

---





# СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

## ВВЕДЕНИЕ

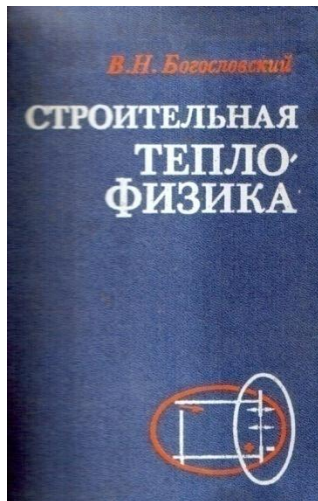
Тема 1

---

# Разделы

- ВВЕДЕНИЕ. 
- ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЗДАНИЯ
- КОНЦЕПЦИЯ, АЛГОРИТМ,  
МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ  
ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ   
КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ  
МИКРОКЛИМАТА ЗДАНИЯ НОВОГО  
ПОКОЛЕНИЯ В РОССИИ XXI ВЕКА

# Литература



Богословский В.Н.  
«Строительная теплофизика»,  
Высшая школа, 1982 г., 2009



# Справочная литература

СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»

СНиП 23.02-2003 «Тепловая защита зданий» актуализированная редакция

Свод правил СП 50.13330.2012



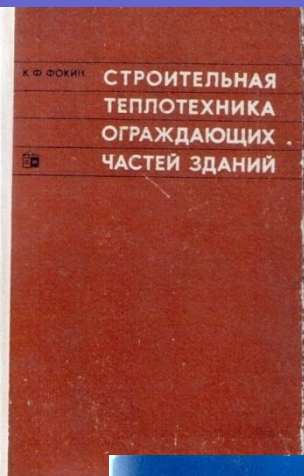
# Справочная литература

СНиП 23.01-99 Строительная  
климатология.

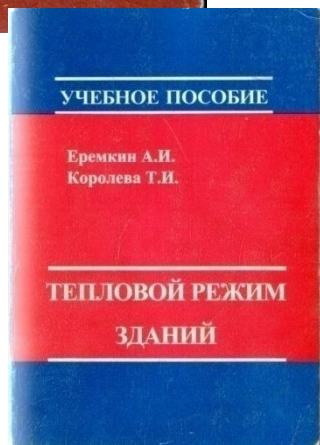
Свод правил СП 131.13330.2012  
актуализированная редакция  
СНиП 23.01-99 \*



# Дополнительная литература



Фокин К.Ф. «Строительная теплофизика ограждающих частей зданий», Стройиздат., 1973 г., 2009



Еремкин А.И., Королева Т.И. «Тепловой режим зданий», М. АСВ, 2003 г., 2008



# ВВЕДЕНИЕ. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЗДАНИЯ

Строительная теплофизика изучает процессы переноса тепла, влаги и воздуха, а так же рассматривает процессы теплообмена в помещении. Теплоустойчивость и теплоусвоение наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Одна из актуальных задач строительства связана с разработкой и применением в жилых и общественных зданий, наиболее отвечающих условиям нормальной эксплуатации и требованием защиты человека от неблагоприятных влияний внешней среды ограждений.

Строительная теплофизика. Как научная дисциплина начала развиваться в нашей стране с 20-х годов, учеными Мачинским В.Д., Селиверстовым Г.А., Фокиным К.Ф., Васильевым Б.Ф., Ильинским В. М. и др. В 50-х годах строительной теплофизике произошли качественные изменения в связи с исследованием А.В. Лыкова.

Сложные теплофизические задачи решаются теперь современными математическими и физическими методами с применением теории подобия и методов аналогии. Строительная теплофизика рассматривает вопросы относящиеся к области деятельности специалистов по конструкциям зданий и системам кондиционирования воздуха.

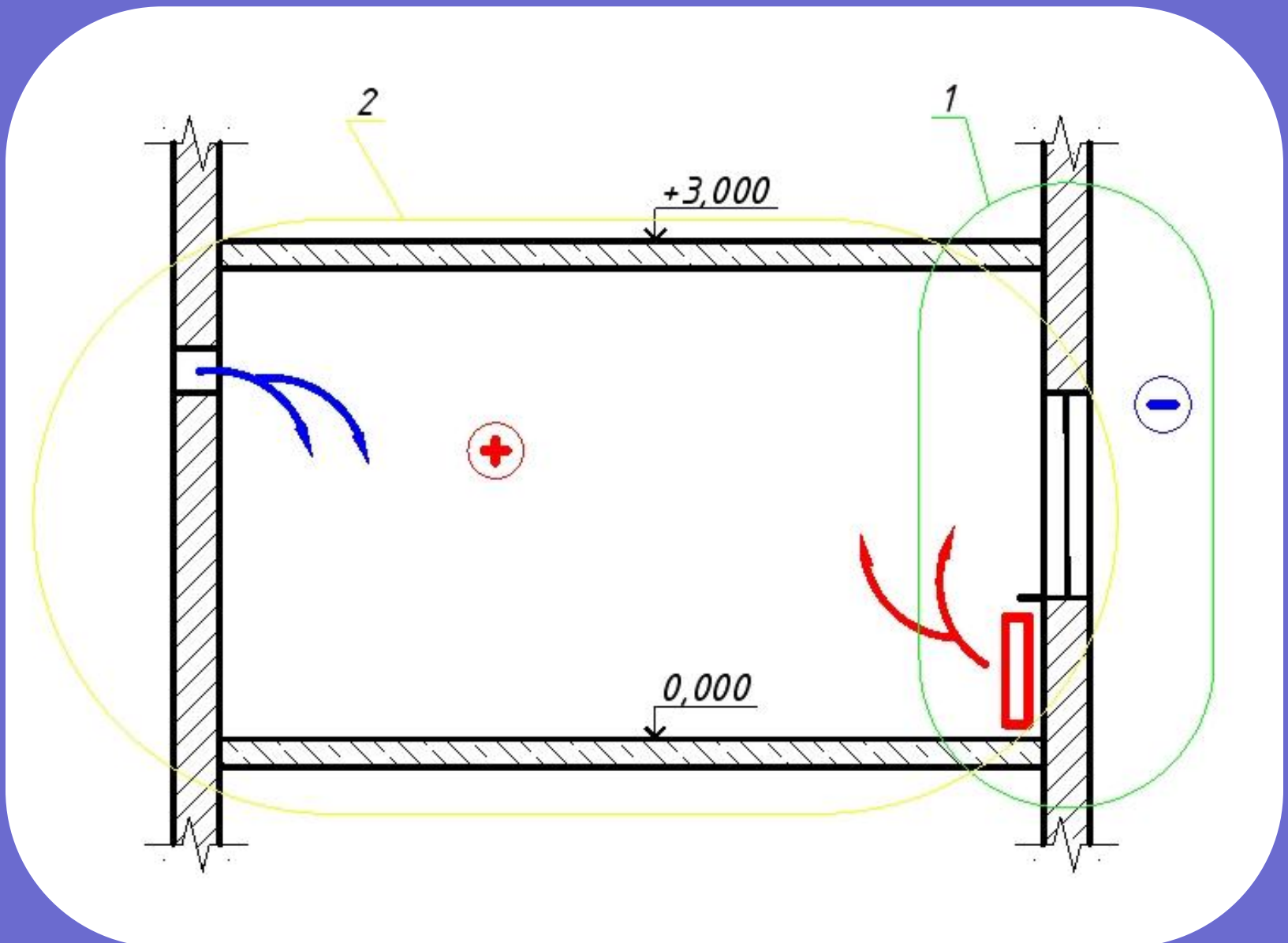


Рисунок 1 Области деятельности специалистов по конструкциям зданий и СКВ.



Теплотехники строители занимаются вопросами создания микроклимата в помещении. Применяя системы отопления, КВ и вентиляции, с учетом влияния наружного климата через ограждения.

Строителей, специалистов по конструкциям зданий интересует режим ограждений под действием внутренних условий и наружного климата в связи с долговечностью конструкций и их эксплуатационными свойствами.

Тепловым режимом здания называется совокупность всех факторов и процессов, определяющих тепловую обстановку в его помещениях. Помещения здания (рис.2.) изолированы от внешней среды ограждающими конструкциями, что позволяет создать в них определенный микроклимат. Наружные ограждения защищают помещения от непосредственных атмосферных воздействий. А специальные системы отопления, вентиляции и КВ поддерживают определенные заданные параметры внутренней среды.

Перемещение тепла в какой либо среде возможно при условии, если температура в различных её местах неодинакова.

При разности температур воздуха внутри и снаружи здания, солнечной радиации и ветра помещение теряет тепло через ограждения зимой и нагревается летом.

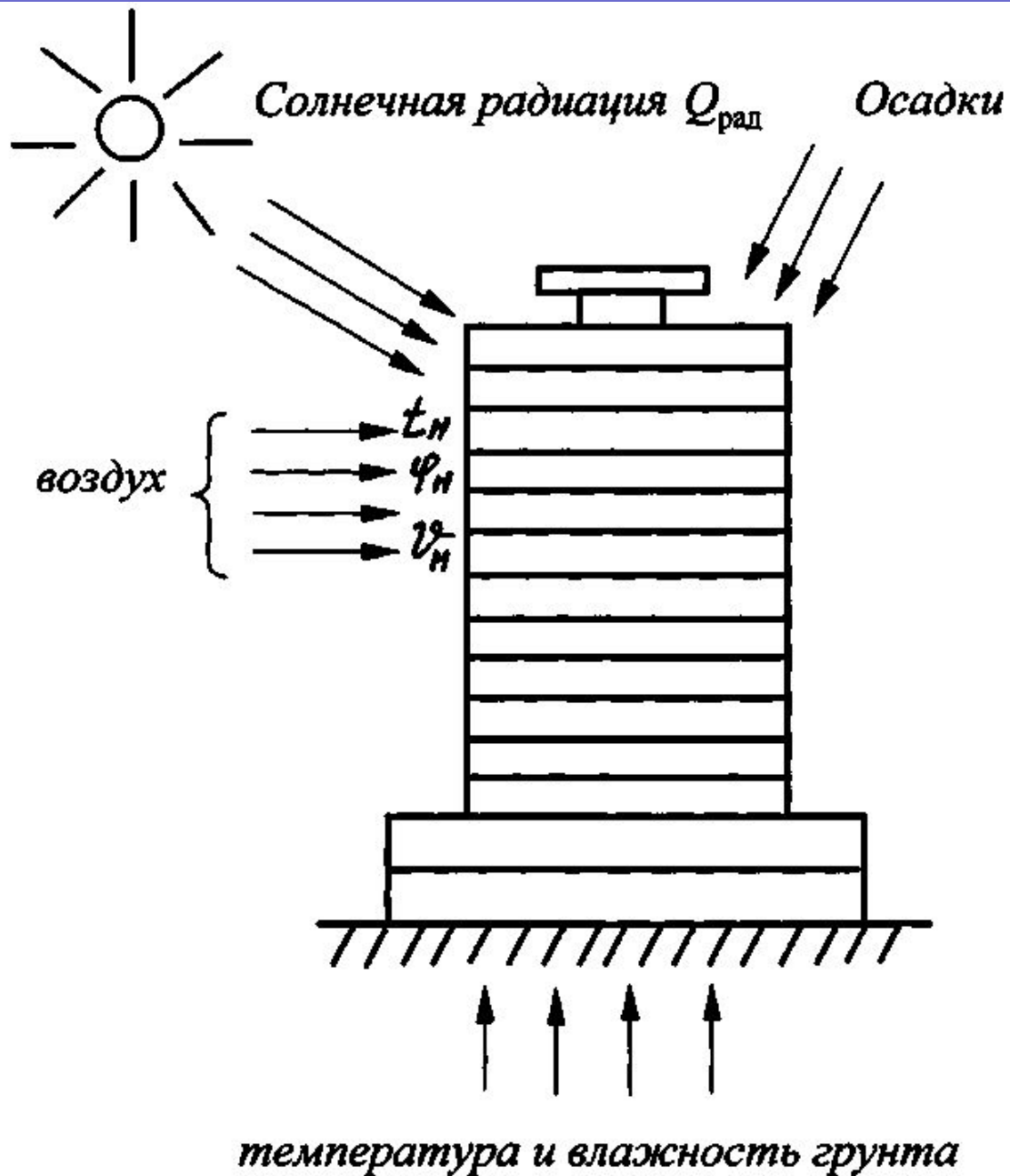
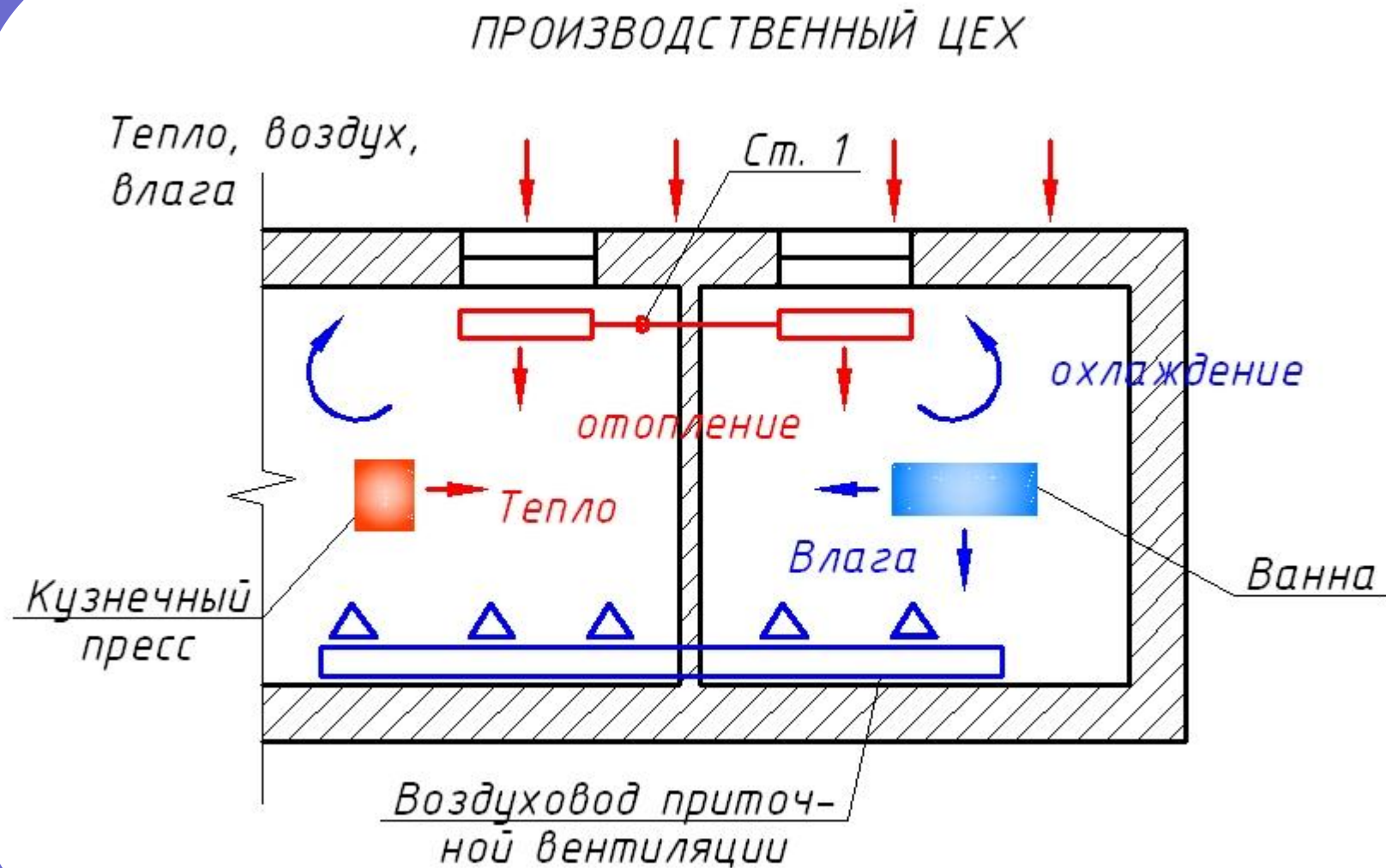


Рисунок 2.

Влияние внешних условий на тепловой, влажностный и воздушный режимы здания.



**Рисунок 3. Влияние внутренних условий на микроклимат помещений**

Гравитационные силы, действие ветра и вентиляции создают перепады давлений, приводящих к перетеканию воздуха между сообщающимися помещениями и к его фильтрации через поры материала и неплотности ограждений. Атмосферные осадки, влаговыделения в помещениях, разность влажности внутреннего и наружного воздуха приводят к влагообмену через ограждения, под влиянием которого возможно увлажнение материала и ухудшение защитных свойств и долговечности наружных стен и покрытий.

Процессы формирующие тепловую обстановку помещения необходимо рассматривать в неразрывной связи между собой, т.к. их взаимное влияние может оказаться существенным. Например: фильтрация воздуха и увлажнение конструкций могут в несколько раз увеличить теплотери помещения зимой.



# КОНЦЕПЦИЯ, АЛГОРИТМ, МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА ЗДАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В РОССИИ XXI ВЕКА

## КОНЦЕПЦИЯ

Основной задачей градостроительства в России XXI века является создание мерами современной наукоемкой технологии и техники чистой, здоровой, безопасной среды обитания и жизнедеятельности человека в здании и на территории застройки города. Решение этой «внутренней задачи» города позволит и облегчит действия по «внешней задаче» - сохранности окружающей среды и поддержания необходимой экологии. Решение этих задач связано с тремя основополагающими субстанциями воздухом - энергией и водой. Здесь же речь пойдет об энергии и воздухе. Специальность, связанную с энергией и воздухом в условиях современных задач правильно и логично назвать «Технология и техника создания и защиты среды обитания человека» или сокращенно «Технология среды обитания» (ТСО).

За последние годы в РААСН, в институте Строительной физики предложена общая научно-техническая концепция создания здания нового поколения. Создание нового здания имеет в виду решение **триединой задачи в ее основных аспектах:**

- 1) организация микроклимата помещения, комфортности условий, экологии;
- 2) минимизация затрат органического топлива и первичной энергии, использование ее альтернативных источников;
- 3) экономичность строительства, сокращение расходования материально-технических ресурсов.

**Здание нового поколения** - это экономичное здание, в котором с высокой эффективностью, с использованием средств регулирования и управления должны выдерживаться комфортные для человека и рациональные для функциональных процессов, здоровые и экологически чистые микроклиматические условия.

Всю совокупность инженерных методов, решений и средств, обеспечивающих в здании, как единой энерго-аэродинамической системе, требуемый тепло-влажностный, воздушный, пылевой, газовый, аэрозольный и др. режимы, целесообразно определить единым названием - Система Кондиционирования Микроклимата **(СКМ)** здания.

## АЛГОРИТМ И МЕТОДИКА.

Должен быть осуществлен комплекс оптимальных на перспективу инженерных решений, в том числе использования первичной энергии и возобновляемых низкопотенциальных ее источников. Разработку научно-технических основ проектирования, создания и эксплуатации такого здания, которое сокращенно определено как **ЗЭИЭ** (здание экономичное с эффективным использованием энергии), сегодня и на ближайшую перспективу следует признать наиболее значимой проблемой развития строительства и экономики страны.

Общую методику создания здания нового поколения (ЗЭИЭ) целесообразно представить в виде алгоритма из шести шагов.

Первый шаг алгоритма - это организация микроклимата - комфортность и обеспеченность расчетных внутренних условий (**РВУ**). Обязательным является обеспечение РВУ зимой, летом, в течение всего года.

РВУ определяются многочисленными факторами и должны соответствовать зоне комфортности тепловой обстановки для человека, которая определяется температурными, аэродинамическими и влажностными условиями.

Их выбор предполагается проводить по методике, в которой рационально используются достоинства метода двух условий комфортности, данные российских и зарубежных норм и стандартов качества среды обитания человека.

Следуя российским нормам, предлагается все помещения гражданских зданий разделить на четыре категории, которые соответствуют четырем градациям степени физической тяжести выполняемой человеком работы при различной степени утепленности его одежды. Изменение категоричности помещений связано с коэффициентом обеспеченности ВРУ,  $K_{об}$ .

Определяющими тепловую обстановку в помещении являются температурные условия  $(t_{п}, t_{в}, t_{R})$ , основным нормируемым параметром последних является температура помещения,  $t_{п}$ .

Кроме нее в форме неравенств задается подвижность и влажность воздуха, ее данные соответствуют 1-му условию комфортности общей тепловой обстановки в рабочей (обслуживаемой) зоне помещения.

Радиационная температура помещения определяется, как средневзвешенная температура всех поверхностей, обращенных в помещение.



**К 1-ому условию комфортности** относятся так же допустимые изменения температуры в плане и по высоте обслуживаемой зоны помещения.

**Во 2-ом условии комфортности** локальной тепловой обстановки на границе обслуживаемой зоны, кроме допустимых температур на нагретых и охлажденных поверхностях, следует также учитывать подвижность воздуха, особенно холодного, и тепловое состояние поверхности пола, как одной из границ обслуживаемой зоны.

**Второй шаг алгоритма** связан с выбором расчетных наружных условий (РНУ), которые предлагается определять на основе вероятностно-статистической модели наружного климата расчетного года. Климатическое воздействие наружной среды на здание носит вероятностный характер, поэтому форма представлений наружных климатических условий должна отражать вероятность появления и продолжительность стояния основных метеорологических параметров и их комплексного сочетания. Вероятностный характер РНУ позволяет оценить число раз отклонения параметров микроклимата от расчетных, общую продолжительность отклонений и характеристику наиболее невыгодного разового отклонения.

Задавая приемлемый уровень дискомфорта по числу случаев или по продолжительности отклонений, проектировщик должен подобрать комбинацию РНУ для разных инженерных систем здания, которая будет наиболее рационально отвечать заданным условиям. Выбор РНУ для оболочки здания надо проводить с учетом ее теплоинерционности; - приточных вентиляционных систем с учетом их безынерционности; - систем отопления с учетом теплоустойчивости помещений. Сочетания параметров климата в расчетных зимних и летних условиях, при регулировании, управлении, утилизации и аккумуляции в течение года должны быть различными. Ранжирование климатических параметров составляется по данным многолетних метеорологических наблюдений, с учетом выбранных (на основе коэффициентов обеспеченности РВУ) расчетных значений параметров РНУ.

Третий шаг алгоритма создания ЗЭИЭ - это решение, расчет и выбор архитектурно-строительных, объемно-планировочных и конструктивных защитных решений (АСР) здания.

При рассмотрении третьего шага алгоритма создания ЗЭИЭ методами АСР необходимо также использовать показатель эффективности СКМ.

Показатель эффективности СКМ используется как совокупное свойство обеспеченности, надежности и управляемости СКМ здания.

Для принятия АСР здания ограничимся здесь только перечнем основных, достаточно известных приемов, связанных с энергосбережением в здании. Они следующие: повышение плотности застройки; ориентация здания по сторонам света и по направлению доминирующих ветров; разрывы между зданиями и **альбедо\*** внешних поверхностей; форма здания, этажности, высота помещений, ширина корпуса, степень изрезанности фасада, компактность здания; утепленность и теплоустойчивость наружных конструкций оболочки здания; остекленность фасадов; утепленность чердака и подземной части здания; воздушный и влажностный режим здания и его конструкций; наружные входы, пути миграции воздуха, планировка помещений.

---

**\* Альбедо – величина, характеризующая отражательную способность любой поверхности, связанная с ее физическими свойствами.**

Четвертый шаг алгоритма связан с оценкой теплового, воздушного и влажностного режима здания и, прежде всего, с градацией зданий по теплозащитным и энергетическим показателям.

По теплозащитным и энергетическим показателям целесообразно деление зданий по четырем категориям. **Здания I-й категории** - с минимально допустимой по санитарно-гигиеническим требованиям теплозащитой ограждений и, следовательно, повышенным энергопотреблением. **II-я категория** - здания с экономически оптимальным уровнем теплозащиты ограждений и энергопотребления. **III-я категория** - здания с теплозащитой ограждений, определяемой из условий энергосбережения, и с возможно пониженным энергопотреблением. **IV-я категория** - здания с максимально возможной теплозащитой ограждений и минимальным использованием первичной энергии (здания, близкие к режиму с замкнутым энергетическим циклом).

Теплоэнергетические свойства зданий каждой категории должны быть определены тремя показателями: теплозащитой наружных ограждений; потреблением тепловой энергии зданием за год; установочной мощностью системы теплообеспечения.

Пятый шаг алгоритма - это выбор схемных решений, видов систем, оборудования ИСО, их тепловой, гидравлический и аэродинамический расчет.

Должны быть базовые варианты решений ИСО для различных видов здания, как некоторый эталон сопоставления равноцелесообразных по основному функциональному назначению решений ИСО. Рассматриваются комбинированные ИСО, как поли-, так и би- и моновалентные системы.

Для ИСО определяются показатели их энергетической целесообразности. Для отопления речь идет о бесполезных потерях тепла, об энергетическом КПД системы, а также о тепловой и гидравлической устойчивости, управляемости, надежности и эффективности системы отопления. Необходимо рассматривать целесообразность использования низкопотенциальных возобновляемых источников энергии, альтернативного автономного теплоснабжения, систем утилизации, аккумуляции, регулирования и управления. Для вентиляции и кондиционирования воздуха - это рациональность воздухораспределения, утечки и потери воздуха, использование атриумов, бесполезные потери тепла и холода, регенерация энергии, энергетический КПД систем, аэродинамическая устойчивость, регулирование и управление воздушным режимом здания.

Энергоснабжающие системы являются внешней задачей и должны рассматриваться самостоятельно, но в связи с ИСО здания.

Горячее водоснабжение является существенной составляющей энергопотребления здания, оно непосредственно связано с работой инженерных систем обеспечения, и поэтому должно рассчитываться в общей схеме теплоснабжения (включая центральные и автономные системы теплоснабжения, а также альтернативные, возобновляемые источники энергии).

Важным вопросом создания ЗЭИЭ являются системы автоматического регулирования и управления, их работа связана с теплоустойчивостью здания и тепловой, гидравлической и аэродинамической устойчивостью ИСО.

Шестым шагом алгоритма является определение показателей эффективности ИСО и АСР, по-вариантная их оптимизация и выбор окончательного решения здания.

Предлагается приближенный метод оценки общей оптимальности или, хотя бы, экономической целесообразности принятого решения СКМ ЗЭИЭ, даже в условиях неопределенного состояния сегодняшней экономики страны.

---



# СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

## ВВЕДЕНИЕ

Тема 1

