покрытый белым порошком,	48°

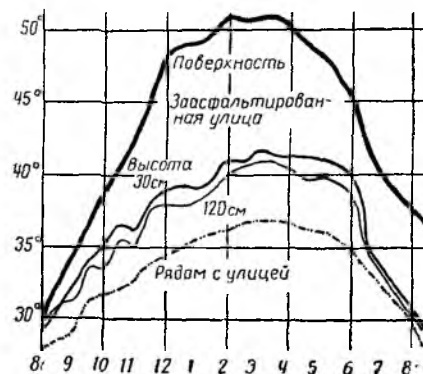
Летнее дневное колебание температур у поверхности и над поверхностью, покрытой дерном, примерно таково: в течение раннего утра — до восхода солнца — температура поверхности дерна на несколько градусов ниже, чем воздуха над ней. При восходе солнца поверхность дерна начинает нагреваться и вскоре становится много теплее воздуха; фактическая температура поверхности дерна колеблется в зависимости от погоды вплоть до захода солнца, когда и поверхность дерна и воздух над ней будут иметь приблизительно одинаковую температуру. И, наконец, после захода солнца поверхность дерна снова становится холоднее, чем воздух.

Эти данные доказывают справедливость приведенного ранее замечания о том, что поверхность земли подвержена крайностям в температурах и что погода воздействует на строительные материалы на уровне земли гораздо сильнее, чем на некоторой высоте над уровнем земли.

Может быть для читателя будет неожиданностью узнать, что «...обнаженная почва холоднее днем и теплее ночью, чем та же почва, но покрытая травой, причем эффективность действия травяного покрова увеличивается с увеличением высоты травы». Корнфорд (1938 г.) отмечает как типичные приведенные ниже минимальные температуры воздуха на высоте 0,9 м над поверхностью земли при различных типах покрытий почвы (равнина графства Кент, утро 30 мая 1937 г., предположительно перед восходом солнца). Обнаженная почва — 9,7°, в лесу — 9,4°, среди побегов малины — 9°, луг — 7,6°, луг с высокой травой — 6,1°. трава и клевер — 6,4°. Из этих данных становится ясно, что воздух над травой холоднее воздуха над обнаженной почвой или воздуха в лесу и что температура воздуха над высокой травой обычно ниже, чем над низкой. Эти выводы находятся в соответствии с нашим повседневным опытом; так, мы чаще замечаем туман над высокой травой, чем над низкой. Отсюда следует практический вывод, что поздней весной во фруктовых садах следует систематически скашивать траву: в это время могут случиться опасные для урожая сильные ночные заморозки. Гейджер подтверждает замечание Бранта: «Общеизвестно, что воздух над лугами или высокими злаками по ночам холоднее, чем над обнаженной почвой. Была зафиксирована разница до 9°. Мы можем непосредственно наблюдать это явление в выпадении инея».

Сравним теперь поверхности дорожных покрытий с поверхностями, поросшими травой. В результате личного опыта для всех является очевидным, что в летний день на асфальтированных или мощеных улицах гораздо жарче, чем в городском парке. Однако величина и вся важность этой разницы ясна далеко не всем. Так, летом для поверхности асфальтированного дорожного покрытия температура около 49° не является необычной. Вот цитата из Гейджера: «...в нашем климате на южных сторонах сооружений, облучаемых солнцем, температура может подняться до 80°». Ниже приводится диаграмма замеров, составленная Г. С. Итоном, из его книги «Климат около земной поверхности» (рис. 155).

Рис. 155. Температуры над асфальтированной улицей. Диаграмма составлена Г. С. Итоном



Асфальт накапливает огромное количество тепла. Его температура увеличивается соответственно движению солнца вплоть до вечера, когда он все еще продолжает излучать накопленное тепло. Рядом с домом такая поверхность в жаркий летний вечер становится невыносимой. Слишком много архитекторов совершает ошибку, проектируя покрытия участка вокруг здания без учета возможных последствий¹.

В. Кнохенхауэр произвел несколько экспериментов в летний вечер на аэродроме в Ганновере (Германия). В следующей диаграмме он показывает влияние на температуру взлетно-посадочных площадок травяного покрова и зданий (рис. 156). Рядом для сравнения приведен график относительной влажности воздуха для тех же

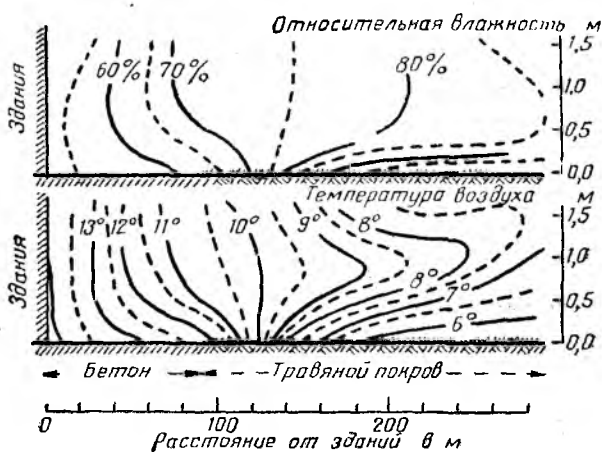


Рис. 156. Влияние бетонного покрытия и травяного покрова на воздух около поверхности земли на взлетном поле аэродрома в Ганновере (Германия)

условий. Гейджер следующим образом комментирует эти наблюдения: «При взгляде на оба эти наброска сразу же бросается в глаза, что линии равных температур и относительных влажностей скорее вертикальны, чем горизонтальны. Дело, по-видимому, в том, что около здания тепло и сухо, а вдали от него над дерном прохладно и сыро. Ближе к поверхности изолинии становятся более горизонтальными. Таким образом, около поверхности увеличивается контраст с условиями, существующими на большей высоте. Над дерном располагаются холодные влажные слои воздуха, над бетонным покрытием — теплые и сухие слои. Влияние последних сильнее. Мы должны удалиться на 130 м от здания прежде, чем оба типа условий сбалансируются и дадут результирующие вертикальные линии равных температур и относительных влажностей. Зона максимальной температуры находится примерно на высоте 1 м от поверхности дерна. Эта же зона является сравнительно наиболее сухой. Все это выглядит так, как если бы теплый сухой воздух, образующийся над бетоном, медленно двигался на этой высоте, оттесняя холодный воздух над поверхностью дерна».

¹ Нам приходилось быть свидетелем усиленной вечерней поливки водой асфальтированных тротуаров жителями Ташкента даже в октябре. (Ред.).

Ландсберг в своей статье «Исследования микроклимата по отношению к строительным конструкциям» приводит перечень характерных температур:

Температура воздуха в град., взятая в стандартных метеорологических условиях	25
Бетонная дорожка на солнце	35
Крыша из теплого шифера на солнце	43,3
Низкая трава на солнце	31,1
Дубовые листья	28,1
Почва в тени большого дуба	26,1

Затем он пишет: «Эти данные показывают, что в дни с интенсивной радиацией незатененные поверхности повышают температуру поверхностных слоев воздуха. В противоположность этому температура затененных поверхностей только немногим выше температуры воздуха и практически ничего не добавляет к последней. Приведенные в таблице примеры довольно скромны по своим результатам. Были отмечены случаи, когда температура дорожного покрытия достигала 54,4°, а температура крыши 76,6°. Летом, когда жилища нуждаются в прохладе, особенно неприятны высокие температуры крыш. Тень деревьев значительно смягчает температурные условия»¹.

По Линке, измерения температур травы, поверхностей покрытых бетоном и асфальтом, в районе Ривсайда (Иллинойс) дали следующие результаты:

Асфальт	51°
Бетон	43°
Трава	39°

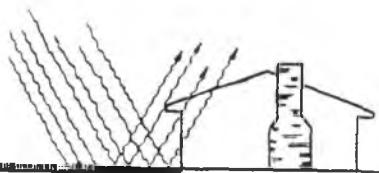
Автор подтвердил некоторые из этих наблюдений простыми экспериментами. Около фасада Мак Джиллского университета поверхности покрыты асфальтом, бетоном и травой. С помощью двух ртутных термометров, прикрепленных к палкам и защищенных от прямых солнечных лучей, были сопоставлены температуры поверхностей. Результаты следующие:

Трава на солнце	32°
Асфальт на солнце	41°
Бетон на солнце	44°

В последнем случае бетон оказался теплее асфальта, что ставит под сомнение правильность измерений Линке. Правда, малейшие изменения в составе бетона и асфальта могут оказать влияние на температуру их поверхностей, но как асфальт, так и бетон значительно теплее травы.

Джемс М. Фитч, редактор архитектурного отдела журнала «House beautiful», снабдил нас примером, показывающим разницу лучистых температур газона и дорожных покрытий (рис. 157 и 158). Приводим его слова: «Эти диаграммы основаны на действительных измерениях условий. Они показывают разницу в температурах излучения между газоном — в среднем 26,6° на его поверхности — и битумным или асфальтовым покрытием, температура поверхности которого равна 49°. Таким образом, на протяжении 4,5—6 м мы имеем разницу примерно в 22°. Это как бы отопительная система, излучающая тепло прямо в дом. Хуже всего, что на это всем известное обстоятельство в нашей стране как-то не обращают внимания. Дерн является эффективным охлаждающим

¹ Натурные исследования инж. О. К. Катляр в Ташкенте показали, что температура воздуха на чердаке в период с 15 июля по 9 августа в среднем была на 9—10° выше наружной температуры в течение крутых суток, за исключением периода с 7 до 11 часов, когда эта разница снижалась до 2—3°, оставаясь все же выше наружной температуры. (Ред.)



Лукайка Черное покрытие (газон)

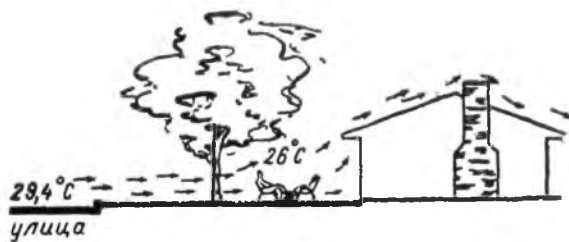
Рис. 157. Лучистое излучение асфальтового (битумного) покрытия



Лукайка Бетонное покрытие (газон)

Рис. 158. Лучистая температура газона и бетонного покрытия

Рис. 159. Охлаждающее действие газонов и деревьев



средством. Вот пример, снова базирующийся на наблюдениях: температура воздуха над проезжей частью улицы равна $29,4^{\circ}$. Этот же воздух, пройдя в тени деревьев над газоном, охлаждается до температуры 26° (рис. 159). Это условие действует постоянно и повсюду и, тем не менее, его часто игнорируют. Другими словами, мы часто устраиваем газоны больше ради того, что «будет думать сосед», чем из-за удобств, которые могут дать нам газоны.

Трава газонов не должна высыхать в жаркую погоду и, следовательно, не должна терять своих охлаждающих свойств. С этой точки зрения наиболее подходящей травой будет белый клевер. Он дешев, очень быстро растет и не вянет в жаркую погоду. Бойс и Стевенсон рекомендуют в своей работе «Устройство газонов»: «Газоны следует засеивать смешанной травой. Семена Кентуккской голубой травы должны составлять основу большинства семенных смесей, засеваемых в Восточной Канаде и других частях Доминиона с достаточным количеством влаги. Вполне удовлетворительная при таких обстоятельствах семенная смесь должна состоять из четырех частей Кентуккской голубой травы и одной части местных трав... Следует сказать, что Кентуккская голубая трава является наиболее желательной для обычных травяных газонов».

Точно так, как океан оказывает смягчающее влияние на макроклимат, так и существование малых водоемов, таких как пруды или озера, оказывает смягчающее действие на микроклимат. Как мы уже видели раньше в главе о солнце, поверхность воды имеет низкую величину альбедо или отражаемость и, располагая здания, мы должны учитывать, является ли это желательным или нет. Следует также учитывать и некоторые другие свойства воды.

Хотя суточный температурный цикл над небольшими водоемами не похож на аналогичный цикл над океаном, тем не менее в некоторых случаях очень выгодно иметь воду вблизи зданий. Она представляет в наше распоряжение поверхность испарения, когда мы особенно нуждаемся в ней. Бартельс получил расчетом некоторые цифры на открытой водной поверхности для промежутка времени от мая до августа за три года (табл. 25).

Таблица 25

Испарения в мм	С песчаной поверхности	С поверхности дерна	С поверхности воды
В дни после дождя	2,4	2,8	2,2
В ясные дни	0,5	2,1	3,6
В засушливые дни	0,3	1,1	3,8

Испарение в свою очередь охлаждает воздух, и мы видим из приведенной таблицы, что в ясные и засушливые летние дни, когда охлаждение особенно необходимо, наиболее просто и эффективно будет получать его от водных поверхностей. Следовательно, мы должны размещать наши дома вблизи небольших озер или прудов,

чтобы использовать их охлаждающие способности; можно также предусматривать искусственные пруды вблизи зданий.

Уоррен Торнсуэйт из Нью-Джерси предпринял исчерпывающие исследования испарений различными телами. Он обнаружил, что растительность является наиболее эффективным способом избавления от почвенной влаги. Влага, испаряясь с поверхности листьев, охлаждает воздух. Говорят, что некоторые большие деревья способны испарять с поверхности своих листьев 570—760 л воды в день.

Принципом охлаждения испарением можно пользоваться и непосредственно в архитектуре. Примером может служить дом в Рокфорде (Иллинойс), на крыше которого предусмотрен тонкий слой воды (рис. 160). Конструкция крыши состоит из уложенных поперек дома сборных железобетонных панелей, покрытых асфальтом и сверху шлаком. По краям по периметру крыши устроены металлические борта для удерживания воды. Вода должна оборачиваться — застаивающаяся вода будет источником распространения москитов и других насекомых.

Подобная крыша была спроектирована Антонином Раймондом для общежития студентов в Пондишери (Индия) (см. рис. 93, 94 и 161). Здесь тонкие гнутые сборные железобетонные плитки размером 1,2×1,8 м помещены над основной крышей, и последняя таким образом защищена от прямых солнечных лучей, следовательно, и от перегрева. Хотя никаких специальных мер для того, чтобы держать нижнюю поверхность крыши влажной, не предусмотрено, она часто бывает влажной в течение сильных дождей, в период муссонов: вода в конце концов попадает на нее. Каналы же, образованные самой формой такой двойной крыши, служат также для лучшей вентиляции и испарения влаги, что тоже способствует охлаждению кровли.

Вариант такой же крыши был спроектирован Антонином Раймондом и Радо для телеграфной станции в Нью-Агате (рис. 162). Здесь идея охлаждения испарением также осуществлена подобно предыдущему примеру; в дни, когда нет дождя, двойная крыша помогает изолировать здание от жарких солнечных лучей. Таким образом, Раймонд и Радо разрешили проблему, которую Рамдас охарактеризовал в письме к автору как являющуюся более важной, чем принято думать, ибо «радиация крыши и стен, открытых сильному тропическому солнцу, является причиной больших неудобств, чем теплый воздух, попадающий внутрь здания».

Согласно Джону Эверетсу, этот метод охлаждения был известен еще за 2500 лет до н. э., когда египетские фараоны заставляли рабов продувать воздух через ряды больших пористых глиняных кувшинов, наполненных водой. Вода, просачиваясь сквозь пористые стенки кувшинов, образовывала на них большую смоченную поверхность, сильно охлаждающуюся при испарении с нее воды; этот же способ охлаждения еще и сейчас применяется в северо-западных районах США и других районах с засушливым климатом.

Что касается слоев воздуха над снегом, то здесь, пожалуй, мало найдется проблем, требующих специальных комментариев. Эти слои воздуха ведут себя примерно так же, как и над поверхностью земли. Приводим их главнейшие характеристики:

В противоположность температурам внутри Стевенсоновой ширмы температурная картина воздуха над снегом является картиной изменений противоположного характера, особенно на поверхности снега.

Колебания температуры днем больше, чем ночью; по мере удаления от поверхности снега величина колебания температуры мед-

Рис. 160. Крыша, покрытая тонким слоем воды. Грин Редди Билт Хоумз, Рокфорд (Иллинойс)



Рис. 161. Деталь крыши общежития студентов в Пондишери (Индия). Автор Антонин Раймонд

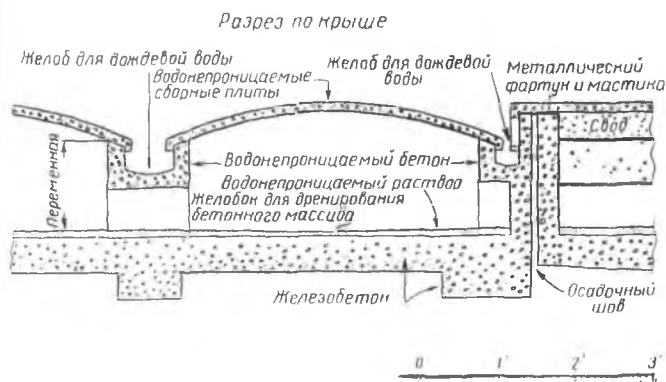
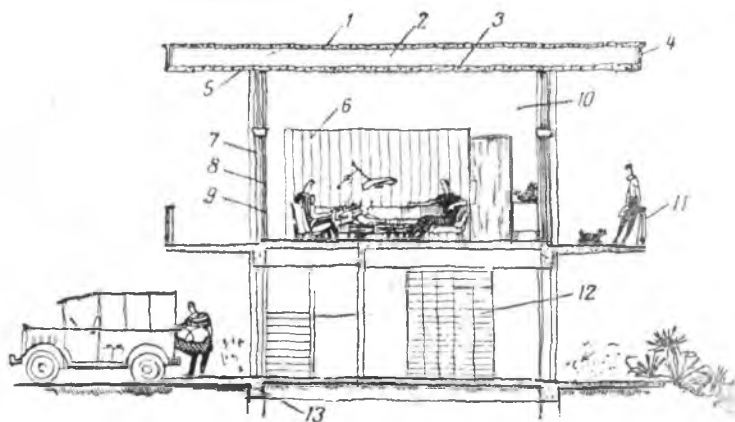


Рис. 162. Телеграфная станция в Нью-Агате. (Архитекторы Антонин Раймонд и Радо)

1 — верхняя водонепроницаемая плита, защищенная от солнца и действующая как теплоизолятор; 2 — вентилируемое воздушное пространство; 3 — нижняя водонепроницаемая плита, работающая как продольная балка; 4 — вентиляционная железобетонная решетка; 5 — навес, защищающий от солнца и дождя; 6 — подвижная ширма; 7 — противоураганные жалюзи; 8 — противомоскитные решетки; 9 — бамбуковая ширма; 10 — комната отдыха на 2-м этаже: сильнее бриз, меньше сырости, лучшая обзорность; 11 — сборное железобетонное ограждение; 12 — прачечная, гараж и другие служебные помещения; 13 — монолитная конструкция с основанием обеспечивает необходимую устойчивость во время ураганов и землетрясений



ленно уменьшается, но при приближении к поверхности снега величина колебания увеличивается очень быстро.

Днем в воздухе над снегом, так же как и над почвой, преобладает получаемая радиация, ночью — отдаваемая. Но «архитектурное» значение снега заключается не столько в этом, сколько в его теплоизоляционных и отражательных свойствах (см. главы о солнце и осадках).

Влияние поверхности земли на микроклимат значительно видоизменяется растительностью. Защита от солнца, которую дает нам растительность любого вида, такова, что она скорее переносит сам процесс поглощения солнечной радиации в некоторое пространство на определенной высоте, чем ограничивает этот процесс какой-либо поверхностью. Она также «удерживает» воздух в определенном ограниченном пространстве. Как говорит Гейджер, «такое распределение дневного тепла защищает от внезапной жары, а подобное же распределение ночной прохлады защищает от опасных ночных заморозков. Растения смягчают температурные колебания климата около земной поверхности. В этом заключается главное архитектурное значение растительности вокруг зданий».

Мы уже рассматривали поверхности, покрытые травой, асфальтом и бетоном, и отражательные способности различных материалов. Для дальнейшей информации следует обратиться к статьям Рамдаса и других авторов, которые перечислены в библиографическом приложении.

Леса и другие большие массивы деревьев также участвуют в создании микроклимата. К. П. Харш и К. А. Коннафтон писали в статье для журнала «Лесное хозяйство», имея в виду лесной массив в штате Теннесси площадью 7 000 акров: «Как зимой, так и летом, средняя дневная температура в лесу на 2—2,5° ниже, чем в безлесных местностях, и обычно не бывает такой высокой, как в последних». Они также отмечают, что «уменьшение повреждений, вызванных морозами, особенно заметно в лесу, где температура никогда не бывает критически низкой». В этих явлениях повинен процесс теплового обмена на уровне кроны деревьев. Днем, когда верхушки лесных деревьев подвергаются атаке солнечных лучей, имеющийся холодный воздух, будучи тяжелее теплого воздуха, опускается вниз, к земле. Вечером листья кроны излучают тепло, наподобие обнаженной земли ночью. Это снова заставляет холодный воздух опускаться к земле, если только лес не густ до такой степени, чтобы воспрепятствовать этому процессу. В результате на поверхности земли в лесу наблюдается удивительное однообразие температур в течение суток.

Не только сама масса леса, но и порода лесных деревьев оказывает влияние на климат. Классифицировать лес с этой точки зрения трудно ввиду обилия пород деревьев. Ограничимся сведениями о нескольких экспериментах, произведенных Мюттрихом за пятнадцатилетний период на пяти станциях в еловом лесу, на четырех станциях в сосновом лесу и шести в буковом. Рис. 163 показывает диаграмму полученных им результатов. Приводим сопровождающий ее текст: «Все три кривые показывают годовое колебание температур максимальных летом, когда радиация наиболее сильна, и минимальных ранней зимой. Наиболее интересна температурная кривая в лиственном лесу. Весной, при увеличившейся инсоляции, разница между полем и голым буковым лесом незначительна. Количество радиации, теряемое междуствольным пространством из-за теней от голых стволов и веток, компенсируется теплом от удерживаемого неподвижного нагретого воздуха. Но как только распустятся листья, происходит внезапная перемена. Густая ли-

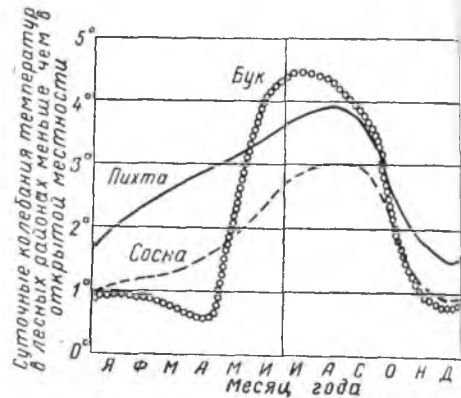


Рис. 163. Влияние породы леса на снижение суточных колебаний температуры в междуствольном пространстве по сравнению с открытой местностью.

По вертикали показано снижение суточных колебаний температуры

ства полностью прерывает радиацию. Дневное колебание температур букового леса уменьшается в среднем почти на 5° — величина недостижимая для какого-либо другого вида леса. Вечнозеленый лес гораздо однообразнее в этом отношении. Его междуствольное пространство никогда не бывает ни так мало защищено, как в лиственном лесу с нераспустившейся листвою, ни так сильно защищено, как в буковом полностью распустившемся лесу. Температурные кривые для соснового и елового лесов практически параллельны. Температурная кривая леса, состоящего из канадской (голубой) ели с ее густыми темными кронами, во все времена года отчасти выше кривой соснового леса».

Таким образом, располагая зданием в лесу, мы получим ряд существенных выгод. Летом из-за своей прохлады более желательным является лиственный лес. Зимой из-за тепла предпочтительнее хвойный лес. Последний также дает лучшие результаты при круглогодичной эксплуатации. Следует предупредить читателя: условия, о которых мы говорили, справедливы только внутри леса. Небольшие расчищенные от леса участки имеют свои особенности. Гейджер пишет: «Гамберг в своем классическом исследовании о влиянии лесов на климат Швеции указывает, что климат расчищенных участков подвержен большим колебаниям, чем климат открытых районов. Шуберт, производя в 1900—1903 гг. наблюдения в Неймарке, установил, что дневные колебания температур в междуствольном пространстве в августе и сентябре равны были $9,4^{\circ}$; в близлежащей открытой местности $9,9^{\circ}$ и на расчищенном лесном участке $10,8^{\circ}$ ».

Эти сведения особенно полезны в том случае, когда мы должны избегать больших температурных колебаний.

Воздух с низкой температурой тяжелее воздуха с высокой температурой. Поэтому он опускается. Тяжелый холодный воздух как бы «прилипает» к земле на плоских равнинах и «соскальзывает» со склонов. Этот факт сильно влияет на выбор участка.

Откуда появляется на равнинах холодный воздух? Читатель, может быть, помнит, что мы уже рассматривали процессы, происходящие ночью на земной поверхности: радиацию и охлаждение земли. Холодный, более тяжелый воздух будет стремиться занять самое низкое место, которое может быть им найдено, образуя то, что обычно называют «морозной ямой», «островом холода» или «холодной котловиной». Архитекторы должны усвоить из этого, что а) ночью на участках с вогнутым рельефом обычно холоднее по сравнению с соседними участками; б) препятствия для стока холодного воздуха могут воздействовать на распределение температур. Для последнего случая мы можем привести множество примеров. Наиболее удачный приведен, пожалуй, Гейджером: «Там, где железнодорожная насыпь пересекает равнину под прямым углом к ее склону, примыкающий к насыпи сверху как бы «подпруженный» воздух бывает холоднее и более подвержен заморозкам, чем на противоположной стороне, где воздух, охлажденный радиацией, свободно спускается вниз, освобождая место для более теплого воздуха. По разным сторонам такой насыпи садовники сажают цветы различных сортов; во втором случае они могут быть менее морозостойчивыми» (рис. 164).

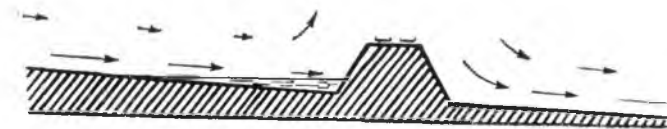


Рис. 164. Ночной поток холодного воздуха по обе стороны железнодорожной насыпи, пересекающей наклонную равнину

Брукс иллюстрирует влияние топографических условий такой ссылкой: «Изумительна роль узких долин в создании морозных котловин, усиливаемая в большой степени железнодорожными насыпями». Это описано Хоуком (1944 г.). На примере такой насыпи в Хертфордшире Хоук приводит цифровые данные, показывающие, что ночной климат низко расположенной Хертфордширской долины почти идентичен с климатом Бременской долины, расположенной в Абердиншире на высоте 330 м. Еще более замечательный и поучительный пример приведен Хоуком (1946 г.) в специальной статье о «морозных впадинах». Разные склоны, указывает он, в различной степени подвержены морозам. Холодный воздух, стекая вниз по склонам холмов, следует по линии наименьшего сопротивления и легко отклоняется даже небольшими препятствиями. Последние могут быть расположены так, что будут концентрировать весь поток холодного воздуха в четко образованных этими препятствиями каналах, где в безоблачные ночи земля и здания будут подвергаться действию сильного, холодного ветра. Подобные ситуации можно легко обнаружить изучением рельефа, и такие потоки холодного воздуха следует отводить в сторону посадкой деревьев или стенами домов, расположенными под косым углом к направлению движения воздуха.

Причина расположения этих препятствий под косым углом к направлению движения воздуха объяснена Брантом следующим образом: «Существует, вероятно, больше способов отклонения кататического ветра¹, чем те, которые используются нами.

Плотная изгородь, диагонально пересекающая склон, будет отклонять кататический ветер и направлять его, защищая участок, расположенный ниже изгороди. Стена или изгородь, пересекающая склон горизонтально, не обеспечит такой участок равноценной защитой, так как холодный воздух будет скапливаться перед стеной и в конце концов «переливаться» через нее. Стена или изгородь на нижней границе фруктового сада также может быть причиной такого скопления «запруженного» воздуха.

Брукс, однако, продолжает в следующей главе своей книги: «Любое препятствие, помещенное поперек потока холодного воздуха на склоне холма, вызывает его местное скопление над препятствием и создает небольшую «морозную впадину». Поэтому высокая изгородь, стена или ряд деревьев на склоне ниже фруктового сада увеличивают опасность заморозков, если не предусмотрена брешь, достаточная для удаления через нее холодного воздуха за пределы сада; подобные же препятствия, расположенные на склоне выше сада, удерживают холодный воздух и уменьшают опасность заморозков. Это особенно заметно, когда склон холма прерывается террасой или легкой впадиной. Изгородь, расположенная наискось вниз по склону холма, может направить поток холодного воздуха в сторону. Эти ограждения должны по возможности достигать уровня земли, потому что холодный тяжелый воздух, опускаясь, может легко проникнуть сквозь пояс деревьев с высотой голых стволов более 2,5—3 м. Там, где по тем или иным причинам стены или изгородь непрактичны (или посаженные живые изгороди еще не выросли), а угроза заморозков существует, на «стратегических», ключевых позициях следует устанавливать временные легкие щиты. Этот метод защиты не уменьшает теплопотерь. Он просто отводит холодный воздух в места, в которых он не причинит вреда.

¹ Кататическими называют ветры, вызываемые потоком холодного воздуха, движущегося вниз по склону. Они будут подробно рассмотрены дальше, в главе о ветре.

«Действие брешей очень эффективно. Было замечено, что как в местах, где железнодорожная насыпь, следующая горизонталям склона, прерывается выемкой для дороги, так и на полосе склона ниже насыпи, уровень, до которого деревья подвержены действию заморозков, заметно ниже, чем на полосе склона выше насыпи.

При планировке садов, парков и складских помещений, т. е. там, где необходимо уменьшить вероятность заморозков, можно многого достичь продуманной планировкой и различными защитными устройствами, являющимися результатом изучения местных воздушных течений. С другой стороны, летом можно использовать потоки холодного воздуха, располагая на их пути продовольственные склады (предпочтительно ниже уровня земли). Эти склады следует открывать на ночь и закрывать днем».

Рамдас в своей статье «Микроклиматические исследования в Индии» пишет по этому поводу: «Местоположение, склон, уровень и т. д. приобретают особое значение в местностях с неровной поверхностью. Обзор повреждений, причиненных морозами в середине января 1935 г. в Назике, в районе Бомбея, показывает, что наибольший ущерб приходится на дно долин; с подъемом по склону нанесенный ущерб уменьшается. Это явление вызвано свойством холодного воздуха, подобно воде, стекать на дно долин».

Автором были произведены наблюдения над потоком воздуха в Дуглас Холле. Это один из жилых домов Мак Джиллского университета, расположенный на южном склоне Королевской горы в Монреале. Из замеров, произведенных 13, 14 и 15 марта 1951 г. в промежутке между 11 и 12 часами ночи, видно, что северная сторона дома — сторона, обращенная к склону, на несколько градусов холоднее других сторон здания, что вызвано скоплением перед северной стороной дома холодного воздуха. Приводим средние цифры:

приняв, что температура южной стороны здания была	—17,6°
западная сторона здания имела	—18,1°
восточная сторона имела	—18,3°
на северной стороне на расстоянии 4,5 м от здания	—18,3°
то же, на расстоянии 9 м от здания	—18,6°
то же, на расстоянии 15 м от здания	—18,6°

Температуры на северной стороне, на расстоянии 4,5 м от дома, оказались более высокими, чем температуры на большом расстоянии, вероятно, из-за теплопотерь самого здания. Различия, хотя и небольшие, тем не менее важны. Перед восходом солнца, вероятно, можно было бы получить большие температурные различия, но для автора оказалось не под силу подниматься в столь ранний час.

Такое явление можно наблюдать не только в зимнюю ночь, но и в любую другую ночь года. Ему подвержены и маленькие участки, подобные только что рассмотренному, и районы большой протяженности. Но для обширных районов, чтобы получить множество цифр для одного и того же промежутка времени, пришлось бы устанавливать измерительные инструменты на каждой станции; это потребовало бы слишком большого количества оборудования, множество техников и вызвало бы неоправданно большие расходы. Поэтому приходится размещать оборудование на автомашинах и в возможно более короткий срок объезжать исследуемый район. Одним из ранних примеров такой измерительной техники являются измерения Шмидта в Вене и Пепплера в Карлсруэ в 1929 г. Затем Х. Г. Кох использовал для той же цели автомобиль в лесу около Лейпцига в июле 1933 г.

Особый интерес представляют аналогичные температурные измерения, произведенные Миддлтоном и Грэхэмом Милларом в Торонто (Канада) в 1935 г. Они исследовали распределение температуры в районе города и на берегу озера Онтарио с помощью автомашины, на которой был установлен специальный термометр, хорошо защищенный от радиации и расположенный на высоте 70 см от земли и на 60 см впереди автомашины. Было сделано несколько маршрутов вдоль одной из главных магистралей при различных климатических условиях. Они описаны в «Журнале королевского астрономического общества Канады». Эти маршруты шли в ССЗ направлении от береговой линии озера к северной границе города и продолжались на протяжении нескольких миль по магистрали без заметного изменения направления.

Результаты одного из их маршрутов в холодную зимнюю ночь приведены на рис. 165. С левой стороны диаграммы местоположение озера Онтарио; направо указан профиль магистрали (линия с растушкой) в одномильных интервалах, начиная от береговой линии. На график профиля наложены два графика температур, полученных при двух одинаковых маршрутах. Было сделано два маршрута, чтобы исключить возможное изменение в микроклиматической температурной ситуации. Наиболее примечательной чертой этого графика является «почти невероятное различие в температурах — более 15° — между дном долины и гребнем» на десятом километре. Авторы статьи также объяснили это явление «стеканием» в долину холодного воздуха.

Другая серия наблюдений была проведена этими исследователями в летние день и ночь. Они обнаружили такие падения температур между дневными и ночными отсчетами, которые заставили их заявить на страницах того же журнала: «Трудно уклониться от заключения, что одного личного вкуса недостаточно для выбора места летнего проживания». Эти цифры приведены в табл. 26.

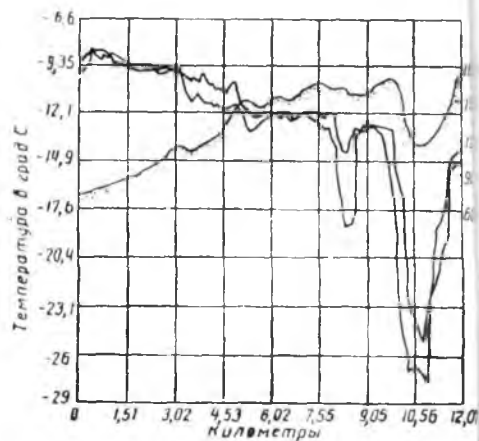


Рис. 165. Результаты измерений температуры, произведенных в Торонто Миддлтоном и Грэхэмом Милларом в зимнюю ночь в 1935 г.

Таблица 26

Км	Местонахождение	T_1 (13.00)	T_2 (23.30)	$T_1 - T_2$
		в град.		
0,0	Набережная озера	24,4	22,7	1,7
1,0	Высокие здания	25,9	23,7	2,2
3,2	Верхнерасположенная часть города	27,5	22,9	4,6
4,0	Небольшая долина	28,3	20,9	7,4
8,1	Главный водораздел	29,7	21,7	8,0
9,3	Небольшая долина	28,8	17,4	11,4
10,8	Южный край большой долины	28,6	19,9	8,7
11,4	Дно большой долины	27,8	16,5	11,3

Позднее были произведены такие же исследования и в других городах. Так, Гельмут Ландсберг подобным образом исследовал город Вашингтон в августе 1949 г. В Вашингтоне летом очень жарко, но Ландсберг обнаружил температурные колебания до $4,5^{\circ}$ в пределах нескольких миль. Архитектор, осведомленный об этом явлении, может лучше выбрать участок.

Жители многих городов часто иронизируют, когда передаваемая по радио метеосводка объявляет, что в районе метрополии преобладает температура $+24^{\circ}$, в то время как их собственные инструменты показывают, скажем, $+29,5^{\circ}$. Хотя оба термометра, вероятно, не находятся в одинаковых условиях (т. е. под защитой

Стивенсоновой ширмы), показания обоих могут быть верными. В качестве примера возьмем участок Монреаля. Радиостанция получает информацию в метеостанции Дорвальского аэропорта в 11 км на ЗЮЗ от центра Монреаля, расположенного на плоской открытой местности. Жители восточных окраин города могут находиться на расстоянии 24,32 или 40 км от аэропорта, в совершенно иных температурных условиях.

Лонгли пишет в книге «Климат Монреаля»: «Разница между температурами Мак Джилла и Дорваля в это время (в тихие зимние ночи) может достигать 5,5—8,5°». Автор намечал серию экспериментов для определения точного характера таких разниц по всему Монреалю. Они не были осуществлены полностью: такие наблюдения, которые снабдили бы архитекторов надежной информацией, должны вестись на протяжении, по крайней мере, года для того, чтобы получить данные для всех четырех сезонов; оказалось очень трудным раздобыть необходимое оборудование и специальную передвижную аппаратуру, описанную ниже. Осуществление всей программы работ требует людей, которые производили бы наблюдения одновременно в один и тот же час дня (или ночи) в разных местах города. Пришлось ограничиться теми местами Монреаля, которые автор счел характерными.

Первый пробный маршрут был осуществлен вечером 13 февраля 1951 г. Было использовано следующее оборудование: ртутный термометр описанного ранее типа со стеклянным корпусом, подвешенный на расстоянии 1,3 м впереди автомашины; посредством жестяного короба термометр был защищен от тепла, вызываемого радиацией уличных фонарей и других источников света и тепла. Таким образом, термометр показывал только температуру воздуха. Короб был установлен на помосте, прикрепленном стальными тросами к другим частям автомашины. Маршрут пролегал вдоль Bleury Street Park Avenue в обоих направлениях с остановками для измерений температуры в заранее намеченных местах. Остановка на каждой позиции равнялась 5 минутам, чтобы термометр успел примениться к окружающим условиям. При помощи всех этих приспособлений оказалось возможным замерить температуру на каждой позиции с точностью до $\frac{1}{3}^{\circ}$. Иногда выхлопные газы автомашины, подгоняемые ветром к термометру, были причиной ошибок. Поэтому в последующих экспериментах термометр уже не подвешивался перед автомашиной. Термометр (снова защищенный от радиации жестяным коробом) прикреплялся к длинному деревянному брусу, свешивающемуся на 75 см в сторону от корпуса машины на высоте около 1,5 м от земли. Отсчеты были произведены на авеню Виктория, начиная от Вестмаунтской станции Канадской Тихоокеанской железной дороги до Дороги королевы Марии. Результаты нескольких маршрутов приведены в табл. 27. Средние температуры в этих исследованиях колеблются от $-8,55^{\circ}$ до $-7,55^{\circ}$ на расстоянии только полумили между станциями 7 и 10. Надо, впрочем, полагать, что перед восходом солнца величина этих колебаний будет гораздо больше. Из полученных данных ясно, что дома на авеню «Солнечная сторона» требуют зимой больше топлива, чем дома на Дороге королевы Марии. Эти соображения могут повлиять на выбор участка.

Особенность результатов именно этих экспериментов заключалась в том, что в пониженных местах не были отмечены более низкие температуры. Наоборот, там они оказались выше. По мнению автора, это явление можно объяснить следующим образом: холодный воздух, по-видимому, стекает вниз по склону, как и повсюду, но при группировке у подножия холма зданий, отдающих значи-

№ п/п	Название станции	Высота над уровнем моря ¹	Км	Температура А февраль 14—25 на вершине		Температура Б февраль 28 на дне		Температура В март 13 на вершине		Средние	Разница
				начало	конец	начало	конец	начало	конец		
1	Юго-восточный угол улицы св. Екатерины	39,27	0,0	-13,5	-14	-11,1	-12,1	2,5	0	-7,9	0,0
2	Юго-восточный угол Шербрук-стрит	40,68	0,2	-13,3	-14,2	-11,0	-11,1	2,0	0,2	-7,9	0,1
3	200, севернее Шербрук-стрит	41,49	0,48	-12,5	-23,8	-10,8	-11,0	1,4	-0,8	-7,8	0,3
4	Юго-западный угол Виндзор-авеню	58,32	0,64	-13	-24,4	-11,0	-11,1	1,2	-0,9	-8,1	0,4
5	Юго-восточный угол улицы св. Антония	73,26	0,81	-14,1	-14,1	-11,1	-11,7	0,8	-0,9	-8,5	0,1
6	Северо-восточный угол Вестмаунт-авеню	82,8	0,97	-13,8	-19,4	-11,2	-11,7	1,1	-0,9	-8,4	0,2
7	Юго-восточный угол Бульваров	117,1	1,45	-13,5	-14	-11,6	-12,3	0,4	-0,9	-8,6	0,1
8	Северо-восточный угол улицы Солнечная сторона	117,2	1,61	-13	-13,4	-11,3	-12,3	0,2	-1,1	-8,5	0,4
9	Юго-западный угол дороги Мира	86,97	2,1	-13,1	-13,3	-11,2	-11,9	0,6	0,2	-8,1	0,5
10	Юго-западный угол улицы Дорога королевы Марии	78,9	2,25	-12,6	-12,6	-9,7	-11,1	0,2	0,2	-7,6	

¹За уровень моря здесь принята высота ~ 7,3 м над уровнем Атлантического океана.

Маршрут А осуществлялся пешком в ночь с 14 на 15 февраля 1951 г., начиная с угла улиц Виктория-авеню и св. Екатерины (начало в 22.01, возвращение в 0.55) при ясной, безветренной погоде и старом снежном покрове.

Маршрут Б осуществлялся на грузовике в ночь с 28 февраля на 1 марта 1951 г., начиная с угла улиц Виктория-авеню и Дорога королевы Марии (начало в 23.25, возвращение в 1.07) при ясном небе, скорости ветра 11,27 км/час и снежном покрове.

Маршрут В осуществлялся на грузовике вечером 13 марта 1951 г., начиная с угла улиц Виктория-авеню и св. Екатерины (начало в 21.05, возвращение в 22.51) в тихую, ясную погоду.

тельное количество тепла, холодный воздух быстро нагревается. Этот результат распространяется только на одну улицу. Ни в коем случае нельзя рассматривать его как постулат при определении температурных условий на других улицах. Следовательно, при нормальных условиях холодный воздух будет собираться в пониженных местах, но другие факторы, как, например, здания, также могут оказывать большое влияние на распределение масс холодного и теплого воздуха.

Для наших целей не нужны тридцатилетние наблюдения. Несколько замеров дадут все необходимые сведения о ночной микроклиматической ситуации, одинаковой, вероятно, на протяжении многих десятилетий. Гейджер пишет: «Движение ночного холодного воздуха происходит с большой регулярностью, несмотря на то, что другие факторы, как, например, ветер и дождь, могут оказаться доминирующими при формировании погоды».

Мы надеемся, что для большинства главных городов будут составлены широкие температурные обозрения, дающие в руки архитекторов, планировщиков, инженеров и санитарных врачей важный материал как для правильного выбора участка, так и для самого проектирования зданий. Бригада, составленная из представителей этих профессий, может успешно справиться со всеми трудностями подготовки таких обозрений.

Мы видим, что в большинстве зафиксированных примеров холодный воздух обычно собирается в низких местах. Однако не следует предполагать, что высокие места всегда теплее. Рассмотрим диаграмму на рис. 166. На ней показаны различные сечения долины. Приводим комментарии Гейджера: «На плато вдоль боковых склонов долины и на ее дне нижние слои воздуха по ночам охлаждаются одновременно с поверхностью земли. Если бы воздух вел себя, как вода, имела бы место циркуляция, показанная сверху слева, и распределение температур осуществлялось бы по горизонтальным слоям согласно плотности, как показано сверху справа. Этого, однако, не происходит. На склонах, как показано снизу слева, образуются многочисленные малые циркулирующие потоки, в

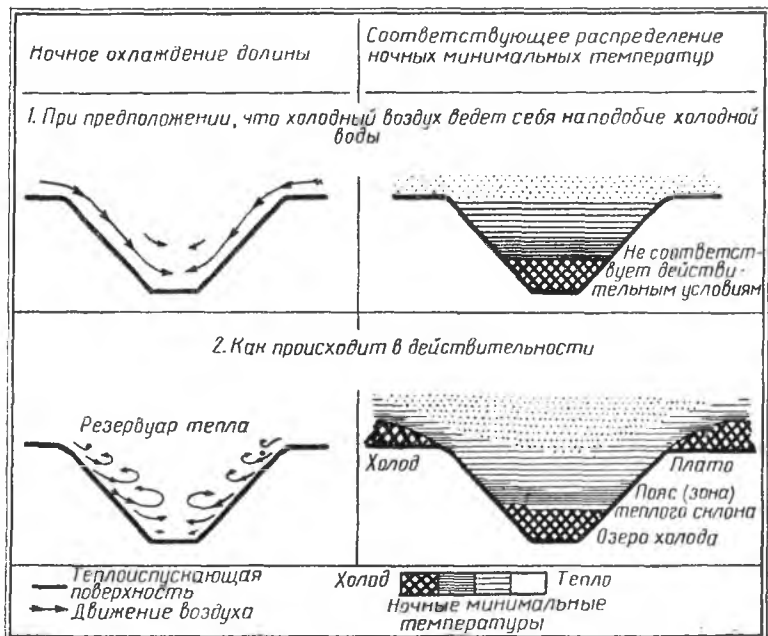


Рис. 166. Схематическое распределение теплых поясов (зон) на склонах долины

которых холодный воздух склонов перемешивается с теплым воздухом, большие запасы которого расположены между склонами долины. Холодный воздух скапливается на дне долины. Образующееся холодное воздушное озеро углубляется примыкающими к нему сверху малыми потоками, циркулирующими на склонах. Промежуточные, образовавшиеся на склонах условия достигают краев плато.

Конечное распределение температур показано снизу справа. На плато — холодно, на дне долины — очень холодно, но на верхних частях боковых склонов — тепло. Мы говорим поэтому о «теплых склонах» («теплых поясах»). Во время заморозков здесь самое безопасное место в рассматриваемом районе, что часто бывает видно по расположению растительности». Гейджер приводит много примеров, подтверждающих правильность этой диаграммы.

Что касается проектирования отдельных зданий, которые должны быть расположены напротив склона холма и, следовательно, подвержены действию ночного стекающего со склона холодного воздуха, то для лучшего сохранения тепла Брукс советует устраивать небольшие окна в верхней части стен. Через приподнятые кверху окна, пишет Брукс, будет поступать больше дневного света, и тепло может быть сохранено при минимальных потерях дневного света. Рой Лимойн в своем превосходном проекте санатория в Лаурентских горах (Квебек) очень хорошо использовал этот принцип.

Вернемся теперь к другим явлениям, аналогичным накоплениям холодного воздуха в низинах и их влиянием на планировку городов. В книге Гейджера «Климат около поверхности» мы встречаем следующие строки: «Многие из нас будут помнить случаи, когда подобное микроклиматическое явление оказалось причиной смерти многих людей. Общие условия погоды в первых числах декабря 1930 г. благоприятствовали застаиванию воздуха и образованию тумана в узкой долине реки Маас, около Льежа. В результате содержание в воздухе отработанных, содержащих фтор газов с ближайших цинковых и суперфосфатных заводов чрезвычайно увеличилось. Сотни людей заболели воспалением дыхательных органов. Смертельный исход был зарегистрирован более чем в 60 случаях. В 1911 г. в этом же районе аналогичное явление тоже причинило немало вреда. Из этого видно, что бедствия эти были вызваны необычной интенсификацией нормальных микроклиматических явлений».

Или сошлемся на случай, приведенный Фитчем в журнале «Американское строительство». В ноябре 1939 г. гор. Сан-Луи был впервые за всю свою историю окутан страшной пеленой дыма. Солнце не показывалось на протяжении 9 дней, фактически дневной свет отсутствовал. В полдень видимость уменьшилась до нескольких футов. Везде были зажжены фонари — в школах, магазинах, домах, фабриках, как будто наступила ночь. Но это было хуже ночи. Искусственный свет не проникал через атмосферу, загрязненную до такой степени, что само солнце оказалось полностью заслоненным. Работа на заводах замедлилась, школы закрылись, транспорт остановился: город был парализован атмосферой своего собственного изготовления. Что же произошло? Просто ветер и погода удерживали низко над городом все количество насыщенного сажей дыма, которое было выработано городом за один рабочий день.

Мы не можем пропустить и тех трудностей, которые пришлось испытать жителям города Донора (Пенсильвания) в октябре 1948 г. В этом фабричном городе в 40 км от Питтсбурга, по сло-

вам «The Magazine of Building» (ноябрьский номер): «smog»¹, т. е. одеяло из дыма, тумана и ядовитых газов, плотно накрыл город. Сотни астматиков и сердечников были спешно эвакуированы в другие районы; 19 человек умерло от удушья в местных больницах.

Не будет ничего удивительного, если такое бедствие выпадет на долю города вроде Монреаля. Фактически такие явления случаются довольно часто, правда, в значительно меньших масштабах, чем в приведенных выше примерах. С Королевской горы почти каждое утро можно видеть пелену дыма, висящую над городом. Дым появляется от бесчисленных дымоходов жилых домов и производственных предприятий не только одного Монреаля, но также и от окрестных городков и их пригородов. Дым собирается на низком уровне из-за температурной инверсии, вызванной ночной радиацией.

В главе о ветре будет рассмотрено, какими средствами планировщик и архитектор могут воспрепятствовать накоплению дыма в нежелательных местах.

В первой половине настоящей главы подробно описывались различные средства, при помощи которых можно повлиять на температуру или изменить ее.

Рассмотрим теперь конечный результат всех исследований температуры в городе и его пригородах, имея в виду тот специальный интерес, который они могут вызвать у архитекторов на всех стадиях проектирования.

Ниже мы приводим ряд высказываний на эту тему некоторых из ведущих специалистов в этой области.

Профессор Ф. Линке пишет в книге «Климат большого города»: «Вильгельм Шмидт подсчитал, что в Берлине от сжигания топлива в жилых домах и особенно в промышленности выделяется тепла до 170 000 ккал/м² в год. Величину радиации солнца можно принять за 500 000 ккал. При сравнении показаний различных расположенных метеорологических станций в городе и за его пределами видно, что воздух в большом городе на 1—1½% теплее, чем в сельской местности, особенно зимой. Хотя это заключение считается правильным (оно было подтверждено много раз), некоторые наблюдатели подвергают сомнению зафиксированные при этом цифры, потому что они были получены термометром, защищенным Стевенсоновой ширмой; последняя исключает влияние прямых лучей солнца, дождя и т. д. и дает температуру на высоте 2 м. Температурные же колебания происходят около поверхности грунта. Поэтому некоторые авторы рекомендуют принимать разницу температур между городом и сельской местностью в половину верхнего предела, т. е. равной ¾%».

«Зимой, в хорошую погоду в городе всегда на 1—2° теплее, чем за городом; но летом имеет место большее различие в зависимости от времени суток. Ночью в городе значительно теплее. Утром дело обстоит как раз наоборот. Сельская местность нагревается быстрее, потому что в городе здания до некоторой степени стабилизируют температуру на протяжении всего дня. Но в полдень в городе опять теплее, чем в его окрестностях, здания оказывают на ветер тормозящее действие.

Ночью происходит обратный процесс. За городом радиация земли больше, чем в городе, — загрязненная атмосфера над ним поглощает больше тепла».

¹ Этот специфический английский термин образован из двух слов: smoke — дым и fog — туман. (Ред.).

Директор Американского географического общества Джордж Кимбл пишет в статье «Изменение климата»: «Следует подчеркнуть, что искусственное тепло современных городов оказывает довольно значительное влияние на местный климат. Инженеры-теплотехники определили, что в городах Северной Америки размера Монреаля количество тепла, отдаваемого нижним слоям атмосферы заводами, административными и жилыми зданиями, в иные дни может поднять температуру воздуха на 3—4°». Ричмонд Лонгли в статье «Климат Монреаля» пишет: «Среднее различие ночных температур Мак Джилла и Дорваля весной и осенью равно примерно 1,7°. В тихие ночи разница гораздо больше».

М. Пэрри пишет в «Климате городов»: «Температурные условия города отличаются, и часто значительно, от условий примыкающих к нему сельских местностей. Дымный покров города, являясь препятствием для радиации, уменьшает количество энергии, требующееся для повышения температуры на поверхности. Но по ночам он же с равной степенью эффективности препятствует резким падениям температур: радиация земли перехватывается покровом дыма и посылается назад к поверхности. При прочих равных факторах на городских метеорологических станциях обычно гораздо теплее, чем на сельских. Между центром города и примыкающими к нему сельскими местностями отмечались такие высокие различия температур, как 8,3 или 11°. Обычно разница значительно больше ночью, когда факторы, сохраняющие тепло, действуют все вместе. Более благоприятные для этого условия бывают в тихие летние ночи после долгого безоблачного дня, когда нагревание стен, крыш и дорог бывает максимальным. Днем поступающая радиация в сельских местностях более действенна, чем в городе, и это может возместить другие факторы в достаточной степени, чтобы городская станция получила лишь небольшой избыток температуры, а иногда даже несколько низшую температуру».

Гейджер пишет: «Покров дыма поглощает значительное количество радиации солнца и неба. Летом и в полуденные часы, когда преобладает поступающая радиация, он перехватывает часть тепла. Следовательно, он приобретает более высокую температуру, чем окружающий его воздух на той же высоте. В результате городской воздух у почвы, который теряет часть инсоляции, перехваченную покровом дыма, оказывается холоднее воздуха, окружающего землю. Среднедневной температурный максимум в городе, как показывают измерения, на 0,5° ниже, чем вне его».

«Однако, — отмечает Гейджер, — в немецком климате, где большую часть суток преобладает радиация земли, дымный покров эффективно противодействует ей. Поэтому в больших городах по ночам, особенно зимой, теплее, чем в сельских местностях. Это явление еще более усиливается отоплением домов, наиболее интенсивным как раз во время наибольшей радиации земли. В результате самая низкая температура в городе на 1—2° выше, чем вне города. С ростом города растет также и его ежедневная минимальная температура (т. е. ее абсолютное значение).

Из этих предпосылок следует, что дневной диапазон колебаний температуры города меньше по сравнению с аналогичным диапазоном окружающей город сельской местности.

В том же направлении в больших городах действуют массивы каменной и кирпичной кладки, медленно нагреваясь и так же медленно остывая: по утрам улицы города нагреваются с запозданием, а по вечерам долго удерживают тепло, особенно в середине лета».

Упомянем также об открытиях Ландсберга в штате Колумбия. Выступая на совещании в американском Институте архитекторов, обсуждавшем вопрос о городе и районной планировке, в мае 1950 г., он сказал: «На вирджинской стороне реки Потомак имеются участки, на которых температура летних вечеров и ночей на 2,8—5,6° ниже замеренной в то же время температуры Вашингтона, расположенного ниже. Принимая во внимание тень от деревьев, следует ожидать, что максимальная дневная температура этих участков будет на 1,1—2,2° ниже городской температуры». На первый взгляд, это заявление противоречит другим замечаниям, приведенным выше, — здесь выходит, что летом в сельской местности прохладнее, чем в городе. Это противоречит тому, о чем мы говорили несколько раньше. Однако в заявлении Ландсберга следует обратить внимание на слова «принимая во внимание тень от деревьев». Они как бы указывают нам, что в лишенной деревьев сельской местности будет жарче, чем в городе. Противоречие исчезло.

Сравнение температур города и сельской местности приводится в табл. 28, показывающей величины температур обсерватории Мак Джилл и Монреальского аэропорта в Дорвале в 1947 г.

Таблица 28

Месяц	Средняя температура в град.		Разница		Среднедневной диапазон температур в град.	
	Мак Джилл	Дорваль	В Мак Джилле теплее на (град.)	В Дорвале теплее на (град.)	Дорваль	Мак Джилл
Январь	—7,8	— 8,6	0,8		8,0	7,3
Февраль	—9,2	—10,1	0,9		11,3	10,2
Март	—1,1	— 1,7	0,6		11,3	11,6
Апрель	3,7	3,5	0,2		10,4	9,0
Май	11	10,9	0,1		9,4	9,0
Июнь	17,7	17,5	0,2		10,4	8,1
Июль	21,7	22,1		0,4	9,7	9,0
Август	22,4	22,7		0,3	9,2	7,1
Сентябрь	15,5	16,0		0,5	9,3	7,3
Октябрь	13,6	12,9	0,7		9,3	6,8
Ноябрь	1,7	1,2	0,5		12,0	10,1
Декабрь	—7,6	— 8,6	1,0		11,9	11,3

Эти данные необычны для марта. В этот месяц в Дорвале среднедневной диапазон температур обычно выше.

Особенно следует отметить среднедневной диапазон температур на этих двух станциях. Он равен среднедневной максимальной температуре минус среднедневная минимальная температура за какой-либо месяц, и мы видим, что на протяжении года этот диапазон в городе меньше, чем в сельской местности, как и было объяснено ранее.

Так как эти диапазоны — средние, мы можем легко забыть о важности абсолютных температурных разниц. Было бы полезно сравнить две станции постольку, поскольку дело касается их максимальных температур за 24-часовой период. Однако в данном случае это невозможно, так как эти станции не зафиксировали температуру для одного и того же 24-часового периода. Поэтому мы обращаемся за комментариями к директору обсерватории Мак Джилл Хейру. По его словам, летом при солнечной погоде в Дорвале регистрируется температура, которая обычно на 1,11—1,66° больше, чем в Мак Джилле; ночью или при солнце, закрытом

облаками, в Мак Джилле на 1,1—1,7° теплее, чем в Дорвале. Зимой наблюдается незначительная разница в дневных температурах, но ночью в Мак Джилле на 1,7—2,8° теплее (согласно Лонгли может быть теплее на 5,6—8,3°).

Архитектор, знакомый с процессом подобных температурных изменений в городах, сможет с соответствующей предусмотрительностью спроектировать и расположить на участке свое здание.

При планировке городов мы можем воспользоваться следующими средствами защиты населения от чрезмерно высоких температур:

1) предусматривать возможно больше зеленых насаждений, прудов, озер;

2) располагать здания таким образом, чтобы их тени падали друг на друга;

3) предусматривать узкие улицы, которые препятствовали бы проникновению в них солнечных лучей (в них должна быть некоторая вентиляция; при ветрах нет необходимости соблюдать это правило, за исключением крайне жарких районов пустынь);

4) предусматривать ограничение в выпуске горячих газов и дыма фабриками и заводами.

Для сохранения тепла мы можем принять следующие меры:

1) использовать, где можно, массивные, хорошо удерживающие тепло материалы;

2) использовать тепло от искусственных источников тепла;

3) размещать здания вплотную одно к другому;

4) предотвращать тепловую радиацию от самого здания, придавая ему соответствующую форму.

Брадхэм в 1921 г. произвел много опытов, из которых видно, что черные и темные предметы нагреваются сильнее, чем белые или светлоокрашенные. В жарком сухом климате теплопроводная черная поверхность (например, сукно) может иметь температуру на 16,7—22,2° выше подобной же белой поверхности.

Разница выражается в процентах следующим образом:

Черная поверхность принимается за 100%	
Темно-синяя, коричневая, зеленая	85—90%
Серая, цвета цемента, золы, полированного металла	75—85%
Хаки, красная, светло-коричневая, бледно-голубая, алюминиевая краска	70—75%
Бледные цвета (соломенный, кремовый)	50—55%
Белый цвет	40—50%

К требуемому температурному результату можно в какой-то мере приблизиться соответствующей окраской домов. Правда, в этом случае нужно обратить внимание на состав применяемой для покраски смеси — ее составные части имеют свои собственные характеристики теплопроводности. Светлый цвет крыши особенно важен для уменьшения действия горячего летнего солнца. Подавляющее большинство крыш и стен домов на Бермудских островах белого цвета. На островах температура редко превышает 31°, тем не менее здания приспособлены к требованиям жаркого климата. Одежда людей большинства солнечных районов на земле также белого цвета (рис. 167). Кабины самолетов Бермудской авиалинии покрыты белой краской. Это уменьшает тепловое воздействие солнца на самолеты, находящиеся на низкой высоте или стоящие на взлетно-беговых площадках (рис. 168).



Рис. 168. Белая окраска стен кабин самолетов уменьшает тепловое воздействие солнца



Рис. 167. Белые дома с белыми крышами. Сап Джордж (Бермудские острова)

При проектировании зданий не следует игнорировать тепло, производимое человеческим телом. Профессор К. Брукс рекомендует проектировщикам как-то воспрепятствовать тепловым потерям человеческого тела, вместо того чтобы попытаться восполнить тепло извне. Этого можно добиться, используя внутри комнаты материал с соответствующими отражательными свойствами; таким образом, тепло, вырабатываемое организмом, будет отражаться на него обратно, что создаст ощущение теплоты. Тело как бы создаст свой собственный климат.

Этот метод нагревания мало известен, но при благоприятных условиях чрезвычайно надежен. Так, профессор архитектуры Мак Джиллского университета обычно спит в спальне с открытыми настежь окнами при температуре ниже 0° , укрывшись вместо одеяла лишь листом оловянной фольги. Можно также сослаться на архитектора Кеннета Велча, использовавшего алюминиевую фольгу для покрытия ею потолка (рис. 169). Она отражает как тепло человеческого тела, так и солнечное тепло, попадающее в комнату через широкие окна, запроектированные в соответствии с принципами, ранее рассмотренными нами (другие фотографии этого дома см. рис. 70—71, 115—117).

Какова величина тепла, вырабатываемого человеческим телом? Американское общество инженеров по отоплению и вентиляции дает на это следующий ответ в «Справочнике по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха» (изд. 1948 г.).

Степень теплоотдачи человеческого тела в окружающую среду в различных состояниях:

в состоянии сна	64	ккал/час
в спокойном лежачем положении	75	»
на отдыхе сидя	95	»
в положении стоя	107	»
при ходьбе 3,22 км/час	190	*
при ходьбе 6,44 км/час	350	*
при максимальном напряжении	750—1200	*

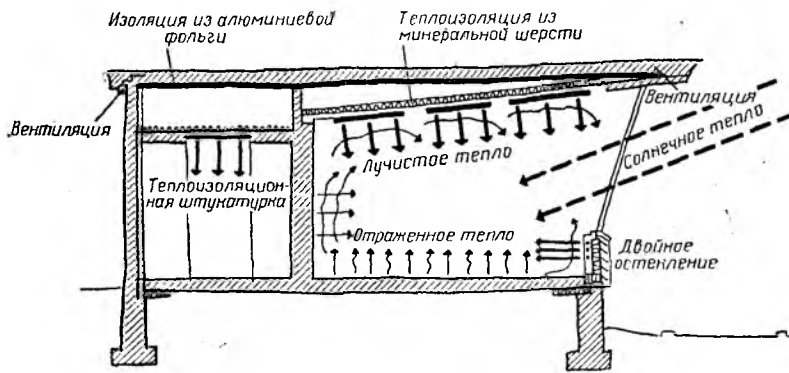


Рис. 169. Алюминиевая фольга на потолке дома Кеннета Велча отражает тепло человеческого тела и солнечное тепло, которое зимой падает в комнаты через окна

Использование этих сведений при проектировании отопительных систем является делом инженеров; однако мы надеемся, что некоторые из рассмотренных нами возможностей будут учтены архитекторами при создании ими своих собственных оригинальных проектных решений различных зданий.

Сочетание температуры с влажностью, ветром и радиацией

В своей работе «Климат Монреаля» Лонгли пишет: «В районе Монреаля при средней влажности воздуха 50% людей ощущают жару при температуре 27° или выше, а 100% людей — при температуре 30° или выше. Будем считать день с максимальной температурой 27° очень теплым, а день с температурой 30° — тягостным».

Но температура воздуха не является единственным фактором, влияющим на работоспособность и самочувствие людей. Архитекторы должны помнить, что имеются еще другие факторы, связанные друг с другом: влажность, ветер и тепловая радиация.

Мы лишь кратко коснемся вопроса о температуре и влажности из опасения, что он скорее касается компетенции инженеров-теплотехников, чем архитекторов, но, воспользовавшись удобным случаем, напомним последним о некоторых вопросах.

Во-первых, должен быть четко определен термин «эффективная температура». Брукс определяет его, как «температуру неподвижного насыщенного воздуха, которая вызывает у сидящего работающего человека, одетого в обыкновенное платье, ощущение жары или холода, эквивалентное ощущению одновременного воздействия на него действительных температуры, влажности и движения воздуха».

Более правильное определение предложено Американским обществом инженеров по отоплению и вентиляции: «Произвольный показатель, сводящий в одно целое эффект воздействия температуры, влажности и движения воздуха на ощущение тепла или холода человеческим организмом. Его численную величину можно учесть, взяв такую температуру неподвижного, насыщенного воздуха, которая вызовет идентичные ощущения».

В США и Канаде оптимальной эффективной температурой считается 19,5°, но она может колебаться от 18,3° зимой до 23° летом. В Англии эффективной температурой считается 15,5°.

Известный американский инженер-теплотехник Джон Эверетт в своем труде «Погода и строительная промышленность» пишет, что согласно физиологическим исследованиям оптимальные условия для самочувствия человека сосредоточены у эффективной темпера-

туры, близкой к 19,7°. Это соответствует температуре 24,4° с относительной влажностью 50%. Несколько более высоким температурам соответствуют несколько более низкие относительные влажности, и наоборот: несколько более низким температурам соответствуют несколько более высокие относительные влажности. Однако условия температуры 24,4° и 50% относительной влажности, по Бруксу, обеспечивают минимальный дискомфорт.

Эффективные температуры, например 15,5 и 19,5°, могут быть получены из эталонных условий, указанных в табл. 29, при скорости движения воздуха 0,1 м/сек.

Таблица 29

Эффективная температура в градусах	15,54					19,43				
	15,5	16,1	16,6	17,2	17,8	19,4	20,0	21,1	22,2	23,3
Температура воздуха в град.	15,5	16,1	16,6	17,2	17,8	19,4	20,0	21,1	22,2	23,3
Температура влажного термометра в град.	15,5	13,9	12,2	10,5	6,7	19,4	16,3	16,1	13,9	12,2
Относительная влажность в процентах	100	76	55	37	19	100	86	59	35	17

Следуя этому представлению, Американская ассоциация инженеров по отоплению и вентиляции составила диаграмму, показывающую зоны оптимального самочувствия — «зоны комфорта» — при сочетаниях разных температур сухого термометра и влажного термометра с относительными влажностями (рис. 170).

Приведенные цифры и диаграмма нужны для проектирования соответствующей отопительной системы, но они недостаточны для

F°	соотв.	C°
20	~	6,50
40	"	4,50
50	"	10,00
55	"	12,75
60	"	15,50
65	"	18,25
70	"	21,00
75	"	23,75
80	"	26,50
85	"	29,25
90	"	32,00
100	"	37,50

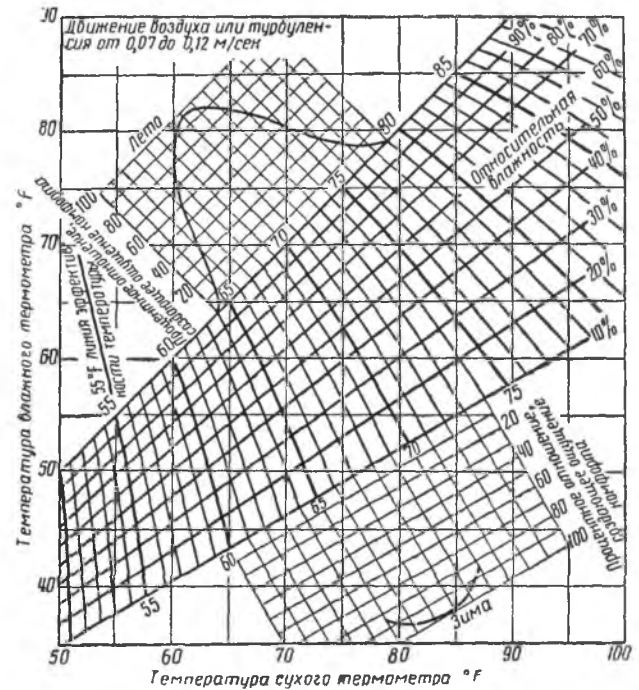


Рис. 170. Диаграмма зон комфорта для неподвижного воздуха

учета условий, существующих на участке. Но и в этом случае данный метод может быть применен лишь при очень осторожном подходе к самому толкованию используемых данных. Так, нельзя брать средние статистические величины относительных влажностей, не нарушая их физического значения, что видно из табл. 30.

Таблица 30

Температура в градусах	Относительная влажность в процентах	Абсолютная влажность в г/кг
15,5 -1,1	50 50	5,7 1,8
Среднее значение 7,2°	Среднее значение 50%	Среднее значение 3,8 г/кг не соответствует 7,2°, 50%. Фактически среднее значение абсолютной влажности равно 3,2 г/кг

Нужно отметить, что влажность в пределах небольшого района может быть различной.

Большинство людей знает, с какой силой ветер влияет на ощущение тепла или холода. Дама с веером в знойный летний день и индеец, строящий свой вигвам — убежище у холма, — оба реализуют то воздействие, которое может оказывать ветер на ощущение температуры: первая замечает, что взмахи веера перед лицом вызывают легкое движение воздуха, сразу же приносящее облегчение; второй убеждается на собственном опыте насколько выгоднее возводить вигвам на подветренной стороне холма.

Мало найдется людей, не согласных с вышеприведенным замечанием; большинству понятно, что ветер оказывает какое-то влияние на нашу концепцию температуры.

Температурные различия можно выявить инструментальными измерениями. Степень охлаждения измеряется сухими или влажными кататермометрами, изобретенными Леонардом Хиллом. Это спиртовые термометры со шкалой охлаждения от 38 до 35°. С их помощью было получено несколько формул для определения степени охлаждения.

Пауль Сипл и Чарльз Пассел, побывавшие в Антарктике в составе метеорологической службы США, получили формулу для определения «ветроохлаждения» атмосферы, наблюдая за временем замерзания воды в цилиндрическом сосуде, подверженном действию температуры воздуха и скорости ветра, в различных сочетаниях.

Вот их формула:

$$K_0 = [(v \cdot 100)^{\frac{1}{2}} + 10,45 - v](33 - T_a),$$

где K_0 — полное охлаждение в ккал на 1 м² в час;

v — скорость ветра в м/сек;

T_a — температура воздуха в °С.

Само понятие «ветроохлаждение» впервые было предложено Сиплом в 1939 г.; с тех пор оно было принято многими организациями как в США, так и в других странах. Любопытно отметить, что формулой охлаждения воспользовалась научная экспедиция Канадской армии для определения скорости теплопотерь человеческого организма в арктических районах Канады. Было установлено, что человек замерзает при скорости охлаждения, превышающей 1 200—1 600 ккал/м² час.

Приведенная выше формула указывает, что при данной температуре «ветроохлаждение» увеличивается быстрее при малых ско-

ростях ветра. Это означает, что для малых скоростей ветра формула не верна. И действительно, при температуре $-17,7^\circ$ и скорости ветра $22,4$ м/сек «ветроохлаждение» в 3 раза больше, чем при той же температуре и скорости ветра 0 м/сек; при температуре -51° и скорости ветра 0 м/сек ветровое охлаждение примерно такое же, как при температуре $+10^\circ$ и скорости ветра $22,4$ м/сек.

До сих пор мы рассматривали теплопотери человеческого организма, но все сказанное выше справедливо и по отношению к теплопотерям зданий.

Так, в одной брошюре, изданной «Minneapolis—Honeywell Regulator Company», отмечается, что при наружной температуре воздуха $-1,1^\circ$ и скорости ветра $13,4$ м/сек теплопотери наветренных стен здания равны теплопотерям тех же стен при температуре -20° и полном отсутствии ветра.

Следовательно, для уменьшения интенсивности охлаждения зданий следует возводить их на участках, защищенных от ветра. Другие способы защиты здания от ветра будут рассмотрены нами в главе о ветре.

Около поверхности здания имеется несколько слоев воздуха, которые можно рассматривать как изоляционную пленку, поскольку эти слои воздуха практически неподвижны и тепло передается здесь посредством проводимости, а не конвекции.

И чтобы помешать ветру разрушить (сдуть) эту изоляционную пленку, рекомендуется на поверхности фасадов размещать с определенным интервалом слегка выступающие ребра.

Если температура поднимается выше 33° , то «ветроохлаждение» превратится в «ветронагревание». Правда, для этого требуется, чтобы сама поверхность, подверженная действию ветра, имела температуру ниже 33° . Следует подчеркнуть, что увеличение скорости ветра очень мало уменьшает температуру самого воздуха, так как сущность ветроохлаждения заключается главным образом в способности ветра охлаждать поверхности, сдувая пленку воздуха.

Формула «ветроохлаждения» действительна только при одновременном действии ветра и температуры, но поскольку само «ветроохлаждение» не является их простой суммой, пользование средними величинами температуры и ветра может привести к ошибочным результатам. Так, величина «ветроохлаждения», полученная из средней температуры и средней скорости ветра для определенного месяца, может не совпасть со средней величиной «ветроохлаждения», полученной из одной или двух пар ежедневных замеров температуры и скорости ветра на протяжении этого месяца. Это легко объяснимо, ибо самые низкие температуры в любой местности всегда совпадают со слабыми ветрами или полным безветрием.

Вот характерный пример:

Температура	$-17,7^\circ$	-29°	-51°
Ветер	$17,9$ м/сек	$8,9$ м/сек	0
Ветроохлаждение (Силл)	$1\ 769$	$2\ 116$	842

Средняя величина трех приведенных здесь «ветроохлаждений» равна $1\ 576$, а результат, полученный из средних величин температуры и ветра, равен $2\ 116$, т. е. на 34% больше истинной величины.

Одно исключение, касающееся действия «ветроохлаждения», было рассмотрено нами при разборе излучаемой землей радиации. Когда ночью устанавливается легкий бриз, тепловое напластование слоев воздуха, обычное для ночных часов, нарушается и холодный воздух около поверхности перемешивается с более теплыми верхними слоями воздуха. Поэтому при некоторых обстоятельствах архитектор может быть заинтересован в «улавливании» ветра.

Более подробно об этом будет сказано дальше. Однако уместно упомянуть, что Рамдас проделал большую работу по корреляции температурных градиентов и скоростей ветра. Он произвел исследования для различных промежутков времени в течение дня, для различных высот и различных сезонов и опубликовал полученные результаты в своей книге «Микроклиматические исследования Индии» и других работах.

С «ветроохлаждением», по-видимому, хорошо знаком известный арктический строитель Джордж Якобсен, так как в его проектах большое внимание уделяется изоляции ограждений на наветренных сторонах зданий.

Мы превосходно чувствуем себя на солнце в морозный безветренный день, но стоит только набежать облаку, как в то же мгновение мы ощущаем резкий холод. Облако действует как ширма, прерывающая поступление радиационного тепла от солнца. Резкое изменение в самочувствии вызывается тем, что с появлением этой «ширмы» теплопотери нашего тела мгновенно возрастают. Но в это же время термометр не регистрирует никакой перемены в температуре воздуха.

Рассмотрим, как солнечная радиация влияет на ощущение комфорта и каким образом измеряется это влияние.

Профессор С. О. Маккей и Л. Т. Райт ввели в употребление термин «солнечно-воздушная температура». В своем труде «Отопление, трубопроводы и кондиционирование воздуха» они пишут: «Коротко говоря, солнечно-воздушная температура совмещает в один эффект температуру в тени, солнечную радиацию, получаемую какой-либо поверхностью, или радиацию, испускаемую этой поверхностью в направлении холодного неба, поглощательную способность поверхности и движение воздуха». Они же изобрели для измерения этой температуры специальный «солнечно-воздушный термометр» в виде куба. «Куб, выполненный из пробки, с длиной сторон 20 см опирается на подставку в центре его основания.

Одна горизонтальная и четыре вертикальные стороны куба облицованы алюминиевой фольгой. Четыре пластинки-ширмы из алюминиевой фольги прикреплены к каркасу, образуя четыре воздушных промежутка толщиной 6 мм каждый. Таким образом, на пути теплового потока между наружными и внутренними поверхностями прибора находится значительное тепловое сопротивление. Этим обеспечивается теплообмен каждой наружной поверхности прибора только с непосредственно окружающей его внешней средой. Такое устройство позволяет наружным поверхностям инструмента воспринимать и удерживать солнечно-воздушную температуру.

Следует подчеркнуть, что поверхности здания обычно не воспринимают солнечно-воздушную температуру, поскольку тепло направляется от этих поверхностей внутрь или изнутри к поверхностям. Температура же, указываемая прибором, не является температурой, воспринимаемой поверхностью здания, но очень близка к солнечно-воздушной температуре».

Истинные солнечно-воздушные температуры можно получить с помощью специальных формул, не приведенных здесь из-за их сложности.

Тем не менее, не упуская из виду последней фразы только что приведенной цитаты, рассмотрим некоторые из полученных Маккеем и Райтом цифр. Это — верхние и боковые температуры, зарегистрированные солнечно-воздушным термометром 11 октября 1945 г. в районе Итака Нью-Йорка (см. табл. 31).

Поскольку это касается нашей книги, приведенная таблица указывает на два обстоятельства: 1) подтверждает наши наблюдения

Восточное поясное время и час. и мин.	Темпера- тура воз- духа в тени в градусах	Зафиксированная солнечно-воздушная температура в град., при способности поглощать инсоляцию равной 0,55°				
		Горизон- тальная поверх- ность	Вертикальные поверхности, выходящие на			
			север	восток	юг	запад
11.30	10,1	35,3	16,2	19,0	42,6	15,1
11.45	9,5	31,9	14,6	18,5	43,1	12,9
12.00 полдень	10,1	33,6	16,2	17,4	44,8	14,0
12.15	11,2	36,4	17,9	17,4	49,8	19,0
12.30	10,1	31,4	16,2	15,1	46,5	19,0
12.45	11,2	33,6	16,8	15,1	44,8	23,0
13.00	10,6	30,8	16,2	16,2	43,7	25,8
13.15	11,2	32,5	16,2	13,4	43,1	28,0
13.30	10,6	31,4	15,7	14,0	40,9	29,1
13.45	11,8	34,7	19,0	18,5	34,2	34,7
14.00	12,3	31,4	19,0	16,2	39,2	33,6
14.15	11,8	30,2	17,4	16,2	41,4	35,8
14.30	11,8	28,0	16,8	16,2	39,2	36,4
14.45	12,3	26,3	17,4	16,2	37,0	36,4
15.00	11,8	24,6	16,8	15,1	34,7	38,6
15.15	12,9	24,6	16,8	16,2	34,1	42,0
15.30	14,0	23,5	16,8	16,2	33,0	38,6
15.45	13,4	13,4	13,4	13,4	14,0	16,8

(см. главу о солнце), что в определенное время года, а именно в его зимнюю половину, южные стены зданий получают в полуденные часы большее количество радиации, чем другие его поверхности; 2) свидетельствует о том, что температуры пяти поверхностей здания (четыре стены и крыша) постоянно меняются.

Прочитав Маккея и Райта: «В день испытания в 12 часов наружная поверхность здания поглощала такое количество солнечных лучей, которое было эквивалентно теплу, получаемому поверхностью, выставленной на воздух с температурой 33,3°, если эта поверхность горизонтальна, и 44,4°, если она обращена на юг. В то же время восточная поверхность здания теряла количество тепла, эквивалентное теплу, теряемому поверхностью, выставленной на воздух с температурой 17,2°. Северная поверхность также теряла тепло, эквивалентное теплу, теряемому поверхностью, выставленной на воздух с температурой 16,1°; западная поверхность теряла тепло, эквивалентное теплу, теряемому поверхностью при температуре воздуха 13,9°. Все это происходило при действительной температуре воздуха 10° в тени. Разумеется, такая солнечно-воздушная температура существует и для человеческого тела, так как при температуре 10° в тени помогавшие нам студенты не чувствовали холода, хотя и были без верхней одежды. Следовательно, можно использовать такой солнечно-воздушный термометр для определения относительных температур на разных сторонах проектируемого дома в различные часы дня для получения числа отсчетов (замеров), необходимого для вывода надежных средних величин. С помощью полученных данных архитектор сможет ориентировать комнаты с различным функциональным назначением в соответствии с солнечно-воздушной температурой».

Объединенный эффект от действия температуры, ветра и солнечной радиации в Англии называется «эквивалентной температурой». В свою очередь объединенный эффект от действия «эквивалентной температуры» и влажности во Франции называется «равнодействующей температурой».



Рис. 171. «Погодостат», измеряющий теплопотери на любых наружных поверхностях

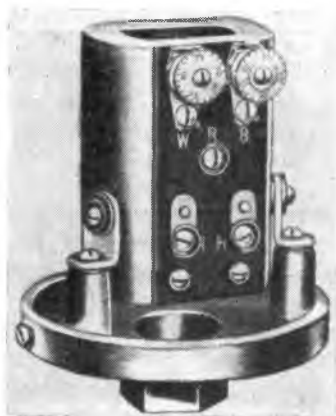


Рис. 172. «Погодостат» со снятым чехлом



Рис. 173. Контрольная панель «погодостата»

В США изготавливается прибор «погодостат», который автоматически отмечает температуру воздуха, силу и направление ветра и величину солнечной радиации. Это небольшой цилиндр диаметром 7,6 см и высотой 10 см, внутри которого помещена нить нагрева, т. е. нить с высокой степенью теплопроводности. «Погодостат» прикрепляется к какому-либо участку здания и присоединяется к отопительному прибору соответствующей комнаты. На изменение одного из элементов «эквивалентной температуры» отопительная система отвечает таким образом, чтобы температура нити нагрева не изменилась.

На рис. 171 показан «погодостат» на поверхности здания, а на рис. 172 изображен «погодостат» без наружного колпака.

На контрольной панели системы отопления имеется паровой клапан, соответственно открывающийся или закрывающийся в зависимости от сигналов «погодостата».

На фотографии контрольной панели (рис. 173) слева направо, начиная с верхнего ряда, видны регулятор ежедневной температуры, регулятор для быстрого обогривания здания по утрам, регулятор требуемой температуры, регулятор скорости нагрева и часы.

Приборы типа «погодостата» желательно использовать в районах с суровым климатом, вынуждающим проектировать здания с возможно меньшей наружной поверхностью. Это особенно относится к поверхности из высокотеплопроводных материалов, как, например, стекло.

ВЕТЕР

1. ИЗМЕРЕНИЕ ВЕТРА

Архитекторов интересуют главным образом направление ветра и его скорость.

Хейр считает, что лучше всего определять направление ветра, не прибегая к помощи инструментов (за исключением компаса). Для этого наблюдатель должен встать лицом к потоку воздуха и медленно поворачиваться до тех пор, пока оба его уха не будут ощущать одинаковую температуру. Это будет означать, что он стоит лицом прямо к ветру. Если окажется, что, например, наблюдатель стоит лицом к северу, значит дует северный ветер. Направление ветра всегда берется по той стороне горизонта, откуда дует ветер. Эти направления обозначаются буквами или цифрами, как показано на рис. 174.

Другие примитивные методы, не требующие применения специального оборудования, — и именно ими чаще всего пользуются архитекторы — состоят:

- 1) в использовании флюгера;
- 2) в наблюдении движения дыма. При изменчивом ветре требуется некоторый анализ, для которого на участке могут быть установлены дымящиеся сосуды или дымовые свечи;
- 3) в наблюдении зимой за выдыхаемым изо рта паром;
- 4) в наблюдении направления, в котором полощутся флаги, трепещут листья и т. д.

Более детальные измерения производятся с помощью специальных приборов, но последние лишь совершенствуют самый метод регистрации.

Флюгер, связанный с регистрирующей аппаратурой, расположенной внутри помещения, применяется во всех обсерваториях, изучающих погоду.

Скорость ветра над землей обычно измеряется в м/сек и в км/час. В сводках погоды обычно применяют последнюю единицу измерения.

Для того чтобы получить примерное представление о скорости ветра на каком-либо участке, архитекторам опять-таки не требуется никакой аппаратуры. По словам Петерсена, «вполне возможно определить скорость ветра без инструментов. Опытный наблюдатель может определить силу ветра по тому действию, которое он оказывает на некоторые предметы, такие, как флаги, паруса, дым и т. д. После такого приблизительного определения полученная скорость ветра сравнивается со шкалой Бофорта. Эта шкала, составленная в 1805 г., повсеместно распространена, и измеренные скорости ветра приравниваются к номерам, составляющим эту шкалу. Это придает всем измеренным скоростям ветра стандартную форму».

Бофортская шкала силы ветра приведена в табл. 32.

Рис. 174. Направление ветра определяется по сторонам горизонта



Шкала Бофорта

Баллы	Характеристика ветра	Подробное описание	Скорость ветра в м/сек
0	Штиль	Дым поднимается вертикально . . .	0,3
1	Тихий ветер	Направление ветра видно по дыму, но не по движению флюгера . . .	0,6—1,7
2	Легкий „	Лицо ощущает ветер, шорох листьев, флюгер начинает двигаться . . .	1,8—3,3
3	Слабый „	Листья в непрерывном движении; легкие флаги полощутся . . .	3,4—5,2
4	Умеренный „	В воздух поднимаются пыль и обрывки бумаги. Небольшие ветки раскачиваются . . .	5,3—7,4
5	Свежий „	Небольшие деревья с листвой начинают раскачиваться . . .	7,5—9,8
6	Сильный „	Большие ветки в движении; свист ветра в телеграфной проволоке . . .	9,9—12,4
7	Крепкий „	Деревья в непрерывном движении . . .	12,5—15,2
8	Очень крепкий ветер	Сучки и веточки отламываются от деревьев; движение затруднено . . .	15,3—18,2
9	Шторм	Легкие повреждения зданий; падают дымовые трубы . . .	18,3—21,5
10	Сильный шторм	Деревья вырываются с корнем; значительные повреждения зданий . . .	21,6—25,4
11	Жестокий шторм	Бывает очень редко, повсеместное разрушение . . .	25,5—29,2
12	Ураган		свыше 29,3

Таблица дает скорости ветра на высоте 6 м над поверхностью земли. Поэтому приведенные цифры могут не совпадать с цифрами, сосчитанными для высоты 10,06 м.

Джордж Кимбл и Рэймонд Баш оспаривают в «Погоде» способность дыма при некоторых обстоятельствах быть указателем направления ветра. Они пишут: «Вдобавок к различным местным факторам, влияющим на направление дыма, выходящего из низких дымовых труб, дым обладает тенденцией двигаться вправо от них. Так, при северном направлении ветра клубы дыма могут распространяться на северо-запад, запад и даже юго-запад. При наличии постоянного легкого ветра наглядная способность дыма наиболее велика ранним утром, перед тем, как, благодаря солнцу, возникают беспорядочные порывистые вертикальные воздушные течения, часто образующие сильные местные ветры (особенно при жаркой погоде), не имеющие никакого отношения к направлению господствующих ветров». Тем не менее они признают, что дым может быть хорошим указателем для микроклиматического ветра, т. е. архитекторы могут смело воспользоваться им как критерием для своих целей. Для тех, кто предпочитает воспользоваться специальной ветроизмеряющей аппаратурой, мы рекомендуем следующие приборы.

Портативный анемометр. Анемометр — измерительный прибор для измерения силы ветра. Изготовленный в портативной форме, он удобен для архитекторов. На рис. 175 приведена фотография такого анемометра. Его диаметр 10,16 см; толщина 3,81 см; вращающиеся лопасти реагируют на самое легкое движение воздуха. Очень удобен для определения относительной силы ветра в различных местах вокруг здания. На циферблате сразу же видно расстояние в футах, преодолеваемое ветром за 1 минуту; с помощью часов (предпочтительно с секундной стрелкой) можно легко вычислить среднюю скорость ветра.

Рис. 175. Портативный анемометр



Чашечный анемометр является одним из наиболее распространенных на метеорологических станциях приборов. Трехчашечный анемометр, изобретенный ирландским священником в середине XIX столетия, дает через посредство электромотора непрерывную фиксацию силы ветра на цилиндрических часах, установленных внутри помещения. Он состоит из трех чаш, поднятых на рычагах вокруг центральной стержня; чаши вращаются со скоростью, пропорциональной силе ветра. Однако архитекторам едва ли потребуются прибегать к помощи такого дорогого аппарата.

Измеритель порывов ветра. Ветер не обладает постоянством, по природе он неустойчив. Отдельные порывы ветра и периоды затишья не поддаются точным измерениям чашечным или даже портативным анемометром из-за развивающихся в них сил инерции. Но иногда именно порывы ветра могут иметь решающее значение для архитекторов (например, с силой порывов может быть связана расчетная прочность материалов в конструкции). Для измерения порывов ветра можно пользоваться измерителем порывов ветра, известным как напорно-трубный анемометр. Этот прибор опять-таки довольно сложен и дорог для архитекторов. Состоит он из двух трубок, одна из которых выставлена на ветер, а другая связана с системой впускных отверстий в вертикальной трубе. Разница в давлениях, установившаяся между двумя трубками, регистрируется на градуированном диске согласно достигаемой ветром скорости.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ВЕТЕР

Почему при планировке уделяют внимание изучению свойств ветра? А потому, что ветер может быть, в зависимости от обстоятельств, как нашим другом, так и нашим врагом. Вот несколько примеров.

Преимущества

- Ветер является средством вентиляции
- Ветер испаряет влагу и высушивает поверхности
- Ветер охлаждает
- Ветер является источником энергии
- Ветер согревает, препятствуя ночному холодному воздуху опуститься на землю

Недостатки

- Ветер распространяет дым, запахи
- Ветер помогает проникновению влаги внутрь поверхностей
- Ветер охлаждает
- Ветер способствует скоплению снега
- Ветер требует от нас прочных конструкций, способных противостоять ему

Макроклиматический ветер

В атмосфере происходят следующие процессы: лучи солнца, падая на землю, нагревают ее в некоторых местах больше, чем в других. Неравенство температур вызывает неравномерное распределение атмосферного давления на земной поверхности, что в свою очередь является причиной возникновения ветров. В результате сильные ветры разного типа охватывают земной шар. Эти ветры можно назвать средними ветрами, потому что в рассматриваемом месте они дуют из определенного направления большую часть времени. В северном полушарии эти ветры дуют преимущественно по часовой стрелке, изнутри районов с повышенным давлением (так называемые антициклоны), и против часовой стрелки, внутрь районов с пониженным давлением (так называемые циклоны). Для любого района можно легко проследить направление средних ветров, начиная от моря, при помощи барометрической карты, подобной тем, ко-

торые издаются Бюро погоды США (рис. 176—177). Дневные ветры могут быть вычислены с помощью дневной барометрической карты, образец которой приведен на рис. 176.

Макроклиматические ветры обычно регистрируются метеорологическими станциями в виде следующих данных.

Продолжительность (в процентах) ветров разных направлений в течение одного месяца, года.

Средняя скорость ветров разных направлений за месяц, год.

Преобладание ветров по направлению за месяц, год: преобладающий, второй по преобладанию и т. д. (подразделение первого типа).

Относительная скорость ветров разных направлений за месяц, год: сильнейший, второй по силе и т. д. (подразделение второго типа).

Среднее число дней с сильными ветрами в месяц, год, сгруппированных по скоростям ветра.

Для регистрации этих данных о ветре на большой площади приборы следует размещать в ровной, открытой местности, иначе будут зарегистрированы микроклиматические ветры. Поэтому метеорологические станции на аэродромах, будучи расположены на открытой, незастроенной местности, обычно регистрируют направления ветров, отвечающее общим (макроклиматическим) условиям. И наоборот, в показаниях городских метеорологических станций чаще преобладают направления ветров, отвечающие микроклиматическим условиям. Дальше этот вопрос будет разбираться подробнее. Кстати, макроклиматический ветер, наблюдаемый у поверхности земли, отличается от этого же ветра, взятого несколько выше как по скорости, так и по направлению. Ветер, дующий высоко над поверхностью, называется «геострофическим ветром». Рассматривать его мы не будем. Влияние времен года понятно из приведенных таблиц. Здания должны быть ориентированы и спроектированы поразному в зависимости от того, будут ли они эксплуатироваться круглый год или только в некоторые месяцы.

С какой точки зрения могут рассматриваться макроклиматические данные и почему действие ветра на сооружения может быть благоприятным или неблагоприятным, станет ясным в дальнейшем после рассмотрения микроклиматических явлений.

Сведения, требующиеся планировщикам, легко можно получить из данных, о которых мы только что говорили. Часто они заключают в себе все сведения, нужные для правильной постановки здания на участке и для его наилучшей ориентации. Тем не менее такие статистические данные смело могут быть отброшены, если их не подвергнуть дальнейшей обработке и анализу для того, чтобы на их основании можно было отвечать на интересующие архитекторов вопросы. В чем причина таких сложностей? Для ответа достаточно одного примера: предположим, архитектор хочет «поймать» для спальни летний ночной ветер. Откуда в основном дует бриз между 11 часами вечера и 7 часами утра? Ответ даст единственный замер, выбранный из огромного количества данных. Автор во время работы над этой книгой приготовил ряд таблиц и графиков, показывающих суточное колебание ветра для Монреаля. Это заставило его извлечь из архивов Метеорологической станции в Дорвале 23 328 цифр. Анализ потребовал дополнительно 8 640 подсчетов, произведенных с помощью электрической счетной машины.

Сила трения земли уменьшается с увеличением высоты. В течение дня вершина горы высотой 900 м так же, как и ее склоны,

Рис. 176. Карта Бюро погоды США за 20 января 1953 г., напечатанная в «Нью-Йорк Таймс»

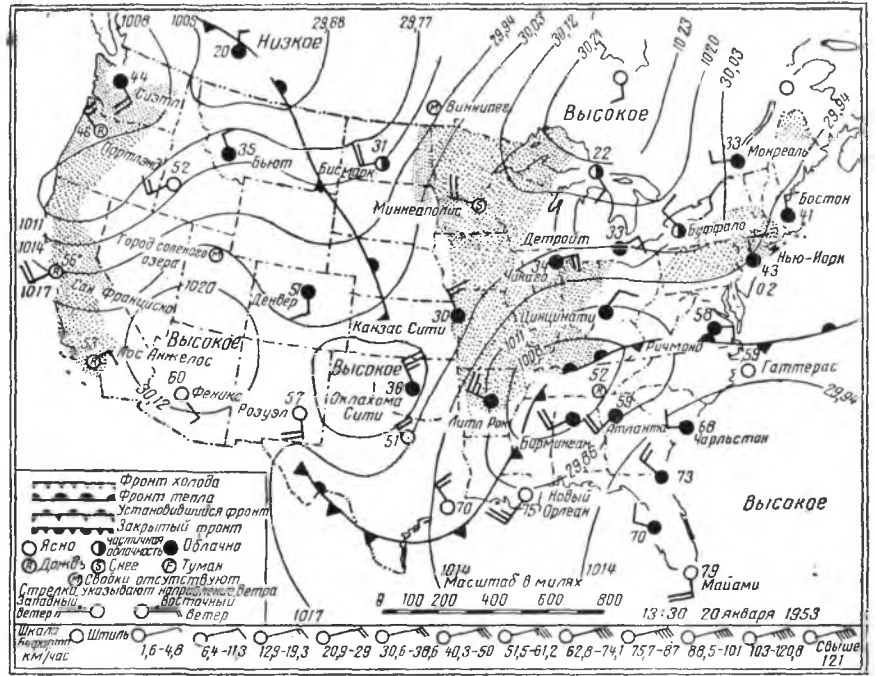
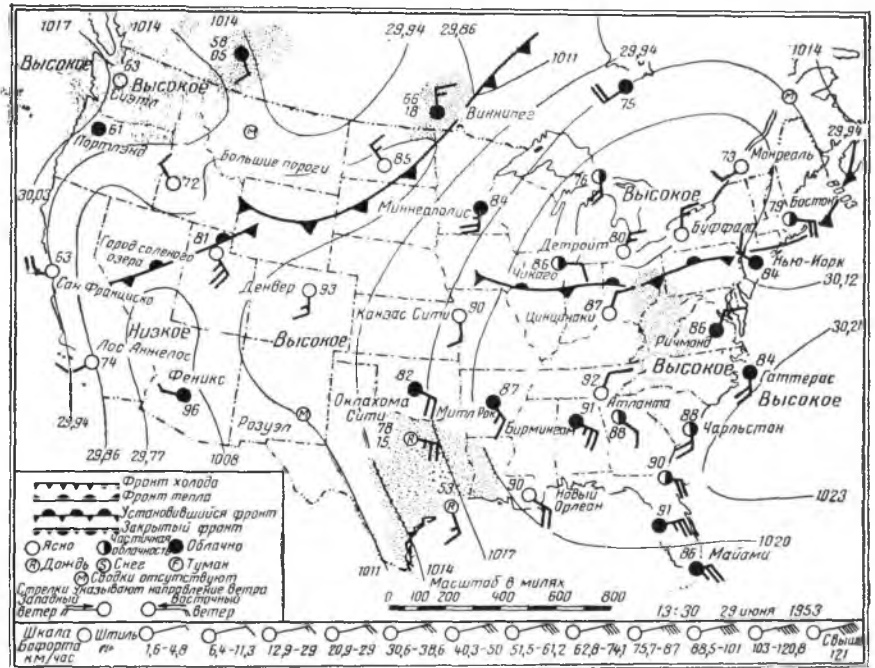


Рис. 177. Карта Бюро погоды США за 29 июня 1953 г., напечатанная в «Нью-Йорк Таймс»



подвержена большому воздействию ветра, нежели любые другие пункты, расположенные ниже, потому что сила ветра в свободной атмосфере больше. В Новой Англии ветры с самыми большими скоростями были зарегистрированы на вершине горы Вашингтона

(Нью-Хэмпшир). Это самый высокий пик в данном районе. Следовательно, при рассмотрении проблем планировки участка, связанных с макроклиматическими ветрами, его высота должна быть принята во внимание. Петерсен приводит следующие средние изменения ветра с высотой (рис. 178).

Микроклиматический ветер

Микроклиматический ветер может быть разновидностью макроклиматического ветра или чисто местным ветром, вызванным какими-либо физическими явлениями, в большинстве случаев связанными с топографическими условиями местности и известными под термином «катабатические».

Большинство архитекторов согласятся с тем, что тенденция ветра стихать ночью при отсутствии катабатических процессов является его очень ценным свойством. Читатель, может быть, припомнит наши рассуждения о напластованиях воздуха, вызванных ночным тепловым излучением земли. «Воздух как бы «прилипает» к земле... Когда солнце днем нагревает землю, «напластование» разрушается и возникает беспорядочное движение воздуха, вызывающее ветер».

Приводим замечания Дэвида Бранта в его книге «Изучение погоды»: «Скорость ветра над поверхностью земли достигает своей максимальной величины в 2—3 часа дня, когда температура также является наивысшей, а ночью она сильно падает. В ясные ночи легкий или умеренный ветер обычно падает до штиля. Если средние скорости ветров определяются за довольно продолжительный период времени независимо от погоды, то форма кривой ветра показывает ясно выраженный максимум в середине послеполуденных часов и минимум — ночью; разница между ними порядка 8 км/час. На небольших высотах над землей форма суточных колебаний меняется: на вершине Эйфелевой башни (высота 300 м) скорость ветра достигает максимума ночью и ясно выраженного минимума — около 10 часов утра».

Случай с микроклиматическими или местными ветрами аналогичен случаю с ветрами макроклиматическими, когда земля и вода, обладающие разными свойствами, нагреваются или охлаждаются до различных температур; разница лишь в масштабе. В архитектурном отношении для зданий, расположенных на берегах больших озер, заливов, морей или океана, подобные воздушные потоки особенно желательны.

Летом в течение дня суша нагревается в гораздо большей степени, чем вода. Теплый воздух поднимается вверх, а его место занимает холодный воздух, нахлывшийся до этого над поверхностью воды. Ночью воздух над землей охлаждается, температура над поверхностью воды оказывается выше и процесс идет в обратном направлении — возникает ветер (бриз), дующий по направлению от суши к воде. Однако в последнем случае разница температур обычно не так велика, как в дневное время, и ветер часто бывает едва ощутимым. Кимбл и Баш в своей работе «Погода» сообщают: «В Северной Америке морские бризы редко проникают более чем на 16—24 км в сторону суши»¹.

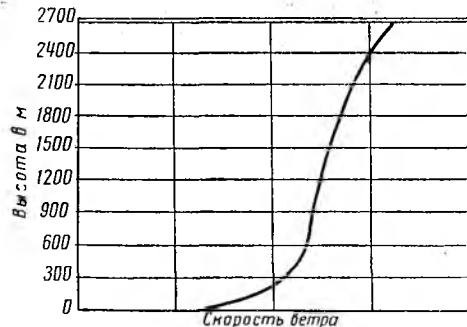


Рис. 178. Обычное изменение ветра с высотой

¹ Примечание Кимбла и Баша: «Бриз на озере Доорского полуострова (Висконсин) редко проникает в сторону суши более чем на 1,6 км. В тех же местах земного шара, где контраст температур и моря значителен, например в Египте, морские бризы проникают в глубь суши на 64—80 км и временами достигают силы урагана (как, например, в Вальпарайсо)».

Без поддержки господствующих ветров они редко дуют со скоростью, большей 16—24 км/час, или распространяются на 600—900 м выше поверхности земли. Тем не менее эти морские бризы могут быть довольно постоянными даже при наличии господствующих ветров, дующих в обратном направлении. При достаточно слабой величине давления они могут изменить направление господствующих ветров, но при этом затрачивают так много энергии, что их сила падает значительно ниже обычной нормы. При других условиях они могут нейтрализовать господствующий ветер, став, таким образом, причиной штиля в течение большей части дня. Дневной ветер значительно усиливается, когда направления морского и господствующего ветров совпадают. Действие морского бриза является максимальным около 3 часов дня. С заходом солнца ветер стихает».

В разделе, посвященном действию топографии на температуру, был описан ночной процесс «стекания» холодного воздуха в низины. Ветры, образованные в результате такого движения воздуха, получили название «катабатических» (от греческого глагола, означающего «опускаться»).

Летом ветер часто оказывается желательным из-за прохладного воздуха, нужного таким комнатам, как спальни. Его можно «поймать», расположив здание перпендикулярно к потоку воздуха. Согласно Хаурвитцу и Аустину скорость движения холодного воздуха равна приблизительно 1 м/сек. Это подтверждается Гейджером; Миддлтон и Миллар в «Журнале королевского астрономического общества Канады» приводят почти ту же цифру: «Спускаясь вниз по холму в северном направлении, мы оказались вынужденными на минуту остановить машину. Пар от дыхания шофера позволял предположить, что скорость ветра, дующего вниз по склону, т. е. в направлении, обратном господствующим ветрам, была равна 3,2—4,8 км/час». Летом такая скорость ветра вполне нас устраивает, но нужно помнить, что в зимние месяцы наветренную сторону следует рассматривать как неблагоприятную».

Автор на собственном опыте убедился в существовании на склонах холмов катабатических ветров. Во время наблюдений над температурой в течение нескольких ночей на Виктория-авеню, Вестмаунт (Квебек) производились также и наблюдения над ветром. Наиболее характерные результаты были получены в ночь на 13 марта 1951 г., показанные в табл. 33.

Таблица 33

Станции	Зарегистрированные ветры	
	северные	южные
Виктория-авеню и южный склон горы		
1. ЮВ угол улицы св. Екатерины	штиль	В
2. ЮВ угол Шербрук-стрит	штиль	С
3. 200 ¹ севернее Шербрук-стрит	СЗ	С
4. ЮЗ угол Виндзор-авеню	штиль	штиль
5. ЮВ угол улицы св. Антония	штиль	СЗ
6. СВ угол Вестмаунт-авеню	СЗ	СЗ
7. ЮВ угол Бульваров (северный склон горы)	СЗ	С
8. СВ угол улицы Солнечная сторона	ЮВ	ЮВ
9. ЮЗ угол улицы Mira Road	штиль	ЮВ
10. ЮЗ угол улицы Дорога королевы Марии	Ю	Ю

¹ Макроклиматический ветер, зарегистрированный в то же время в Дорвальском аэропорту: СВ 25,8 км/час.

В рассматриваемом районе ветры дуют в одном направлении — с юга на север — в течение круглых суток: днем — макроклиматические ветры, ночью — микроклиматические. Поэтому выгодно располагать здания на северном склоне Вестмаунта. Эти условия будут, вероятно, держаться в течение круглого года при отсутствии таких отклоняющих ветер факторов, как плотная застройка, зеленые массивы и т. д.

Образование в долинах сильных ветров часто бывает следствием кatabатических процессов. Гейджер назвал такие ветры «дующими вниз по долине». «Они слагаются из спускающегося по тальвегу долины холодного воздуха, питаемого боковыми склонами долины, и ветра, возникающего в результате разницы давлений на дне долины и на склонах окружающих ее гор (так же как макроклиматический морской ветер вызывается разницей температур воздуха над морем и сушей)». Гейджер иллюстрирует свое замечание рисунком. Рис. 179 показывает обычные ветры, «дующие вниз по долине». Тонкой штриховкой показаны участки распространения дующих вниз по склону ветров, «обладающих потенциальной энергией, относительно тальвега и питаемых центральным резервуаром теплого воздуха». Грубой штриховкой показан район ветров, дующих вниз по долине, т. е. перпендикулярно плоскости чертежа.

К. Ф. Марвин в «Ежемесячном обозрении погоды» 1914 г. подтверждает анализ Гейджера. Мы также видели в предыдущей главе, что самая теплая часть склона находится не на его дне или вершине, а в середине. Таким образом, его аргументы, по-видимому, не лишены оснований.

Ветры, «дующие вниз по долине», гораздо сильнее воздушных потоков, текущих вниз по ее склонам. Гейджер пишет: «...Их скорость может быть более 1,5 м/сек, что определяется нами как верхний предел для потоков холодного воздуха. Эти потоки иногда простираются в высоту до нескольких сотен метров... В Висперовской долине, раскрывающейся с востока прямо к Рейну, ветры, дующие вниз по долине, устанавливаются с поразительной регулярностью вскоре после наступления темноты. Скорость этих ветров равна 3, а иногда доходит до 4 м/сек. Здесь мы имеем дело со «стеканием» ночного прохладного воздуха из холодной Висперовской долины в сравнительно более теплую долину Рейна».

Петерсен указывает, что топографические условия могут вызвать не только ветер, дующий вниз по долине, но также и ветер, дующий вверх по склону. «В теплую погоду у ветров часто появляется тенденция дуть в течение дня вверх по склонам... Это вызывается тем, что в ночное время склоны гор теплее свободной атмосферы. Так как холодный воздух стремится опуститься, а теплый воздух — подняться, развивается система местных горных ветров, следствием которой и является движение воздуха вверх по склону в течение дня». Хотя другие авторитеты не упоминают об этом явлении, все же перед началом проектирования или каких-либо строительных работ следует убедиться в существовании или отсутствии этого явления.

Такие ветры, направленные как вниз по склону, так и вверх по склону, состоят скорее из непрерывных отдельных вспышек, чем из плавного потока воздуха. Они похожи на ранее описанные порывы ветра лишь своим спорадическим характером. Различие состоит в следующем: в случае «непрерывных вспышек» перерывы в движущемся потоке воздуха обязаны своим возникновением определенному «построению» масс холодного или теплого воздуха перед тем, как они приобретут достаточную движущую силу; во втором случае (т. е. при порывах ветра), внезапное увеличение воздушного потока

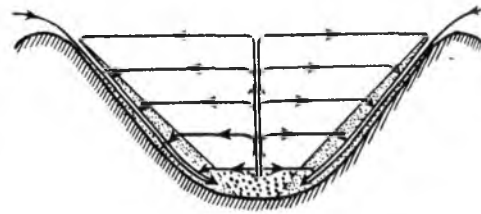


Рис. 179. Ночные ветры, дующие в долине

является результатом вихрей, вызываемых каким-либо предметом, помещенным на пути ветра.

Следовательно, если требуется, чтобы здание обдувалось ветром, его планировка должна способствовать непрерывному воздушному потоку. Это вполне разрешимая проблема, если только внимательно подойти к ней. Несколько забегаая вперед, можно сказать, что сама идея должна состоять в том, чтобы планировочными средствами создать эффект трубки Вентури в зоне здания, что позволит успешно использовать для его вентиляции естественные условия.

«Наиболее яростный ветер в какой-то степени замедляется с приближением к земной поверхности. Непосредственно на последней воздух полностью, или почти полностью, неподвижен». Это заявление Гейджера не требует особых пояснений. Здесь просто повторяются условия, которые мы уже наблюдали в случае с макроклиматическими ветрами. Тем не менее несколько иллюстраций могут оказаться полезными. На рис. 180 и 181 приведены две снятые автором фотографии снежных шапок на заборе, окружающем ~~стальную~~ *технические площадки около библиотеки Мак Джиллского университета.*

Снег, как мы увидим позже, является очень хорошим указателем распределения ветровых потоков вокруг различных поверхностей. На этих фотографиях ясно выражена скорость ветра на различных высотах около земли. (Они также показывают эффект «наметания» снега на забор ветром, — см. следующую главу).

Брукс пишет по этому поводу: «Средняя скорость ветра увеличивается вместе с высотой над поверхностью земли. Степень увеличения зависит от характера поверхности, будучи наименьшей над водными или ровными травянистыми поверхностями и наибольшей над поверхностями, пересеченными или застроенными зданиями. Она больше ночью и в холодную погоду и меньше в жаркие летние послеполуденные часы». Табл. 34 дает скорость ветра на любой высоте в виде отношения к скорости ветра на высоте 10 м (стандартная высота анемометров на метеорологических станциях). Здесь будет уместным отметить, что циркуляция пыли является функцией ветра и времени суток. Во время ночной инверсии (обратный порядок распределения слоев воздуха) пыль садится на землю. Но даже легкий ветер оказывается в состоянии подхватить эту пыль и мелкие частицы песка, что особенно чувствуется на нижних этажах зданий. По этой причине не рекомендуется устраивать спален на нижних этажах.

Мы только что приводили замечание Брукса о влиянии земной поверхности на ветер. Вообще, чем «грубее» поверхность, тем толще будет слой воздуха, примыкающий к земле.

Корбюзье преследует, вероятно, более чем одну цель, устраивая висячие сады на крышах своих жилых домов: слой воздуха, удерживаемые стеблями травы и других растений, несомненно, уменьшают ветроохлаждение плоских крыш. Только одной этой причины будет уже достаточно для того, чтобы архитекторы следовали этой идее Корбюзье.

В самом деле, Карлос Лазо, бывший президент Общества мексиканских архитекторов, спроектировал в Мехико-Сити прекрасный дом с травой, посеянной на его плоской крыше. Об этом здании (рис. 182) писалось как о сооружении, иллюстрирующем возрождение в архитектуре гуманистических тенденций. План имеет кольцеобразную форму, до некоторой степени напоминающую приплюснутый крендель, откусенный в том месте, где расположен вход. Крытый центральный внутренний дворик хорошо освещен верхним светом,

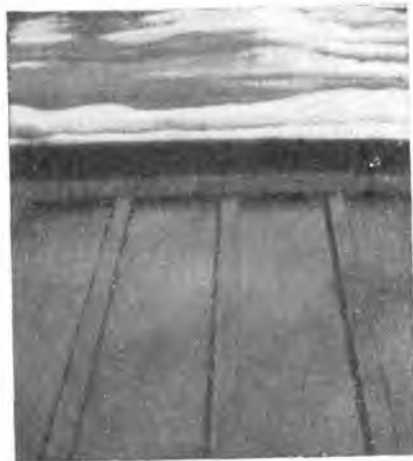


Рис. 180 и 181. Снежные шапки, образованные ветром





Рис. 182. Крыша с посеянной на ней травой, жилой дом в Мехико-Сити. Архитектор Карлос Лазо

что видно на фотографии. Верхний свет (т. е. фонарь, перекрывающий дворик) окружен растительностью, посаженной на крыше. Эта растительность не только уменьшает величину ветроохлаждения, но и предохраняет крышу от перегрева лучами солнца.

На высоте свыше 1 м природа самой поверхности почвы, так же как и ее температура и влажность, перестают оказывать непосредственное влияние на ветер. Однако растительность и на этой высоте сохраняет свое влияние на него. Это еще раз подтверждает важную роль растительности в архитектуре.

Лесные массивы являются наиболее эффективными противветровыми барьерами. Гейджер произвел несколько измерений в сосновом лесу; анемометры были расположены на различных высотах. Средний результат для 188-часового периода приведен в табл. 35.

Таблица 34

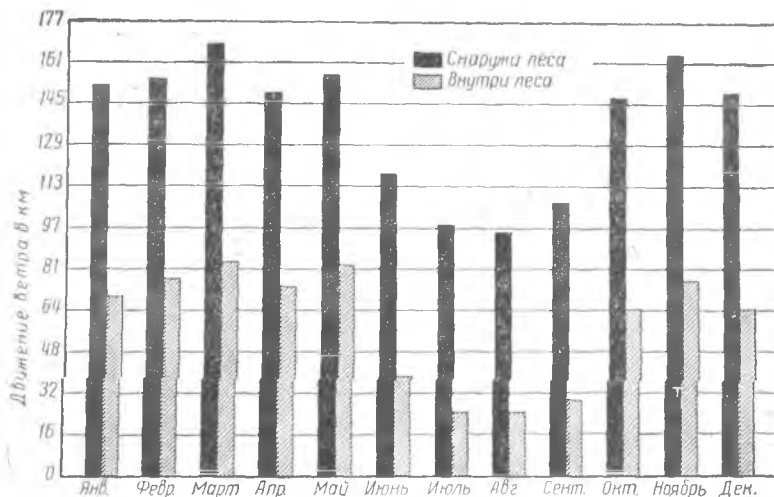
Изменение ветра с высотой

Высота в м	1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	30	45	60	90
Отношение к скорости ветра на высоте 10 м	0,73	0,81	0,88	0,92	0,99	1,03	1,07	1,11	1,21	1,29	1,35	1,46

Таблица 35

Высота анемометра в м	Положение анемометра	Средняя скорость ветра	
		в м/сек	в км/час
16,85	Над верхушками деревьев	1,61	7,8
13,70	Верхняя граница верхушек деревьев	0,90	4,4
10,55	На уровне верхушек деревьев	0,69	3,3
7,40	Верхняя часть междустовольного пространства	0,67	3,2
4,25	В междустовольном пространстве	0,69	3,3
1,10	Над поверхностью земли в лесу	0,60	2,9

Рис. 183. Среднедневное движение ветра на высоте 4,5 м от поверхности земли внутри и снаружи лиственного леса (клен, бук, береза)



Согласно европейским наблюдателям, цитируемым Зоном в работе «Климат и леса», «...после проникновения ветра в густой лес на глубину около 30 м он сохраняет только 60—80% своей первоначальной силы, на глубину 60 м—50%, а на глубину 120 м—только 7%». Харш и Коннафтон в журнале «Лесное хозяйство», касаясь лесов в Теннесси, пишут: «Зимой средняя скорость ветра в лесу меньше, чем в открытой местности, в 7—10 раз, а летом в 34—40 раз». Неудивительно, что индейцы зимой покидали свои каменные дома, чтобы жить в хижинах, построенных в глубине леса.

Следует заметить, что сказанное применимо лишь к деревьям в полном лиственном уборе. И, следовательно, если мы желаем уменьшить силу ветра зимой, как это и бывает в большинстве случаев, нужно пренебречь всеми разновидностями леса, кроме вечнозеленого. Но даже и хвойные породы деревьев снижают скорость ветра до 2,5 км/час, причем смешанный сосново-еловый лес гораздо больше препятствует проникновению ветра, чем лес, состоящий из одних сосен.

Различия в ветрозащитных свойствах леса, обусловленные сменой времен года, хорошо видны из замеров, произведенных в 1927—1936 гг. в лесах штата Мичиган. Они показаны Зоном в его книге «Климат и человек» в форме диаграмм (рис. 183).

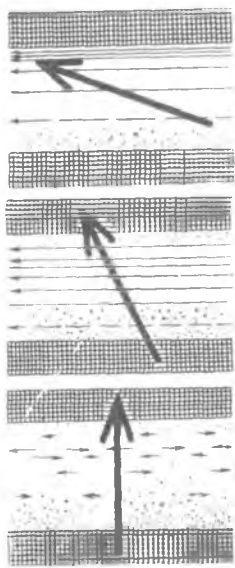
Познакомимся теперь с действием ветра на окраинах леса и опушках. Обратимся снова к Гейджеру. Рассмотрим диаграмму, приведенную на рис. 184: «толстые стрелки показывают ветер над участками, свободными от леса; тонкие стрелки — ветер внутри таких участков. Чем сильнее ветры, тем ближе друг к другу линии тонких стрелок. Участки, покрытые точками, представляют собой мертвую зону. При ветре, дующем поперек расчищенного участка, порывы ветра в последнем обозначены парами стрелок противоположного направления».

Из рис. 185 ясно видно образование таких вихрей внутри участка, свободного от деревьев.

Таким образом, зная направление господствующего ветра, можно легко представить себе действие и преобладающее направление вихрей и соответственно учесть это при проектировании.

Рассмотрим теперь действие ветра на дом у края леса. Поскольку речь идет о ветре, возможны два крайних случая: окраина леса может быть подветренной и наветренной. Если здание строится на наветренной окраине, т. е. если окраина воспринимает господствующие ветры непосредственно и под прямым углом, то для уменьше-

Рис. 184. Движение ветра внутри участков, расчищенных от леса по отношению к ветру, движущемуся над этими участками



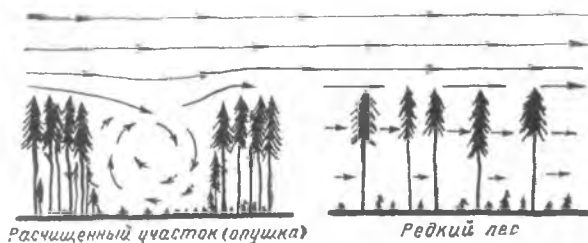


Рис. 185. Движение ветра на расчищенном от леса участке и в редком лесу

ния действия ветра желательно расположить здание непосредственно против леса. На наветренном краю леса потоки воздуха вынуждены будут подниматься вверх. «Вследствие этого, — как пишет Гейджер, — на поверхности земли около леса имеется мертвая зона, ширина которой равна примерно $1\frac{1}{2}$ высоты леса». Выше этого уровня скорость ветра несколько больше благодаря давлению на него снизу поднимающегося воздушного потока.

Вопреки распространенному мнению, подветренные стороны во многих случаях менее защищены от ветра, чем наветренные стороны, что является результатом действия сильных вихрей, часто образующихся на подветренных сторонах. Цитируем один отчет, составленный датскими наблюдателями: «В течение сильной летней бури 8 и 9 июля 1931 г., когда была зарегистрирована скорость ветра 28 м/сек, в гавани Родби (Дания) было повалено много деревьев на подветренной стороне леса. Кроме того, были повреждены вершины больших деревьев, расположенных на подветренной стороне фермы, в то время как ряд больших деревьев на наветренной стороне той же фермы остался без повреждений». Тем не менее подветренная сторона обладает, конечно, некоторым защитным действием. Этой стороне проблемы посвящены многочисленные исследования. По существу защитное действие подветренной стороны аналогично действию ветролома, используемого многими народами, особенно в сельских местностях.

Ниже мы приводим высказывания экспертов о действии употребляющихся ветрозащитных преград — ветроломов.

Р. Гейджер пишет: «Действие ветрозащитной изгороди проявляется не только в направлении ветра, но, хотя в меньшей степени, также и в направлении против ветра. Скорости ветра, замеренные с целью установления действия ветрозащиты, выражаются в процентах от скоростей ветра в открытой ровной местности далеко за пределами защищенного района. Диапазон ветрозащиты измеряется не просто в метрах, обычно за единицу измерения принимается высота самой ветрозащитной преграды; если высоту этой преграды увеличить в два раза, то длина защищенного от ветра участка также увеличится вдвое. Какой-либо официальной договоренности о том, на какой высоте следует измерять скорость ветра, не существует, так же как не существует и договоренности, при какой степени снижения скорости ветра эффективность ветрозащитной преграды будет считаться достаточной. Скорость ветра, сильно уменьшенная в защищенной зоне, постепенно увеличивается до скорости ветра в открытой местности. Поэтому все данные, касающиеся этого вопроса, сильно отличаются друг от друга. Чтобы дать представление о порядке величин, с которыми приходится иметь дело, воспользуемся измерениями В. Вольфла в Германии и В. Нагеля в Швейцарии. Защитная зона будет простирается в направлении навстречу ветру на расстоянии в 5—8 раз больше, чем высота ветрозащитного ограждения, а в направлении действия ветра на

расстояние больше высоты препятствия в 25—35 раз. Измерения Датского общества по охране общественного здоровья дали следующие результаты:

На расстоянии в м	5	10	20	40	60
Скорость ветра в %	30—40	45—55	60—70	70—80	85—90

Р. Брукс: «По обе стороны ветролома можно различить четыре зоны с различными скоростями ветра (рис. 186). По горизонтали даны горизонтальные расстояния по ветру и против ветра, считая от барьера (ветролома). За единицу измерения принята высота барьера. По вертикали дана скорость ветра в процентах от его скорости в открытой местности, лишенной каких-либо препятствий. С наветренной стороны барьера (зона А) скорость ветра начинает падать на протяжении, равном примерно шести высотам барьера. Непосредственно за последним (зона Б) скорость ветра продолжает падать до самой низкой величины, равной 15—40% свободного ветра; самая низкая скорость будет на расстоянии, равном в среднем трем-четырем высотам барьера. При этом, чем гуще (лес) или плотнее барьер (забор), тем ближе к нему минимальная скорость, и чем меньше скорость ветра, тем круче будет следовать подъем. Третья зона (зона В), простирающаяся на расстояние от 6 до 12 высот барьера; в ней быстро восстанавливается скорость ветра до 75—80% скорости ветра на открытой местности. Здесь ветер часто становится турбулентным (вихревым). Этот турбулентный ветер вызывает воздушную тягу понизу, которая иногда ведет к «полеганию» хлебов. Поэтому слишком плотные ветроломы нежелательны. Наконец, в зоне Г ветер постепенно приобретает свою первоначальную скорость. Последняя обычно полностью восстанавливается на расстоянии, равном 25—30 высотам барьера.

Эти отношения являются почти постоянными независимо от высоты ветролома и силы ветра. Так, например, полоса деревьев высотой 15 м защищает от ветра зону в 5 раз большую, чем барьер высотой 3 м, и если в каком-либо месте скорость ветра, равная 32 км/час, уменьшится до 16 км/час, то, соответственно, там, где скорость ветра равнялась 16 км/час, она упадет до 8 км/час. (Однако Бодров считает, что эффективность защиты растет с увеличением силы ветра). При очень турбулентном ветре это уменьшение происходит гораздо медленнее, чем, вероятно, и объясняется тот факт, что при нескольких последовательно расположенных ветроломах, второй ветролом уже не столь эффективен, как первый. Нагель пишет: «Защита распространяется немного выше уровня верха ветролома, несколько убывая с высотой над грунтом, но я полагаю, что восстановление первоначальной скорости будет протекать гораздо быстрее на более высоких уровнях».

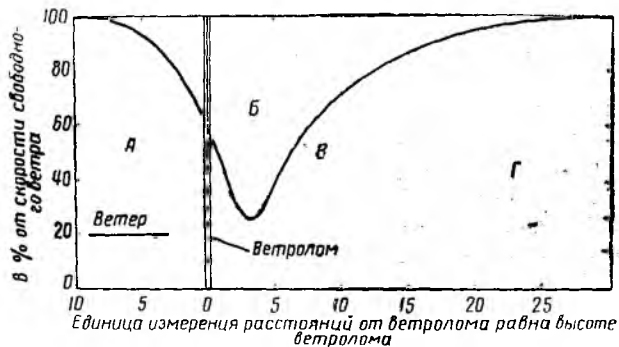


Рис. 186. Четыре зоны с различными скоростями, образующиеся по обе стороны ветролома. Схема составлена Бруксом

Джон Уокер: «Данные, полученные Научно-исследовательской лабораторией солнца, показывают, что очень плотный ветрозащитный пояс высотой 7,5—9 м уменьшает скорость ветра на расстоянии до 120 м с подветренной стороны. На расстоянии 60 м скорость ветра будет в два раза меньше, чем первоначальная скорость ветра в открытом месте.

Ветрозащитный пояс высотой 4,5—6 м уменьшает скорость ветра на расстоянии 60 м с подветренной стороны приблизительно на 25%.

Испытания, проведенные упомянутой лабораторией, показали, что ветрозащитный пояс, образованный одним рядом белых канадских елей, высотой 7,5 м вызвал значительное уменьшение скорости ветра, а именно:

1) На расстоянии 15 м от ветрозащитного пояса скорость ветра оказалась равной 20% первоначальной скорости ветра в открытом месте.

2) На расстоянии 75 м скорость ветра оказалась равной 75% первоначальной скорости ветра в открытом месте».

Паркер Андерсон: «В то время как снежная буря бушует со скоростью 47 км/час, скорость ветра внутри хорошо устроенного ветрозащитного пояса равна только 8—10 км/час. Пешеходные дорожки, тропы, проезды и двор хорошо защищены от снега. Плодовые деревья, цветы и декоративные деревья, легко повреждаемые ветром, снегом или мокрым снегом, также надежно защищены в течение всей зимы».

Рафаэль Зон: «В результате многих тысяч наблюдений было установлено, что ветрозащитные пояса, расположенные под прямым углом к господствующему ветру, обеспечивают защиту на подветренной стороне на глубине в 20 раз большей, чем высота деревьев, образующих эти пояса, — таким образом, при ветрозащитном поясе высотой 15 м горизонтальное протяжение защищенной зоны равно 300 м. Ветер на этом расстоянии не может достичь своей первоначальной скорости; поддающееся измерению уменьшение скорости ветра было зарегистрировано на расстоянии, равном 50—60 высотам деревьев, или на расстоянии 750—800 м от ветрозащитного пояса высотой 15 м. Ясно, что два соседних ветрозащитных пояса в какой-то мере, хотя бы слегка, влияют друг на друга при условии, что расстояние между ними не превышает их высоту больше, чем в 40 раз. К тому же измерения показали, что наветренная сторона дает вполне хорошую защиту на расстоянии, в 3—5 раза большем, чем высота ветрозащитного пояса. Поэтому вполне понятно, что если большой район защитить ветрозащитными поясами с интервалами 0,65 км, то этим будет достигнуто значительное уменьшение движения воздуха в рассматриваемом районе...

Ветрозащитные пояса из деревьев уменьшают выдувание почвы. Способность ветра перемещать частички земли, по крайней мере, вдвое или возможно даже втрое меньше, чем силы ветра. Отсюда, даже такое небольшое уменьшение скорости ветра, как лишь на 10%, может значительно уменьшить выдувание частичек почвы. 50%-ное уменьшение скорости ветра практически может совершенно прекратить это выдувание...

Если в зимнее время ветрозащитные пояса снизят скорость ветра на 50%, т. е. соответственно сократят теплопотери, вызываемые радиацией и инфильтрацией, это может сократить расходы топлива в сельских домах на 30%. Этот результат был получен при испытании опытных домов, одна часть которых была защищена ветрозащитными поясами, а другая предоставлена действию ветра; внутренняя температура поддерживалась равной 21°.

Харш и Коннафтон: «Тщательные исследования в течение последних четырех лет показали, что ветрозащитные пояса из деревьев высотой до 15 м на расстоянии 0,4 км друг от друга с некоторым числом поперечных ветрозащитных рядов уменьшают силу ветра внутри участка на 10—50%. Ветрозащитный пояс оптимальной (не максимальной) плотности может уменьшить силу ветра у поверхности земли даже на 70%».

Дэвис: «Хороший ветролом обеспечивает действенную защиту на расстоянии, приблизительно в 8 раз большем, чем его высота. Таким образом, ветролом высотой 12 м почти полностью остановит ветер на расстоянии 96 м с подветренной стороны; здания на этом участке будут надежно защищены от ветра. Влияние ветролома чувствуется на расстоянии, равном 20 его высотам, но в Иллинойсе лучше всего размещать основные, более крупные здания через 90 м».

Из каких деревьев следует образовывать ветрозащитные пояса и в каком порядке их следует рассаживать, описывается во многих источниках. Приведем несколько цитат:

Гейджер: «Ширина и характер ветрозащитного барьера являются важными факторами. Барьер, слегка продуваемый ветром, даже более выгоден, чем сплошная стена; это объясняется их разными аэродинамическими свойствами. К тому же ветер всегда сильнее на ровной местности. На территории, наклоненной в сторону, противоположную направлению ветра, суммарная ветрозащита, естественно, будет большей».

Брукс: «Лучшим видом ветролома является ветрозащитный пояс глубиной от 1,5 до 3 м из смешанных деревьев, состоящий, по крайней мере, из трех рядов деревьев умеренной плотности.

Голубая ель, прежде охотно применявшаяся для этой цели в Европе, является слишком густой в молодости, а с годами ее ствол ниже кроны становится голым, и ветер легко проникает на защищаемый участок непосредственно над поверхностью земли. Полоса только из лиственных деревьев после потери ими своей листвы в зимние месяцы становится слишком проницаемой для ветра. Выгодным компромиссом является смесь хвойных и лиственных деревьев, подобранных с таким расчетом, чтобы образовался барьер равной проницаемости от земли до его верха. Высота барьера должна быть возможно более равномерной, за исключением концов барьера или неизбежных в барьере брешей, где высота должна быть постепенно сведена на нет, чтобы избежать образования турбулентных вихрей. Ветроломы должны сажаться под прямым углом к направлению преобладающих в этой местности ветров».

Джон Уокер: «С практической точки зрения, зависящей главным образом от условий, существующих на рассматриваемой ферме, полевые ветрозащитные пояса не следует располагать ближе, чем на расстоянии 150—200 м друг от друга. Там, где, помимо защиты полей, хлебов и животных, требуется еще защита дороги, расстояние от последней до полевого ветрозащитного пояса должно быть не менее 30 м.

В Манитобе полевые ветрозащитные пояса, устанавливаемые для защиты магистралей, расположены на расстоянии, равном в среднем 45 м от границы магистрали.

В Саскачеване, согласно предписаниям, ни одно дерево не может быть посажено ближе чем на 90 м от границы магистрали без специального разрешения Саскачеванского департамента магистральных дорог...

Наиболее распространенный и эффективный тип полевых ветрозащитных поясов состоит только из одного ряда. Акация или клен

не требуют посадки других деревьев рядом с собой. Многие предпочитают один ряд, состоящий из акаций на расстоянии 0,3 м друг от друга, в котором через каждые 6, 8 или 10 акаций посажен клен или какое-нибудь другое дерево. Целью таких включений является, по-видимому, забота о большей высоте полевого защитного пояса. В многолетних защитных поясах такого типа включенные деревья обычно бывают выше акаций; особенно это относится к клену и ясеню.

Очень эффективными бывают также и однорядные полевые защитные пояса, составленные целиком из клена и ясеня. Клен популярен благодаря скорости роста и своей способности быстро оправляться от повреждений, вызванных вредными насекомыми, зимними морозами и т. п. Ценными свойствами ясеня являются засухоустойчивость и иммунитет к нападению вредителей. Для местностей, затопляемых весной и осенью, следует настоятельно рекомендовать остролистую иву (лозняк). Имеются все основания полагать, что маньчжурский вяз является также подходящим деревом для полевых ветрозащитных поясов. Все другие деревья, за исключением акации, следует сажать в ряд с интервалом 1,2 м.

В слегка защелоченных местах хорошо сажать русскую оливу, бизоньи ягоды и маньчжурский вяз.

Большинство фермеров все же предпочитают полевые ветрозащитные полосы из более чем одного ряда деревьев. При решении вопроса, из скольких рядов должен состоять такой ветрозащитный пояс, следует принимать во внимание следующие соображения. Ветрозащитный пояс из нескольких рядов трудно обрабатывать и пропалывать. С другой стороны, там, где посажено несколько рядов деревьев, накапливается больше снега, повышается ветрозащита, замедляется таяние снега весной и достигается большее сходство с естественным лесом...

Полевые ветрозащитные пояса лучше всего высаживать под прямым углом к господствующим ветрам».

Паркер Андерсон разбирает средства снегозадержания, устраиваемые вне главных ветрозащитных поясов. «Снежная ловушка» состоит из двух рядов низких деревьев или высоких кустов, назначение которых — задерживать и накапливать снег (см. главу об осадках). Он продолжает далее: «Основа главного ветрозащитного пояса должна иметь 24 м в глубину и состоять из восьми рядов деревьев: четырех рядов быстрорастущих недолговечных с широкими листьями деревьев и четырех рядов хвойных деревьев. Такое сочетание дает хорошую защиту от ветра в течение круглого года. Быстрорастущие деревья не только ускоряют результат, но и защищают долговечные растения во время их роста. Третий и пятый ряды должны состоять из таких быстрорастущих деревьев, как бузина, виргинский тополь, норвежский тополь, северо-западный тополь, канадский тополь или твердая ива. Эти деревья следует сажать на расстоянии 1,8 м друг от друга с интервалами между рядами 3—3,6 м. Деревья в таких ветрозащитных рощах должны быть расположены зигзагообразно для того, чтобы лучше противостоять ветру. Четвертый и шестой ряды должны состоять из более твердых долговечных деревьев, таких, как ясеня, вяз и мягкий клен. Между шестым рядом, состоящим из твердых лиственных пород, и седьмым рядом, являющимся первым рядом из хвойных деревьев, должно быть расстояние 3,6 м.

Когда лиственные деревья растут слишком близко к соснам, последние оказываются в тени и их развитие задерживается. В результате этого сосны часто деформируются, а иногда даже погибают.

Ряды 7 и 8 должны состоять из твердых пород сосен, таких, как западная желтая сосна, черная сосна, норвежская или шотландская сосна, в зависимости от почвы и климатических условий. Очередность дана в порядке их предпочтительности. Сосны также следует сажать на расстоянии в ряду 1,8 м друг от друга с интервалом между рядами, равным 3—3,6 м. Они также должны рассаживаться зигзагообразно...

Между последним рядом сосен и первым рядом елей должен быть оставлен промежуток, равный 4,8 м. Ели хорошо переносят тень. Они густы и имеют широко раскинутую крону. Если их посадить близко к соснам, то последние будут деформированы тенью от елей. В 9 и 10 рядах ели следует сажать на расстоянии в ряду 1,8 м друг от друга с интервалом между рядами, равным 3—3,6 м. Эти расстояния создают непроницаемость барьеров для ветра и снега в наиболее короткий срок.

На ветках елей густая хвоя сохраняется на протяжении круглого года. Она не дает пыли и снежным бурям проникать сквозь ветрозащитный пояс. По этой причине ель является лучшей разновидностью для посадки на внутренней стороне ветрозащитного пояса, где она хорошо обзревается со стороны жилых домов фермы (рис. 187—188). Ели и сосны сохраняют хвою круглый год и поэтому предоставляют в наше распоряжение действенную защиту зимой и свою красоту летом.

Тесное расположение деревьев принуждает их быстро тянуться вверх и, следовательно, быстро закрывать тенью земную поверхность, убивая этим всю соперничающую с ними растительность».

Сельскохозяйственный департамент Альберты: «Следует располагать ветрозащитную растительность на расстоянии, по крайней мере, 30 м от зданий для того, чтобы предохранить их от снежных заносов. Затем следует подумать о породе деревьев, которые вы собираетесь посадить, об интервалах между рядами и их количестве, а также о расстоянии между деревьями внутри ряда. Условия обычно бывают различными... В этом отношении конкретные местные условия и должны определить решение... Вечнозеленые деревья, такие, как ели и сосны, наиболее близко приближаются к идеальным для ветролома деревьям. Они дают нам защиту от ветра и красоту зимой в такой же степени, как и летом».

М. А. Торфинсон: «Полевые ветрозащитные пояса эффективно препятствуют выветриванию почвы на расстоянии, примерно в 20 раз больше, чем высота самых высоких деревьев в ветрозащитной полосе. Однако это расстояние колеблется вместе с длиной и густотой ветрозащитного пояса, скоростью ветра и типом почвы. Несколько рядов полевых ветрозащитных поясов обеспечивает хорошую защиту фермы...»

При защите от ветра шоссе ветрозащитный пояс должен быть расположен на расстоянии 30 или более метров от центра шоссе».

Д. И. Дэвис: «Для предотвращения образования «мертвых» воздушных карманов вокруг зданий летом и уменьшения сугробов как около зданий, так и на дорожках зимой ветроломы должны быть расположены не меньше чем на 15 м от зданий. Самым выгодным для этой цели расстоянием является 30 м. Желательно, чтобы края ветролома по крайней мере на 15 м перекрывали последние защищаемые от ветра здания. Наиболее эффективными и легко осуществимыми являются ветроломы в форме буквы L с вершиной угла на северо-запад (для условий Иллинойса)».

Дэвис считает, что вечнозеленые деревья наиболее удовлетворительны для условий Иллинойса. Ели и пихты, говорит Дэвис, образуют почти сплошной противоветренный барьер благодаря



Рис. 187. Типичная посадка норвежской ели для ветрозащитного пояса на северной и западной сторонах фермерских построек. Этот пояс посажен соответственно рекомендациям Иллинойского университета



Рис. 188. Ветрозащитный пояс, образованный двадцатисемилетними норвежскими елями. Фермерские постройки скрыты полностью. Обратите внимание на высоту елей относительно столбов забора

своему одеянию из густых ветвей и листвы. Сосны быстро растут, но их следует сажать в комбинации с другими деревьями, так как они не достаточно хорошо задерживают ветер.

Разумеется, после посадки деревьев ветролома очень важно правильно ухаживать за ними, систематически подстригая их и подвергая другим видам обработки. Мы не станем рассматривать этот вопрос, так как он непосредственно не касается компетенции архитекторов.

Влияние топографических условий на возникновение кататических ветров, дующих вверх по склону, нами уже было рассмотрено. Рассмотрим теперь влияние различных геологических формаций земной поверхности на существующий поток ветра.

Вспомним, что на наветренной стороне леса воздушный поток поднимается вверх и уплотняется, а на подветренной стороне имеется пространство, полностью защищенное от ветра. Подобное же явление можно наблюдать и в отношении небольших холмов (рис. 189).

Приводим описание Хауртвица и Аустина: «На наветренных склонах (особенно на верхних участках), так же как на боковых склонах, линии воздушных потоков сближаются друг с другом. Большая густота линий воздушных потоков означает большую скорость ветра. Следовательно, наибольшие скорости будут на наветренной стороне холма, около его вершины и на его боковых склонах, так как ветер частично огибает холм с боковых сторон. На подветренной стороне скорость ветра падает с уменьшением высоты склона, как показано на рисунке. Линии воздушных потоков далеко огибают холм, образуя зону завихрения».

Архитекторы могут воспользоваться этими сведениями в различных случаях своей деятельности.

Отдельные здания

Возведение какого-либо здания может вызвать некоторые микроклиматические явления, отсутствовавшие на незастроенном участке. Особенно сильно это скажется на ветре. Последний, отражаясь от здания, будет отклоняться вверх. На наветренной стороне верхние этажи зданий будут особенно подвержены действию ветра из-за сближения между собой линий воздушных потоков (явление, аналогичное рассмотренным выше случаям с лесом и холмом). Другая сторона здания будет находиться в более благоприятных условиях, но она будет подвергаться действию образующихся здесь вихрей. Это показано на схеме, взятой из журнала «Архитектурное обозрение» (рис. 190).

Об отклонении воздуха вверх при встрече с препятствием можно также судить по фотографиям забора (см. рис. 180 и 181). В тексте, сопровождающем эти фотографии, сказано, что это явление частично возникло в результате вертикального движения воздуха вдоль поверхности забора. Подобное же явление было установлено автором при изучении движения воздуха над 120-метровым 27-этажным административным зданием в Монреале. Утром 14 июля 1951 г. автор забрался на крышу этого самого большого конторского здания Британской Империи. Крыша оказалась прямоугольной формы; автор выбрал наблюдательные пункты на каждом углу крыши (рис. 191).

На каждом из этих пунктов были установлены деревянные рейки сечением $1,7 \times 1,7$ см и высотой 1,7 м, к верхушкам которых были привязаны пучки шерсти, окрашенной в желтый цвет. Эти пучки шерсти реагировали на легчайшее изменение ветра, поэтому оказа-

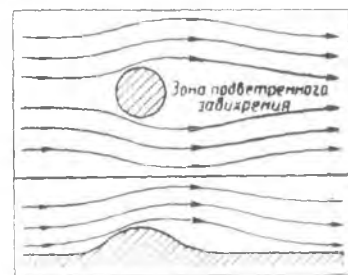


Рис. 189. Распределение ветра вокруг конусообразного холма

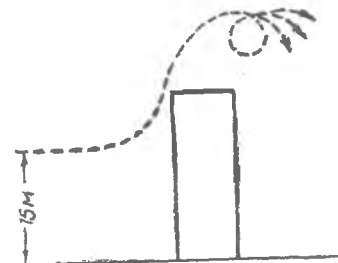


Рис. 190. Когда ветер отклоняется вверх зданием, образуются завихрения

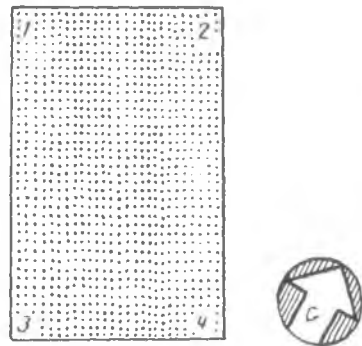


Рис. 191. Наблюдательные пункты на крыше административного здания в Монреале (Канада), 14 июля 1951 г.

рис. 192. Ветер, дующий над крышей административного здания в Монреале (Канада), 14 июля 1951 г.



лось возможным точно установить интенсивность ветра на различных высотах в разных местах.

В течение всего периода наблюдения, с 11 до 12 часов дня, ветер, зарегистрированный в Дорвальском аэропорту, — а этот ветер является макроклиматическим ветром данного района, — дул с юго-запада со скоростью 21 км/час. Это было видно по полосканию государственного флага, расположенного на высоте 12 м от крыши, но не всегда было видно по поведению пучков шерсти на наблюдательных пунктах. Например, на восточном пункте ветер постоянно дул с востока, как раз со стороны, противоположной господствующему ветру (рис. 192).

Причиной этого явления являются необычные по своей силе завихрения. Их сила объясняется сравнительно большим открытым к востоку пространством, слагающимся из зеленых массивов, железнодорожного парка и Канадской национальной центральной станции. Теперь нам понятна большая степень обдуваемости ветром внизу, на углу улицы. Как уже упоминалось в этой книге, другие высокие здания или высокая растительность на прилегающих участках должны уменьшать действие ветра на уровне улицы.

Показания восточного и западного наблюдательных пунктов оказались наиболее характерными. Показания же северного и южного наблюдательных пунктов, будучи промежуточными по отношению к ветрам, свидетельствовали лишь о колебании последних. Поэтому автор сосредоточил свое внимание на первых двух пунктах. Полученные на них результаты приведены в табл. 36.

Таблица 36

№	Пункт	Время начала наблюдения	Высота над уровнем моря в м	Направление ветра	Скорость ветра в км/час
1	Западный	11,05	0,15	В	2,1
1	"	11,15	0,90	В	5,6
1	"	11,25	1,65	З	12,1
4	Восточный	11,45	0,15	порывистый В и З	3,1
4	"	11,55	0,90	большинство З	4,0
4	"	12,05	1,65	В	7,4

Хотя скорость ветра в открытой местности (Дорваль) временами была равна 20,9 км/час, наибольшая скорость ветра, зафиксированная здесь, была равна 18,35 км/час и только в течение короткого периода. Это показывает смягчающее влияние города. Заметьте, что, согласно данным таблицы, наименьшие скорости ветра зафиксированы у поверхности крыши. Скорость увеличивается вместе с высотой. Заметьте также и то, что на небольшой высоте (около крыши) ветер обычно имеет направление, обратное господствующему ветру, до высоты 1,65 м над уровнем крыши. В большинстве случаев это происходит на высоте 0,9 м. На восточной и западной сторонах ветер дует со стороны, обратной господствующему ветру, на высоте 1,65 м над поверхностью крыши. Это как будто указывает, что ветры должны уплотняться и подниматься вверх или обтекать здание с боковых сторон. Первое более вероятно. На рис. 192 можно заметить, что флаг приподнимается ветром вверх. Зимой флаг рвется этим ветром с такой силой, что его приходится менять каждую неделю. И, наконец, заметьте, хотя этого

и не видно из приведенных в таблице цифр, что в течение большей части времени ветер дул к центру на высоте 1,65 м над крышей.

На основании этих сведений о поведении ветра в целом можно рекомендовать некоторые проектные предложения. Например, для используемых крыш можно предусмотреть высокий парапет или защитную стенку. Ветер будет двигаться параллельно этой стенке в течение некоторого времени после того, как он уже минует ее, обеспечивая таким образом защиту для обитателей жилых помещений крыши.

Кроме того, мы должны заострить внимание на том, что для уменьшения теплотерь очень важно, чтобы свободный поток воздуха ничем не прерывался, проходя у поверхности здания. При наличии у здания небольших выступов образуются завихрения. При образовании завихрения защитная воздушная пленка, прилегающая к поверхности здания, смещается, и тогда происходит увеличение теплотерь. Имеются также другие неблагоприятные факторы, связанные с накоплением на выступах снега, дождевой воды и т. п. и, следовательно, с их разрушающим действием, о чем мы упомянем далее.

Архитектор Тектон вместе с профессором Лондонского университета Леви сумели использовать поднимающиеся воздушные потоки. Фотография их изобретения, взятая из журнала «Архитектурное обозрение», приведена на рис. 193 (схему см. на рис. 194).

На верху многоквартирного дома архитекторы предусмотрели прачечную с удобным открытым пространством для сушки белья. Их идея заключалась в следующем:

«1. Ветер достигает максимальной скорости на высоте около 15 м от поверхности земли, где он свободен от влияния различных препятствий. При отклонении ветра вверх зданиями образуются завихрения.

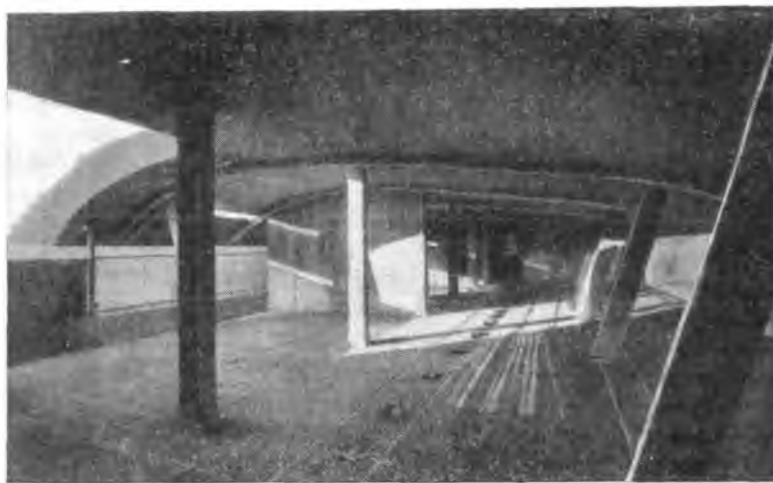


Рис. 193. Крыша, спроектированная архитектором Тектоном в сотрудничестве с профессором Лондонского университета Леви

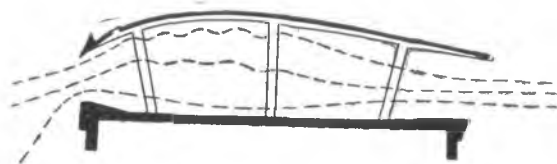


Рис. 194. Схема крыши

2. «Ветровая» крыша улавливает поднимающиеся потоки воздуха и направляет их поперек самой крыши. Положительное давление, образующееся при напоре воздуха на одну сторону здания, имеет своим обратным результатом зону отрицательного давления на другой стороне здания; эта зона отрицательного давления как бы отсасывает воздух через помещение.

3. Воздушный поток проходит через отсеки для сушки. Щели в крыше с наветренной стороны вызывают колебания воздушного потока, повышающие его осушающую способность».

Этот принцип может быть использован не только для таких подсобных сооружений, как прачечные, но и для самих жилых комнат. Архитекторы О'Нейл Форд и Джеральд Р. Роджерс использовали этот принцип в 1947 г. в жилом доме в гор. Сан-Антонио (Техас). Жилые комнаты этого дома «улавливают» легчайшее дуновение ветра, что крайне важно в этой части континента.

Точно предусматривать характер движения воздуха при проектировании довольно трудно. Мы приводим любопытные высказывания на эту тему техасского архитектора В. В. Коудилла на конференции под названием «Погода и строительная промышленность».

«Наши соседи живут на другой стороне улицы в Техасе на «Тресковом мысу» в одном из тех домов с небольшим карнизом, которые лишены свесов. Эти соседи не отличаются особой общительностью, за исключением дождливых дней, когда им приходится задышаться в своих комнатах с закрытыми окнами; я догадываюсь, что в это время они выбирают из двух зол меньшее и приходят навестить нас, потому что у нас они могут получить необходимую прохладу — большая часть окон нашего дома свободно распахнута настежь под защитой наружных свесов.

Но нет правил без исключения. Однажды во время дождя мы должны были закрыть окна, расположенные под одним из наружных навесов, из-за сильного сквозняка. Будучи типичным архитектором и заинтересовавшись этим, я купил дымовую шашку, чтобы с ее помощью попытаться проследить течение воздуха вокруг этого навеса. Я зажег ее, и дым с шипением устремился прямо вперед; я передвинул ее сантиметров на пятнадцать, и дым пошел в другую сторону. Так я и не смог определить, какое из окон виновно в сквозняке...

Позвольте привести другой пример. В прошлом году я взялся сделать проект школы в Блэквелле (Оклахома) (рис. 195—197). Это небольшой приятный город с 15 000 жителей, около 16 км от границы Канзаса. Там довольно холодно. Тем не менее его климатические условия можно считать разнообразными: весна и осень в городе очень жаркие. Мне было сказано: «Смотрите, устройте хорошую вентиляцию для наших ребятишек!».

Я решил выполнить их пожелания. Надо было предусмотреть движение воздуха под потолком для освобождения комнат от нагретого воздуха. Мы придумали, как нам казалось, превосходную схему, судя по поперечному разрезу той части здания, к которой примыкает наружная галерея. Последняя находится на южной стороне и таким образом защищена от холодных северных ветров (а ветры там действительно холодные). Крышей галереи служит сплошной козырек, над которым мы разместили окна. Внизу, под козырьком, мы также предусмотрели ряд окон. Наша идея состояла в том, чтобы вначале «поймать» бриз с помощью нижних окон, заставить его пройти через зону местопребывания ребят и затем уже направить бриз с помощью верхних окон вдоль потолка для вытеснения теплого воздуха из-под потолка.

Но когда мы уже спроектировали школу, я стал беспокоиться, вспомнив о моем маленьком домашнем эксперименте с дымовой шашкой... Тогда мы приготовили макет школы и начали испытывать его в местном колледже. Макет помещался в дымовую трубу, чтобы попытаться проследить поток воздуха. Я исследовал классные комнаты вдоль и поперек, стараясь проследить движение воздуха над полом и под потолком; когда мы поместили дымовую шашку над наружным козырьком, мы не смогли добиться того, чтобы дым попал внутрь дома. Тогда мы поставили шашку прямо на окно. Дым и не думал идти в комнату.

Я не мог объяснить причин этого явления, но мы прикидывали и так и этак до тех пор, пока не догадались прорезать продольную щель в козырьке. Щель, очевидно, уравнивала давление воздуха над козырьком и под ним, и воздух, наконец, стал проникать в комнату через окна. Точно так же мы поступили и в здании нашей школы. Все это, конечно, выглядит по дилетантски, но тем не менее мы кое-что узнали о поведении ветра, обладающего небольшой скоростью».

Техасский университет был одним из первых институтов, где поняли всю важность этой проблемы и кое-что сделали для ее решения. В сентябре 1949 г. инженерно-авиационное отделение этого университета наметило скромную программу по исследованию аэродинамических свойств и характеристик современных домов. Эти исследования были осуществлены вместе с научно-исследовательским бюро и несколькими заинтересованными местными фирмами. Были сооружены экспериментальные комнаты в натуральную величину, а также их макеты для испытаний в аэродинамической трубе.

Первым вопросом, возникшим в связи с испытанием макетов, был следующий: следует ли при уменьшении масштаба здания сохранять ту же скорость ветра, которая существует в действительности? Приводим комментарии «The Magazine of building» (май 1951 г.) о работе техасцев: «Будут ли маленькие потоки воздуха, действующие на макет, аналогичны действительным воздушным потокам? Правила аэродинамики дают отрицательный ответ: принцип «числа Рейнольдса» состоит в том, что действительная скорость воздушных потоков обратна их размерам, т. е. поведение воздуха, движущегося через комнату высотой 3 м со скоростью 24 км/час, может быть воспроизведено внутри макета высотой 0,3 м только при условии, что скорость движения воздуха будет равна 240 км/час. Но исследователи считают, что не следует слепо придерживаться этого правила. При высоте макета, равной 0,6 м, его можно испытывать в аэродинамической трубе (рис. 198, 199) при таких низких скоростях, как 2,92 км/час. Испытания макета дымом, полученным из треххлористого титана, точно воспроизводят картину испытаний в экспериментальной комнате действительного масштаба, проведенных с дымовыми шашками.

Главный аргумент в защиту экспериментов техасского университета сформулирован тем же журналом следующим образом. Движение воздуха вызывается двумя причинами: разницей давлений и разницей температур. Последняя играет важную роль при вентиляции высоких зданий, где тепловые потоки могут оказаться сильнее ветра (как было в рассмотренном нами случае с административным зданием в Монреале). Но при вентиляции низких зданий большую роль играет разница давлений. Последнее относится и к техасским экспериментам. Воздух обладает большой степенью инерции и неохотно меняет направление своего движения. Это видно по фотографиям макетов в аэродинамической трубе с низкими скоростями ветров.

Рис. 195. Внешний вид начальной школы в Блэквелле (Оклахома). Архитекторы Коудилл, Раулетт, Скотт и др.



Рис. 196. Интерьер



Рис. 197. Классная комната Блэквеллской начальной школы

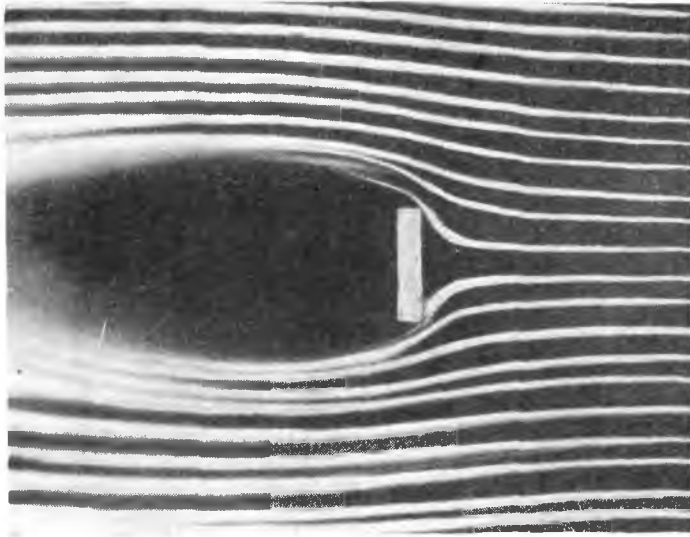


Рис. 198. Испытания в аэродинамической трубе для определения аэродинамических характеристик современных жилых домов, произведенные в 1949 г. инженерно-авиационным отделением Техасского университета совместно с Научно-техническим исследовательским бюро и местными фирмами

На photographиях показаны блоки, имеющие форму зданий. Ветер, встречая стену здания, поднимается вверх по ней, затем огибает его по сторонам и продолжает свой путь, минуя подветренную сторону здания. Стена, подверженная напору ветра, становится районом высокого давления. Противоположная стена — районом низкого давления или отсоса, что имеет важное значение для вентиляции здания. Боковые стороны, окруженные быстро движущимися воздушными потоками, являются районами низкого давления.

Как показывают рис. 200 и 201, участки с низким давлением могут быть использованы для ускорения движения воздуха через здание. Следует помнить, что любое изменение направления воздушного потока берет у последнего много энергии и замедляет его. Отсюда успех охлаждения здания вентиляцией зависит от постоян-

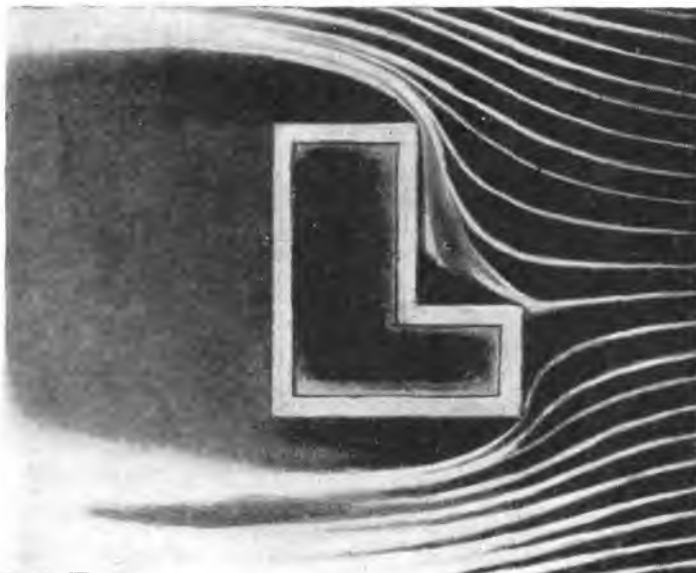
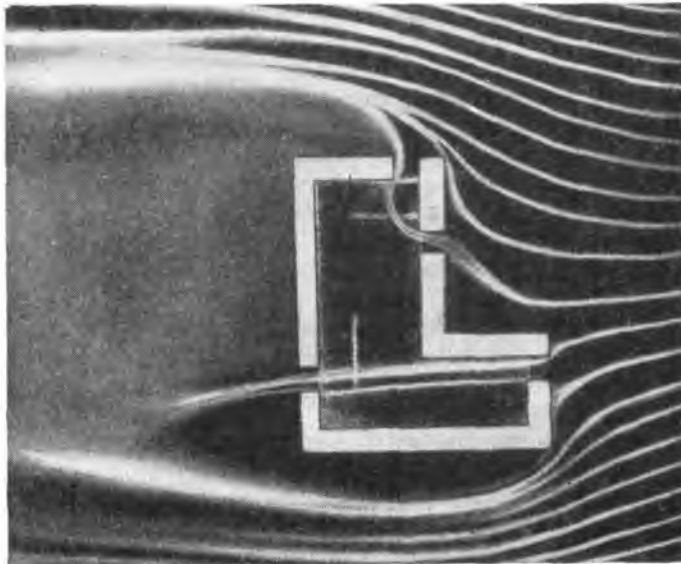


Рис. 199. Испытания макетов зданий в аэродинамической трубе

Рис. 200. Испытания макетов зданий в аэродинамической трубе



ного поддержания сравнительно высокой скорости движения воздуха. Все неизбежные изменения в его направлении должны производиться возможно позднее, уже после использования его высокой скорости движения. Отсюда, поворот потока воздуха должен быть осуществлен настолько близко к подветренной стороне здания, насколько это практически возможно. Кроме того, поворот не должен быть резким. Из фотографий видно, что перегородки придают общему движению воздуха турбулентный характер и что извлечь практическую пользу можно только из прямого, относительно быстрого воздушного потока.

Для устройства правильно функционирующей вентиляционной системы крайне необходимо знать точное направление господствующих ветров. Та же статья продолжает: «Одним из вопросов, связанных с естественной вентиляцией и вызвавших много споров,

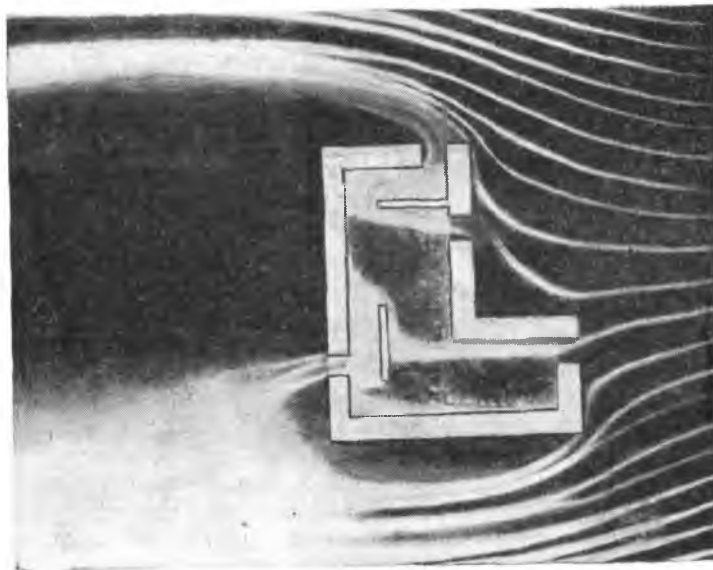


Рис. 201. Испытания макетов зданий в аэродинамической трубе

является вопрос о размерах окон на наветренной стороне (т. е. на стене, подвергающейся давлению) и на подветренной стороне (т. е. на стене, подвергающейся действию отсоса), которые обеспечивают наиболее эффективный воздушный поток через комнату. Испытания в аэродинамической трубе дали следующий ответ: на наветренной стороне следует предусматривать небольшие проемы для небольшого потока воздуха, охлаждающего помещения. На подветренной стороне следует устраивать большие проемы для того, чтобы побудить воздух двигаться через комнату и чтобы несколько расширить поток воздуха (за счет уменьшения его скорости) перед его выходом наружу. Этот принцип применим, разумеется, к большинству комнат: подветренные окна должны быть раскрыты больше наветренных окон; а в комнатах, лишенных сквозного проветривания, роль подветренных окон должны играть раскрытые двери, ведущие в холл или вестибюль.

Испытаниями доказано, что качество проекта любого здания во многом зависит от тщательного учета действия нависающих элементов, уклонов крыш и жалюзийных решеток. На рис. 202 видно, как можно использовать нависающие элементы для того, чтобы направить в комнату большее количество воздуха, и с какой точностью жалюзийные решетки направляют поток воздуха туда, где требуется наибольший охлаждательный эффект».

Наряду с рекомендуемыми нами исследованиями Техасского университета в области движения потоков воздуха вокруг сооружений не следует также забывать, что многие архитекторы, особенно в Европе, также работали в этой области. Особенно заслуживают внимания наблюдения Эйфеля в 1919 г. Примерно в то же время в Англии были произведены подобные же исследования, субсидированные правительством.

Один из наиболее полных анализов был составлен научно-исследовательской лабораторией Королевского технического колледжа в Копенгагене (Дания) под руководством Ирмингера и Коккентведа. Результаты, опубликованные в их книге «Давление ветра на здания», представляют собой большой интерес для гражданских инженеров. В книге приведен довольно полный обзор усилий, возникающих в результате действия ветра на стены здания. Вот кратко их выводы.

Во-первых, они обнаружили, что, чем более пересеченной является местность, тем больше будет участок завихрения на наветренной стороне здания. Другими словами, при пересеченной местности движущийся воздух начинает «переливаться» через здание на гораздо большем расстоянии от него, чем при ровной местности. Правда, ими не были рассмотрены различные типы поверхностей.

Определив характер вихря, они исследовали действие уменьшенного им воздушного потока на крыши с разными уклонами, как на наветренной, так и на подветренной сторонах. Приводим заключительные слова их книги: «Давление будет преобладать на наветренной поверхности крыши до тех пор, пока угол наклона слоя воздуха, образующего завихрение с наветренной стороны, будет меньше угла ската крыши. Если уменьшать угол ската крыши..., то давление также будет уменьшаться и достигнет нулевой величины на уровне карниза, когда слой воздуха, образующий завихрение, будет параллелен поверхности крыши». Как было определено, угол ската крыши, равный 20° , в большинстве случаев почти не подвержен действию давления или отсоса.

Датские исследователи подвергли сомнению некоторые из высказываний Эйфеля. Последний полагал, что им экспериментально подтверждено, что модели одного здания, но различных размеров

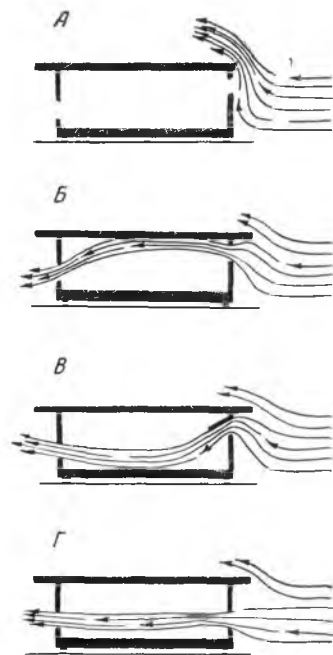


Рис. 202. Навесы и жалюзи могут отражать поток воздуха в комнату

дадут в точности аналогичные результаты, касающиеся ветрового потока. Датчане, однако, обнаружили, что Эйфель рассматривал только подветренную сторону, на которую действие ветра одинаково для каждой модели. Но если рассматривается все здание в целом, то следует учитывать число Рейнольдса, как это сделали те-хасские исследователи. Это следует помнить всем, кто будет заниматься исследованиями ветрового потока с помощью моделей.

Архитектурное отделение университета Британской Колумбии также провело ряд элементарных экспериментов по исследованию ветра, используя модели, электровентиляторы и длинные ленты, прикрепленные к различным поверхностям испытываемой модели.

Когда ветер огибает боковые стороны здания, то около них образуются зоны штиля, которые, согласно Джорджу Якобсену, простираются на расстояние, определяемое формулой $C = KW/3$, где C — длина зоны вероятного штиля вдоль стены; K — ветровой фактор; W — ширина здания. Якобсен говорит: «Этой формулой следует пользоваться только тогда, когда ветер дует прямо на здание. При размещении здания на участке нужно рассмотреть эти штилевые зоны на его боковых сторонах, приняв во внимание вероятное направление ветра с каждой стороны. Это — практическая формула. Теоретическая формула гораздо сложнее и должна составляться в соответствии с формулами аэродинамических потоков, применяющимися в авиационной промышленности». Якобсен на личном опыте работы в строительной промышленности убедился, что для Арктики прямоугольная форма зданий является наилучшей. Продолжение стены, подверженной главным ударам ветра, для образования вертикального ветролома не увеличивает зоны штиля. Она может даже уменьшиться из-за возникновения вихрей; и, как мы увидим позже, это будет иметь своим результатом образование снежных наносов. Сказанное справедливо и для более южных районов. В ветреных районах, за пределами тропиков и субтропиков, все строительные и архитектурные детали должны плотно прилегать как к зданию, так и друг к другу. Рис. 203 показывает одно из зданий Джорджа Якобсена, сооруженное им в Resolute Bay (Северо-Западная территория), на $74^{\circ}29'$ северной широты. Фотография показывает разрушительную силу ветра, приложенную к алюминиевой крыше. Это произошло в течение короткого периода времени, когда кровельщики ушли завтракать, не прикрепив окончательно алюминиевые листы к решетке. Фотография показывает также специальные арктические окна с тройным остеклением и вмонтированными вентиляторами у верха окон, специальный арктический дымоход и обделку стыков кровельным рулонным материалом.

Автору удалось заметить, что квебекские фермеры, особенно в Оттавской долине, над которой он пролетал в открытом самолете, почти неизменно ориентируют продольную ось своих построек в направлении восток—запад. Таким образом, ударам господствующего



Рис. 203. Разрушительное действие ветра на алюминиевую крышу



Ураган



Легкий ветерок

щего западного ветра подвергается наименьшая поверхность здания. Здесь использован накопленный годами практический опыт, ибо так ориентированы все без исключения здания независимо от формы земельного участка. Архитекторам этого района следует воспользоваться опытом местных фермеров.

Образование вихрей на расчищенных участках является одним из явлений, относящихся к разделу о ветре и растительности. Гейджер отмечает, что «наличие дворов внутри больших блоков жилых домов имеет большое практическое значение». Если бы деревья на рис. 185 были заменены домами, то «...легко понять, что в дымоходах домов не было бы надлежащей тяги и что в этих домах огонь часто вырывался бы из-за печной дверцы. В таких случаях очень помогает посадка во дворах деревьев, препятствующая образованию вихрей».

Хотя ветер движется над зданием, а также вокруг здания, не следует думать, что его нет непосредственно над поверхностью земли. Такой ветер неприятен и косвенно является одной из причин, почему нельзя размещать окон на уровне земли. Даже при легком ветре подымающаяся пыль ухудшит видимость и будет проникать во все расположенные в стене проемы.

В местностях, где много песка и преобладает достаточный по силе ветер, летом образуются песчаные наносы, а зимой — снежные. Поэтому при расположении зданий следует избегать, если это возможно, песчаных участков, не применять низких окон с раздвижными переплетами, а вокруг здания сеять траву и сажать деревья.

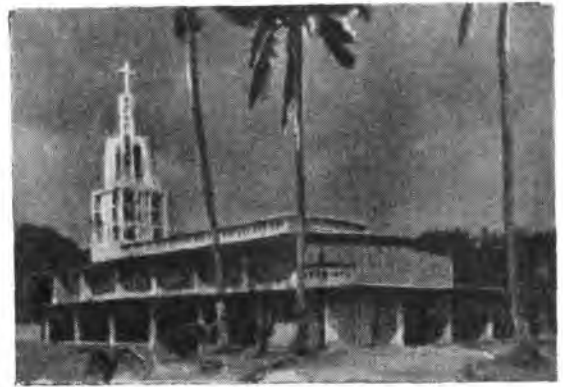
Во многих районах мира должны быть предусмотрены меры защиты жителей от катастрофических климатических явлений, называемых ураганом, тайфуном или тропическим циклоном. Положение усложняется тем, что эти районы земного шара обычно являются жаркими и планировка зданий для них должна быть возможно более раскрытой. Каким же образом можно «закупорить» здание при приближении непогоды? Антонин Раймонд и Л. Л. Радо в своем проекте телеграфной станции на о. Гуам (см. рис. 162) предложили горизонтально скользящие противоураганные ставни, полностью прикрывающие поверхность стен здания. Подобно внутренним противомоскитным и бамбуковым ширмам, скользящим по направляющим, эти ставни имеют высоту от пола до потолка и ширину, равную расстоянию между стойками. Для разных целей могут быть применены различные их сочетания, некоторые из них видны на набросках Раймонда и Радо (рис. 204—206). Следует заметить, что при наличии подходящего бриза (жилье комнаты приподняты над землей для «поймки» возможно большего количе-



Защита от постороннего наблюдателя

Рис. 204, 205 и 206. Горизонтально-скользящие противоураганные ставни. Эскизы архитекторов Раймонда и Л. Радо

Рис. 207. Католическая церковь в Негросе на Филиппинах

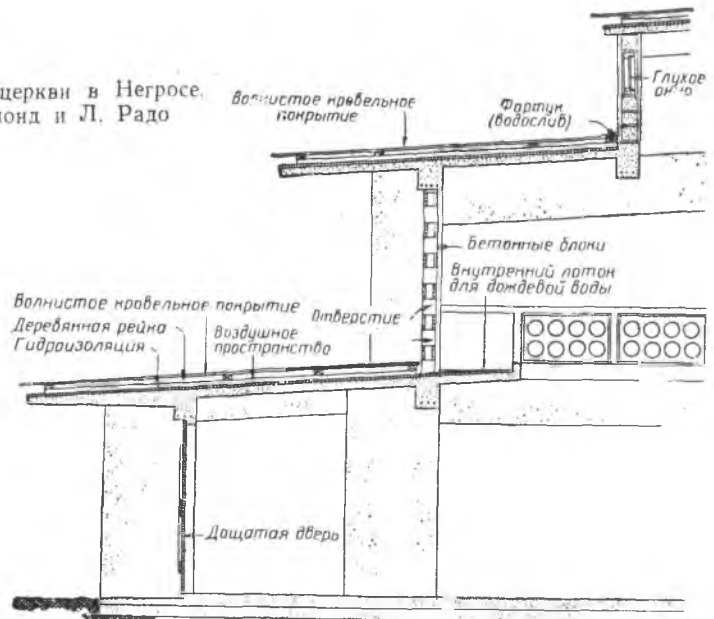


ства воздуха) и когда ширмы установлены так, чтобы ветер свободно проникал внутрь, будет иметь место сквозная вентиляция всего сооружения из-за среза внутренних перегородок на уровне верха дверей.

Для обеспечения внутри здания циркуляции воздуха и защиты от жаркого солнца Раймонд и Радо изобрели довольно привлекательную ширму-стенку из бетонных блоков для католической церкви на 500 человек в Негросе (Филиппинские острова) (рис. 207). На разрезе (рис. 208) видно, что авторы не пытались предохранить возвышающуюся часть среднего нефа от дождя, но для попавшей внутрь дождевой воды они предусмотрели широкий наклонный лоток, по которому вода стекает в пространство между рифленным кровельным покрытием и основным настилом крыши, способствуя охлаждению помещения своим испарением.

Рассмотренные нами двойные крыши заставляют нас вспомнить двойные надувные палатки, применяемые в пустынях. Воздух, циркулирующий между ее двумя «мембранами», препятствует чрезмерному перегреву внутреннего пространства палатки солнцем.

Рис. 208. Разрез церкви в Негросе. Архитекторы Раймонд и Л. Радо



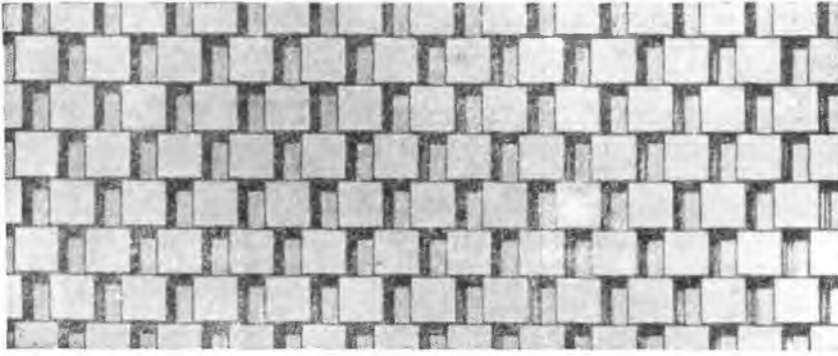


Рис. 209. «Дышащая стена», усовершенствованная в Каракасе (Венецуэла)

Пауль Лестер Винер и Жозе Луи Серт во многих своих проектах для Южной Америки применяли ширму, названную «дышащей стеной». Она обеспечивает здание, которое ограждает, воздухом и вентиляцией и одновременно действует как гаситель лучей солнца как под низким, так и под высокими углами. Она также защищает от косого дождя и придает помещению интимность. Такие ширмы могут быть изготовлены либо из сборного железобетона, либо из керамики; можно придумать много других интересных образцов.

Так, на рис. 210 изображена «дышащая стена», примененная Д. Гайтаном в Богота (Колумбия).

Для стены, фрагмент которой показан на рис. 209, были использованы Z-образные блоки. Такие блоки препятствуют проникновению дождя внутрь. Они были усовершенствованы в Каракасе (Венецуэла), так же как и решетка многоквартирного дома (рис. 211).

На островах Караибского моря для создания нормальных условий крайне необходимо «поймать» бриз внутрь жилых зданий. Нью-йоркские архитекторы Вурхис, Уокер, Фолей и Смит добились этого в своем проекте «дома для гостей» в форте Рид (Тринидад). На рис. 212 показан вид этого дома с востока, открытый план которого позволяет самому слабому ветру проникать внутрь здания. Окна, снабженные противомоскитной сеткой, могут оставаться раскрытыми настежь во время ливней, сопровождаемых ураганом; они хорошо защищены сплошными козырьками. Металлическая кровля, защищенная асбестом, имеет такой уклон, при котором ливневая вода не задерживается на ней ни секунды. Следует особо отметить вентиляторы, установленные на коньке, захватывающие наружный воздух, движущийся над коньком крыши, и отсасывающие внутренний, скопившийся под потолком воздух, что создает непрерывное движение воздуха внутри здания.

Ветер обычно рассматривается архитекторами как охлаждающий или вентиляционный фактор. Но он может быть использован и как источник тепла. Альфред Б. Паркер, архитектор города Майами, рекомендует располагать на домах ветряные мельницы (рис. 213). Совместно с солнечной теплотой или взамен ее ветряки могут служить электрогенераторами. Полученный от них ток может быть использован для нагрева воды и для отопления. В районах с постоянными ветрами (не по направлению, а по силе) такое решение может быть довольно выгодным. Разумеется, ветряные мельницы могут быть эффективным источником энергии только на равнинах.

Брукс заметил, что, когда ветер используется как источник энергии, количество непосредственно получаемой энергии пропорцио-

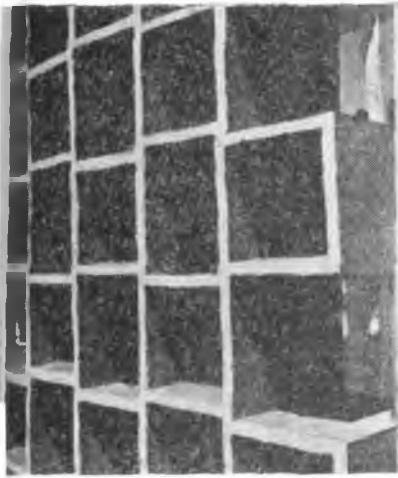


Рис. 210. «Дышащая стена» (Колумбия)

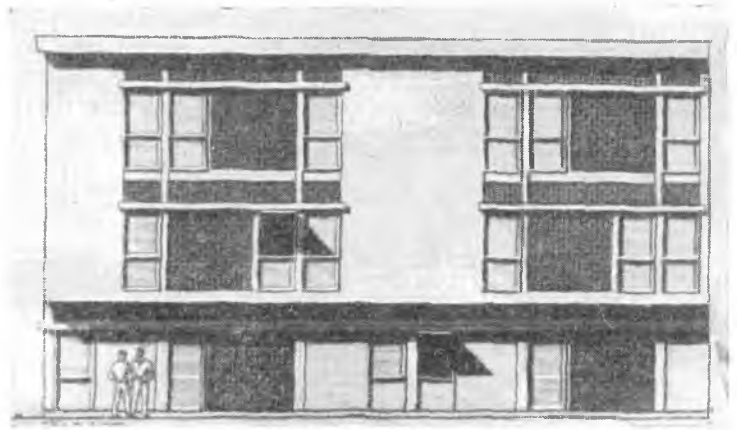


Рис. 211. Жилой блок, в котором использована «дышащая стена». Каракас (Венесуэла)



Рис. 212. Дом для гостей. Форт Рид (Тринидад). Вид с востока. Архитекторы Вурхис, Уокер, Фолей и Смит

Рис. 213. Ветряная мельница в Нидерландах



нально кубу скорости ветра. Так, при скорости ветра, равной 48 км/час, получаемая энергия будет в 27 раз больше, чем энергия при скорости ветра 16 км/час. Скорости ветра, наблюдаемого в Северной Америке, колеблются от 12,8 до 48 км/час. При низких скоростях получаемая энергия незначительна, а при высоких—оборудование часто выходит из строя. Например, ветер с чрезмерной скоростью обычно срывает крылья ветряных мельниц. Было обнаружено, что количество получаемой энергии до некоторой степени колеблется в зависимости от типа ветряных мельниц. Согласно Бруксу, «исследования французов определили мощность в $0,37 (v/10)^3$ квт/м² поверхности крыла, где v — средняя скорость ветра в м/сек. В действительности получаемая энергия, вероятно, будет меньше.

Развивающаяся энергия пропорциональна кубу скорости ветра, а последняя пропорциональна приблизительно корню пятой степени от высоты над поверхностью земли, отсюда и эффективность генератора более или менее пропорциональна квадратному корню из высоты крыльев над уровнем земли.

Наиболее благоприятными для ветряных мельниц участками являются гребни длинных высоких водоразделов, лежащих перпен-

дикулярно направлению господствующих ветров. Наветренные склоны с уклоном 1:10 увеличивают скорость ветра над гребнем до 15%, с уклоном 1:7 до 23% и с уклоном 1:4 до 35%. Участки над более крутыми уклонами неблагоприятны, так как ветер отбрасывается вверх почти вертикально и приобретает турбулентный (беспорядочный) характер».

Архитектор должен интерпретировать эти сведения для своих целей. Нельзя установить правильную относительно ветра ориентацию, предварительно не исследовав данного участка, потому что местные условия сильно влияют на поток воздуха. Мы надеемся, что дали архитекторам достаточно сведений для правильного решения проблем, связанных с ветром.

Планировка городов

Читатель, вероятно, помнит исторические примеры, приведенные нами во введении, когда речь шла о влиянии ветра на планировку городов. Приведем еще один пример того, как в предшествующие исторические эпохи градостроители учитывали направление ветров; рассмотрим город Коркула в Далмации, расположенный на острове в узком заливе Адриатического моря. Цитируем Гилберзеймера: «Город обращен к горе. Местоположение горы повлияло на планировку города; ветры, дующие с ее вершины, предопределили характер городских построек. Улицы города проложены под углом к направлению господствующих ветров и образуют рисунок «в елку», чтобы затруднить проникновению в город холодных ветров».

Как следует учитывать ветер при планировке городов в наши дни? Во-первых, следует обратиться к «примитивным средствам XX века». Например, мало найдется фермеров, которые расположили бы свинарники с наветренной стороны жилого дома. В этом случае не избежать крайне неприятных запахов. Фермеры, не обладающие достаточной интуицией для правильного размещения построек относительно ветра, должны обратиться за помощью к многочисленным публикациям Государственного сельскохозяйственного департамента. В них приводятся превосходные примеры планов ферм с логичной ориентацией относительно господствующих ветров всех построек фермы. Сельскохозяйственный комитет прерий Манитобского университета, сельскохозяйственный департамент штата Альберта, сельскохозяйственный колледж Илинойсского университета и другие подчеркивали тот факт, что жилые дома должны быть в стороне от летнего ветра, дующего со стороны скотных дворов, свинарников и т. п.

Сельскохозяйственный департамент Канады по совету архитектора Грейвса подготовил типовые проекты ферм со всеми службами со специальными ссылками и указаниями на условия различных районов страны.

К сожалению, в городах меньше считаются с направлением ветров, хотя вместо свинарников там расположены многочисленные заводы, загрязняющие воздух сажей и неприятными запахами производственных газов; но жители городов, к сожалению, не обращают на это внимания. Счастливые исключения редки и мы рассмотрим их далее.

Сначала познакоимся с поведением ветра над городом. Материалы по этому вопросу можно получить из многих источников, большинство из них — в Германии. В особенности следует упомянуть работу доктора П. А. Кратцера «Климат города»; затем работу профессора Эрнста Брезина и Вильгельма Шмидта «Искусст-

венный климат»: в последней рассматривается преимущественно климат Вены; работу Брезина «Климат, погода и человек». Следует отметить и статью Линке «Климат большого города» и главу «Городской климат» из книги Гейджера «Климат около поверхности земли».

Как мы уже видели, на подветренных сторонах зданий образуются завихрения. Таким образом, они оказывают на ветер тормозящее действие. Но, как считают только что упомянутые авторы, определить, в какой степени городские здания влияют на скорость ветра, не представляется возможным; измерения ветра для одних и тех же мест, произведенные до и после возникновения города, отсутствуют. Однако Линке сумел определить, что за 10 лет в некоторых городах Германии имело место уменьшение средней скорости ветра от 5,1 до 3,9 м/сек. Кратцер также отметил, что в Детройте за счет зданий имеет место замедление средней скорости ветра от 6,5 до 3,8 м/сек за 20 лет. Подобное же влияние города можно заметить в Штутгарте, где с 1894 по 1923 г. количество безветренных дней увеличилось с 1% до 23%.

На основе этих примеров можно прийти к заключению, что здания, особенно сгруппированные вместе на небольшой площади, значительно замедляют (иногда почти останавливают) потоки воздуха. Но это не всегда выгодно, так как ветер рассеивает скопления застоявшегося воздуха, предотвращая этим возникновение в некоторых районах города антигигиенических условий.

Ветер над городом может относиться к одному из следующих типов или быть их комбинацией: господствующий макроклиматический ветер, микроклиматический ветер, вызванный топографией и т. д., или, наконец, ветер, вызванный присутствием самого города. Первые два типа подробно обсуждались выше, третий нуждается в некоторых пояснениях.

Согласно Линке, тот факт, что город теплее своих окрестностей в полдень и вечером, является причиной образования над ним и вокруг него своей собственной системы ветров. Теплый воздух легче, и поэтому над теплыми районами города формируются поднимающиеся воздушные потоки. Это вызывает вторжение со всех сторон в эти районы новых масс воздуха взамен поднявшегося. Вращение земли также прибавляет свое влияние; систему ветров, действующую в направлении против часовой стрелки, метеорологи определяют термином «циклонная система». В центре города, где перегрев обычно является самым сильным, поднимающийся тепловой поток бывает наибольшим и как результат наибольшим является приток воздуха. Городская смесь тумана с воздухом, загрязненным дымом и газами¹, о которой мы упомянем далее, взвихрится вверх и образует купол, лежащий отчасти с подветренной стороны по отношению к главному направлению ветра. Пилоты неуправляемых аэростатов и планеров хорошо осведомлены об этом. Даже когда неуправляемый аэростат дрейфует высоко над городом, он подхватывается поднимающимся тепловым потоком, получившим у пилотов название «городских потоков», и увлекается им вокруг города против часовой стрелки.

В большинстве случаев вся смесь тумана с газами, образующаяся в пригородах и промышленных районах, переносится в ночное время к центру города, в то время как пригороды получают свежий воздух из сельских районов; центра города свежий воздух обычно не достигает.

¹ См. главу вторую — «Температура». (Ред.).

Линке считает, что в проектных организациях городов должны работать метеорологи и планировка города должна производиться при их непосредственном участии.

Планировщики, во-первых, должны относиться с достаточным вниманием к макроклиматическим и микроклиматическим ветрам в проектируемых ими городах. Во-вторых, им следует располагать промышленные районы города таким образом, чтобы ветры не приносили дым и другие вредные примеси в жилые районы. В-третьих, следует предусматривать широкое озеленение города, чтобы уменьшить перегрев воздуха, вызывающий образование сильных поднимающихся воздушных потоков, которые направляют дым от предприятий туда, где он нежелателен. Особенно полезны парки и другие большие массивы зелени в центре города. Они сильно уменьшают концентрацию теплого воздуха в центре города. Жара будет распределена более равномерно, а не сконцентрирована в одном или двух местах. В-четвертых, не следует располагать близко к городу промышленных предприятий, способствующих образованию дыма и других вредных примесей в атмосфере (см. главу четвертую — «Осадки»). Наконец, там, где ветер сам по себе нежелателен для домов, главные городские артерии следует прокладывать перпендикулярно направлению господствующих ветров, а обычные улицы по возможности параллельно им. При такой планировке магистрали не будут каналами для беспрепятственного прохождения ветра, а деревья вдоль меньших улиц и сами дома уменьшают потоки воздуха до минимума (рис. 214).

История учит нас, что достаточное внимание к ветру при планировке городов всегда вознаграждается с лихвой.

Ниже приводится пример современной разработки проекта планировки города Чандигарха, новой столицы восточного Пенджаба (Пакистан). Этот заново построенный город с 500 тысячами жителей имеет, пожалуй, один из наиболее хорошо продуманных из осуществленных когда-либо генеральных планов города. Нью-йоркские архитекторы Мейер и Витлси при участии архитекторов Милтона Гласса и Матвея Новицкого предусмотрели в нем надежные и экономичные конструкции, эстетику, идеальную циркуляцию всех видов городского движения (автотранспорт, повозки, запряженные быками, велосипеды, пешеходное движение) и другие факторы, влияющие на план города, а также характер местности и ее макро- и микроклиматические особенности.

Примечательно, что Мейер и Витлси сознавали огромную важность подхода к проектированию Чандигарха с климатической точки зрения, потому что в штате Пенджаб, как во многих районах Индии, жизненные условия чрезвычайно тяжелы из-за чрезмерно высоких температур и степени влажности. В этих условиях должны быть предусмотрены определенные средства, смягчающие действие высоких температур и влажности воздуха и способствующие обеспечению более благоприятной обстановки.

Первое, что они сделали в начале своей работы, — это обратились за консультацией к выдающемуся американскому климатологу доктору Гельмуту Ландсбергу, составившему для них подробное климатическое и микроклиматическое обозрение предполагаемого участка. В результате авторы смогли мастерски составить генеральный план города. Топография участка, равного примерно 173 км², представляет собой равнину с небольшим уклоном. В северо-восточной части участка имеется заметная возвышенность, а вдоль его северной и восточной границ протекает река. Архитекторы поместили на этой возвышенности Капитолий: отсюда он хорошо виден со всех сторон города. Но для этого имелась и другая причина: по

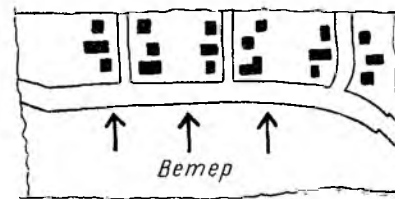


Рис. 214. Пример ориентации городских магистралей, направленных перпендикулярно господствующим ветрам

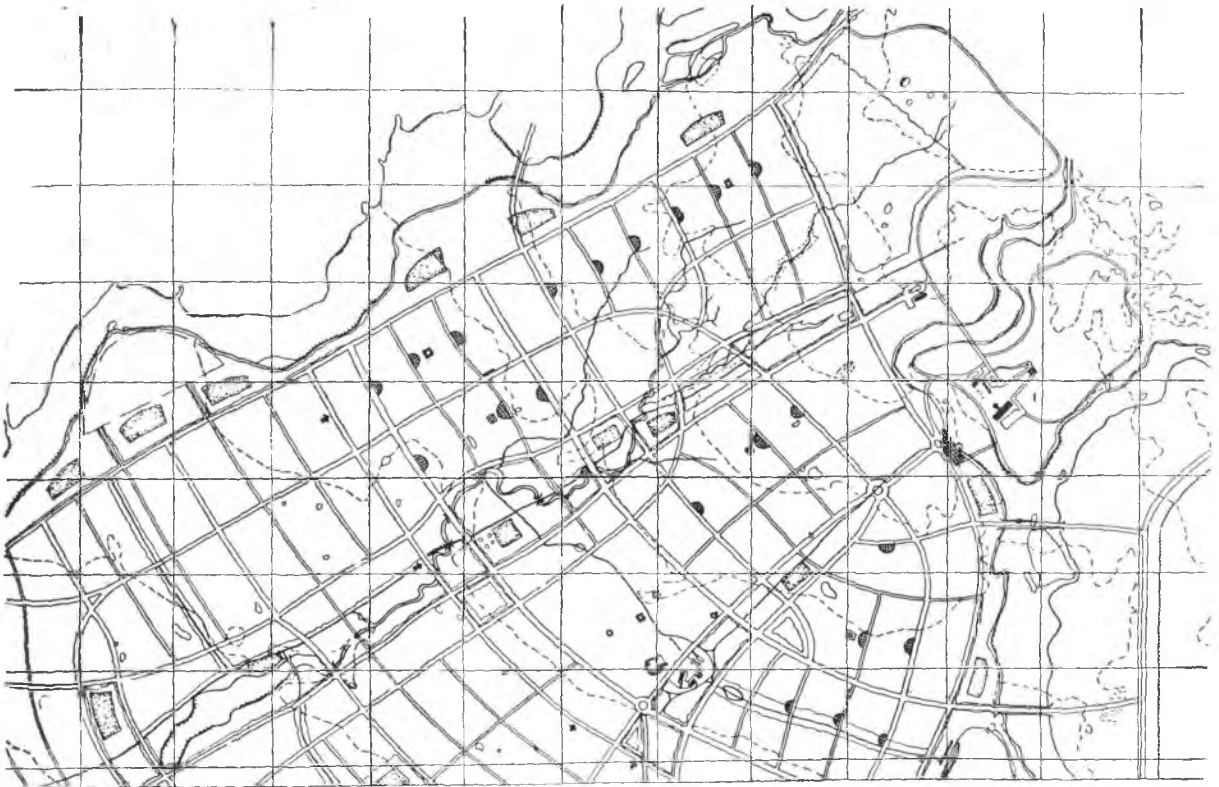
ночам, особенно в апреле, мае и июне, согласно Ландсбергу, с холма стекает бриз протяжением до 3,2 км, который стелется слоем от поверхности земли на высоту 0,9—1,2 м*.

Не было основания искать другого места для возведения Капитолия: заседания в парламенте редко происходят в ночное время, к тому же Капитолий снабжен новейшей механической установкой для кондиционирования воздуха. И вместо него у подножия холма расположились жилые дома.

В соответствии со всем этим и была осуществлена планировка города (рис. 215). Пользуясь сведениями, добытыми у Ландсберга, архитекторы нанесли на карту различные ориентации зданий относительно господствующих макроклиматических ветров и наиболее благоприятных условий освещения солнцем (рис. 216). Было определено, что для оптимальной ориентации улиц имеет большее значение ветер, а не солнце (последнему 21 июня нехватает лишь 8° , чтобы быть в зените) и что улицы должны быть направлены с северо-запада на юго-восток. На основе этих данных были изучены различные положения для каждого квартала и расположения домов внутри их (рис. 217—218). Такой анализ позволил архитекторам составить диаграмму ориентаций различных кварталов, подобную приведенной на рис. 219. Затем были составлены проекты жилых массивов для разных районов города, каждый проект был составлен для трех смежных микрорайонов (рис. 220). Ландсберг и архитекторы пришли к заключению, что трассировка улиц может отклоняться на 20° в обе стороны от направления ветра и до 30° , если

Рис. 215. Проект планировки Чандигарха, Пенджаб (Пакистан). Направление вертикальных линий сетки с севера (верх) на юг

* Освежающие потоки прохладного воздуха можно наблюдать вечерами в Тбилиси; это потоки, стекающие с горы Давида на проспект Руставели по перпендикулярным проспекту крутым переулкам. (Ред.).



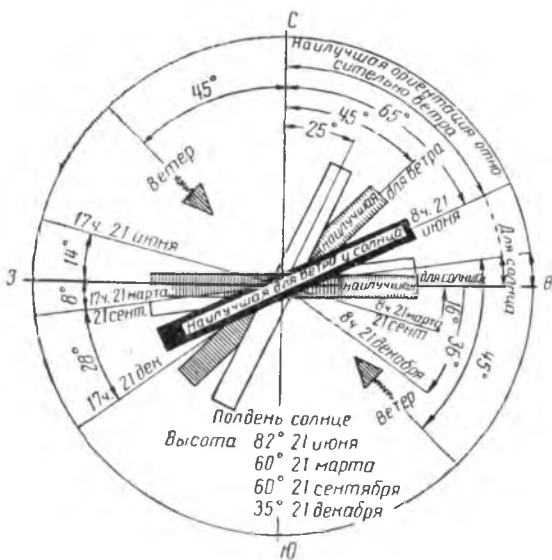


Рис. 216. Ориентация домов относительно солнца и господствующего ветра

излишек этого отклонения в какой-то степени компенсируется соответствующей ориентацией домов. Однако в последнем случае улицы должны быть шире, что выражается обычно определенным отношением ширины улиц к высоте домов по обе стороны улицы.

Было также установлено, что ветры не меняют своего направления в соответствии с поворотом улицы и, таким образом, здания, расположенные на улицах, отходящих в сторону от направления ветра в пределах от 20 до 30°, будут находиться в зоне штиля. Последняя может быть нарушена увеличением ширины улиц и расстояний между зданиями вдоль улицы до 30 м.

В Пенджабе охлаждение, вызываемое днем макроклиматическим ветром, сравнительно невелико, так как средняя скорость ветра равна только нескольким километрам в час в самые жаркие месяцы и редко бывает больше 24 км/час. Но ночные микроклиматические прохладные ветры, дующие вниз по склонам, имеют определенное значение. Они способны хорошо вентилировать широко расставлен-

Рис. 218. Жилые дома в Шандигарке, Пенджаб

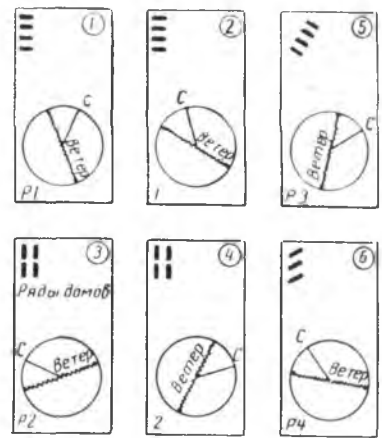
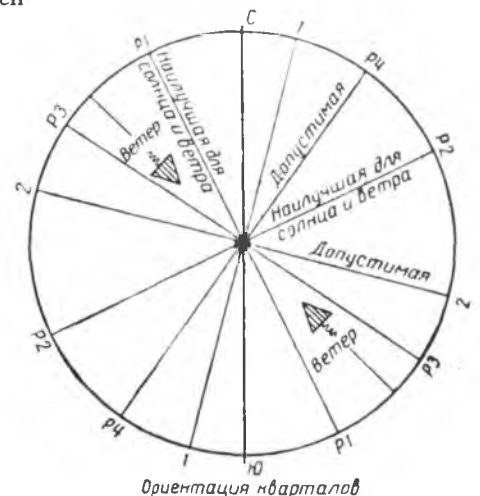


Рис. 217. Расположение домов. Цифры в кружках указывают порядок, предпочтительный для использования

Рис. 219. Ориентация кварталов



ные здания — именно: при зданиях, поставленных по направлению ветра, с разрывами не менее двойной их длины между торцами зданий; при зданиях, поставленных поперек ветра, с разрывами равными двойной их высоте.

Однако и дневные ветры оказывают значительное влияние на план города: они заставляют планировщиков тщательно выбирать места (в рассматриваемом случае оказавшиеся к западу и юго-западу) для расположения промышленности, чтобы избежать распространения над жилыми районами города дыма и запахов от промышленных предприятий.

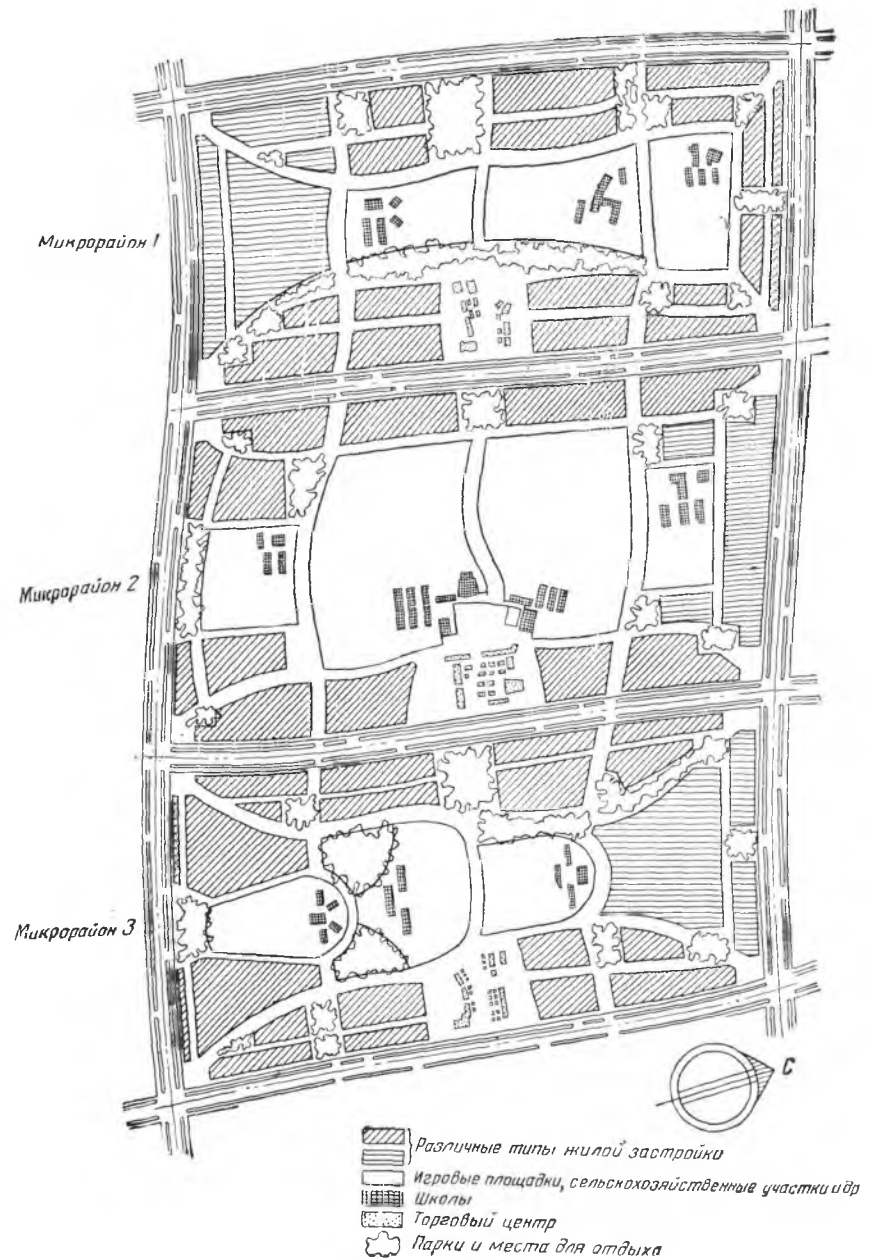


Рис. 220. Микрорайоны. Район ограничивается магистральными улицами с двухпутным проездом для быстрого движения посередине и обслуживающим кварталами однопутными проездами для медленного движения по сторонам. Проезды разделены зелеными полосами

Чтобы помешать распространению над Капитолием дыма со стороны железной дороги и сортировочной станции на восточной стороне города, между ними была разбита парковая полоса шириной 180 м с плотной посадкой деревьев на наветренной стороне сортировочной станции.

Из ранее приведенных комментариев видно, что это приведет к установлению местного вихревого (турбулентного) потока. Последний в свою очередь вызовет выпадание из воздуха сажи и, следовательно, уменьшение пелены дыма над районом Капитолия.

Что касается кварталов, то в их генеральной схеме была применена открытая планировка с широким озеленением, препятствующим перегреву зданий солнцем. Было решено также, что для лучшего проветривания помещений проемы внутри здания должны быть точно один против другого без каких-либо препятствий между ними. В этих же целях внутренние перегородки не доводились до потолка и были одинаковой высоты с дверьми, как в уже разобранных ранее примерах. Предполагалось также, что вентиляторы, установленные под крышей (защищенные от дождя), смогут дать дополнительную вентиляцию. Защита от солнца была осуществлена применением горизонтальных или вертикальных жалюзи с расстоянием между их ребрами, равным по крайней мере двойной их ширине.

Матвей Новицкий, незадолго до своей трагической смерти, в ряде набросков иллюстрировал эти идеи. Некоторые из них приведены здесь (рис. 221—224). Следует отметить, что Мейер и Витлси разработали генеральный план для использования его индийскими властями. Различные жилые блоки по настоянию Новицкого были разработаны в Индии индийскими архитекторами (Максвелл Фрай и Р. Джеперт работали с ними в качестве консультантов). Корбюзье выполнял обязанности главного архитектора, руководя работами из своей штаб-квартиры в Париже.

Мейеру и Витлси пришлось также вести планировку городов в районах с более умеренным климатом. Чтобы отдохнуть от жары, они поехали в Канаду. Там ими был составлен генеральный план нового города Китимат (Британская Колумбия) для Алюминиевой компании Канады. Им потребовалось разрешить много топографических и климатических проблем, ведь город должен был быть расположен у подножья предгорий Скалистых гор, на побережье Атлантического океана, примерно в 650 км от Ванкувера; та же бригада Мейер—Витлси и Гласс—Ландсберг превосходно справились с этой задачей, поставленной перед ними природой.

Авторы подошли к составлению плана следующим образом.

Зимой солнечное освещение не является главным фактором, хотя здания, особенно школьные, должны быть обеспечены максимальным количеством солнечного света. В Китимате летом никогда не бывает жары из-за смягчающего климат влияния океана (на протяжении круглого года), поэтому защита от солнца даже летом не является очень сложной проблемой. Но ветры должны тщательно учитываться, особенно холодный северный ветер, дующий зимой. Он является причиной образования снежных заносов. Зато ветры, дующие вниз по склонам окрестных холмов, желательны из-за прохлады, которую они приносят в летние ночи. (Исключение представляют низины, в которых образуются большие «резервуары» холодного, сырого воздуха).

Следует учесть и направление движения дыма, так как Китимат является индустриальным городом. Глубокие долины здесь нередко заполняются дымом от предприятий. Эта смесь не так уж опасна, если только в ней не содержится фтористых соединений. Кроме

Рис. 221. Блокированные дома
в Шандигарке

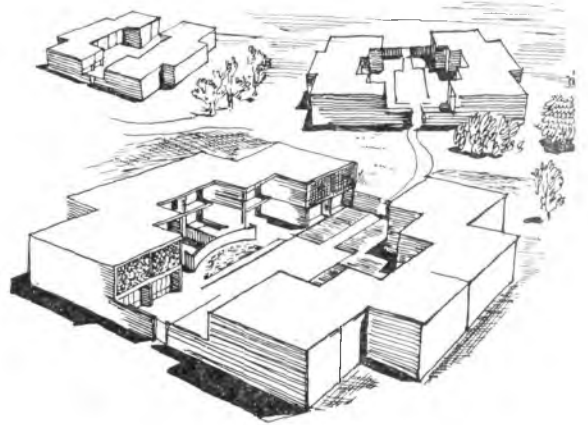


Рис. 222. Блокированные дома

того, если жилые районы расположить выше некоторого определенного уровня, то их обитателям можно будет не беспокоиться о каких-либо вредных или неприятных воздействиях дыма.

Назовем еще двух других архитекторов, которые в процессе планировки городов уделяют много внимания их климатическим условиям. Это Пауль Лестер Винер и Жозе Луи Серт. Среди городов, над планировкой которых они работали, можно назвать следующие: Меделин, Кали, Богота и Тумако (Колумбия), Чимботе и Лима (Перу) и Cidade dos Motores (Бразилия).

Топографические условия сильно повлияли на план города Меделин. Река, образуя ось длинной и узкой деловой части города, предопределила расположение многих городских районов. Она часто выходит из берегов и поэтому ее огородили дамбами (см. следующую главу).

Авторы при составлении плана города руководствовались местными климатическими условиями настолько, насколько это было возможно. Например, так как господствующие ветры дуют с севера, они поместили промышленный район на южной стороне города, чтобы дым и другие производственные отбросы, загрязняющие воздух, не попадали в жилые районы; и это несмотря на то, что

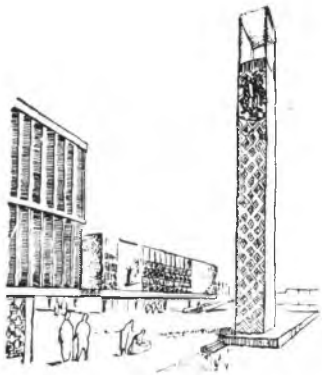
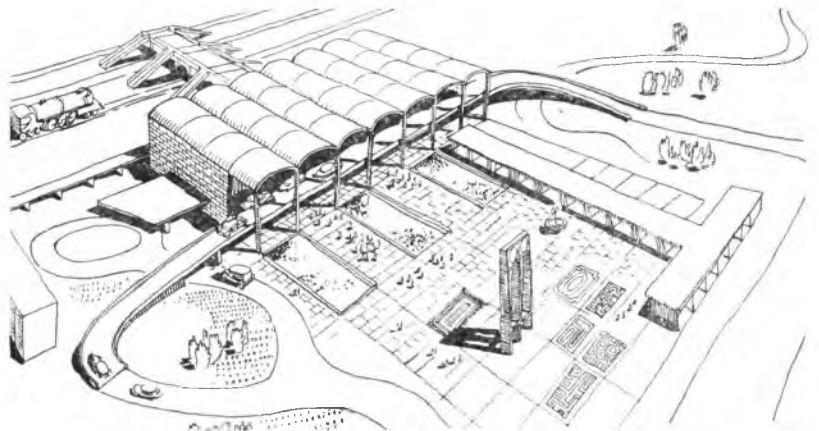


Рис. 223. Общественный центр в Шандигарке

Рис. 224. Проектируемая площадь перед железнодорожной станцией. Эскизы выполнены Матвеем Новицким



заводы большей частью работают на электроэнергии. На плане города (рис. 225) промышленные районы показаны штриховкой. Кроме того, архитекторы окружили индустриальные районы поясами зелени, которые не только ограждают их, но и удерживают все неприятные производственные запахи и т. п.

Город Тумако заставил Винера и Серта решить особенно интересную проблему по созданию совершенно нового города на острове, расположенном вблизи юго-западного побережья Колумбии, чуть-чуть на север от экватора. Старый город с населением 12 000 человек был уничтожен пожаром в 1947 г., и новый город было решено расположить на соседнем острове, где, как полагают, он сделается крупным торговым центром. Город сосредоточит весь экспорт западного бассейна Амазонки и весь импорт из иностранных тихоокеанских городов, предназначенный для Колумбии.

Для Тумако они предусмотрели только четыре главных типа жилых зданий (два из них воспроизведены ниже), но их местоположение и ориентация могут варьироваться. Обратите внимание, как в обоих приведенных типах жилых домов использованы туземные принципы строительства, что видно из чертежа туземного дома на сваях в старом Тумако (рис. 226). В домах первого типа крыша свободно опирается на столбы; она перекрывает жилые блоки, в равной степени защищая каждый из них от солнца и дождя. В то же время такая крыша обеспечивает каждый блок в ряду надлежащей вентиляцией (рис. 227). В домах второго типа — крыша

Рис. 225. Генеральный план Меделина (Колумбия). Архитекторы Пауль Лестер Винер и Жозе Луи Серт. Север — с левой стороны генплана

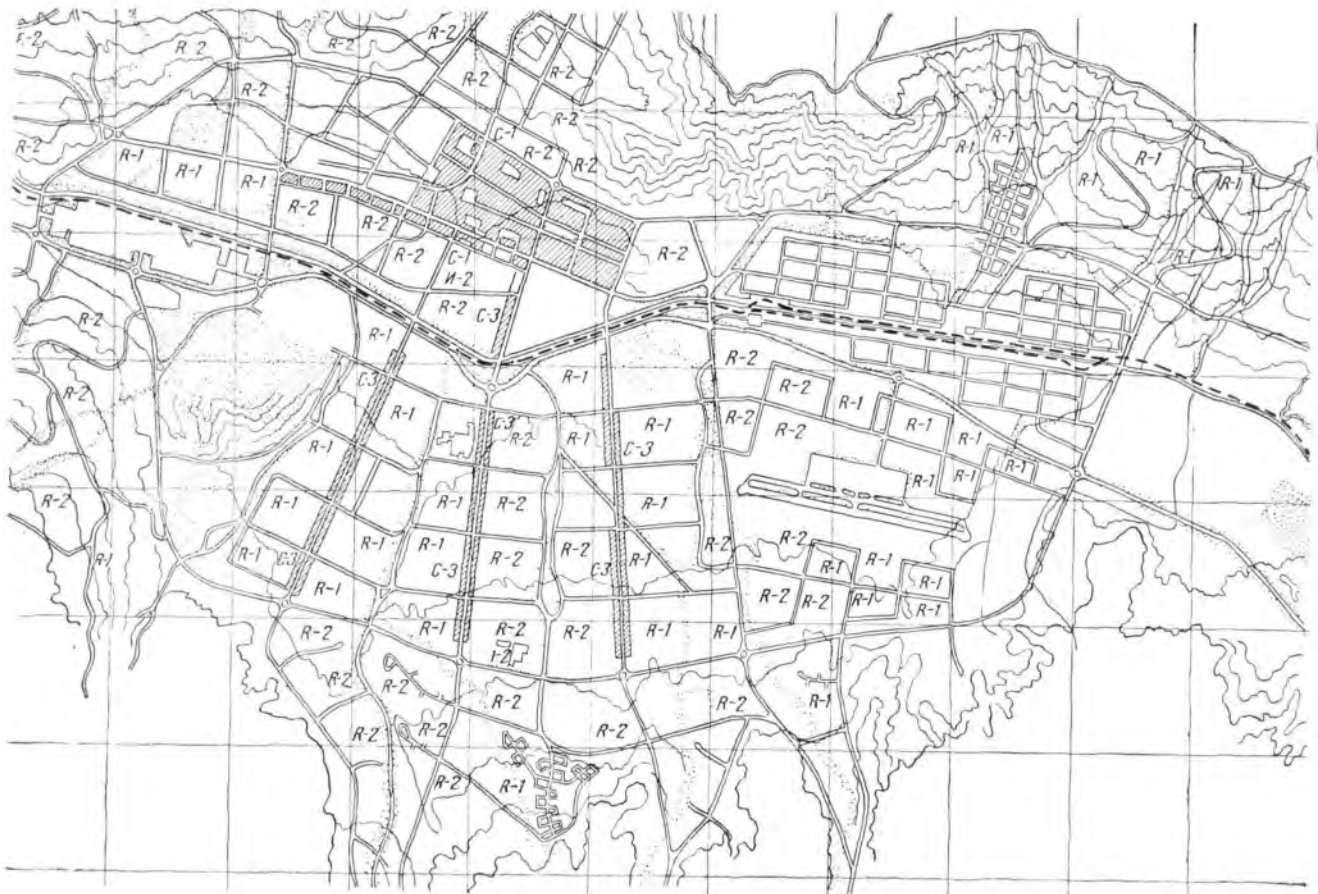




Рис. 226. Туземная хижина на сваях Тумако (Колумбия)

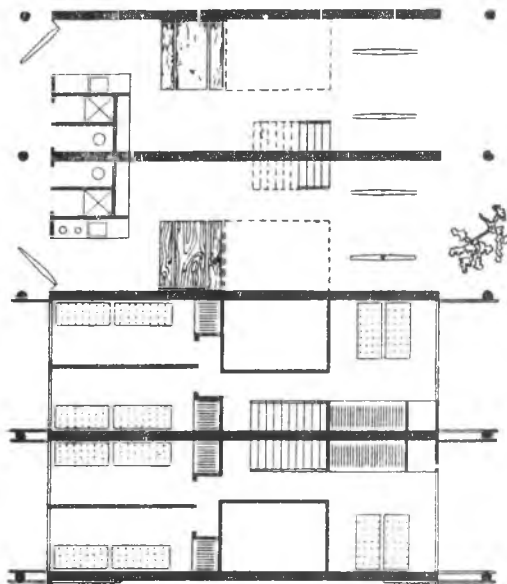
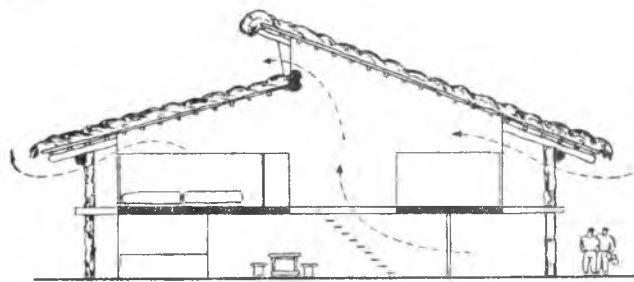


Рис. 228. Жилой блок в Тумако (Колумбия)

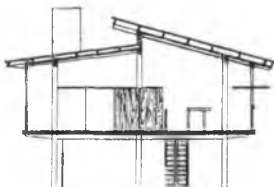
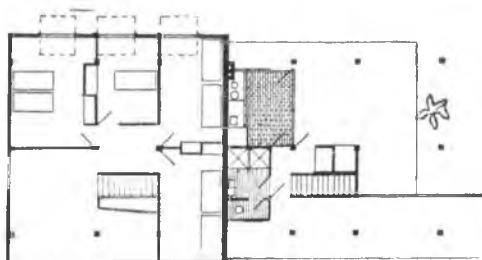


Рис. 227. Жилой блок в Тумако (Колумбия). Архитекторы Пауль Лестер Винер и Жозе Луи Серт

устанавливается несколько по-иному (рис. 228), но проемы разбиты так же, и влияние туземной архитектуры чувствуется и здесь. Та же тема проходит и в проектах общественных зданий. На рис. 229 показывает церковь, расположенную в центре города.

Обратите внимание на свободно стоящую волнообразную в плане стену, открытую сверху и не связанную с конструкцией крыши. Помимо того, что эта система отвечает всем требованиям тропического климата, она прекрасно устояла во время землетрясений.

Так же, как и в других городах, Винер и Серт разместили промышленный район города таким образом, чтобы дым относился в сторону моря, минуя жилые районы.

К югу от Тумако в Перу, Винер и Серт спроектировали перспективный план для города Чимботе. Этот город называют потенциальным Питтсбургом Перу. Хотя, подобно Тумако, Чимботе расположен на тихоокеанском побережье, климат его крайне сухой, что

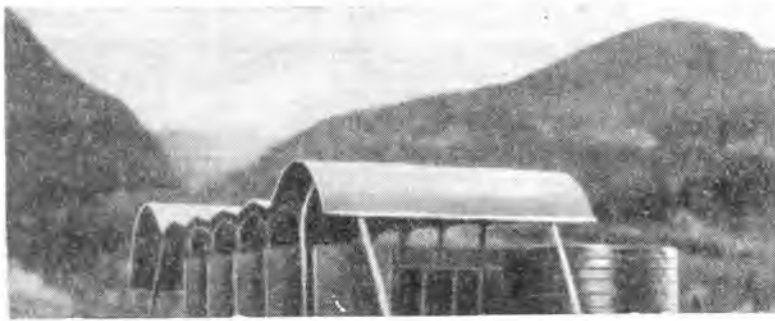


Рис. 229. Строящаяся церковь в Тумарко (Колумбия)

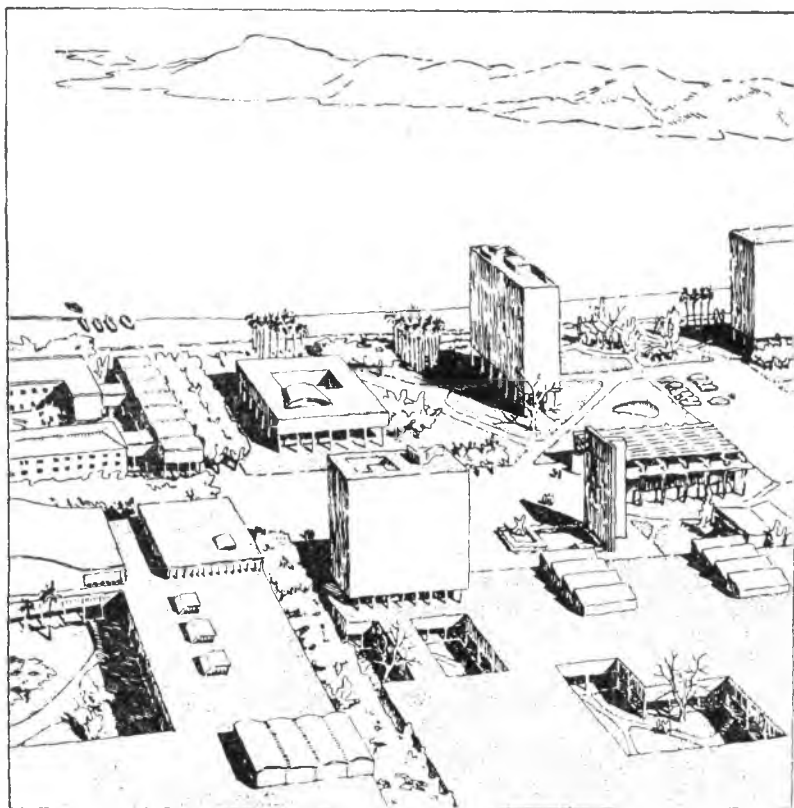
вызывается действием холодного перуанского течения. Дожди очень редки, и местные жители при поливке своих полей пользуются ирригационной системой, берущей начало в Андских Кордильерах на расстоянии 37 км от города. В этом городе зеленый пояс, окружающий промышленный район, имеет ширину 50 м и поэтому полностью ограждает заводы и все портовое хозяйство от других районов города.

Организация общественного центра Чимботе также является типичным примером подхода авторов к планировочным проблемам (рис. 231). Обратите внимание на внутренние дворы и парковые районы в сочетании с зонтами-навесами в виде бетонных



Рис. 230. Cidade dos Motores (Бразилия). Архитекторы Пауль Лестер и Жозе Луи Серт

Рис. 231. Общественный центр в Чимботе (Перу). Архитекторы Пауль Лестер Винер и Жозе Луи Серт



плит на столбах, под которыми предусмотрены магазины и тротуары для пешеходов. Подобными же чертами архитекторы наделили и свою трактовку нового города Cidade dos Motores в Бразилии (рис. 230). Крытые проходы связывают все окраины с общественным ядром города. Горожане будут защищены от солнечных лучей, куда бы они ни пошли. Предусмотрена также равномерная для всего города аэрация, ибо все здания ориентированы навстречу господствующим ветрам.

ОСАДКИ

1. ВИДЫ ОСАДКОВ

Коротко говоря, осадки—это процесс, обуславливающий дождь: масса влажного воздуха поднимается и с понижением давления увеличивается в объеме. Относительная влажность при этом увеличивается, и на определенной высоте воздух будет насыщенным. С дальнейшим ростом высоты воздух перенасытится, и, по всей вероятности, водяной пар станет конденсироваться. Конденсат образует облако, состоящее из маленьких капелек воды, если температура уровня насыщения выше точки замерзания. Размер и, следовательно, вес капелек постепенно увеличиваются до тех пор, пока они не станут настолько крупными, что уже не могут удерживаться в воздухе. Тогда и начинает падать дождь.

Многие различные процессы являются причинами дождя. Так, топографические условия могут вызвать вертикальный подъем воздушных масс и в результате этого их охлаждение; может также произойти соприкосновение воздушных масс с разными характеристиками. Первый процесс будет рассмотрен далее при разборе влияния высоты на осадки, а второму уделим здесь немного внимания.

Монреаль расположен на трассах движения воздушных масс, которые пересекают Северо-Американский континент как раз в районе города. Одна идет с запада на восток. Хейр отмечает, что ее направление совпадает с направлением Тихоокеанской железной дороги Канады и скорость движения на ней масс воздуха равна примерно скорости скорого поезда. Другие массы воздуха приходят из США вдоль долины Миссисипи или по восточному побережью. В конечном итоге и те и другие массы сталкиваются в Монреале, и это является причиной частых штормов в этом районе.

Изучая особенности различных климатических факторов или пользуясь материалами метеорологических станций, архитекторы могут получить полное представление о количестве дождевых осадков в любом районе.

Если процесс образования конденсата будет протекать при температуре ниже точки замерзания, то из атмосферы будет выпадать снег, а не дождь¹.

Где-то в атмосфере выше уровня замерзания могут образоваться маленькие ледяные шарики. Сильные вертикальные воздушные течения, возможно, унесут льдинки еще выше, и там к их поверхности будут налипать снежинки. Затем они также могут опускаться немного, но вполне достаточно для того, чтобы вызвать образование на своей поверхности второго слоя замерзающей воды. Процесс может повторяться в зависимости от силы поднимающих воздушных

Рис. 232. Лапландия



¹ При пограничных температурных состояниях атмосферы будет выпадать мокрый снег или мокрый снег одновременно с мелкими каплями дождя. (Ред.).

потоков, и в конце концов образуются льдинки, называемые градом, падающим на землю.

Из этих описаний становится понятным, почему гроза, являющаяся результатом сильных конвекционных движений воздуха, часто сопровождается градом.

Град является разрушительным элементом в климате. Он уничтожает посевы, разрушает дома, и каждый год тратится много усилий на восстановление причиненных им разрушений. В районах, где часто проходят ливни, сопровождаемые градом, не следует применять верхний свет, застекленные крыши или другие легко повреждаемые градом архитектурные детали.

В Англии мокрый снег является видом осадков, состоящим из тающего снега или тающего снега вместе с дождем. В США и Канаде мокрый снег состоит из дождя и зернышек или шариков льда. Последние — прозрачные и выпадают в том случае, когда капли дождя из теплых верхних слоев воздуха проходят сквозь слои холодного воздуха, расположенные около поверхности земли. Дождь со снегом часто является причиной образования гололедицы, из-за которой может полностью прекратиться движение на главных магистралях или на городских улицах. Мокрый снег или льдинки трудно заметить, так как их поверхности, будучи отраженными, похожи на отражение мокрой поверхности.

Автобусы при таких обстоятельствах становятся трудноуправляемыми, и поскольку дождь со снегом (в его американской разновидности) может выпасть в любом районе, где преобладает холодный воздух, проектировщики должны предусмотреть, по крайней мере, на главных магистральных дорогах какую-то защиту. Один из способов, состоящий в подогреве верхнего покрытия дороги системой трубопроводов, будет рассмотрен в дальнейшем.

Кучевые облака иногда могут достигать большой высоты. В Канаде и большей части США она может быть равной 9 000 м, а в тропиках — 12 000—15 000 м. Огромное снижение температуры с высотой в кучевых — дождевых облаках (как они могут быть названы при данных условиях) ведет к конденсации большого количества водяных паров, что способствует сильным ливням.

Анализы сводок Бюро погоды показывают, что наивысшие по своей интенсивности дожди обычно случаются именно при таких обстоятельствах, и архитектору следует предусмотреть устройство дождеприемников и водостоков достаточной пропускной способности.

Грозы часто сопровождаются градом и молниями. О молниях речь пойдет в следующей главе.

Туман — это водяной пар, сконденсированный в частички воды, обычно снижающие видимость около земли. От облаков туманы отличаются лишь тем, что они возникают на небольших высотах, около земной поверхности.

Туман может быть образован многими путями. По способу своего происхождения туманы могут быть адвекционными, береговыми, лобовыми, образованными над землей, снежными, от излучений, дымными и возникающими на склонах. Для архитекторов интересны только некоторые из них, хотя планировщики городов могут встретиться со всеми их видами.

Туманы всех видов являются во всех случаях неприятными, и мы не должны жалеть усилий, чтобы избежать их или рассеять, если это возможно.

Согласно Петерсену, наиболее частой и действенной причиной образования тумана является охлаждение воздуха во время сопри-

косновения последнего с земной поверхностью. Обычно различают три вида охлаждения: лучистое, адвекционное и адиабатическое.

Туман, образованный посредством лучистого охлаждения, обычно встречается над городами. Уже отмечалось, что ночное лучистое охлаждение способствует образованию над городом тумана и смеси тумана с дымом и газами, особенно при безоблачном небе, спокойном воздухе и высокой относительной влажности. Так как туман образуется вокруг посторонних частиц, присутствующих в воздухе, все усилия должны быть направлены к тому, чтобы помешать появлению таких частиц в атмосфере.

Туман, образованный лучистым охлаждением, часто возникает вскоре после захода солнца. Время его существования совпадает с часами темноты, когда температура воздуха опускается ниже точки росы. И все же чаще такой туман появляется как раз после восхода солнца, поскольку в этот час под действием солнца в атмосфере возникает движение воздуха. Холодный воздух над поверхностью земли перемещивается с теплым воздухом, расположенным выше, что и ведет к образованию тумана.

Над некоторыми районами туман этого типа образуется легче, чем над другими.

Анализ ночных температур при различных топографических условиях и над различными поверхностями (см. главу о температуре) подскажет архитектору места наиболее частого образования туманов: районы, которые являются по ночам наиболее холодными по сравнению с атмосферой, получают по утрам наибольшее количество тумана. Влажные районы также способствуют образованию тумана.

Итак, туман, образованный лучистым охлаждением, образуется в низких местах, где встречаются «морозные впадины», а также над поверхностями с минимальными ночными температурами как-то: снег, песок, светлый суглинок и т. д.

Туман может быть вызван также и адвекцией. В сущности он похож на туман, вызванный лучистым охлаждением, — теплые массы воздуха проходят над холодным массивом земли или над холодным водным зеркалом. Всякий, кому пришлось когда-нибудь видеть Большие Берега Ньюфаундленда, знаком с этим туманом: теплый воздух из тропиков проходит здесь над холодным арктическим течением.

Единственный практический способ борьбы с таким туманом — это найти другое место.

Рассеять туман можно сжиганием бензина. Этот способ часто применяется над аэродромами, но для архитектурных целей он непрактичен. Разумеется, туман чаще всего просто висит над морем. Над сушей он быстро нагревается и рассеивается.

Третий вид тумана, причиняющий много беспокойства архитекторам, — это туман, лежащий на склонах. Он вызывается движением влажного воздуха вверх по склону холма или горы. Читатель, вероятно, помнит, что в таких случаях результатом образования тумана может быть адиабатическое падение температуры воздуха; его относительная влажность будет увеличиваться вплоть до начала процесса конденсации и образования тумана. В скалистых горах можно найти склоны, на которых такие туманы преобладают. На противоположных подветренных склонах тех же гор также имеют место адиабатические процессы. Воздух опускается и, сжимаясь, нагревается, и здесь можно ожидать появления фенів, которые мы уже рассматривали. Следовательно, эти склоны являются наиболее свободными от туманов. Ими-то и нужно пользоваться архитекторам.

2. ИЗМЕРЕНИЕ ОСАДКОВ

Этот раздел изложим коротко. Архитекторам очень редко приходится измерять осадки. Различия, вызванные микроклиматом, могут быть выявлены изучением ветров, а различия, являющиеся результатом макроклимата, заметны лишь при рассмотрении больших районов. Таким образом, едва ли когда-нибудь проектировщик столкнется с необходимостью исследовать различные виды осадков. Тем не менее предлагаем вниманию читателя следующие методы.

Дождемеры (рис. 233) употреблялись в Индии в IV столетии до н. э., как сообщает нам Виктор Конрад в книге «Методы климатологии». Он же отмечает, что самые ранние регулярные количественные измерения дождя производились в Палестине в первом столетии н. э. методом, очень похожим на современный.

Во всех приборах для измерения дождя используется воронка. В каждой стране ее диаметр разный. В Канаде на метеорологических станциях диаметр воронки равен 20 см. В США Бюро погоды пользуется приборами диаметром 20 и 50 см. Размер этих приборов не имеет большого значения, если соблюдать некоторые предосторожности. Последние нужны для более точных наблюдений. Например, прибор следует располагать так, чтобы ветер возможно меньше действовал на него, ибо в тихую погоду в прибор попадает одно количество дождевой воды, при ветре—другое. Обычно прибор устанавливается на траве; если установить его на твердой поверхности, то капли дождя, отскакивая от нее, могут попасть в воронку прибора и измерения будут неточными. Дождевая вода проходит вниз через воронку и попадает в специальный контейнер через небольшой качающийся прибор, приходящий в движение как только в нем скопится слой дождевой воды толщиной 0,025 см. С помощью регистратора электрочасами может быть установлена таким образом интенсивность дождя за любой период времени. Сопоставление конечных показаний электрочасов и самого прибора дает общую величину выпавших осадков за рассматриваемое время.

Государственные станции производят наблюдения с помощью прибора для измерения дождя, обычно помещенного на горизонтальном участке. Однако это не всегда дает точные сведения о дожде; например, поверхности с уклоном в сторону (навстречу) дождя получают намного большее количество дождевой воды, чем горизонтальные, защищенные от ветра поверхности. Гейджер говорит: «При распределении осадков вокруг холма влияние уклона должно быть добавлено к влиянию ветра. Для практики человеку более важно знать количество осадков, попадающих на интересующий его склон, а не количество осадков, попадающих в горизонтально расположенную воронку прибора, на уровне 1 м от поверхности земли.

Сравнительные измерения горизонтально расположенных приборов с приборами, воронка которых параллельна поверхности земли, показали, что наветренный 20°-ный склон холма получил больше осадков, чем ровная поверхность земли. Избыток получен за счет скорости преобладающего во время дождя ветра. Величины этого избытка следующие:

При скорости ветра меньше 4 м/сек . . .	3%
При скорости ветра от 4 до 5 м/сек . . .	11%
При скорости ветра больше 5 м/сек . . .	27%
Единичный случай (грозовой ливень) . . .	34%

Чем свежее ветер, тем под более косым углом падает дождь и тем благоприятнее это для почвы склона. На противоположной, защищенной от ветра стороне холма, где дождь падает отвесно,



Рис. 233. Дождемер

количество осадков на склоне было бы на 5% меньше, чем на ровной поверхности».

Очень трудно точно измерить количество выпавшего снега. Во-первых, это нужно делать в месте наиболее характерном для общих условий данного района. Снег скапливается около изгородей и других препятствий; следовательно, толщина снежного покрова сильно колеблется. Во-вторых, участок, где производятся измерения, должен быть таким по величине, чтобы сдувание снега не оказывало на него существенного влияния и в то же время не было бы столь большим, чтобы могли возникать наносы. Именно таким способом Бюро погоды ведет наблюдения над макроклиматическим снегом. Однако архитекторам могут понадобиться сведения о глубине сугробов, для измерений которых приведенные выше рекомендации не нужны.

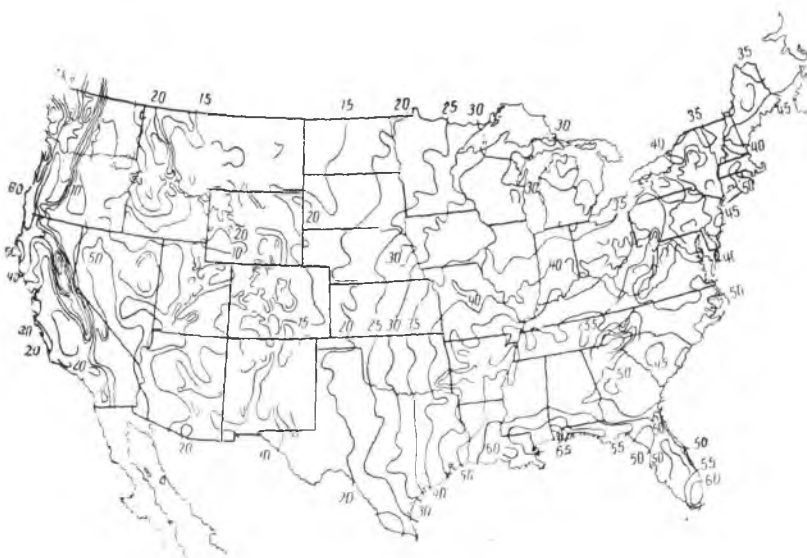
Архитектору может понадобиться информация о толщине снежного покрова или слоя воды, эквивалентного этому снегу. Знать и то и другое будет полезным для него: первое — для определения снежных нагрузок на крышу и т. п., второе — для определения профилей сточных канав, размеров водоприемников и дренажных труб. Толщину снежного покрова можно определить простой палкой, а толщину слоя воды — предварительно растопив снег или используя принятый заранее индекс; например, 25 см снега эквивалентно 2,5 см воды. Большинство канадских официальных метеостанций пользуется последним методом для своих измерений. Но вот комментарии по этому поводу из книги Кимбла и Баша «Погода»: «Многие скажут вам, что трудности отсутствуют, что все, что вы должны сделать, это разделить толщину слоя выпавшего снега на 10 и получить ответ. Однако снег снегу рознь: при одинаковой толщине легкий пушистый снег будет содержать меньше половины того количества воды, которое содержится в кристаллическом или в мокром снеге. Единственно правильный способ — это растопить снег... Приборы обычно дают вам кратковременные величины измерений. Только в тихую погоду приборы дают удовлетворительный результат. Во всех остальных случаях мы советуем полагаться на измерения, полученные с помощью градуированных вертикальных палок, размещенных с определенным интервалом на открытой местности. Пользуясь специальной палкой, можно получить столбики снега (равные по высоте слою выпавшего снега), взятые рядом с вышеупомянутыми палками. Будучи растопленными, столбики дадут достаточно хорошее приближение к количеству воды, содержащейся в какой-либо единице объема выпавшего снега». Официальные инструкции Бюро погоды США предусматривают превращение свежевывавшего снега в эквивалентное количество воды добавлением к нему отмеренного количества горячей воды.

Общее количество осадков складывается из количества дождя плюс количество воды, эквивалентное выпавшему снегу, граду, мокрому снегу и т. п.

Определение количества среднегодовых осадков, как большинства метеорологических данных в форме средних величин, дает, собственно, не много архитекторам. Они могут лишь помочь определить во влажном или в сухом климате расположен участок. Но и в этом случае приходится рассматривать температурные условия данного района, так как количество осадков 2,5 см в холодных районах потребует большего времени для испарения, чем в жарких.

На рис. 234 показана карта среднегодовых осадков в США. Эта карта, так же как и последующие, составлена Бюро погоды Департамента торговли США.

Рис. 234. Средние годовые осадки за период 1899—1938 гг. в дюймах (1 дюйм \approx 2,5 см)



Сведения о среднем числе дней с количеством осадков, равном 0,025 см или больше (рис. 235), вероятно, будут полезны, когда рассматриваются факторы, влияющие на проектирование. Карты этого типа укажут нам, как часто в среднем выпадают осадки, что дает возможность учесть их действие вместе с действием других климатических факторов.

Статистические данные о количестве максимальных осадков в час (рис. 236) являются наиболее полезными для определения различных водоотводных устройств при проектировании водостоков, водоприемников, труб ливневой канализации, дренажных кюветов.

При проектировании следует учитывать коэффициент запаса, принимаемый равным 5% на случай возможных особо неблагоприятных условий. Но следует указать, что эти максимальные количества выпадают в некоторых районах настолько редко, что может быть их и не всегда следует учитывать. Карта максимальных осадков за 24 часа может быть пригодна для подобных же целей.

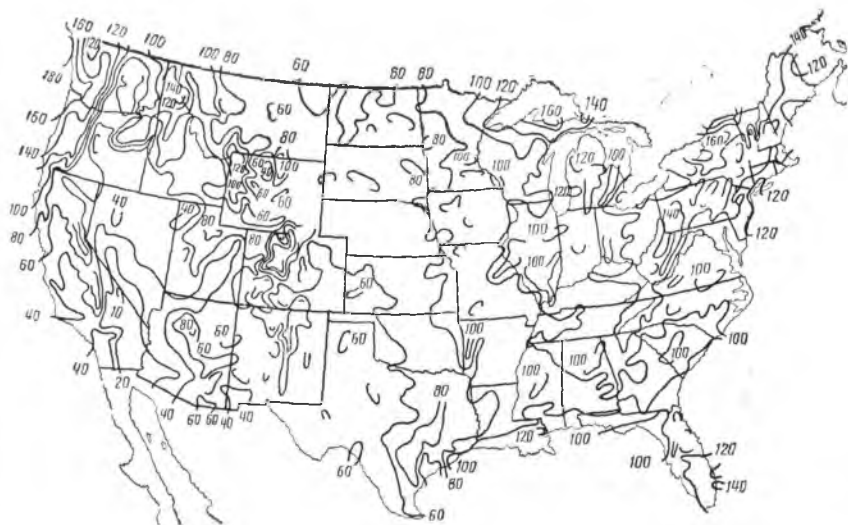


Рис. 235. Среднегодовое число дней с количеством осадков 0,025 см и больше (за период 1899—1938 гг.)

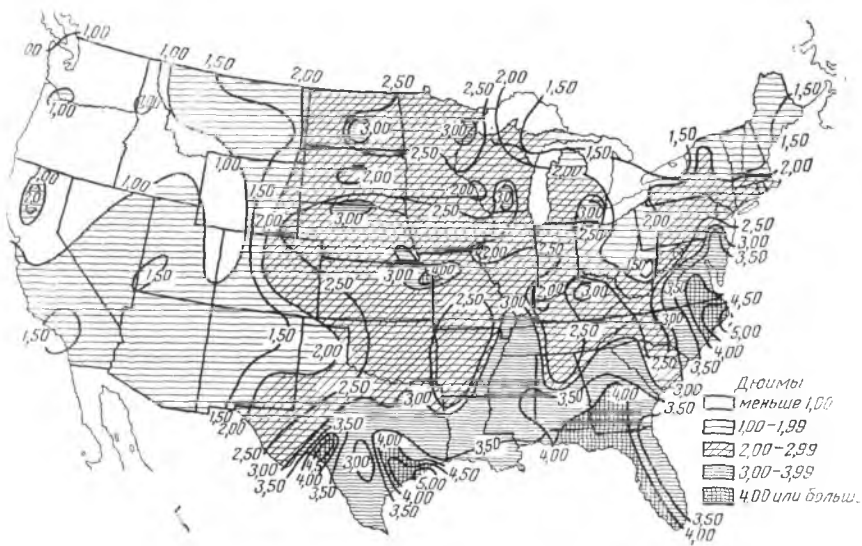


Рис. 236. Максимальное количество осадков за 1 час (по данным двухсот наиболее крупных станций Бюро погоды США за период 1899—1938 гг.)

Дюймы	См
меньше 1,00	меньше 2,5
1,00—1,99	2,5—5
2,00—2,99	5,0—6,25
3,00—3,99	6,25—7,50
4,00 или больш.	10,0 и больше

Интересно ознакомиться со среднегодовым количеством снега, хотя для архитекторов оно не так уж важно, за исключением возможности учитывать паводки, основанной частично на таких сведениях (рис. 237). Но максимальные количества снега являются очень важными для архитектора, так как на основании их изучения определяются величины снеговых нагрузок и другие данные (с добавлением принятого коэффициента запаса).

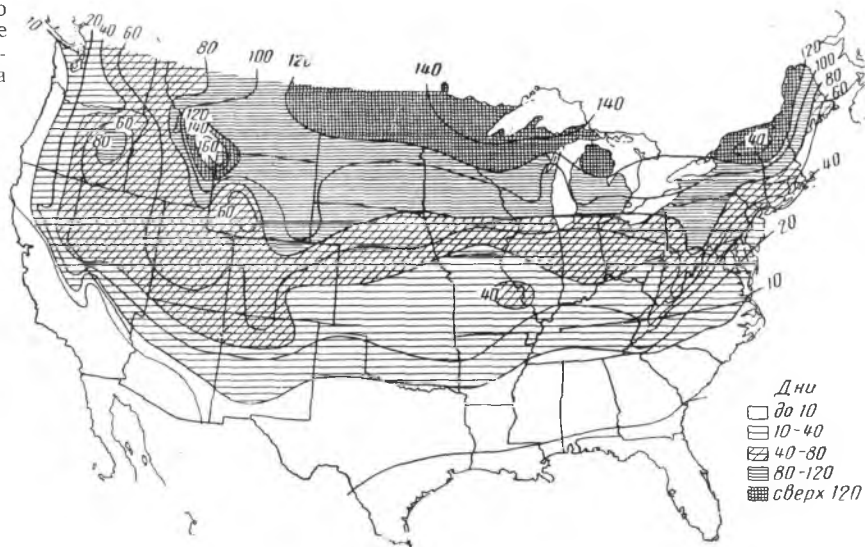
Карта среднегодового количества снежных дней также может помочь в оценке различных, влияющих на архитектуру факторов, с которыми приходится сталкиваться в процессе проектирования. Из нее можно узнать долю годового времени, в течение которого приходится расчищать улицы от снега (рис. 238).

При наличии под рукой соответствующих данных интересно установить максимальную скорость падения снега за 24 часа или



Рис. 237. Среднегодовое количество снегопадов за период 1899—1938 гг.

Рис. 238. Среднегодовое число дней со снежным покровом 2,5 см и больше (по данным двухсот наиболее крупных станций Бюро погоды США за период 1899—1938 гг.)



в более короткое время и максимальную скорость падения дождя за промежуток времени короче часа. Это требуется для определения сечения водосточных труб. Можно также определить среднее число гроз, которое следует ожидать в течение года, а также их вероятные направления и интенсивность.

Что касается града, то крайне необходимо определить вероятность выпадения града на участке. В большинстве районов США отмечается, по крайней мере, одна буря с градом в год. Это требует таких архитектурных деталей, которые выдерживали бы напор бури и бомбардировку градом.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОСАДКИ

Перед проектированием здания или перед планировкой района или участка архитектор должен тщательно взвесить ту пользу и тот вред, который приносят осадки в рассматриваемом районе.

Польза	Вред
Изоляционные свойства снега	Снег накапливается в местах, где это нежелательно
Влага является охлаждающим фактором	Влага создает сырость и часто бывает неприятной
Дожди смывают грязь	Возможны наводнения, как в результате самих ливней, так и в результате переполнения рек, потоков, озер
Психологическое и эстетическое действие снега	Мокрый дождь вызывает гололедицу
Отражается на зданиях дополнительное количество полезной радиации	Убытки от града

Виды осадков и их количество, выпадаемое в каком-либо районе, зависят от его макроклиматических и микроклиматических условий.

Макроклиматические условия

Горы способствуют образованию осадков ввиду того, что они заставляют воздух подниматься вверх, и служат причиной одного из следующих явлений:

а) воздух при адиабатическом охлаждении (т. е. при снижении его температуры с увеличением высоты) высвобождает часть содержащейся в нем влаги;

б) установившееся почему-либо ранее пониженное давление воздуха при встрече его с горами быстро увеличивается, результатом чего является немедленное выпадение осадков.

Но какова бы ни была причина увеличения количества выпадающего дождя или снега, архитекторы должны знать, что наветренные склоны гор являются обычно наиболее влажными. Достаточно рассмотреть Скалистые горы, Анды, Гималаи или даже Лаурентские горы, чтобы убедиться в правильности этого замечания. И, наоборот, подветренные стороны являются наиболее сухими — иногда даже их климатические условия приближаются к климатическим условиям пустыни, как, например, в восточной части Аргентины¹.

Сведения о макроклиматических осадках для любого района Канады можно получить в местных метеорологических станциях или в Центральном метеорологическом управлении в Торонто, а в США — в местных метеорологических службах Бюро погоды Соединенных Штатов или в его главной конторе в Вашингтоне.

Продолжая обзор влияния топографии, мы можем сообщить читателю, что количество осадков с высотой увеличивается. В тропиках это правило распространяется лишь до некоторого уровня, что может иметь место и в умеренных широтах, хотя в последнем можно сомневаться. Здесь большая часть осадков выпадает в виде снега, а последний легко сдувается и не поддается точным измерениям.

Каково бы ни было их количество, осадки в горной местности являются отрицательным явлением для зданий. Снег опасен из-за лавин: во многих странах лавины сметали с лица земли целые поселки. Дожди же являются причиной оползней с такими же катастрофическими последствиями.

По мнению автора, высоко в гористой местности следует располагать лишь туристские базы. Здесь нужно обращаться за помощью архитекторов и, вероятно, климатологов, вооруженных знанием условий высокогорных районов. (Для выбора и изучения участка очень удобен вертолет).

Единственное сходство между апельсином, которым для большей наглядности пользуется учитель начальной школы на уроках географии, и земным шаром состоит в общей для них обеих сферической форме. Если бы земля обладала внешним видом этого фрукта, то климат зависел бы только от широты и времени года и дня. Но в том виде, в каком он существует сейчас, земной шар состоит из различных масс материков и океанов, играющих действительную роль в формировании климата.

¹ Приведенное здесь положение подтверждается и данными метеорологических станций на Кавказе о распределении относительной влажности воздуха и осадков за три летних месяца в зонах, расположенных по разные стороны Сурамского перевала. В направлении с северо-запада на юго-восток в пунктах до перевала средняя относительная влажность воздуха за три летних месяца колеблется в пределах от 80 до 72%, а в пунктах после перевала — от 45 до 55%. Среднее количество осадков в тех же пунктах до перевала колеблется в пределах от 166 до 107 мм, а в пунктах после перевала — только от 53 до 72 мм. (Ред.).

О значительных температурных разницах между материками и океанами уже упоминалось. Эти географические области дают начало образованию различных систем давления и воздушных масс. Воздушные массы, образовавшиеся над водой, дают несравненно больше осадков, чем воздушные массы, образовавшиеся над сухими районами пустынь. Было обнаружено, что дожди над морями и океанами сильнее, чем над сушей, и между ними двумя лежит промежуточная зона, которая представляет для нас большой интерес. Но на этом мы остановимся, так как обобщать дальше было бы бесполезно, поскольку имеется слишком много исключений. Какая-либо оценка будущего макроклиматического дождя (позволю себе воспользоваться этим несколько неуклюжим выражением) должна производиться на основе существующих архивных данных.

Максимальные дожди, за исключением районов со средиземноморским климатом или экваториального пояса, выпадают в течение летних месяцев.

Однако летом максимальны не только дожди, но и испарение. Поэтому их следует рассматривать совместно для того, чтобы определить выгоды или ущерб, наносимые ими архитектуре. По этому поводу было написано много книг и предложено много различных теорий. Для того чтобы полностью охватить эту тему, потребовалось бы слишком много места, а посвятить им только несколько страниц было бы несправедливым по отношению к такой важной теме. Поэтому мы отсылаем читателей, интересующихся ею, к первоисточникам, перечисленным в библиографии.

Время дня оказывает большое влияние на образование туманов, об этом уже упоминалось. Но, по словам Кеннета Хейра, какой-либо закономерности в выпадении дождей в североамериканских городах не обнаружено. Однако в тропиках их легко обнаружить. Так, на островах Западной Индии в большинстве случаев дожди случаются летом точно в одни и те же послеполуденные часы.

Микроклиматические условия

В главе о ветре говорилось, что самые высокие скорости воздушных потоков встречаются на наветренных сторонах небольших холмов. Следует отметить, что частично этим и обуславливается распределение осадков. Там, где скорость ветра велика, наблюдается лишь легкое выпадение осадков по сравнению с противоположными сторонами склонов больших гор.

Это явление легко объяснимо, когда дело касается накопления снега. Не так обстоит дело в случае дождя. Тем не менее это явление наблюдается часто. Осенью 1950 г. студенты архитектурного факультета Мак Джиллского университета были заняты планировкой города Ока и его пригородов (Квебек). С помощью фотографий, снятых с самолета, автор убедился, что растительность находилась на восточных склонах холмов; в этом районе господствующие ветры дуют с запада. По-видимому, растения распространяются преимущественно на подветренных склонах из-за большего количества имеющейся на них влаги.

В связи с этим возникают две проблемы. Первая касается расположения здания на участке и состоит в том, следует ли ставить здание на наветренной стороне холма, т. е. в наиболее сухом месте. Вторая касается самого здания и состоит в том, как избавиться от излишка влаги, если здание расположено на сыром подветренном склоне.

Топография также может повлиять на выбор участка, так как от нее зависит направление дождевой воды, стекающей вниз по

склонам. Весной это особенно важно. Живописные и поэтические ручейки могут превратиться в большие потоки, интенсивно размывающие свои берега. Поэтому не следует размещать здания в таких местах; если же существует крайняя необходимость для расположения здания именно на таком месте, следует обращаться к имеющимся в нашем распоряжении мерам, которые до некоторой степени могут облегчить затруднения.

Наша цель заключается в том, чтобы уменьшить до минимума действие стекающей (дождевой) воды. Если мы имеем дело с сельской местностью, то надлежащим возделыванием почвы можно сильно помочь достижению этой цели. Севооборот, чересполосье, террасы, специальное возделывание земли по границам участка, образование по этим границам специальных борозд, пропахивание, чередование выпаса скота и ветрозащитные посадки — вот неполный перечень средств, которыми мы можем воспользоваться. Характер растительности является фактором особой важности: «Густая листва образует полог, задерживающий часть дождя и возвращающий его назад, в воздух, посредством испарения, не позволяя ему достигнуть почвы», — замечают Рингланд и Гьюс. Они же пишут в книге «Климат и человек»: «Этот же полог мешает воздействию дождя на почву, препятствуя таким образом взрыхлению и засорению ее пор. Стебли и опавшие листья растений загораживают путь дождевой воде и вместе с корнями служат важным средством стабилизации почвы».

Вспашка почвы вдоль горизонталей на склоне будет задерживать ливневую воду, но только при вспашке до известной глубины. Чрезмерная обработка почвы понижает инфильтрацию из-за нарушения структуры почвы.

Архитекторам следует учесть значение вышеприведенных замечаний. Потоки могут быть как неприятными, так и опасными. В следующем разделе о городской и районной планировке мы рассмотрим разрушения, вызванные осадками.

На рис. 239 показана фотография снежного заграждения (забора) в районе Мак Джиллского университета. Обратите внимание на то, что забор расположен на стороне от дороги, которую он защищает, и что снег накапливается на его подветренной стороне.

Другая фотография показывает противоснежный забор Карлтонской дороги позади циклотрона в том же районе (рис. 240). Этот забор задерживает снег, но не там, где это требуется. Место для забора было выбрано неверно. Противоснежные заборы нужно размещать так, чтобы они образовывали снежные сугробы там, где они не причиняют неудобств. Снег не должен накапливаться в тех местах, которые каким-либо образом используются. Принцип заключается в том, что открытые заборы замедляют прямолинейное движение воздуха и в местах относительного штиля будут накапливаться снежные сугробы.

На движение снега также оказывают влияние ветроломы, образованные деревьями. Их следует размещать относительно зданий и дорог таким образом, чтобы они не были причиной накопления снега у входов или в других наружных используемых местах. Это очень важно. В местах с густой и высокой растительностью снег, по-видимому, будет собираться на наветренной стороне, в местах с редкой и низкой растительностью — на подветренной стороне, как в случае с только что рассмотренным забором.

Когда снег наталкивается на препятствие, он всегда ведет себя подобным образом. Одно-два исключения можно увидеть на приведенных здесь фотографиях (рис. 241 и 242), снятых автором во время снегопада (на них можно заметить даже хлопья падающего

Рис. 239. Противоснежный забор. Мак Джиллский университет



Рис. 240. Противоснежный забор Карлтонской дороги позади циклотрона. Мак Джиллский университет



Рис. 241. Падающий снег прилипает к наветренной стороне деревьев



Рис. 242. Падающий снег прилипает к наветренной стороне столба



снега). Снег здесь прилипает к наветренной стороне деревьев и столба из-за своей влажности. Такой тип осадков, даже будучи на земле, не легко сдувается ветром до тех пор, пока не высушится им.

Познакомимся с деятельностью Департамента дорог, с несколькими его методами устройства противоснежных заграждений.

В Вашингтоне, по данным инженера-эксплуатационника Нью-ланда, употребляется пластинчатый тип противоснежных заборов. Они состоят из отдельных секций длиной 15—30 м и высотой 1,2 м, скатывающихся для удобства в рулоны. Практически все производство противоснежного оборудования ограничено лишь выпуском противоснежных заборов упомянутого типа. Отмечается, что заказов на противоснежные заборы нового типа не поступало в течение 10 лет.

В Орегоне большая часть Орегонской государственной дорожной системы не подвержена снежным заносам. Во время значительных снегопадов и преобладания сильного ветра с какой-либо одной стороны, как сообщает инженер-дорожник Р. Балдок, с успехом используются противоснежные заборы двух типов. Забор первого типа — для неразвитых районов — это постоянный забор на деревянных столбах. Его горизонтальные элементы имеют сечение $2,5 \times 40$ см, с зазорами 10 см, в то время как вертикальные элементы, имеющие высоту забора, равны 1,8 м. На фермах пользуются подвижными ветрозащитными заборами, устанавливаемыми каждую осень после уборки урожая и разбираемыми весной. Металлические стойки поддерживают забор из вертикальных реек сечением $1,25 \times 3,75$ см, высотой 120 см, связанных в горизонтальном направлении пятью двойными тросами из оцинкованной проволоки (в каждом тросе 12 проволочек).

Однако в каждом отдельном случае забор размещается таким образом, чтобы нанесенные ветром сугробы не достигали дороги. Расстояние от края дороги до ветрозащитного забора зависит от уклона местности и скорости ветра, но обычно оно равно от 22 до 45 м. Для большей эффективности заборы следует размещать под прямым углом к господствующим ветрам.

Калифорнийский дорожный инженер Г. Т. Маккой выдвигает следующие технические условия для противоснежных заборов для Калифорнии. Реечный тип противоснежного забора из планок; минимальная толщина каждой планки минимум 6 мм, длина 120 см, шаг (считая между их осями) 10 см. Планки скреплены пятью двойными тросами, каждый трос состоит из 12 оцинкованных стальных проволочек. Если нужно установить забор в один ряд по высоте, то устанавливаются металлические стойки Т-образного сечения длиной 2,4 м на расстоянии 3 м друг от друга и скрепляются



Рис. 243. Противоснежный забор в два ряда (по высоте) на расстоянии 30 м от магистрали (Калифорния)

девятью оцинкованными стальными проволоками. Если требуется установить забор в два ряда по высоте, то устанавливаются стойки из Дугласовой пихты или из отборной плотной древесины сечением 15×15 см, длиной 3,6 м, на расстоянии друг от друга также равном 3,6 м. Нижняя часть этих стоек до высоты 0,9 м, закопанная в землю, соответствующим образом обрабатывается для предохранения от гниения. На рис. 243 показан такой противоснежный забор в два ряда по высоте, установленный на расстоянии около 30 м от края магистрали, как принято в Калифорнии. Подкосы здесь отсутствуют, но их можно увидеть на рис. 244 (где установлен только один ряд по высоте).

Мартин В. Пауэрс, сотрудник дорожной комиссии штата Монтана, сообщает, что в этом штате применяется только стандартный противоснежный забор из деревянных реек и проволоки высотой 1,2 м, устанавливаемый по высоте в один или два ряда, так же как и в Калифорнии. Однако здесь 1,2-м столбы должны закапываться в землю на глубину не 0,9 м, а 1,2 м; расстояние от дороги до однорядного по высоте забора должно быть, по крайней мере, 45 м, а до двухрядного — 90 м или больше, в зависимости от силы господствующих ветров.

Главный инженер Дорожного департамента Северной Дакоты М. П. Вайкуп советует применять в этом штате обычный тип противоснежных заборов из деревянных реек, устанавливаемых на расстоянии 37,5—60 м от оси защищаемой ими дороги. Обычно ограждения ставят параллельно дороге, но в некоторых местах они могут быть расположены под углом 45° .

Эрл В. Локридж, председатель Государственной дорожной комиссии в штате Индиана, отмечает, что подавляющее большинство противоснежных заборов сооружается в северо-западной части штата, где часто бывают сильные метели. Применяются два типа



Рис. 244. Противоснежный забор с подкосами (Калифорния)

противоснежных заборов: металлические и деревянные из узких досок. Оба типа устанавливаются параллельно дороге на ее наветренной стороне на различных расстояниях, зависящих от географического месторасположения и ожидаемых скоростей ветра. Однако среднее расстояние от края дороги до противоснежного забора равно приблизительно 30 м.

Металлические заборы состоят из стальных стоек и металлических горизонтальных полос. Стальные стойки на $5\text{--}7^\circ$ отклоняются от вертикали в сторону от дороги. Металлические горизонтальные полосы шириной 15 см расположены горизонтально с зазором, равным 15—20 см. Чаще всего берется 4 полосы. Деревянные противоснежные заборы в Индиане состоят из вертикальных металлических стоек и узких деревянных реек (шириной 2,5 см), поддерживаемых горизонтально натянутой между стойками прово-



Рис. 245. Противоснежный забор. Округ Эри в Пенсильвании

лойкой. Оба типа заборов имеют свои достоинства, но из-за того, что только небольшая часть этого штата подвержена систематическим снегопадам и что снегозащитные заборы почти полностью возводятся частным образом, Дорожный департамент уделяет этой проблеме мало внимания.

М. А. Степлз, главный инженер Департамента дорог Пенсильвании, информировал нас, что хотя снежные ограждения размещаются с учетом господствующих ветров и характера местности, их среднее расстояние от защищаемого участка дороги равно 15 м. Снежные ограждения воздвигаются на наветренной стороне параллельно дороге. В зимние месяцы они устанавливаются на протяжении 4 200 км из 66 000 км Пенсильванской дорожной сети. Фотография такого ограждения в округе Эри (Пенсильвания) показана на рис. 245.

Б. А. Лефев, директор Нью-Йоркского государственного бюро по проектированию дорог, указывает, что предпочтительнее употреблять снегозащитные заборы из узких досок и временных столбов. Они должны быть размещены на расстоянии приблизительно 30 м от магистрали под прямым углом к господствующим ветрам.

Правительственное агентство технической информации Департамента дорог провинции Квебек рекомендует устанавливать снежные ограждения параллельно магистралям на расстоянии от них в 22—37 м, если ветер направлен перпендикулярно магистралям. Рейсикот, районный инженер этого же департамента, пишет в жур-

нале «Канадский инженер»: «Образование снежных заносов можно частично предотвратить подстрижкой кустов вдоль эксплуатируемых зимой дорог перед выпадением снега; затем — установкой снежных заграждений вдоль этих дорог на расстоянии от их оси, равном 30—37 м. Изучение топографических условий местности и господствующих ветров даст возможность разместить эти заграждения там, где это действительно требуется, а наблюдения за полученными результатами, проводимые в течение нескольких лет, либо окончательно подтвердят правильность такого размещения, либо укажут места их более правильного размещения. Типы снежных заграждений, используемых в этой провинции, состоят из досок высотой 1,2 м, переплетенных стальной проволокой, натянутой на металлические стойки Т-образного сечения с шагом 3—3,6 м».

В открытых местностях, подверженных сильным снежным заносам, следует сажать ветроломы, играющие роль «снежных ловушек». Собственно, термином «снежная ловушка» обозначается пространство между этим ветроломом и главной линией ветрозащитного пояса. По словам Паркера Андерсона, «снежная ловушка» состоит из двух рядов низких деревьев или высоких кустов, предназначенных для задержания снега, накапливающегося между этими рядами и главным ветрозащитным поясом. Без снежных ловушек сугробы снега будут громоздиться вверх, ломая ветки высоких деревьев и губя молодые деревья и саженцы.

«Для образования 1-го и 2-го рядов снежных ловушек следует сажать низкие кустообразные деревья, такие, как обыкновенная сирень, бизоний ягоды, русская олива, бриллиантовая ива, золотистая ива и другие породы местного низкорастущего твердого лозняка. С успехом могут быть применены и дикие фруктовые деревья. Особенно следует рекомендовать татарскую жимолость и обыкновенную сирень, так как они тверды и густы, начиная с поверхности земли. Если используются высокие ивы, то их следует низко подстригать до высоты около 30 см над землей каждые два года, чтобы они росли возможно более густо. Деревья снежных ловушек следует рассаживать на расстоянии 1,2—1,8 м друг от друга в рядах; интервалы между рядами должны быть равны 3 м или немного больше». Вышеперечисленные растения указаны для условий Миннесоты, но большинство из них может быть использовано повсеместно. Все же перед посадкой деревьев следует проверить их свойства в отношении к рассматриваемой местности, потому что существует много факторов, помимо климата, которые могут помешать их удовлетворительному росту.

Сельскохозяйственный департамент Альберты подтверждает необходимость посадки снежных ловушек на большей части своей территории: «В прериях, совершенно открытых для ветра, существует опасность повреждения деревьев ветрозащитных поясов глубокими снежными заносами до того, как они достаточно окрепнут. Поэтому в таких местностях нужно предусматривать снежные ловушки на расстоянии 30 м от главного ветрозащитного пояса».

Рассматривая влияние живых изгородей или поясов деревьев на образование сугробов, Джон Уокер (Сельскохозяйственный департамент Канады) указывает: «Для пояса высотой от 2,1 до 3 м это влияние может простираться на 23 м в подветренную сторону. Накапливание снега сопровождается увеличением влажности почвы».

С первого же взгляда нам ясно, что лиственный лес лучше защищает от дождя, чем хвойный. Действительно, в первом случае листва образует как бы полог над поверхностью земли, поросшей лесом. Гейджер, однако, справедливо считает, что это не относится

к небольшим дождям. Сравнивая бук и ель, он обнаружил, что в то время когда капли остаются висеть на отдельных иглах ели, на листьях бука они собираются вместе и затем через веточки и ветки стекают на ствол и землю. «Следовательно, — продолжает Гейджер, — количество дождевой воды, просачивающейся через кроны буков, доходит до 50% и более даже при небольших дождях, а количество дождевой воды, стекающей вниз по стволу, составляет $\frac{1}{5}$ от всего выпавшего дождя».

Харш и Коннафтон в журнале «Лесное хозяйство» приводят следующие сведения: «Приборы для измерения дождя, размещенные над кронами деревьев, и дождеулавливатели, расставленные наподобие ожерелий вокруг их стволов, показывают, что в зоне 100 см осадков в Южных Аппалачах, от 12 до 18% из общего годового количества осадков, перехватывается изученным типом леса. Это количество включает от 1 до 3% из общего количества осадков, достигающее потом земли, стекая по стволам деревьев».

Аналогичное задерживающее действие леса на снег не является столь примечательным, как при случае с дождем. Причина, согласно Гейджеру, в том, что «снег, скапливающийся на ветвях крон деревьев, время от времени срывается с них из-за своей тяжести и падает на землю. Кроме того, низкие температуры препятствуют большим испарениям снега непосредственно после снегопада, как это случается после летних дождей».

Эти соображения Гейджера подтверждает Зон в журнале «Климат и человек»: «Многочисленные наблюдения, произведенные в нашей стране и за границей, показали, что кроны деревьев могут перехватывать от 15 до 30% общего количества дождевых осадков, в зависимости от возраста леса и его состава. Только небольшая их часть достигает земли непосредственно через промежутки между листьями и ветками. Другая часть смачивает поверхность листьев и веток и испаряется обратно в воздух, а третья стекает по стволам деревьев на землю. Хвойные леса, например сосновые и еловые, дают возможность лишь небольшому количеству осадков достигнуть земли, а твердые породы леса, такие, как дуб и клен, перехватывают сравнительно небольшое их количество, особенно когда листья отсутствуют. Количество перехваченной лесом дождевой воды эквивалентно уменьшению общего количества осадков над пространством, занимаемым лесом».

Таким образом, ясно, что в хвойных лесах меньшее количество дождя достигает земли, чем в лиственных.

Архитектор должен определить для каждого отдельного случая, разумно ли сооружать здание в хвойном или в лиственном лесу. Например, одним из таких отдельных случаев является тот, когда район подвержен действию частых или сильных штормов, сопровождаемых градом. В таком районе явно выгодно располагать здание в лесу или около леса. Зон пишет: «Во многих странах замечено, что леса предотвращают выпадения града над примыкающими к ним полями. Хвойные леса с большей эффективностью отражают градовые штормы. Статистические данные, собранные за 20 лет (с 1877 по 1897) Страховой компанией по убыткам, наносимым градом, подтверждают тот факт, что безлесные районы часто подвергаются действию штормов, сопровождаемых градом, в то время как в лесистых районах последние — явление очень редкое».

Относительные выгоды расположения зданий на расчищенных лесных участках, поскольку это касается осадков, видны из следующего заявления Харша и Коннафтона:

«Особое значение имеет тот факт, что небольшие лесные опушки, являясь местами эффективного накопления снега, не увеличи-

вают заметным образом скорости его таяния. Исследования, проведенные на нескольких экспериментальных лесных станциях на западе, показали, что леса, с одной стороны, перехватывают часть снега во время снегопадов, а с другой — замедляют его таяние».

Форслинг в журнале «Климат и человек» подтверждает это заявление. Он пишет: «Леса оказывают большое влияние на скорость таяния снега: они препятствуют движению ветра. Густой хвойный лес уменьшает скорость ветра более чем на 90%... Даже очень редкий хвойный или лиственный лес до некоторой степени уменьшает скорость ветра. Таким образом, скорость таяния снега уменьшается в лесах в критические периоды действия теплых влажных ветров». Форслинг в следующих словах подводит итог действия на снег леса: «Под густыми хвойными лесами накопление снега невелико, промерзание почвы умеренно, а таяние снега замедленно; под лиственными лесами (твердые породы) и редкими хвойными снег глубокий, промерзание почвы предотвращено полностью или сведено к минимуму, скорость таяния снега умеренная; в открытых местностях глубина снега является непостоянной, промерзание почвы достигает максимума и велика скорость таяния снега. На водоразделе с различными видами покрытия разные скорости таяния снега уменьшают опасность паводков по сравнению с местами, где преобладает однородная поверхность земли».

Некоторые авторитеты утверждают, что леса обладают свойством вызывать осадки. Испарение влаги с листвы леса и поднимающиеся над лесом теплые потоки, по их словам, являются причиной этих осадков. Харш и Коннафтон, касаясь наблюдений в Теннесси, пишут: «Зимой 1936 г. количество осадков в лесу было на 17,5% больше, чем в безлесных районах, а в предшествующую зиму — на 25%. В соответствующие летние месяцы количество осадков в лесу было на 29% больше, чем в безлесных районах. Эти сведения, хотя и крайне интересны, получены за такой короткий срок, что, пока не произведены дальнейшие исследования, не следует спешить с выводом, что дожди вызываются лесными массивами».

Во всяком случае Зон настаивает: «Действительно ли лес увеличивает количество осадков — все еще остается после 80-летних наблюдений спорным вопросом. Хотя параллельные наблюдения, произведенные внутри леса, на его окраинах и в открытой местности, показали, что, как зарегистрировано приборами, внутри леса выпало большее количество дождя, чем на его окраинах, а на последних — больше, чем на некотором расстоянии от леса,... иногда разница достигала 25%. И все же эти наблюдения не являются убедительным доказательством того, что над лесом выпадает большее количество осадков».

Полученные данные могут указывать лишь на то, что приборы для измерения дождя, расположенные в глубине леса, будучи лучше защищены от ветра, регистрировали больше дождевой воды, чем такие же приборы, расположенные в открытой местности, где они были подвержены действию ветра.

Самое большее, что можно сказать по этому поводу, — это лишь то, что леса влияют на частоту осадков».

Так как почва, топография и растительность носят самый разнообразный характер, а связанные с ними условия тесно переплетаются друг с другом, то нам не представляется возможным прийти к какому-либо общему заключению по этому предмету. Однако вниманию читателя можно предложить результаты нескольких наблюдений общего характера в надежде, что с их помощью архитекторы смогут выбрать подходящие, с точки зрения влажности,

участки для расположения на них зданий. При этом мы не упоминаем о несущих способностях различных грунтов, так как инженерные данные такого рода требуют специального рассмотрения.

Выгоды и недостатки (или по крайней мере некоторые из них), создаваемые влажностью и осадками для зданий, были перечислены в начале этой главы. Архитектор должен определить, является ли накопление влаги около здания выгодным или следует принять соответствующие меры для ее уменьшения. Затем следует рассмотреть состав почвы участка.

Почва в состоянии поглотить большое количество воды. При благоприятных условиях сквозь почву просачивается от 2,5 до 5 см воды в час. Масгрейв в журнале «Климат и человек» приводит различные характеристики грунтов в форме, очень удобной для практического использования. «Количество и скорость фильтрации зависят, во-первых, от размера пор или отверстий в грунте, во-вторых, — от их неизменности во время ливней и, в-третьих, — от размера общего пространства, не занятого водой или инфильтрующими частицами грунта. Размер пор в сильной степени зависит от частиц, слагающих грунт, от их структуры и расположения. При равенстве других условий супесчаный грунт из-за больших размеров частиц и пор будет обладать большей степенью инфильтрации, чем илестый суглинок. Однако частицы илестого суглинка при правильном обращении с почвой могут расположиться группами таким образом, что каждая группа будет по отношению к движущейся воде вести себя, как одна отдельная крупная частица. Во многих случаях илестый суглинок обладает высокой инфильтрацией, нередко при равных условиях даже более высокой, чем супесчаные грунты.

«Но эта благоприятная для быстрой инфильтрации структура может нарушиться в результате: 1) «таяния» или «оседания» составляющих ее групп; 2) частичной закупорки отверстий крупными зернами, принесенными просачивающейся вниз водой и 3) частичного или полного заполнения ее пор водой».

Обычно почва, которая не подвергалась интенсивному возделыванию, обладает более высокой скоростью инфильтрации как в начале, так и на протяжении всего ливня, чем почва, органическая структура которой нарушена интенсивной обработкой и возделыванием. Лоудермилк в 1930 г. показал, что грязная мутная вода понижает скорость инфильтрации до очень низкого уровня. Вода, стекающая с участков, покрытых травой или лесом, обычно является сравнительно чистой, в то время как вода, стекающая с интенсивно обрабатываемой земли, очень мутна. На лесных или покрытых травой участках благоприятная для инфильтрации структура почвы является более устойчивой и менее подвержена распаду слагающих ее больших групповых частиц во время ливней, чем в безлесных районах или районах с незначительным травяным покровом.

«Во влажных грунтах инфильтрация воды обычно меньше, чем в сухих. Почва с высоким содержанием глины и коллоидов при смачивании набухает, размеры ее пор уменьшаются настолько, что при полной влажности инфильтрация практически полностью прекращается, хотя она может быть очень высокой у той же почвы, но в сухом состоянии. Скорость инфильтрации почвы с водонепроницаемым подстилающим слоем грунта быстро уменьшается с заполнением водой пространства над подстилающим слоем. С другой стороны, скорость инфильтрации почвы с малым содержанием глины как в мокром состоянии, так и в сухом одинакова (и чуть ли не выше в первом случае). Это особенно справедливо при хороших дренажных свойствах грунтов или когда их проницаемость



Рис. 246. Ландшафт торфяных болот с торчащими стволами редкого кустарника к югу от форта Черчилль (Манитоба)



Рис. 247. Жилые дома Транспортного департамента Канады, форт Черчилль (Манитоба)

простирается на большую глубину. Что же касается почвы в целом, то еще никем не было обнаружено, чтобы инфильтрация была пропорциональна увеличению или уменьшению влажности почвы».

На рис. 246 видна поверхность почвы с плохими дренирующими свойствами. Этот ландшафт типичен для торфяных болот с редким кустарником к югу от форта Черчилль (Манитоба) на западном побережье Гудзонова залива. Индейцы назвали эту землю «Страной маленьких палок». Вода стоит повсюду, и единственный способ получить прочный фундамент заключается в устройстве «плавающего» фундамента на подушках из гравия.

На рис. 247 показаны два здания, построенные в форту Черчилль. Это два четырехквартирных жилых дома Транспортного департамента Канады. На фото можно увидеть насыпные гравийные основания. Тяжелые дома покоятся на стальной клетке, опирающейся на эти гравийные основания.

Согласно Хейру, характер почвы часто можно определить по породе деревьев, растущих на рассматриваемом участке. В 80 случаях из 100, говорит Хейр, можно обнаружить деревья определенной породы на почвах с определенными общими условиями влажности, как видно из табл. 37.

Таблица 37

Влажные участки, слабо дренированные	Влажные участки, хорошо дренированные	Сухие участки
Красный клен	Сахарный клен	Железное дерево
Arbog vitae	Вяз	Бук
Серебристый клен	Ясень	Белая сосна
Ива	Дуб репейчатый	Красная сосна
Бальзамический тополь	Липа американская	Красный дуб
Черная канадская ель		

В третьей главе было ясно показано, что растительность является мощным средством для осушения почвы.

На этом основании можно было бы советовать архитекторам учитывать целесообразность размещения зданий вблизи деревьев в районах, подверженных затоплению, особенно в теплый сезон года. Однако недостаток этого метода в том, что в этих зданиях сохранится сырость из-за испарения влаги на участке. Кроме того,

будет очень трудно обеспечить водо- и влагонепроницаемость подвалов (потребуется дорогие материалы), так как влага будет проникать в здания через поры в грунте и через корни растений.

К тому же и падение скорости ветра, вызываемое деревьями (что было рассмотрено выше), снижает испарение влаги.

Выгода же заключается в том, что деревья и другая растительность могут освободить почву, непосредственно примыкающую к зданию, от излишней воды до того, как последняя создаст ощутимое давление на стены подвала.

Защитные мероприятия

Выбор места для сооружения зданий и другие разнообразные факторы, влияющие как на общий план здания, так и на его элементы, были рассмотрены в предыдущих разделах. Но несколько вопросов остались нерассмотренными. При ориентации зданий осадки должны быть приняты во внимание посредством тщательного учета уклона местности, господствующих ветров и солнца. Не следует размещать здания на склонах, по которым стекает основная масса дождевой воды или воды от таяния снега, если не предусмотрены специальные подпорные стенки или другие устройства.

Два других фактора — ветер и солнце — входят сюда, потому что они являются агентами выветривания. Некоторое время в течение дня либо солнце, либо ветер, либо и солнце и ветер одновременно, оказывают воздействие на участок вокруг здания. Особенно важным является испарение влаги по утрам зимой, хотя летом может оказаться желательным задержать процесс испарения влаги настолько, насколько это возможно (вплоть до послеполуденных часов, когда в испарении наиболее нуждаются), из-за его охлаждающего действия. Действие заборов и других препятствий на образование сугробов уже было нами рассмотрено. Особенно важно пользоваться ими там, где в этом есть необходимость, но не менее важно правильно ориентировать здания в районах, подверженных сильным снежным заносам. Рис. 248 показывает неудачно ориентированную ионосферную станцию на берегу озера Бейкер, что видно по высоким снежным сугробам. Последние всегда образуются на подветренной стороне зданий. Здания нужно размещать так, чтобы на подветренной стороне не было входов или окон. Следует рекомендовать также ориентировку зданий их продольными осями параллельно господствующим ветрам.

Хорошим примером правильной ориентации служит здание генераторной станции на берегу того же озера (рис. 249). На фотографии можно видеть совершенно свободный от сугробов вход в здание, и глубокие снежные наносы — на подветренной стороне здания, т. е. там, где они не причиняют особых неудобств. Фотография также показывает отсутствие на этом здании карниза и демонстрирует оконные проемы, предназначенные только для освещения, и особые вентиляторы. Температура, при которой Джордж Якобсен сделал эти две фотографии, была равна -40° . Разумеется, температура может падать еще ниже, до -50° , что автор испытал на себе в тех же краях. Понятно, что мало найдется охотников расчищать проход в сугробах в такую погоду.

История архитектуры показывает, что люди всегда конструировали крыши своих жилищ с особой заботой в отношении осадков. Это является справедливым и в наши дни, что видно из уже приведенных в этой книге примеров, так же как и из следующего примера, приводимого Хейром. В городе Акта на северо-западе

Рис. 248. Ионосферная станция на берегу озера Бейкер. Пример неправильной ориентации



Рис. 249. Здание генераторной станции на озере Бейкер. Пример удачной ориентации





острова Хосю (Япония) в декабре выпадает в среднем 500 см снега и более чем 1 250 см снега в год. Улицы города достаточно узки, по их обеим сторонам расположены дома с крутыми щипцовыми крышами, имеющими свес, равный 0,3—0,6 м. Благодаря этому снег падает с крыш прямо на середину улицы, оставляя свободным проходы вдоль стен зданий. О большом количестве выпадающего здесь снега можно судить по рис. 250. Японские дети собрались в снежной пещере, чтобы встретить в ней новогодний детский праздник (Северная Япония). Хотя в большинстве северо-американских городов снега выпадает и не так много, как в Северной Японии, американцы считают очень выгодным, разумным и практичным устраивать навесы вдоль уличных фасадов больших универмагов. К сожалению, это еще не вошло в обиход во всех городах США, хотя устройство таких навесов, по-видимому, станет существенной частью будущих проектов торгсвых зданий. В жаркие летние дни крытые тротуары создают

Рис. 250. Японские дети в снежной пещере

приятную тень, что может засвидетельствовать любая из покупательниц.

Рис. 251 показывает этот же магазин с юго-запада на улице св. Екатерины в Монреале, а на рис. 252 приведен вид тротуара под навесом на западной стороне здания. Преимущества такого навеса при любой погоде очевидны. Четырехэтажная часть здания на переднем плане была построена в 1889 г. по проекту монреальского архитектора Джона Пирса Хилла. В 1903 г. по проекту другого монреальского архитектора Роберта Финдлея к зданию были добавлены навесы над тротуарами. Восьмиэтажное здание также с навесами было построено в 1923 г. монреальскими архитекторами Барротом и Блэкадером.

Сводчатые галереи на улицах были хорошо известны в прошлые столетия не только в местах с теплым климатом, как, например, в средиземноморских странах, но также в Северной Европе и в Англии.

Времена «крытых повозок» в США сделали популярной идею портиков на фасадах универсальных магазинов. Такое решение практикуется до сих пор в некоторых небольших городах Запада. Общая тенденция модернизма явно покончила с этой идеей во всех других местах, но некоторые из архитекторов, более других склонных считаться с климатическими условиями, так же как и предусмотрительные вкладчики капиталов и клиенты, сохранили ее как одну из особенностей всякого проекта крупного магазина. Примечателен проект реконструкции Торговой улицы в Нью-Йорке (архитекторы Джина и Шарп Кетчам). На рис. 253 приведен вид этой улицы, демонстрирующий не только всю функциональную оправданность крытых тротуаров, но и то, как они связывают воедино целый конгломерат разнохарактерных зданий.

Джина и Шарп Кетчам и их помощники особенно заслуживают похвалы за их недавнее достижение — «Торговый Мир» в 30,6 км от Бостона, в Фрэмминге (Массачузетс). Здесь расположен пригородный торговый центр, состоящий не менее, чем из 44 магазинов, не считая других удобств, включая места для стоянки автомашин на 6 000 мест (рис. 255—256). Вдоль магазинов расположены

Рис. 251. Вид с юго-запада на универсальный магазин Морганов в Монреале. Виден крытый тротуар для пешеходов



Рис. 252. Вид крытого тротуара на западной стороне универсального магазина Морганов в Монреале





Рис. 253. Торговая улица в Нью-Йорке. Архитекторы Джина Кетчам и Шарп Кетчам

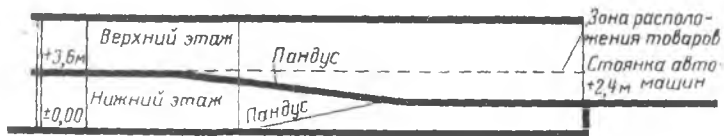


Рис. 254. Разрез здания «Торговый мир»



Рис. 255. Вид с самолета комплекса зданий «Торговый мир». Фрэммингем (Массачузетс). Архитекторы Джина Кетчам и Шарп Кетчам

в два яруса крытые галереи, которые могут быть полностью закрыты стеклянными рамами для уменьшения теплопотерь магазинов в холодную погоду. Стоянки автомашин расположены на промежуточном уровне и связаны с галереями посредством пандусов (рис. 254). Таким образом, отцы и матери, толкая перед собой детские коляски, смогут довольно легко подниматься по пандусу.

Нависающие элементы крайне необходимы при использовании подвижных оконных рам, так как обитатели здания, окна которого не защищены нависающими элементами, во время дождя будут поставлены перед дилеммой; следует ли им держать окна закрытыми и задыхаться в душных помещениях или открывать их, позволив этим дождю проникнуть внутрь помещений.

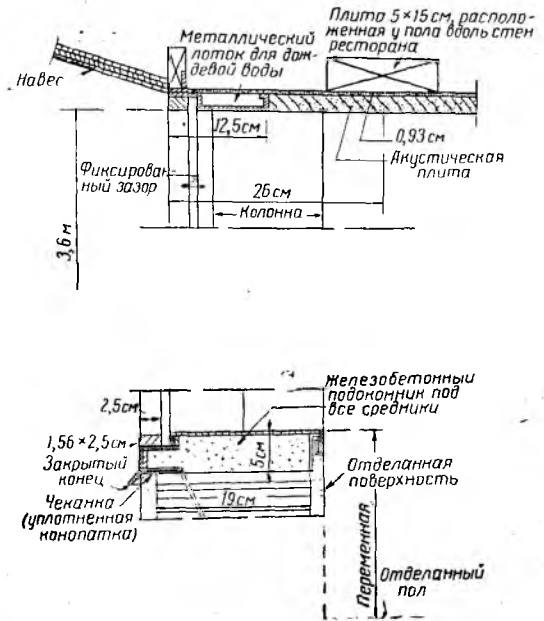
Угол падения дождя частично определяется существующим ветром, сила и направление которого могут быть очень разнообразными. Поэтому невозможно определить требующуюся ширину нависающего элемента с какой-либо степенью точности. Однако, если нависающий элемент запроектирован согласно тому, о чем говорилось в главе второй, этого будет достаточно для предохранения стен от любых видов осадков (за исключением случая, когда осадки сопровождаются сильным штормом). При проектировании нависающих элементов любых типов следует придерживаться тех же правил и советов, которые уже были приведены в этой книге по отношению к устройству крыш.

Лестер Д. С. Титчи в своем проекте конечной станции Виргинской перевозочной компании на Киптопикском морском побережье (Виргиния, в 24 км от мыса Чарльза) предусмотрел расположение главного здания в самом конце длинного мола. Таким образом, вода окружает это здание с трех сторон и в ветренные и дождли-

Рис. 256. Вид вблизи одного из магазинов «Торгового мира»



Рис. 257. Деталь окна по проекту Лестера Титчи



вые дни струи воды попадают на его стены почти горизонтально. Чтобы вода не проникала внутрь здания через окна, Титчи изобрел остроумную и несложную деталь окна, показанную на рис. 257.

Джордж Якобсен считает, что нависающие элементы для арктических зданий излишни. Во-первых, ветер будет стремиться сорвать их; во-вторых, что более важно, места крепления нависающих элементов к стенам зданий способствуют проникновению влаги внутрь здания. В здании генераторной станции, построенной им на озере Бейкер (см. рис. 249), карниз отсутствует именно по этой причине.

Из-за суровых зим в таких городах, как Буффало, Детройт, Миннеаполис, и в большинстве городов Канады все наружные входы должны быть каким-то образом защищены. Самая примитивная защита такого рода заключается в устройстве над входом козырька. Но такое защитное приспособление можно развивать и совершенствовать вплоть до устройства наружного входного тамбура, полностью изолированного от интерьера здания его наружной стеной. Одновременно с ногами посетителей в тамбуры попадают вода, снег и грязь. Это нужно учитывать при выборе и отделке полов тамбуров. Неплохо предусматривать низкие полки для галош.

Во многих районах желательно сохранять на крышах возможно большее количество снега, так как он является превосходным теплоизолятором. Брукс говорит о снеге на поверхности земли: «Снег является хорошим теплоизолятором; толстый слой снега не дает температуре земной поверхности опуститься намного ниже 0°. Теплопроводность свежевыпавшего снега равна от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{4}$ теплопроводности воздуха, приблизительно $\frac{1}{2}$ теплопроводности почвы средней плотности, и равна или чуть больше, чем теплопроводность взрыхленной почвы или сыпучего песка. Таким образом, теплоизоляционное действие слоя рыхлого свежевыпавшего снега глубиной 0,3 м эквивалентно теплоизоляционному действию слоя сухого грунта толщиной 0,6 м. Однако по мере уплотнения

снега его теплопроводность увеличивается, и у полежавшего снега она в 3—4 раза больше, чем у свежавывавшего».

Гейджер подтверждает вышесказанное следующим замечанием: «Внутри снега температура только немного ниже точки замерзания даже при такой низкой наружной температуре воздуха, как -33°C . Это показывает, какую большую защиту представляет для семян снежный покров. Тепловые волны гораздо быстрее проникают в снег, чем холодные, так как в то время, как последние передаются только посредством истинной теплопроводности, первые дополнительно могут передаваться и псевдотеплопроводностью, посредством просачивания в толщу снега тающей воды». Брант также пишет в «Журнале королевского метеорологического общества»: «...температура поверхности земли под снегом будет постоянно оставаться на сравнительно высоком уровне. Так, Франклин (1919 г.) приводит данные о температуре воздуха над слоем снега глубиной 7,5 см, колеблющейся от -15° до $+4,6^{\circ}$ (т. е. амплитуда колебания температуры равна примерно 19°), в то время как температура поверхности земли под снегом оставалась постоянной и была равна 0° ».

Кимбл и Баш пишут: «Воздух является превосходным изоляционным материалом против жары и холода. Общеизвестно, что именно воздух, содержащийся в ячейках, образованных «шерстинками» шерстяных одеял, удерживает тепло в них и прохладу вне их. А свежавывавший снег редко содержит менее 10 частей воздуха на 1 часть льда, а иногда в нем на 1 часть льда приходится до 35 частей воздуха. Даже в старом снежном покрове на долю воздуха редко приходится меньше половины всего объема. В этом причина того, что снег хорошо удерживает тепло внутри почвы и предохраняет ее от холодного наружного воздуха. Поверхность снега, благодаря радиации и испарению, теряющая большую часть своих небольших запасов тепла, становится крайне холодной в ясные ночи. Даже в солнечные дни присутствие снега является причиной более низкой температуры воздуха, чем в том случае, если бы земля была голой, ибо температура поверхности снега никогда не поднимается выше 0° . Это значит, что снег ни в малейшей степени не в состоянии нагреть воздух. В то же время температура почвы остается постоянной, обычно чуть ниже точки замерзания. Предел, до которого снежное одеяло может удерживать тепло, виден из следующих температур, одновременно зарегистрированных в течение сильного понижения температуры на Среднем Западе:

Температура на уровне 0,9 м над поверхностью снега	$-28,4^{\circ}$
Температура поверхности снега	$-32,8^{\circ}$
Температура снега ниже его поверхности на 18 см	$-4,4^{\circ}$

т. е. существует разница в $28,4^{\circ}$ между верхом и низом снежного одеяла. Это разница больше, чем между средними летней и зимней температурами таких мест, как Чикаго и Нью-Йорк.

Эскимосы пользуются этим свойством снежного одеяла при строительстве своих «иглу», или снежных хижин. В «иглу» совсем небольшой огонь поддерживает высокую внутреннюю температуру при любых морозах снаружи.

В районе Больших Озер глубокий и продолжительный снежный покров предохраняет почву от промерзания на большие глубины. В начале декабря суровые морозы могут заморозить почву на глубину 75 см и более, поскольку в большинстве случаев в это время выпадает мало снега. Однако в конце месяца в открытой местности обычно накапливается слой снега толщиной от 30 до 40 см и, сле-



Рис. 258. Жилой дом в Монреале. Пример плохой изоляции крыши

довательно, «одеяло» можно считать «расстелившимся». Промерзание почвы прекращается, и низ промерзшего слоя почвы остается на глубине 75 см или ниже от поверхности земли на всю оставшуюся часть зимы, несмотря на суровые январские и февральские морозы».

Тэлбот Хэмлин («Архитектура, искусство для всех») пишет, что «крутые крыши... позволяют массе снега соскальзывать вниз в погоду, когда заморозки чередуются с оттепелями. Это представляет определенную опасность для пешеходов. Отсюда в странах с сильными снегопадами крыши имеют обычно средний уклон с углом, меньшим 45° , достаточно крутым для стекания воды по мере таяния снега, но достаточно пологим для того, чтобы значительная часть снега оставалась на крыше в течение зимы. Крыши с таким уклоном распространены в странах района Альп, в горных городах Китая, в Норвегии и Швеции. Характерно, что переселенцы Новой Англи вначале сооружали крутые крыши, к которым они привыкли в Англии; позже, после знакомства с суровыми зимами, они постепенно начали уменьшать уклон крыш до уклона, колеблющегося от 35 до 40° , что типично для крыш фермерских домов Новой Англи XIX в.»

Крыши должны быть надежно изолированы от теплых помещений здания, иначе их тепло растопит снизу снег, который будет соскальзывать вниз по склону любой величины, лишая изоляционных свойств снежное одеяло и образуя сосульки на карнизах.

На рис. 258 показан пример плохой изоляции крыши жилого дома в Монреале.

Заслуживают внимания архитекторов следующие положения об осадках из строительного законодательства Монреаля: «Каждое здание с уклоном крыши в сторону улицы должно отстоять от красной линии на расстояние, равное, по крайней мере, $1/3$ высоты здания, считая от земли до нижней части карниза; дом с такой крышей может выходить на красную линию лишь при наличии особого противоснежного козырька... Дождевая вода с крыши не должна отводиться на улицу». Свисающие с крыши сосульки, которые видны на рис. 258, могут быть причиной вызова владельца дома в суд, если им заблагорассудится сорваться на глазах у полисмена. На рис. 259 видна вывеска, предупреждающая об опасности снежного обвала с крыши одного из зданий Мак Джиллского университета.

Как известно любому архитектору или гражданскому инженеру, снеговая нагрузка требует расчетов несущих элементов крыши. Строительные нормы для зданий Монреаля (нормы для других городов примерно такие же) предусматривают эту нагрузку на 1 м^2 горизонтальной поверхности крыши:

	с уклоном, равным	
	менее 20°	более 20°
Для неотапливаемых зданий	250 кг	200 кг
Для отапливаемых	200 кг	150 кг

(Временная нагрузка может быть уменьшена на $0,23 \text{ кг}$ на каждый градус уклона крыши сверх 20° .) В тех местах, где могут образоваться груды снега, временная нагрузка должна быть увеличена согласно ожидаемым размерам снежных груд». Какими могут быть эти «ожидаемые размеры», как их следует определять и какая нагрузка должна быть принята на 1 м^2 , Строительный департамент не говорит. Однако вот заявление Брука о весе снега: «Объемный вес свежеснеживавшего снега колеблется в соответствии с его



Рис. 259. Вывеска на здании Мак Джиллского университета с надписью: «Опасно! Зимой и весной с крыши падает лед»

«пушистостью»; средняя цифра равна примерно $105,2 \text{ кг/м}^3$. По мере уплотнения снега его объемный вес увеличивается и вес старого снега может достигнуть 485 кг/м^3 . В западных прибрежных районах Северной Америки вес слоя снега на поверхности может достичь 1217 кг/м^2 . В этих районах дома всегда строятся с крутыми крышами, по которым снег сползает вниз; уклон, равный 60° , не удерживает снега. На северо-востоке США и в Восточной Канаде снежный покров на плоских крышах может достичь веса 245 кг/м^2 ; в Нью-Йорке принято эту величину брать равной 195 кг/м^2 ; в Британии и Западной Европе максимальная глубина нанесенного снега на поверхности редко превышает $0,6 \text{ м}$, что эквивалентно 65 кг/м^2 . Однако из-за снежных наносов толщина слоя снега в некоторых местах может быть гораздо больше; поэтому для больших плоских крыш желательно брать нагрузку не 65 кг/м^2 , а 100 кг/м^2 . Там, где из-за топографических условий образуются сугробы, толщина может быть много больше; холмистая местность особенно благоприятна для их образования. Слой снега толщиной $0,6$ или $0,9 \text{ м}$ может показаться незначительным добавлением к весу крыши, но он может оказаться достаточным для того, чтобы быть причиной разрушения большого здания. Примером этому может служить катастрофа, случившаяся в Кникербокерском театре в Вашингтоне в 1922 г.».

Национальные строительные нормы Канады (1942) требуют, чтобы снеговые нагрузки на крышу вычислялись следующим образом: «Крыши с уклоном 20° или меньше должны выдерживать вертикально приложенную временную нагрузку от 100 до 200 кг на 1 м^2 поверхности крыши; точная величина принимается в зависимости от вероятных величин снегопада или дождя в той местности, где воздвигается здание.

При выборе временной нагрузки можно руководствоваться следующей формулой:

$$L = S + R,$$

где S — сумма средних величин снежных осадков в январе, феврале и марте (в см) за некоторое число лет;

R — сумма средних величин дождевых осадков в январе, феврале и марте за некоторое число лет;

L — величина, связанная с существующей нагрузкой следующей таблицей:

L	Временная нагрузка
менее 100	100 кг/м^2
100—150	150 кг/м^2
более 150	200 кг/м^2

Для крыш с уклоном более 20° , не имеющих парапета, нагрузка может быть уменьшена до величины, которую дает следующая формула:

$$L_1 = L[1 - 0,0233(\alpha - 20)],$$

где L_1 — снежная нагрузка для крыши с данным уклоном;

L — снежная нагрузка для плоской крыши;

α — уклон крыши в градусах.

Для тех участков крыши, на которых может накопиться необычное по глубине количество снега, необходимо принимать соответственно увеличенную снеговую нагрузку».

Роберт Ф. Легет (председатель Комитета по строительным правилам и директор строительного отделения Государственного науч-



но-исследовательского совета Канады) в настоящее время занят полным пересмотром старых норм и правил. Автор, которого попросили представить на рассмотрение Комитета свои замечания о предварительных набросках новых строительных правил, имел возможность ознакомиться с ними и был рад дать им высокую оценку. Особенно удобно, что в них в одной книге собраны строительные нормы, распространяющиеся на район в 9 558 162 км² с большим числом различных климатических зон.

Стены могут быть сильно повреждены осадками. Хлещущий дождь может проникнуть в любую щель в их швах, а мороз увеличит объем попавшей в швы влаги. В результате стены быстро изнашиваются. Недостаточно плотные стыки на крышах или поверхностях стен являются причиной такого же явления.

Оглавы и другие детали, расположенные вблизи проемов, должны быть устроены таким образом, чтобы в них не могли проникать дождь и ветер.

Самостоятельное значение имеет внешний вид зданий. Наружные выступы стен зданий собирают много пыли и сажки, попадающей на них из загрязненной атмосферы города.

Вода, собирающаяся на выступах зданий с светлоокрашенными поверхностями, стекает вниз по стене, неся частицы грязи и оставляя за собой уродливые темные полосы. Так случилось, например, на фасаде нового корпуса факультета физических наук Мак Джиллского университета уже на девятый месяц после сдачи его в эксплуатацию. На старые, много видевшие на своем веку здания с каменной облицовкой осадки оказывают обратное действие: вода, первоначально собравшаяся на выступах стен, стекая вниз по стене и смывая с нее многолетнюю грязь, оставляет на ней светлые полосы. Это можно увидеть на любой стороне старого здания факультета физических наук, на зданиях архитектурного факультета и факультета бумажной промышленности университета (рис. 260).

Отсюда можно извлечь вывод, что следует избегать разного рода выступов на наружных стенах зданий. Такая мера будет преследовать не единичную цель, так как она будет способствовать и установлению лучшего ветрового режима вдоль стен здания, о чем упоминалось в главе о ветре.

В местах, где навесы примыкают к стенам, могут образоваться полосы другого сорта. Примером может быть фотография дома на Университетской улице Монреаля (рис. 261). В этом случае дождевая вода с крыши пристроенного тамбура стекала обратно на стену здания, смывая с нее всю грязь, и оставила после себя характерные кривые линии между чистым и грязным участками стены. Этого можно было бы избежать устройством ската крыши тамбура в сторону улицы (что потребовало бы устройства водосточного желоба).

Не следует размещать окна слишком близко к земле из-за брызг во время дождя, а в некоторых районах — из-за возможного заноса их снежными сугробами. Фотография окна на главном фасаде административного корпуса Мак Джиллского университета показывает опасность, связанную с размещением окон слишком близко к земле (рис. 262). Да и не очень-то удобно обитателям открывать такие окна. То же можно видеть и у здания Циклотрона того же университета, как раз напротив холма (рис. 263).

Сказанное относится и к дверным порогам, которые должны быть всегда достаточно приподнятыми для того, чтобы предупредить проникновение в здание снега или воды при сильном паводке.

Рис. 260. Полосы на стенах одного из корпусов Мак Джиллского университета

Рис. 261. Полосы на стене дома на Университетской улице в Монреале



Детали на стенах здания не должны способствовать образованию на них сосулек. Как мы уже видели, образование сосулек в соответствующих местах приводит к нарушению городских строительных законов, кроме того, они сами по себе представляют известную опасность.

Рекламная брошюра компании по производству кованных изделий А. М. Байерса начинает разговор с предполагаемыми покупателями следующим образом: «26 декабря 1947 г. часть тротуара произвела сенсацию по всей стране. Эта часть тротуара на Пятой авеню, Нью-Йорк, перед главным фасадом магазина «Бест энд компани» осталась совершенно чистой, в то время как почти весь город был погребен под 65-см слоем снега после одного из самых сильных снегопадов в истории Нью-Йорка». Фотография тротуара перед магазином «Бест энд компани» в этот знаменательный день приведена на рис. 265. Подобное же отсутствие снега видно на фотографии тротуара перед фасадом здания в Питтсбурге (рис. 266).

Установка подземных трубопроводов для растапливания снега имеет разнообразное применение — для тротуаров, дорог, проездов, аэропортов и погрузочно-разгрузочных площадок. Не следует упускать из виду и использование их в дорожных выемках под железнодорожной эстакадой, особенно когда вдоль ее оси стоит ряд столбов: боковое скольжение автомашин зимой часто бывает причиной серьезных аварий в таких местах. Такие установки необходимы также при входах в больницы. Последнее особенно становится очевидным для тех, кому случалось видеть зимой трагически беспомощные попытки автомашин скорой помощи преодолеть верхнюю часть Университетской улицы, примыкающей к больнице Виктории в Монреале.

Вернемся, однако, к рассмотрению таяния снега на тротуарах. Рис. 264 показывает пример, взятый в Мак Джиллском университете. Главная разница между этим тротуаром и тротуаром перед магазином «Бест энд компани» заключается в том, что здесь тот же эффект достигнут случайно. Растапливание снега не было целью — заботились только о прикрытии труб отопления. Но последние оказались настолько эффективными, что, как видно на фотографии, несмотря на то, что все кругом покрыто снегом, белые хлопья даже не успевают сесть на эту теплую поверхность, не превратившись в воду.

Установки, подобные вышеупомянутым, широко распространены. Однако, согласно Байерсу, «старейшая из зарегистрированных подземных установок для растапливания снега системой труб-змеевиков датируется всего лишь 1925 годом. В этом году Электрогазовая корпорация гор. Рочестера разместила на двух сторонах своего нового здания паровые металлические трубки диаметром 3,7 см параллельно направлению бетонного тротуара на глубине 35 см от его поверхности. Несмотря на свою эффективность, эта установка не послужила толчком к широкому употреблению систем по растапливанию снега. И, казалось, что в дальнейшем в этом деле нельзя было ожидать какого-либо успеха, пока, наконец, более чем через десятилетие феноменальный успех обогрева тротуара утепленными в нем обогревательными трубками не заставил инженеров применить этот способ для освобождения от снега и льда».

Не существует какого-либо стандартного метода для проектирования снегорастапливаемой системы. Но подсчет тепловой потребности можно произвести по следующей формуле, которую дает Байерс:

$$H = A t d F,$$



Рис. 262. Часть главного фасада административного корпуса Мак Джиллского университета



Рис. 263. Здание Циклотрона Мак Джиллского университета



Рис. 264. Тротуар возле Мак Джиллского университета

где H — тепловая потребность в ккал;
 A — площадь в m^2 ;
 t — толщина слоя снега в м;
 d — плотность снега в кг на $1 m^3$ (≈ 96);
 F — скрытая теплота плавления снега или льда 80 ккал/1 кг).

Принимая скорость таяния снега $2,5$ см за час для поверхности в $1 m^2$, потребность тепла будет равна:

$$H = 1 \cdot 0,025 \cdot 96 \cdot 80 = 192 \text{ ккал/час } m^2.$$

Обогревательная система должна обеспечить этим количеством тепла плиты тротуара. Теплотери, вызванные передачей тепла на расстояние, сюда не включены.

Имеется много других факторов (таких, как правильная укладка трубок, использование специальных растворов, препятствующих замерзанию воды, правильная циркуляция, бойлеры), которыми нельзя пренебрегать.

Независимо от того, пользуются или нет системой растапливания снега, все наружные стены следует делать гладкими (но не скользкими). Гравийные дорожки сильно затрудняют уборку снега ручным способом (лопатай). Кроме того, после такой уборки дорожки теряют свою привлекательность.

В районах, где преобладает отрицательная температура, все наружные дорожные покрытия должны иметь глубокое, хорошо дренированное гравелистое основание, чтобы предотвратить повреждения морозами.

В Канаде и северных городах США, там, где это возможно, следует избегать наружных крылец. Зимой они всегда забиты снегом, и полезная ширина их, так же как и ширина проступей ступеней, сильно уменьшается. Их трудно очищать от снега, если не пользоваться системой растапливания. Пандусы требуют обязательного применения обогревательных змеевиков, утопленных в их покрытие. Иначе они сделаются крайне скользкими и, если их уклон не является совершенно незначительным, будут даже более опасными, чем ступени. Поэтому искомое решение заключается в устройстве ступеней, защищенных основными элементами здания (т. е. в устройстве их внутри здания). Только в случае крайней необходимости, например, чтобы помешать воде проникать в здание через дверной вход, ступени должно укладывать снаружи.

С наступлением зимы стало привычным, по крайней мере в Канаде, укладывать деревянные проступи на уже существующие наружные лестницы и ступеньки. Это предохраняет ступени от быстрого разрушения, вызываемого регулярным чередованием заморозков и оттепелей, и, кроме того, дает менее скользкую поверхность, чем поверхность любой породы камня. Данная практика заслуживает одобрения как средство, позволяющее уменьшить уже существующие трудности, но и она ни в коем случае не может оправдать устройства лестниц снаружи здания.

Временами осадки подвергают город опасности затопления. Эта опасность может быть либо небольшой и сравнительно временной, либо носить более постоянный и опасный характер.

Первый тип осадков обычно характерен для ливней. Важно знать направление движения грозы и направление, в котором потечет ливневая вода. Было бы неосмотрительно располагать коллектор с водоприемниками ливневой канализации вдоль вероятного пути сильных штормов или вниз по уклону в том же направлении. При расположении ливневой канализации параллельно движению обла-



Рис. 265. Тротуар перед магазином «Бест энд компани» в Нью-Йорке после сильного снегопада (1947 г.). Архитекторы Шрив, Лэмб и Хармон



Рис. 266. Тротуар перед зданием клуба в Питтсбурге после снегопада (1950 г.)

ков и вниз по уклону, водоприемники и коллекторы заполняются в самом начале ливня и не смогут принять дополнительную дождевую воду, стекающую с участков, над которыми дождь прошел ранее. Лучше располагать ливневую канализацию перпендикулярно к направлению движения большинства сильных, несущих с собой дождь, штормов.

В проектах разбивки улиц на плане города следует предусматривать и места уборки снега. Должны быть предусмотрены также и места для разворота снегоочистителей, где им не мешали бы различные препятствия вроде пожарных гидрантов, почтовых ящиков, телеграфных столбов, витрин для газет, вывесок, деревьев и многих других предметов, располагаемых обычно у бортовых камней. Пространство для разворота снегоочистителя не должно быть избыточным, его следует предусматривать таких размеров, какие требуются для нормальной циркуляции транспорта. Дело в том, что лишняя площадь дорожного покрытия требует больших очистительных работ. Нельзя выработать какого-либо стандарта, и планировщики должны проанализировать существующие (или возможные) условия и принять соответствующее решение. Фотография уборки снега снегоочистителями, один из которых снабжен плугом наподобие бульдозера, а другой — компрессором для уборки снега сжатым воздухом, показаны на рис. 267 и 268.

Для предотвращения скольжения на мокрых или покрытых льдом дорогах некоторые предприниматели устраивают несколько дорожные покрытия. Они еще не эксплуатировались в течение достаточного времени для качественной оценки. Для увеличения трения скользких поверхностей в городе Вестмаунт (Квебек) применяют смесь золы, шлака и соли. Однако эта смесь способствует коррозии автомобильных частей и более дорога, чем другие распространенные средства.

Согласно Рейсикоту, писавшему в журнале «Канадский инженер» о работе Департамента дорог провинции Квебек, «...на поворотах и подъемах зимних дорог хранят запасы абразивных материалов. Они уложены в удобных местах у вершин или подошв холмов и у крутых поворотов, и каждый водитель при необходимости может воспользоваться ими, не прибегая к помощи дорожных рабочих.

Эти абразивы состоят из чистого острогранного песка, хорошо очищенного от золы, шлака, мелких осколков камня, или из смеси других материалов, обладающих большим сопротивлением истиранию. Выбор этих материалов предопределяется в большинстве случаев расположением места их добычи или их ценной.

Абразивный материал прямо в кучах обрабатывается хлористым кальцием или хлористым натрием (поваренная соль), чтобы воспрепятствовать их смерзанию зимой; на 1 м^3 песка следует брать 35 — 40 кг хлористого натрия или 12 — 17 кг хлористого кальция».

В различных частях континента употребляются следующие типы абразивных материалов:

Нью-Йорк. Отделение эксплуатации Нью-Йоркского государственного департамента общественных работ рекомендует использовать на обледенелых дорогах соль в качестве абразивного материала.

Пенсильвания. Дорожный департамент штата Пенсильвания для абразивных материалов использует только шлак. С приближением зимы шлак складывается в кучи в стратегических пунктах, примыкающих к холмам и поворотам, в количестве, определяемом опытом. Около $600\,000 \text{ т}$ шлака расходуется за зиму на дорогах Пенсильвании.



Рис. 267. Уборка снега снегоочистителем бульдозерного типа



Рис. 268. Уборка снега снегоочистителем, действующим при помощи сжатого воздуха

Индиана. Государственная дорожная комиссия Индианы, согласно Эрлу Б. Локриджу, «...использует зимой большое количество абразивных материалов (песка и шлака) и химикалий (хлористый натрий и хлористый кальций) для борьбы с обледенением дорог. Поверхность дорог равномерно посыпается смесью хлористого кальция с песком и шлаком, в то время как соль применяется в чистом виде от 84 до 141 кг на 1 км, в зависимости от местных условий».

Северная Дакота. Департамент государственных дорог Северной Дакоты для предотвращения скольжения употребляет песок с хлористым кальцием. Иногда используется соль или смесь соли с песком.

Монтана. Государственная дорожная комиссия Монтаны для посыпки дорог использует разнообразные имеющиеся в наличии материалы. Мартин Б. Пауэрс сообщает: «Они варьируются в различных районах. В некоторых местностях имеются естественные отложения песка и рассыпавшегося гранита, показавшего удовлетворительные результаты. В индустриальных районах бесплатно получают шлак. Хлористый кальций, смешанный с другими дроблеными материалами, мы используем только в крайних случаях — при обледенении дорог, что происходит всякий раз, когда температура в течение продолжительного времени остается ниже 0°».

Калифорния. Мак Кой, инженер Государственных дорог Калифорнии, советует: «В районах, где бывают низкие температуры, для посыпки скользких дорожных покрытий употребляется песок, смешанный с хлористым кальцием в пропорции 60 кг соли на 1 м³ песка. Для самой посыпки используются грузовики с пескоразбрасывателями, прикрепленными сзади к кузову машины. В районах с непродолжительными морозами используется только песок. Стоимость таких работ в штате Калифорния составляет примерно 200 000 долларов в течение нормального зимнего сезона».

Орегон. Государственный дорожный департамент Орегона, сообщает Р. Х. Балдок, для предотвращения скольжения на обледенелых дорогах использует песок, хорошо раздробленный камень или вулканический пепел. Лучший размер клеточки сита 6 мм, но для слежавшегося снега более подходящим размером будет 12 мм.

Вашингтон. Р. П. Ньюлэнд, инженер-эксплуатационник Государственной дорожной комиссии Вашингтона, сообщает, что они ограничиваются использованием песка, иногда обрабатываемого солью, так как применение других абразивных материалов для них невыгодно.

Так как по своей своей природе во время дождя город не может поглощать больших количеств воды, он вынужден избавляться от ее избытка. В течение нескольких минут или самое большее часа ливневая канализация должна выдерживать большую нагрузку. С другой стороны, если город хорошо озеленен, то довольно большое количество влаги будет поглощаться деревьями и другими видами растительности (правда, в течение большего периода времени). Это является еще одним аргументом в пользу посадки деревьев и другой зелени в возможно большем числе мест, даже на крышах зданий, как советует Корбюзье.

Город может способствовать образованию и выпадению осадков. Приводим слова Линке: «На протяжении нескольких десятилетий было замечено, что над большими городами высвобождаются из атмосферы необыкновенно большие массы воды, часто более 100 л на 1 м² в течение нескольких часов. Но так как даже летом в вертикальном столбе воздуха сечением в 1 м² редко можно обнаружить более 16 л, эти массы воды должны появляться над районом своего



Рис. 269. Город Сент-Пол (Миннесота) во время наводнения 1952 г.

выпадения из атмосферы с боковых сторон района... Не может быть никаких сомнений в том факте, что сильные ливни более часто случаются в городах».

Нью-Йорк Таймс от 15 июля 1951 г. поместила корреспонденцию под таким привлекающим внимание заголовком: «Канзас-Сити, 14 июля. Губернатор Форрест Смит объявил чрезвычайное положение на территории всего штата Миссури, так как страшное наводнение, обрушившееся на Канзас-Сити, распространяется вниз по реке Миссури. Все промышленные предприятия города, кроме самых необходимых, закрыты. Горожанам даны инструкции оставаться дома, кроме случаев, когда им необходимо выехать за пределы штата по делам, не терпящим отлагательств. Площадь шириной около километра, примыкающая к зоне затопления, закрыта для гражданских лиц.

Командующий инженерно-техническими войсками штата генерал-майор Льюис А. Пик доложил президенту Трумэну в Вашингтоне, что разрушения, причиненные наводнением, превышают 500 млн. долларов и что 500 тыс. людей остались без крова». Нанесенный разрушениями ущерб впоследствии был оценен в размере от 750 млн. до 1 млрд. долларов.

Что можно было сделать для предотвращения этой катастрофы? Ответ: Многое. К несчастью, люди неохотно тратят деньги для защиты, носящей профилактический характер. Зато первоначальные затраты обеспечат им безопасность в течение многих лет и сэкономят правительству и частным агентствам (в том числе и Красному Кресту) миллионы долларов, тратящихся на помощь пострадавшим.

Не так давно, в апреле 1952 г., Миссури и Миссисипи учинили новое буйство, нанесшее огромные повреждения многим городам, расположенным вдоль их берегов. На рис. 269 показаны разлившаяся воды реки Миссисипи, полностью парализовавшие всю деятельность товарного района города Сент-Пол (Миннесота). Вы-

Рис. 270. Линдейлская защитная дамба (Виннипег) в начале строительства



шедшая из берегов река грозила остановить движение через мост на Вабаша-стрит (в центре), через который осуществляется главная связь с нижележащими районами города. Ниже моста видны затопленные здания, на середине потока виден «корабль» морского запасного тренировочного центра. Его нижняя «палуба» погрузилась в воду на 1,2 м.

Другое катастрофическое наводнение испытал город Виннипег в провинции Манитоба (Канада) в 1950 г. Хотя разливы рек Красной и Ассинибойн случались перед этим почти каждой весной, на этот раз он был рекордным. Жители Виннипега боролись с рекой днем и ночью, стараясь сдержать ее воды. На рис. 270 видна Линдейлская защитная дамба в начале ее строительства. Сложенная сперва из мешков с песком, что оказалось недостаточным из-за очень высокого подъема воды «дамба была увеличена подсыпкой земли. Эта дамба, возведенная сорока тысячами горожан, работавшими в дневную и ночную смену, спасла от полного затопления около 500 домов. На рис. 271 показан вид дамбы с самолета. Первая — малая — дамба расположена за домами, выходящими на реку, а вторая — большая — дамба перед ними. Фактически, как говорит Давид Д. Гендерсон, член комиссии по планировке метрополии Большого Виннипега, сами дома были частью дамбы. Позже была сооружена последняя дамба, а две первых дамбы оказались за нею (на фотографии видны две первые дамбы).

Эти работы производились под руководством Управления по строительству дамб, которое было учреждено в провинции Манитоба. На 75% они финансировались федеральным правительством Канады, на 12,5% властями провинции Манитоба и на 12,5% местными муниципальными властями. Согласно Эрику Трифту, директору комиссии метрополии по планировке Виннипега, это управление имело свой собственный штат инженеров-проектировщиков и изыскателей. Однако в настоящее время оно не существует, так как вся работа закончена. Типы возведенных им сооружений видны на рис. 272—274. Мы не можем закончить рассмотрение плотин, не упомянув о плотинах Голландии. На рис. 275 показана часть плотины между Медемблик и Энкуйзен. Обратите внимание на низкий

Рис. 271. Линдейлская дамба. Виннипег (Манитоба)



уровень земли по отношению к уровню моря, видимого на заднем плане.

Можно задать резонный вопрос: является ли необходимым для каждого города, даже для тех, которые еще не опустошались буйными водами, предпринимать одинаковые профилактические действия? Следует ли возводить постоянные подпорные стенки вдоль рек и других водяных массивов? Нет, не следует. Предполагается, что каждая проектная организация (муниципальная, провинциальная, районная или государственная), которая столкнется с такими проблемами, воспользуется услугами компетентных гидротехников и инженеров. Гидротехники должны играть здесь главную роль; их задача состоит в том, чтобы предсказать возможные случаи наводнений, а работа заключается в выявлении и анализе различных метеорологических и гидрологических факторов и их комбинаций (т. е. в анализе их размеров, длительности и последствий), а также в изучении характера бурь, вызывающих наводнения (рис. 276). Элементарный пример условий, благоприятных для наводнения, понятный для неспециалиста, это — сильный зимний снегопад с последующей внезапной и очень теплой весной.

Мы не будем обсуждать здесь других проблем, чтобы не усложнять этой книги. Интересующимся следует обратиться к книге Меррилл Бернарда «Предсказание наводнений» (см. библиографию). Если вырисовывается опасность наводнения, то городские инженеры должны немедленно взяться за работу по организации строительства подходящей временной дамбы, по обеспечению бесперебойного действия систем водоснабжения и удаления сточных вод и других утилитарных служб. Горожане должны приготовиться к эвакуации из угрожаемых районов. Их имущество может быть спасено своевременно принятыми соответствующими мерами. Во время наводнения в Манитобе в 1950 г. многие владельцы автомашин подвешивали их посредством блоков и талей к ветвям крупных деревьев.

В США Бюро погоды имеет специальное отделение, занимающееся исключительно предсказанием наводнений по всей стране. Любые организации могут положиться на услуги этого федерального агентства. В Канаде, к сожалению, подобной организации не существует и все заинтересованные учреждения должны полагаться сами на себя.

Туман и смесь тумана с дымом и производственными газами уже были рассмотрены нами в других местах книги. В этом разделе упомянем о нескольких дополнительных причинах, вызывающих это явление, так же как и о дальнейших средствах контроля над ним.

Согласно Линке, примеси, содержащиеся в воздухе, которые служат основой для возникновения природного тумана и городского тумана образуются из «сажи, затем минеральной пыли, кварца и кремния (кремнезем и т. д.), которые перемешиваются с серой и фосфором, дегтем, нефтью, смазочными маслами, кислотами. Много частиц в воздухе появляется от резины, асфальта, перьев и других органических веществ; имеются также пыльца цветов — микроорганизмы, многие из которых являются гигроскопичными, т. е. обладают крошечной поверхностью воды, благодаря которой они прилипают друг к другу. Размеры этих частиц чрезвычайно малы, и увидеть их можно только при помощи специальных инструментов, называемых по-немецки «Nebelkammer». Большие частицы — до $1/5$ мм — можно увидеть и в микроскоп. С точки зрения гигиены важно то, что мы вдыхаем эти примеси и они вступают в легких в контакт с красными кровяными шариками. Они попадают на слизи-



Рис. 272. Дамба у дороги Черчилля, построенная для защиты района, примыкающего к реке и городскому госпиталю (Виннипег)



Рис. 273. Дамба у Кингстонской дороги (Виннипег). Река непосредственно справа



Рис. 274. Дамба «Дикого леса» (Виннипег)



Рис. 275. Дамба в Нидерландах



Рис. 276. Группа ученых-гидрогеологов, предсказавших наводнение на реке Миссури в 1952 г., у модели реки



Рис. 277. Вид города с крыши 27-этажного административного здания (Монреаль)

стую оболочку, а микробы, содержащиеся в них, вызывают различные инфекции. Сенная лихорадка является знаменитой болезнью, по отношению к которой люди, воспитанные в условиях современной цивилизации, оказались сверхвосприимчивыми... Лондонские туманы заметно сокращают человеческую жизнь». Затем Линке говорит о действии тумана на лучи солнца: «Он не только удлиняет и отражает лучи солнца, но также в большой степени поглощает их. Наблюдениями в Берлине установлено, что 20% солнечных лучей были задержаны городским туманом. Однако большая часть этих потерь восполняется радиацией, так что теплотери оказались незначительными. В Вене между площадкой башни св. Стефана и улицей при разнице в отметках 72 м были зарегистрированы потери 6% солнечных лучей».

Затем он описывает два метода измерения «загрязнения воздуха»: «1) счетчиком частиц и 2) счетчиком пыли. Ядерный счетчик пропускает только маленькие, практически невидимые частицы, которых в сельской местности оказалось 8 000 и в городе 200 000 на 1 см³. При среднем размере радиуса частицы 0,00001 см получается, что мы вдыхаем приблизительно 10 мм³ этих мельчайших частичек в день, т. е. примерно 20 мг, большая часть которых остается в легких».

Признавая важность растительности в планировке города, Линке пишет: «Прохладный и влажный воздух, встречающийся над почвой, покрытой растениями, и в парках, ускоряет выпадание грубых частиц». Фотография на рис. 277, снятая автором с вершины 27-этажного административного здания в Монреале, показывает, что над каждым хорошо озелененным местом города атмосфера относительно чище, чем над остальными, покрытыми туманом местами.

Линке также отмечено: «В Лейпциге можно обнаружить при помощи цейссовского бинокля, что при переходе от наветренной стороны площади с очень малым количеством препятствий к ее

подветренной стороне число частиц уменьшается от 130 до 50». Имеется разница и по вертикали. В целом наблюдается уменьшение их числа с высотой, хотя на высоте крыш, т. е. на уровне дымовых труб, легко различить отчетливый максимум. Чем «грубее» городской туман, тем больше в нем содержится частиц и тем «грубее» они сами по себе. В Лондоне было подсчитано, что в туманные дни на 1 см² площади может приходиться 60 000 частиц против 300 в очень чистом воздухе. Такого рода крупные частицы являются в большинстве своем дополнительным продуктом горения; в тоннах на 1 м² в открытой местности таких частиц выделяется меньше, чем в городе. В английских промышленных городах на 1 м² площади вырабатывается 38 т. В Париже количество выпадающей пыли, начиная с конца столетия, как полагают, увеличилось на 50%.

Вертикальный подъем этого городского тумана зависит от продолжительности дня и вертикального перемешивания воздуха. В жаркие дни с сильным беспорядочным (турбулентным) движением воздуха и при высокой скорости ветра он отчетливо виден до высоты 1 000—2 000 м. Однако в послеполуденные часы в случае штиля и безветренной облачной погоды в городе городской туман может находиться на высоте 100 м над городом. Ночью частицы опускаются, особенно при наличии сильного природного тумана над земной поверхностью. Это хорошо заметно во Франкфурте, потому что курорт Ганшия, славящийся своим хорошим воздухом, лежит выше уровня городского тумана. Подобное же сравнение можно сделать относительно ряда больниц и санаториев во многих городах.

Вот еще одно действие городского тумана. «Можно легко измерить действие городского тумана установлением интенсивности солнечных лучей... В городах мы иногда можем наблюдать, что атмосфера города ослабляет солнечные лучи в девять раз больше, чем это было бы при чистой атмосфере. Потери света в Лондоне, вызванные городским туманом, по Оуэнсу, равны 50% зимой и 17% летом. Это уменьшение наиболее велико как раз тогда, когда в солнце наиболее нуждаются».

По вопросу о загрязнении атмосферы в Англии читатель может обратиться к источникам, перечисленным в библиографии. Все они подтверждают вредное действие загрязненной атмосферы и тот факт, что при планировке городов следует избегать причин, вызывающих это загрязнение.

ДРУГИЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

1. МОЛНИЯ

В течение летних месяцев можно нередко зарегистрировать поражение какого-либо здания молнией. Она представляет определенную опасность для обитателей домов при недостаточных предохранительных мерах. Очень важно, чтобы архитекторы были знакомы с этой проблемой, особенно при проектировании сооружений для сельской местности, где молния является главной причиной пожаров (37% всех пожаров, согласно данным Национального управления противопожарного страхования).

Еще в античную эпоху греками и римлянами были предложены некоторые средства для защиты от молнии, но громоотвод появился только после того, как человеку стали известны физические свойства электричества. Начало было положено в 1740 г., когда в Европе была изобретена Лейденская банка, которая дала возможность накапливать электричество в простой фляге для воды. Простой народ был изумлен этой возможностью. Началось повальное увлечение электрическими опытами. Извлечение искр натиранием стеклянной палочки куском сукна стало модой.

Вскоре после возвращения Бенджамена Франклина в Америку из Англии он проделал много экспериментов и пришел к заключению, что молния похожа на электричество. Королевское научное общество в Лондоне приняло его за шарлатана и отказалось писать о его открытии. Но в 1750 г., после того как Франклин произвел ряд дополнительных опытов и наблюдений, Питер Коллинсон, его лондонский знакомый, стараясь сделать его выводы достойным публики, убедил редактора «Журнала для джентльменов» опубликовать их отдельной книгой. Вскоре после этого граф де Бюффон, «величайший натуралист века», пожелал, чтобы книга была немедленно переведена на французский язык. Слава Франклина быстро распространилась по континенту. Появились немецкое, итальянское и латинское издания этой книги.

Книга была озаглавлена «Новые эксперименты и опыты с электричеством, произведенные в Филадельфии, в Америке». Франклин предполагал, что «все разрушения, причиняемые электрическим огнем, слетающим с облаков на землю, можно предотвратить, прикрепив железные прутья с заостренными концами к крышам зданий». Он всячески поощрял других к дальнейшим исследованиям. Один состоятельный французский ученый Далибар принял его предложение и приготовил соответствующее оборудование для своего деревенского дома, расположенного на вершине холма близ Парижа. Он воздвиг в саду металлический прут высотой 24 м и толщиной 2,5 см, но прежде, чем он мог увидеть какие-либо результаты, он был вызван по делам. Один из его слуг, бывший солдат французской армии, был оставлен для наблюдений, и в среду 10 мая 1752 г. во время прохождения грозовых облаков аппарат

привлек несколько молний. Так родился громоотвод. Позже, 4 июля 1752 г., Франклин запустил в облака свой знаменитый змей и составил подробные инструкции для устройства громоотводов почти такого же устройства, как и употребляющиеся в наши дни¹. В Америке они быстро распространились; в Европе их повсеместное распространение задержалось почти на столетие.

Каковы же основные принципы устройства громоотводов? Где их следует устанавливать, и какого типа они должны быть? Какова эффективно защищаемая ими площадь?

Департамент коммерции США выпустил инструкцию по грозозащите, озаглавленную «Правила защиты от молний». Далее приводятся основные ее положения с соответствующими комментариями.

Приспособления для защиты зданий от молнии

Свободный размер стержня. Минимальный — 25 см, средний — 30 см, требуемый правительственными агентствами США — 45 см. Обычно делают до 150 см.

Расстояние между стержнями. Для стержней высотой 45 см или меньше максимальное расстояние 5,4 м для парапетов, карнизов, плоских крыш и коньков шиповых и вальмовых крыш. Для стержней высотой свыше 45 см максимальное расстояние 6 м только для парапетов или карнизов плоских крыш. На коньках мансард максимальное расстояние 3,9 м.

Количество требующихся заземлений. Для зданий с шиповыми, мансардными или вальмовыми крышами с длиной стен по периметру 33 м или меньше требуется минимум два заземления. Свыше 33 м на каждые дополнительные 15 м или часть этой величины нужно добавлять одно заземление.

Для зданий с плоскими, французскими или шедовыми (пильчатыми) крышами с длиной стен по периметру 90 м или меньше требуется минимум два заземления; свыше 90 м — дополнительно по одному заземлению на каждые 30 м или часть этой величины.

Дополнительное количество требующихся заземлений. При зданиях неправильной формы общее число заземлений будет недостаточным, если среднее расстояние между ними по периметру будет не больше 30 м. Но, кроме этого, должно быть предусмотрено следующее дополнительное количество заземлений, в зависимости от формы крыши:

При L-образной форме	добавляется одно;
» T-образной »	» одно;
» Г-образной »	» одно;
» H-образной »	» два.

Если высота здания более 18 м, то необходимо добавить одно заземление на каждые добавочные 18 м высоты или часть этой величины. Если существует необходимость соорудить дополнительный ответвляющийся громоотвод, то он должен быть на расстоянии не большем чем 4,8 м от главной линии. При большем расстоянии дополнительный громоотвод должен иметь самостоятельное заземление.

¹ Согласно статье, появившейся в «Нью-Йорк Таймс» 26 апреля 1952 г., доктор Бернанд Кохем сообщил, что Франклин запустил свой змей в июне 1752 г., ровно через месяц после французского опыта. Но Кохем добавляет, что Франклин, по-видимому, был первым человеком, соорудившим громоотвод для защиты зданий. Найдены документы, свидетельствующие, что Франклин устроил два громоотвода на крышах филаделфийских зданий в июне и начале июля 1752 г.

Повороты проводников. Минимальная длина колена проводника, соединяющего стержни, должна быть 20 см.

Заземления. 1) проводник может быть заземлен в грунт через трубу, например через водосточную металлическую трубу;

2) в глубоком слое влажной почвы стержни должны достигать глубины по крайней мере 3 м;

3) в глубоком слое сухой почвы к концам стержней должны быть прикреплены металлические пластины для увеличения пространства действия стержней;

4) в неглубоком слое почвы стержень должен быть на расстоянии не меньшем 3,6 м от стены здания. При слое почвы с глубиной, меньшей 0,3 м, здание должно быть окружено заземленным проводником с ответвлениями в глубь почвы.

Защищаемое пространство. Согласно трудам конференции ведущих британских ученых, происходившей в 1878 г., посвященной исследованиям молнии, «вопрос о пространстве, которое возможно защитить громоотводом, является вопросом большого практического значения, так как от этого зависит количество и высота свободных стержней для защиты любого рассматриваемого здания... Было установлено, что защищаемое пространство имеет форму конуса с вершиной, совпадающей с концом громоотвода, и основанием конуса радиусом, равным высоте громоотвода, в то время как позднейшие французские официальные инструкции считают, что радиус основания конуса должен быть равен 1,75 высоты громоотвода. Инструкции английского военного департамента значительно уменьшают это пространство, оговаривая, что нельзя точно фиксировать пределы защитной мощности громоотводов. В Англии радиус основания защищаемой зоны принимают равным высоте громоотвода над землей; но хотя это может быть достаточно правильным для практических целей, не всегда можно на него положиться».

Бюро стандартов США в 1945 г. в Правилах для защиты от молний принимает для защищаемого пространства ту же формулу — «два к одному», которая была принята в Британии в 1878 г. Однако максимальная защищаемая площадь, по мнению Бюро стандартов, будет внутри конуса, радиус основания которого в четыре раза больше высоты громоотвода.

Рекомендуется устанавливать громоотводы на всех сооружениях по электро- и телефонообслуживанию, на радиоантеннах и телевизионных антеннах, так же как и на зданиях, из-за их тенденции привлекать атмосферное электричество. Следует помнить, что пока используемое для этой цели оборудование не заземлено, молния может проникнуть по проводам внутрь здания и вызвать серьезные повреждения.

Приспособления для защиты деревьев от молнии

Острия предназначены специально для установок на деревьях. Они должны надежно прикрепляться к крайним верхним концам проводников.

Стандартные проводники должны применяться на главном стволе дерева и для всех соединений на земле. Для обыкновенного дерева с диаметром ствола до 0,9 м требуется один стандартный проводник, протянутый к заземлению с наивысшей доступной части дерева или с главного разветвления вдоль главного ствола. Деревья со стволами, превышающими 0,9 м в диаметре, с длинными и развитыми ветвями, должны быть защищены двумя стандартными проводниками, расположенными на противоположных сторонах ствола. Для ветвей могут быть использованы миниатюрные про-

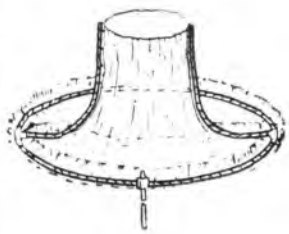


Рис. 278. Заземление по окружности

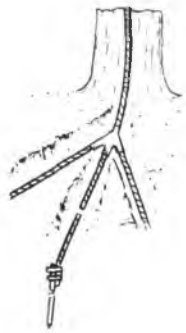


Рис. 279. Заземление «вилкой»

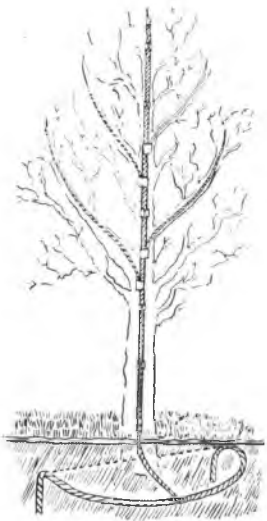


Рис. 280. Полуокруглое заземление

водники, протянутые вниз к центральному стволу с наивысших доступных частей нескольких (не менее трех) главных ветвей; у ствола они должны быть присоединены к стандартному проводнику посредством специально запроектированных приспособлений.

Проводники должны быть надежно прикреплены к дереву так, чтобы не препятствовать росту дерева и раскачиванию его ветром. Что касается заземления, то существует три основных его типа.

Полуокруглое заземление, очень эффективное для обыкновенных деревьев, нуждающееся только в одном спускающемся вниз главном проводнике. В неглубокой траншее (глубиной 30 см) главный проводник должен простирается в сторону от основания дерева до встречи с другим проводником, уложенным по полуокружности в такую же траншею. Радиус полуокружности должен быть не менее 3,5 м; ее центр — основание дерева. Концы этого проводника должны быть опущены вниз до уровня постоянной влажности для глубокого заземления. Для высоких деревьев обычно требуется только одно глубокое заземление, но для крупных деревьев с широкими кронами может потребоваться большее их количество (рис. 280).

Заземление по окружности требуется для больших деревьев, снабженных несколькими (не менее двух), спускающимися вниз главными проводниками. По траншее глубиной 30 см главные проводники должны простирается в сторону от основания дерева до встречи с другим проводником, уложенным по окружности в такую же траншею. Радиус окружности должен быть не менее 3,5 м. Ее центр — основание дерева. Для деревьев с широкими кронами радиус окружности должен быть увеличен. К проводнику, уложенному по окружности, должно быть присоединено по крайней мере одно глубокое заземление, опущенное вниз до уровня постоянной влажности. Дополнительная защита может быть обеспечена большим числом глубоких заземлений (рис. 278).

Заземление «вилкой», обладая эффективностью предыдущих способов заземления, является более практичным в случае близости к другим деревьям или зданиям. Подобные препятствия делают неудобным использование первых двух способов заземления. Главный проводник укладывается в траншею глубиной 30 см и простирается в сторону от основания дерева на расстояние от 3,5 до 7,5 м. К концу этого проводника подсоединяется одно глубокое заземление, простирающееся вниз до уровня постоянной влажности. Дополнительные проводники присоединяются к главному проводнику с помощью специальных приспособлений и укладываются в неглубокую траншею, образующую «вилку». Для крупных деревьев требуются дополнительные глубокие заземления (рис. 279).

2. ВЛАЖНОСТЬ

Влажность является проблемой, с которой больше сталкиваются при выборе материалов, чем при проектировании зданий. При рассмотрении «температуры и влажности» были разобраны некоторые из главных проблем по обеспечению удобств, создаваемых их правильным сочетанием. Архитекторы были осведомлены также об условиях влажности при выборе участка.

Главный источник беспокойства зимой связан с внутренней влажностью помещений. В результате повышенной внутренней температуры воздух внутри здания может удерживать больше водяных паров, чем наружный. Но на холодных поверхностях, как, например, на стеклянной поверхности окна, охлаждающейся до и ниже точки росы, эти пары конденсируются. Поэтому для климата северных широт следует рекомендовать применение двойных оконных



Рис. 281. Иней на стене около бокового входа в инженерный корпус Мак Джиллского университета

рам или одинарных рам с двойным остеклением для всех зданий. Хотя они дороже окон с одинарным застеклением, их применением разрешаются, помимо проблемы конденсата, и многие другие проблемы.

По той же причине в зимние месяцы конденсат возникает и на внутренних поверхностях наружных стен. Поэтому для предотвращения этого явления следует предусматривать в толще стены пароизоляцию. Последняя должна быть расположена у теплой или внутренней поверхности стен и перегородок. Конденсация также бывает и на наружных стенах зданий, когда зимой теплый период сменяет холодный. Крупные облицовочные камни зданий могут все еще оставаться холодными, когда теплый воздух соприкасается с ними; и тогда теплый воздух оставляет часть своей сконденсировавшейся влаги на холодных стенах здания; так образуется иней. На рис. 281 приведена фотография такого явления на боковом входе в инженерный корпус Мак Джиллского университета.

Опасность кроется не в самом инее, а во влаге, появляющейся на стенах после продолжительного соприкосновения с ними теплого воздуха. Если при постройке здания не были предусмотрены соответствующие гидроизоляционные мероприятия, это может привести к серьезным последствиям, связанным с разрушением материала стен.

Сипл утверждает, что не следует ориентироваться на относительную влажность¹ в такой же мере, как на точку росы и упругость водяных паров. Он считает, что скорость испарения и процесс

¹ Относительная влажность характеризует собой отношение количества содержащейся в воздухе влаги к максимальному количеству влаги, которое воздух может удерживать при одной и той же температуре. (Ред.).

преобразования влаги могут быть лучше и скорее поняты в трактовке абсолютной, чем в трактовке относительной влажности.

В статье, озаглавленной «Климатические критерии при постройке зданий», Сипл иллюстрирует свою мысль следующим примером: «В здании с одинарным остеклением окон теплопотери могут быть достаточными, чтобы при наружной температуре $1,1^{\circ}$ на поверхности остекления была бы температура в 17° . Теперь представим себе, что поверхность остекления этих окон увлажнилась туманом, выпавшим из насыщенной водяными парами атмосферы. В этих условиях, при 100% относительной влажности атмосферы, представляется невероятным, чтобы имело место охлаждение испарением. Однако в действительности влага будет испаряться с поверхности, несмотря на выпавший туман, при температуре поверхности остекления 17° , которой соответствует относительная влажность воздуха в 33° . Это будет происходить потому, что упругость водяных паров насыщенной атмосферы будет равна 5 мм ртутного столба, а на поверхности оконного стекла при температуре его 17° упругость водяных паров будет равна 15 мм. Теплопотери при этом будут огромными, так как тепло теряется дополнительно с остекленных поверхностей в результате испарения с них влаги (за счет разницы в упругости водяных паров). Они будут примерно в 500 раз больше теплопотерь, вызванных повышением температуры влаги на 1° без испарения. При соответствующем климатологическом освещении вопроса это наталкивает нас на мысль, что было бы выгодно заняться изучением проблемы предотвращения таких теплопотерь посредством нанесения на наружную поверхность оконных стекол тонкого слоя водонепроницаемой эмульсии, приготовленной на основе кремнезема, чтобы не дать дождю или влаге задерживаться на стеклах окон».

Тем не менее Сипл признает, что лучшим решением будет применение двойного остекления.

Что представляет собой упругость водяных паров? Это давление паров, содержащихся в атмосфере, тесно связанное с процессом испарения. Скорость испарения с водяной поверхности является функцией разницы между давлением паров, находящихся в воздухе над поверхностью воды в насыщенном состоянии, и действительным давлением паров воздуха. Если эта разница велика, то испарение происходит быстро.

Мы не приводим здесь цифр, характеризующих упругость водяных паров. Однако следует отметить их архитектурное значение. Например, летом со стен многих подвалов каплями сочится влага из-за действия давления водяных паров. Влага аккумулируется здесь в результате того, что температура воздуха подвала ниже, чем температура точки росы наружного воздуха. «Подвал можно, — говорит Сипл, — закупорить от проникновения водяных паров и воздух в нем можно осушить механическим способом, но имеется намного более простой способ. Подвал можно просушить, нагрев его пол и стены до температуры $21-24^{\circ}$, т. е. выше температуры точки росы наружного воздуха. И для этого нет никакой необходимости жечь много угля. Летом имеется такое обилие солнечного тепла, что приходится тратить много сил для защиты от него. Впустим внутрь некоторое количество солнечных лучей или положим один конец трубы-змеевика лучистой системы отопления (этот змеевик предназначается для движения внутри его жидкого теплоносителя) на пол подвала, а другой конец змеевика выпустим наружу под палящие лучи солнца — на раскаленную мостовую, тротуар или мощный двор. Возникает циркуляция, передающая тепло, в ре-

зультате которой нагретый мощный двор будет охлаждаться, а сырой холодный подвал — нагреваться».

Давление водяных паров колеблется с изменением широты в течение суток. Оно наиболее велико над экватором и уменьшается по направлению к полюсам, так как его распределение близко к распределению температур. По той же причине на любой широте летом давление паров будет выше, чем зимой. Суточное колебание различно над сушей и морем, днем и ночью.

Влажные термометры с шариками помогают определять влажность атмосферы. На шарик термометра надевают влажный мешочек; вода в мешочке испаряется и поглощает тепло. Этим самым снижается температура шарика до пункта, называемого температурой влажного термометра; она представляет собою точку, до которой воздух может быть охлажден посредством испарения в нем влаги при постоянном давлении. Считается, что показание обычно должно быть примерно посередине между точкой росы и температурой сухого термометра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каковы перспективы на будущее? Мы стоим на пороге новой прикладной науки. Сипл применил выражение «многообещающее поле деятельности». Имеется множество проблем, ждущих своего решения.

Мы должны исследовать влияние климата на человеческий организм и определить, как нужды последнего могут быть удовлетворены архитекторами при проектировании жилых домов. При решении этих проблем необходимо деятельное участие инженеров-механиков. Нельзя недооценивать также и значения ландшафта. Свойства материалов сопротивляться выветриванию тоже предоставляют в наше распоряжение ряд возможностей.

Мы должны объединить различные отрасли науки и затем рассмотреть их, вникая в мельчайшие подробности. Следует сооружать экспериментальные дома, производить испытания в аэродинамических трубах, в городах устанавливать приборы, регистрирующие климатические данные и т. п. — все это, разумеется, при наличии людей, оборудования и денег.

Особые семинары на тему «Климат и человек» в наших университетах во всяком случае окажут поддержку этому делу и создадут условия для дальнейших исследований. В самом деле, даже студенты последних курсов могут успешно заниматься изучением сведений о климате и практически применять их. Особый университетский курс о климате, тесно связанный с архитектурой, будет вдохновлять их для работы в этой области.

Какой бы ни была наша деятельность, возьмем от климата все, что он может нам дать; научимся жить в согласии с климатом, а не противоречить ему. Будем помнить, что имеется много различных климатов не только на нашем континенте, но также и в каждом штате и провинции, в каждом округе и приходе, в каждом городе и городке, в каждой деревне и деревушке, в каждом саду и, наконец, за каждой дверью. Сделаем же все возможное, чтобы климат мягко стучался в нашу дверь.

ЛИТЕРАТУРА

Alberta, Department of agriculture, «Farmstead planning and besutification», (Bulletin № 9), Edmonton, 1950.

Рассматриваются ветрозащитные ограждения¹.

American society of heating and ventilating engineers. Heating ventilating and air conditioning guide, New York, 1953 (публикуется ежегодно).

Исчерпывающий обзор этой темы с инженерной точки зрения. Рекомендуется архитекторам в качестве источника для получения нужных сведений.

Parker Anderson, Planting the farmstead shelter belt, St. Paul, University of Minnesota, Agricultural extension service, U. S. Department of agriculture (Extension Bulletin 196), April, 1949.

Информация о ветрозащитных ограждениях.

Parker Anderson, Windbreaks for field protection, St. Paul, University of Minnesota, U.S. Department of agriculture extension service (Extension Folder 140) May, 1950.

Краткий перечень требований, предъявляемых к ветрозащитным ограждениям.

«Architectural Forum (The Magazine of building)», vol. 86, № 2, p. 126, New York, Time, Inc., February, 1947.

Описание работ Лёфа в Денверском университете, посвященных «солнечным домам».

«Architectural Forum (The Magazine of building)», vol. 95, № 3, p. 180—188, Lift-slab concrete, New York, Time, Inc., September, 1951.

О преимуществах использования метода подъема готовых перекрытий

«Architectural Forum (The Magazine of building)», vol. 85, № 2, p. 76—79, Rye Shopping Center, New York, Time, Inc., August, 1947.

Об устройстве навесов перед фасадами магазинов.

«Architectural Forum (The Magazine of building)», vol. 94, № 5, p. 170—178, Testing, design, New York, Time, Inc., May, 1951.

Отчет о работе, проделанной Техасской инженерно-экспериментальной станцией.

«Architectural Review», vol. 6, № 651, p. 145, March, 1951.

Об использовании потоков воздуха при устройстве крыш.

Merril Bernard, Flood forecasting, In United States of America, Department of agriculture, «Climate and Man», Washington, U. S. Government printing office, 1941, p. 565—576.

Интересная статья о защите городов от наводнений.

J. W. Bilby, Among unknown Eskimo, London, Seeley Service and Co. Ltd., 1923.

Отчет о жизни и быте эскимосов.

J. H. Воусе, The construction of new lawns, Ottawa, Central experimental farm, Dominion experimental farms service, The division of forage crops (6. r.)

Среди других вопросов обсуждаются различные типы газонов в зависимости от климатических условий.

E. Brezina und W. Schmidt, Das Künstliche Klima in der Umgebung des Menschen, Stuttgart, 1937.

C. E. P. Brooks, Climate in everyday life, New York, Philosophical Library, Inc., 1951.

Книга о различных путях воздействия на нас климата, снабженная подробным указателем и библиографией.

¹ Все аннотации к этому перечню принадлежат автору книги. (Ред.).

David Brunt, *Climate, weather and Man*, Endeavour, July, 1944.

О реакции человеческого организма на атмосферные условия, о нормах обмена и т. д.

David Brunt, *Some factors in microclimatology*, London, «Quarterly journal of the Royal Meteorological Society», vol. 71, № 307—308, January—April, 1945, p. 1—10.

О контроле над температурой воздуха и о влиянии на нее природы грунта, типа поверхности, плохих дренирующих свойств грунта, покрытия грунта, кататических ветров и т. д. Очень интересна.

David Brunt, *Weather study*, London, Thomas Nelson and Sons, Ltd., 1942.

Удобный справочник по элементарным метеорологическим проблемам.

David I. Bushnell, Jr., *Native villages and village sites East of the Mississippi*, Washington, Smithsonian Institute, Bureau of american ethnology, Bulletin 69, Government printing office, 1919.

Очень подробное описание образа жизни индейских племен, содержащее сведения о влиянии климата на устройство их жилищ.

A. M. Byers Company, *Byers wrought iron for snow melting systems*, Pittsburgh, 1951.

Прейскурант, касающийся одного из методов уборки снега.

Canada, Department of finance (National housing administration of) and National research council (Codes and specifications section of), *National building code* (National Research Council Book № 1068), Ottawa, 1942.

Заново пересмотренное строительное законодательство Канады (в составлении которого есть и небольшая доля участия автора); в специальном разделе уделяет климату большое внимание.

Canada, Department of mines and resources (Mines, forests and scientific services branch of), *Native trees of Canada* (Bulletin 61), 4th edition, Ottawa, King's printer and controller of stationery, 1949.

Ценная книга. Главным ее недостатком является отсутствие сравнительного иллюстративного указателя деревьев.

Victor Conrad, *Methods in climatology*, Cambridge, Harvard university press, 1944.

Предназначена для ознакомления читателя с математической статистикой и теорией вероятностей, применительно к климатическим проблемам.

Garret Eckbo, *Landscape for Living*, Architectural record with duell, sloan and pearce, New York, 1950.

О климате, ландшафтах и архитектуре.

John Everetts, Jr., *Analysis and influence of climatology upon air conditioning design*, In United States of America, National research council (Building research advisory board of), «Weather and the bulding industry», Washington, 1950.

Инженерный подход к рассматриваемой проблеме.

James Marston Fitch, *American building, the forces that shape it*, Boston, Houghton Mifflin Company, 1948.

В книге имеются интересные разделы об истории признания влияния климата на архитектуру, об обогреве зданий солнечной энергией, об учете микроклимата при строительстве и об изобретениях, фиксирующих окружающие атмосферные условия.

Banister Fletcher, *A history of architecture*, London, B. T. Batsford, Ltd., 1946.

Превосходный анализ истории архитектуры сравнительным методом. Рассмотрено, как в различные эпохи климат влиял на архитектуру.

C. L. Forsling, *Snow melt*, In U. S. of America, Department of agriculture, «Climate and Man», Washington, U. S. Government printing office, 1941, p. 557—560.

Rudolf Geiger, *The climate near the ground*, Cambridge, Harvard University press, 1950.

Это, пожалуй, единственный большой труд по микроклиматологии, столь детально ее рассматривающий. Некоторые его разделы имеют непосредственное отношение к архитектуре, другие — не имеют. Должен заинтересовать всех работающих в этой области. Дана исчерпывающая библиография, особое внимание уделено исследованиям немецких ученых.

Philip L. Goodwin, *Brazil builds*, New York, The Museum of modern art, 1943.

Рассматривается старая и современная бразильская архитектура. Книга хорошо иллюстрирована. Встречаются ссылки на климат.

Great Britain, Department of scientific and industrial research, Penetration of daylight and sunlight into building (Illumination research technical paper № 7). London, H. M. Stationery office, 1927.

Имеется прекрасное дополнение к теме: потери солнечного освещения, вызванные наружными препятствиями.

Great Britain, Lightning rod conference, Report, London, E. and F. N. Spon, 1882.

Подробное описание методов защиты от молнии, употреблявшихся в XIX столетии. Имеет прекрасную библиографию. Несмотря на давний срок издания, интересна и в наши дни.

Talbot Hamlin, Architecture — an art for all men, New York, Columbia University press, 1947.

Обзор методов архитектуры; содержит ссылки на необходимость учета климата.

Jiro Harada, The lesson of japanese architecture, London, The Studio, Ltd., 1936.

Содержит ряд комментариев об учете японцами климатических условий в своих постройках.

Bernhard Haurwitz and James M. Austin, Climatology, New York, Mc Graw-Hill Book Co., 1944.

Книга о климате в различных частях земного шара с подробным перечислением тем, которыми занимается микроклиматология, в большинстве своем взятых у Гейджера.

L. Hilberseimer, The new city, principles of planning, Chicago, Paul Theobald, 1944.

Первоклассная книга о планировке городов. Среди разнообразного материала содержит замечания Ксенофонта и Сократа о планировке городов, сведения о строительном искусстве обитателей гор. Пуэбло, данные о работах Милютзина, Корбюзье и Ф. Л. Райта. Превосходный разбор проблемы ориентации, солнечных углов, загрязнения атмосферы дымом, ветров и т. д.

«House Beautiful». Regional climate analyses and design data, Bulletin of the American Institute of Architects, Washington.

От октября 1949 г. до января 1952 г. вышло 15 номеров.

Многочисленные климатические данные для различных районов США, подготовленные для использования их архитекторами. Однако авторы не всегда объясняют, как пользоваться приведенной статистикой.

C. P. Hursh and C. A. Connaughton, Effects of forest upon local climate, «Journal of Forestry», Washington, Society of American foresters, vol. 36, № 9, September, 1938, p. 864—866.

Illinois, University of (Agricultural experiment station and Extension service in agriculture and home economics, College of agriculture). Planning the Illinois farmstead for efficiency, health and enjoyment, Urbana, 1947.

Интересная брошюра об ориентации фермерских построек относительно солнца, ветра и запахов.

J. O. V. Irminger and Chr. Nökkentved, Wind-pressure on buildings (Experimental researches, second series), Kobenhaven, Danmarks Naturvidenskabelige Samfund, 1936.

Превосходное описание экспериментов, воспроизводящих ветровые потоки с помощью алюминиевого порошка и макетов.

Fiske Kimball, Domestic architecture of the american colonies and the early republic, New York, Charles Scribner's Sons, 1927.

Приведена здесь для справок об архитектуре колониальной эпохи в Америке.

George H. T. Kimble and Raymond Bush, The weather, New York, Penguin Books, Inc., May, 1946.

Популярно написанная книга о погоде. В ней описываются как различные метеорологические явления, так и способы их использования.

John Kobler, Like living in macy's window, «The Saturday Evening Post», vol. 222, № 13, September, 24, 1949, pp. 42 ff.

Популярная статья об обогреве зданий солнцем.

Albert Kratzer, Das Stadtklima, «Die Wissenschaft», vol. 90, Braunschweig, Friedr. Vieweg und Sohn, 1937.

О климате различных городов Германии.

George Kubler, Mexican architecture of the sixteenth century, New Haven, Yale University press, 1948.

Многочисленные упоминания о климате и архитектуре разбросаны по всей книге.

Helmut E. Landsberg. Microclimatic research in relation to building construction. In U. S. of America, National research council (Building research advisory board of). «Weather and the Building Industry», Research conference, report № 1,

Helmut E. Landsberg. Microclimatology and house building. (Speech delivered at the First annual technical forum of house beautiful's climate control project), September 20, 1949.

Подобно большинству статей того же автора, эта статья не только с интересом читается, но и содержит очень ценную информацию.

Harold MacLean Lewis, Planning the modern city, vol. 1, New York, John Wiley and Sons, Inc., 1949.

На стр. 33 показано, как климат влияет на план города.

F. Linke, Das Klima der Grosstadt, in Biologie der Grosstadt, Dresden, Verlag von Theodor Steinkopff, 1940, S. 75—90.

Очень подробный анализ погоды в больших городах сравнительно с погодой в окрестных сельских местностях.

Richmond W. Longley, The effect of freezing and melting processes on the daily temperature curve at Quebec City, «Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society», vol. 75, № 325, July, 1949.

Интересна для тех, кто хочет изучать результат воздействия на строительные материалы чередований заморозков и оттепелей.

C. O. Mackey and L. T. Wright, Jr., The sol-air thermometer—a new instrument, «Heating, piping and air conditioning», May, 1946, p. 107 ff.

G. Manley, Microclimatology—Local variations of climate likely to affect the design and siting of buildings, London, «The Journal of the Royal institute of british architects», Third series, vol. 56, № 7, p. 317—323.

Может быть рекомендована. Рассматриваются некоторые из микроклиматических явлений. Снабжена небольшой, но хорошо подобранной библиографией.

D. G. Mirams, A brief history of chinese architecture, Shanghai, Kelly and Walsh, Ltd., 1940.

Встречаются замечания о влиянии климата на китайскую архитектуру. Книга очень интересна.

Lewis Mumford, Sticks and stones; a study of american architecture and civilisation, New York, Boni and Liveright, 1924.

Иногда встречаются ссылки на климат, но главная тема, хорошо развитая и интересная, иная.

Victor G. Olgyay, The temperate house, «Architectural Forum (The Magazine of Building)», vol. 94, № 3, p. 179—194, New York, Time, Inc., March, 1951.

Содержит много различных данных, главным образом о солнце и температуре. К сожалению, встречающиеся в книге графики труднопонимаемы и на их разбор приходится тратить много времени.

Svenn Orvig. The climate of the ablation period on the Barnes Icecap in 1950 (parts in), «Geografiska Annaler», vol. XXXIII, 3—4, p. 166—209, 1951.

На нескольких страницах обсуждаются температурные профильные линии льда. Легко читается.

Alfred B. Parker, (statement included in) U.S. of America, National research council (Building research advisory board of), «Weather and the building Industry», Washington, 1950, p. 107—109.

Флоридский архитектор рассказывает все, что он знает о климате.

M. Parry, The climates of towns, «Weather», vol. 5, № 10, London, October, 1950, p. 351—356.

Несколько интересных замечаний о климате городов.

G. V. Pleijel, The little sundial, Stockholm (6. г.).

О результатах изучения одним из ведущих архитекторов Швеции солнечного освещения и теней при помощи макетов городов, зданий и комнат.

G. V. Pleijel, Investigation regarding daylight and solar heat radiation for the town of Karachi, Pakistan, Stockholm, reprinted from the Report of Central directorate and Local office Carachi, for the State Bank, February, 1950.

О влиянии солнца на планировку зданий в Карачи.

J. A. Racicot, Winter maintenance and ice control, «The Canadian engineer», Toronto, December 13, 1939.

О защите дорог от снежных заносов.

L. A. Ramdas, Microclimatological investigations in India, Vienna, Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie (Serie B: Allgemeine und biologische Klimatologie, Band III), 1951.

О некоторых общих наблюдениях выдающегося индийского ученого, связанных с его экспериментами в области микроклимата.

L. A. Ramdas, The microclimates of plant communities, «The Indian Ecologist», vol. 1, № 1, April, 1946.

Ведущий климатолог Индии рассматривает климат около почвы (поверхности), иллюстрируя свои положения оригинальными наблюдениями. Рекомендуются для архитекторов и всех, кто желает узнать о влиянии растительности, расположенной вокруг зданий.

L. A. Ramdas, The physics of the bottom layers of the atmosphere, Proceedings of the 35th Indian scientific congress (part II: Presidential address), p. 113—151, January 3, 1948.

Содержит оригинальные наблюдения и данные, нигде больше не встречавшиеся автору этой книги. Вклад Рамдаса в науку о микроклиматологии трудно переоценить.

L. A. Ramdas, The variation with height of the water vapour content of the air layers near the ground at Poona, «Bioklimatische Beiblätter», Braunschweig, Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn, 1938.

Очень интересна, особенно там, где речь идет о действии морского бриза.

L. A. Ramdas and M. S. Katti, The diurnal variation of moisture in the soil during the clear season, «Current Science», vol. 3, № 12, June, 1935, p. 612—613.

Antonin Raymond, Architectural details, Tokyo, Antonin Raymond Seisho-Kwan 4-Chome Ginza, Kyobaschi-Ku, 1938.

Страницы 1 и 2 посвящены анализу действия климата Японии на архитектуру.

Augustin Rey, La science des plans de villes, Paris, Justin Pidoux et Charles Parde, Dunod, 1913.

Очень полный сборник солнечных диаграмм для широты Парижа.

Arthur C. Ringland and Otto E. Guthe, Land use in flood control, in U. S. of America, Department of agriculture, «Climate and Man», Washington, U. S. Government printing office, 1941, p. 562.

Isadore Rosenfield, Germicidal light in classrooms, «Journal of the Royal Architectural Institute of Canada», ser. № 278, vol. 25, № 10 Toronto, October, 1948, p. 351—357.

Содержит много сведений о контроле над солнцем, приведенных ведущим американским архитектором по проектированию больниц.

Paul A. Siple, Climatic criteria for building construction, in U. S. of America, National research council (Building research advisory board of), «Weather and the Building Industry» (Research conference, report № 1), Washington, 1950.

Maria Telkes and Eleanor Raymond, Storing solar heat in chemicals, «Heating and Ventilating», reference section, November, 1949, p. 80—85.

О работе солнца по обогреву дома Марии Текес в Довере (Массачусетс).

M. A. Thorfinnson, Wind erosion control, St. Paul University of Minnesota, Agricultural extension service, U. S. Department of agriculture (Extension Bulletin 235), October, 1948.

Ramsey Traquair, The old architecture of Quebec, Toronto, The Mac Millan Co of Canada, Ltd., 1947, vol. 1.

Яркое описание старинных строительных методов в этой провинции.

United States of America, Department of commerce (National Bureau of standards of), Code for protection against lightning. Washington U. S. Government printing office, 1944.

О принципах и способах защиты от молний.

A. Hyatt Verill, The american indian. New York, New Home Library, 1934.

Некоторые сведения о климате и индийских способах приспособления к нему.

E. E. Vezev, The feasibility of using models for predetermining natural lighting (Research report № 21), College Station, Texas, Texas engineering experiment station, The Texas A. and M. College System, January, 1951.

Очень хороший разбор этой темы. Эти исследования, по-видимому, опередили все другие подобные исследования в Северной Америке, хотя в этой области большая работа была проделана в Швеции.

John Walker, Planning and planting field shelterbelts, Ottawa Dominion of Canada Department of agriculture (Publication 785, Farmers Bulletin 139), December, 1946.

Очень содержательная работа об устройстве ветрозащитных заграждений West Midland group on post-war reconstruction and planning, Conurbation, A planning survey of Birmingham and the Black Country, London, The Architectural Press, 1948.

Особенно интересна глава X о загрязнении атмосферы дымом.

Arnold Whittick, European architecture in the twentieth century, London, Crosby Lockwood and Son, Ltd., 1950.

О попытках архитекторов начала XX столетия (ранний модерн) соотносить свои проекты с климатом.

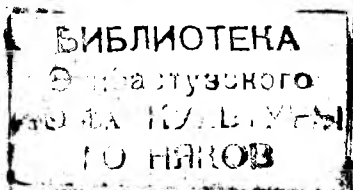
Paul Lester Wiener et José Luis Sert, Conditions générales de l'urbanisme en Amérique Latine, Paris, «L'Architecture d'aujourd'hui», № 33, Decembre, 1950; Janvier, 1951.

Содержит многочисленные сведения о планировке городов Южной Америки с учетом климата.

H. Myles Wright, The planners' notebook, London, The Architectural Press, 1948.

На страницах 32 и 33 этой книги содержатся некоторые статистические данные о климате Англии.

Raphael Zon, Climate and the nation's forests, in U.S. of America, Department of agriculture; Climate and Man, Washington, U. S. Government printing office, 1941, p. 477—498.



ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие редактора	5
Предисловие автора	12
Введение	13
<i>Глава первая. СОЛНЦЕ</i>	32
1. Действие солнца на землю	—
2. Проектирование и солнце	57
Отдельные части зданий	—
Размещение зданий	96
Планировка городов	99
<i>Глава вторая. ТЕМПЕРАТУРА</i>	106
1. Измерение температуры	—
2. Проектирование и температура	122
Воздух макроклимата	—
Воздух микроклимата	124
Сочетание температуры с влажностью, ветром и радиацией	150
<i>Глава третья. ВЕТЕР</i>	157
1. Измерение ветра	—
2. Проектирование и ветер	159
Макроклиматический ветер	—
Микроклиматический ветер	162
Отдельные здания	174
Планировка городов	188
<i>Глава четвертая. ОСАДКИ</i>	200
1. Виды осадков	—
2. Измерение осадков	203
3. Проектирование и осадки	207
Макроклиматические условия	208
Микроклиматические условия	209
Защитные мероприятия	219
<i>Глава пятая. ДРУГИЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ</i>	238
1. Молния	—
2. Влажность	241
Заключение	244
Литература	245

Джеффри Элис Аронин
КЛИМАТ
И АРХИТЕКТУРА

* * *

Госстройиздат
Москва, Третьяковский проезд, д. 1.

* * *

Редактор издательства *Б. А. Бгаж*
Переплет худ. *В. Страшнова*
Технический редактор *Э. М. Элькина*
Корректоры *Г. А. Лебедева, М. Б. Писова*

Сдано в набор 20/VIII—1958 г. Подп. к печати 2/VII—1959 г.
Г 07736. Бумага $84 \times 108 \frac{1}{16} = 7,88$ бум. л. — 25,8 усл. печ. л.
(21,5 уч.-изд. л.). Изд. № IX-3211. Зак. № 806.
Цена 19 р. 35 к. Переплет 1 р. 50 к.

Типография № 3 Государственного издательства литературы
по строительству, архитектуре и строительным материалам
Москва, Куйбышевский пр., 6/2

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
8	2-й столбец, 27 снизу	С. И. Марзеева	А. Н. Марзеева
10	1-й столбец, 25 сверху	(Пакистан)	(Индия)
55	Рис. 50	Годовая сумма мкал (м ²) год	Среднемесячные дан- ные мкал(м ²) за ряд лет
80	5 снизу (в сноске)	домов.	домов (Ред.)
104	4 снизу	(схема 2)	(схема 1)
106	4 сверху	типа 3"1 мм	типа 3"1 ММ
114	Таблица 18 (в заголовке)	заморозков	оттепелей
117	Подпись к рис. 149	3 фута „61“	2 фута „6“
123	Таблица 22, 2 ко- лонка слева, 1-я строка сверху	-11,8	-21,0
133	Рис. 157 и 158	Лучистое излучение Лучистая температу- ра	Лучистая теплоот- дача
190 и	30 строка сверху	(Пакистан)	(Индия)
191	и подпись к рис. 215		
192 и	Подпись к рис.	Шандигарке	Чандигархе
195	218, 221, 223		
207	2-й столбец 3 строка снизу	Мокрый дождь	Мокрый снег
221	3 сверху	этот же	универсальный
230	2 снизу	600 000 т	600 т