

Лекция 3. Закономерности суточного и годового изменения параметров наружного климата

Расчетные наружные условия моделируют искусственную синоптическую ситуацию для выбора установочных параметров здания и систем обеспечения микроклимата.

Эксплуатационные условия должны по возможности отражать близкое к реальному изменение параметров наружного климата во времени года. Именно год является основным временным элементом, в рамках которого проявляются систематические режимы функционирования здания.

Рассмотрение годового режима работы систем обеспечения микроклимата необходимо прежде всего для оценки их энергетических затрат.

Среди многообразия моделей представления годового изменения наружных параметров выделим две группы.

Первый вид моделей строится на описании годового хода параметров, средних за месяц. Модели представляются в табличной форме или описывается аналитически. Разновидностью подобной модели наружного климата является так называемый представительный год, использование которого получило широкое распространение за рубежом. Распределенность параметров климата в рамках представительного года учитывается определенными грациями параметров — при ясном небе или различных баллах облачности.

Второй вид представления климатической информации использует обработку срочных измерений в виде функций распределения параметра. Функции распределения задаются в табличной форме, в виде графиков или аппроксимируются аналитическими зависимостями. Такой вид представления климата встречает определенные трудности. Во-первых, требуется сложная обработка метеоданных, во-вторых, возникает трудность принципиального характера, которая состоит в необходимости оперировать двух-трехмерными распределениями параметров. При этом неизбежно привлечение громоздкого математического аппарата, который к тому же строится на существенных допущениях в постановке задачи. Вместе с тем второй вид модели климата имеет несомненное преимущество перед первым, состоящее в том, что в информации о параметре заложен весь диапазон его изменения.

Годовой ход параметра может быть построен для определенного часа суток, или в среднем за часть суток, или в среднем за сутки. С иллюстративной точки зрения наиболее представительными являются среднесуточные значения параметров.

На рисунке 1 показан годовой ход среднесуточной и максимальной суточной температуры наружного воздуха в трех различных климатических зонах. Как видно из рисунка 1, закономерность годового изменения температуры носит близкий к гармоническому характер, общий для различных климатических зон.

Годовой ход средней скорости ветра, показанный на рисунке 2, не носит выраженного характера. Приведенный на рисунке 3 годовой ход интенсивности прямой и диффузной солнечной радиации для вертикальных поверхностей некоторых ориентаций и горизонтальной поверхности в Москве, подчиняется определенной закономерности, соответствующей теоретическим представлениям.

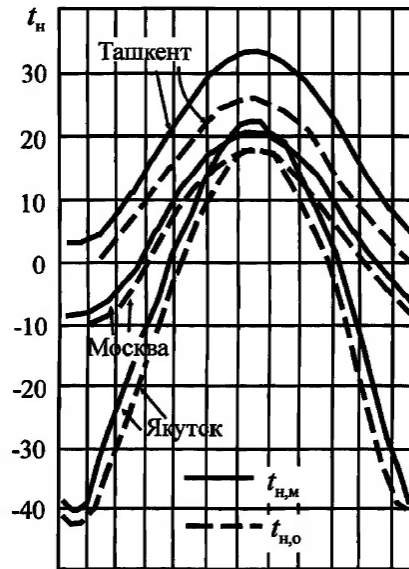


Рисунок 1 - Годовой ход среднесуточной и максимальной суточной температуры наружного воздуха в трех различных климатических зонах

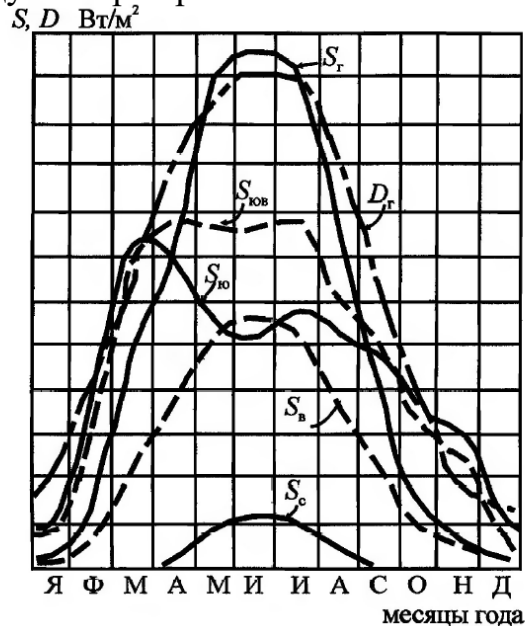


Рисунок 2 - Годовой ход средней скорости ветра



Рисунок 3 - Годовой ход интенсивности прямой и диффузной солнечной радиации для вертикальных поверхностей некоторых ориентации и горизонтальной поверхности в Москве

Так, для солнечной радиации характерно резкое возрастание интенсивности от зимних к летним месяцам. Вполне закономерна двугорбая кривая изменения интенсивности прямой радиации, падающей на южную ориентацию. Вместе с тем местные условия облачности искажают теоретические закономерности изменения солнечной радиации, о чем свидетельствует некоторая асимметрия годового хода.

На рисунке 4 приведен годовой ход максимальной и средней за сутки энтальпии, а на рисунке 5 — среднесуточного влагосодержания наружного воздуха, параметров, во многом определяющих режим обработки и расход энергоресурсов на обработку воздуха в СВ и скв.

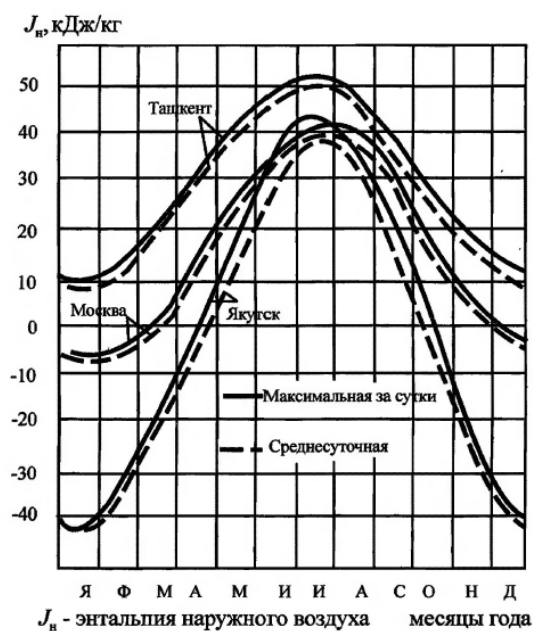


Рисунок 4 - Годовой ход максимального и среднесуточного теплосодержания наружного воздуха

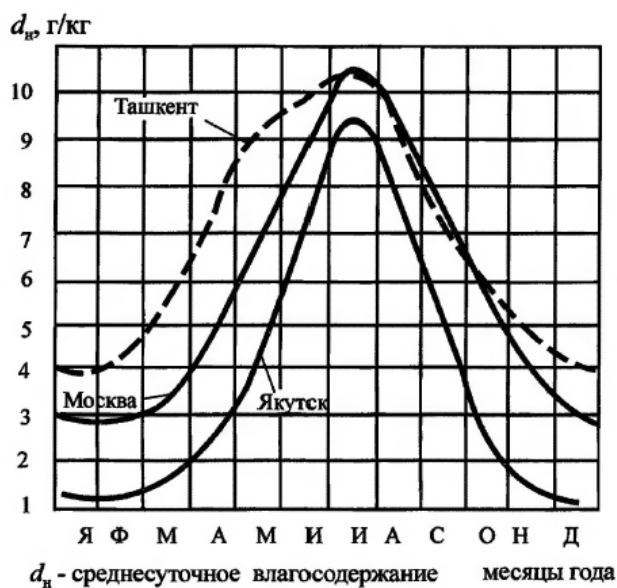


Рисунок 5 - Годовой ход среднесуточного влагосодержания наружного

Как видно из рисунка 4 и 5, оба параметра наружного воздуха имеют четкую закономерность годового хода. Причем для энтальпии эта закономерность близка к гармонической, а для влагосодержания характерно уплощение кривых в зимние месяцы года, связанное с малой влагоемкостью воздуха при низкой температуре.

На рисунке 5 для Якутска эта уплощенность вполне закономерно развита больше, чем, например, для Ташкента.

Приведенные выше характеристики наружного климата получены по средним многолетним данным. Известно, что в отдельные годы для разных сроков или среднесуточных величин возможно появление самых разнообразных значений того или иного параметра наружного климата, т.е. имеет место междугодовое изменение климатических параметров.

Распределенность параметров климата по годам вызывает междугодовые колебания энергопотребления, что следует учитывать при расчете энергетических показателей систем обеспечения микроклимата. Кроме того, при учете распределенности параметров, прежде всего характеризующих состояние наружного воздуха, появляется возможность выявления и количественной оценки некоторых режимов работы систем, которые возможны только в периоды года, близкие к расчетным.

Показателем, связывающим величину параметра климата с частотой ее появления в принятом к рассмотрению ряду лет, является коэффициент обеспеченности $K_{об}$, равный отношению

$$K_{об} = n/N, \quad (1)$$

где n - число лет (случаев), когда параметр отклоняется от заданных значений (например, превышает их);

N - число лет (случаев), принятых к рассмотрению.

Зависимость численных значений параметров климата от коэффициента обеспеченности имеет вид функции распределения $F(y)$.

В качестве примера на рисунке 6 приведены функции распределения среднемесячной температуры наружного воздуха в Москве, а на рисунке 7 — годовой ход температуры с различной обеспеченностью выше или ниже заданного значения.

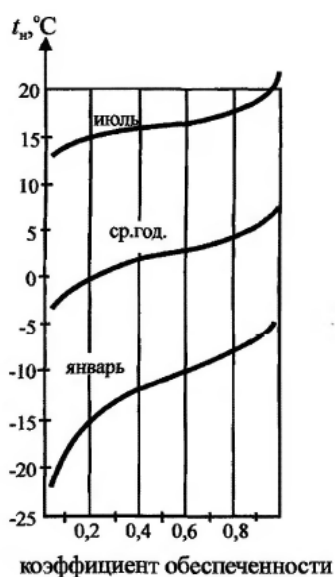


Рисунок 6 - Функции распределения среднемесячной температуры наружного воздуха в Москве

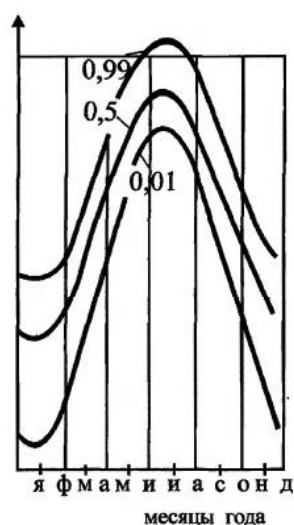


Рисунок 7 - Годовой ход температуры

Представление годового хода параметров с одинаковой обеспеченностью во всех месяцах носит иллюстративный характер, так как вероятность появления такого года близка к 0. Вместе с тем представление годового хода заданной обеспеченности позволяет систематизировать междугодовую изменчивость параметров.

Вид аналогичных характеристик обеспеченности интенсивности солнечной радиации показывает, что распределенность интенсивности солнечной радиации по годам не нарушает общей закономерности годового хода параметра, проявляющейся при средних многолетних данных $K_{об} = 0,5$. Однако некоторое искажение кривых годового хода все-таки имеется.

С помощью графиков, подобных рисунку 6, можно определять значение расчетной температуры или энтальпии с любой заданной обеспеченностью. Для среднесуточных температур в течение года можно построить кривую, показанную на рисунке 8.

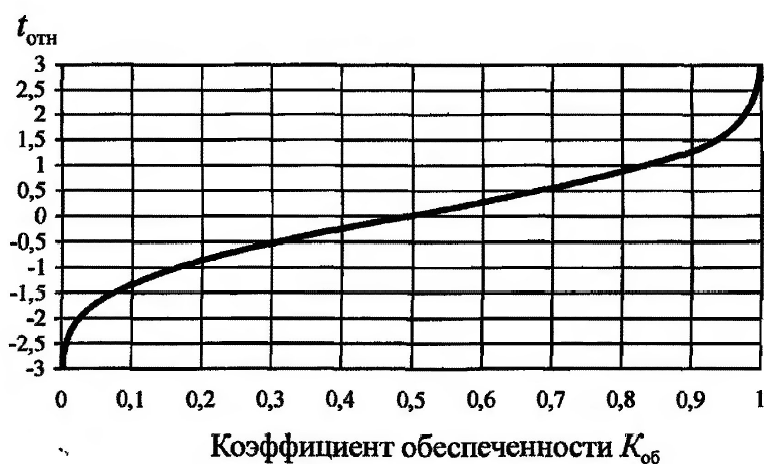


Рисунок 8 - Функция распределения относительных среднесуточных наружных температур

По оси ординат здесь отложено относительное отклонение текущей температуры наружного воздуха t от ее среднегодового значения $t_{отн} = (t - t_{ср.год})/\sigma_t$, где σ_t — среднее квадратическое отклонение t . С хорошей точностью функцию распределения t можно описать нормальным законом, поэтому вероятность того, что $t_{отн}$ будет меньше расчетной величины $t_{отн,р}$, описывается следующей формулой (О.Д. Самарин), по которой и построен график на рисунке 8:

$$K_{об} = \frac{1}{2} \left(1 + erf \left[\frac{t_{отн,р}}{\sqrt{2}} \right] \right), \quad (2)$$

где $erf = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{t_{отн,р}} \exp(-t^2) dt$ так называемая функция ошибок, значения которой приводятся в таблицах.

Поэтому если задаться требуемым значением $K_{об}$ по формуле (1), по графику можно найти требуемую величину $t_{отн}$, откуда $t = t_{отн}\sigma + t_{ср.год}$. С достаточным приближением $\sigma = (t_{м.мах} - t_{м.мин})/2$, где $t_{м.мах}$ и $t_{м.мин}$ соответственно температуры наиболее жаркого и наиболее холодного месяца в районе строительства. То есть фактически σ — это амплитуда годового хода среднемесячных температур. Как и $t_{ср.год}$, значения $t_{м.мах}$ и $t_{м.мин}$ приводятся в табл. 5 СП 131.13330.2020.