

РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

РАСЧЕТ НАГРУЗКИ НА СИСТЕМУ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯХ

ISBN 978-5-98267-074-8

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО
«Инженеры по отоплению, вентиляции,
кондиционированию воздуха, теплоснабжению
и строительной теплофизике» (НП «АВОК»)
www.abok.ru

Предисловие

Сведения о рекомендациях

1 РАЗРАБОТАНЫ творческим коллективом специалистов некоммерческого партнерства «Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике» (НП «АВОК»):

Ю. А. Табунщиков, доктор техн. наук, проф. (НП «АВОК») – руководитель;

Д. Л. Ревизников, доктор физ.-мат. наук, проф. (ООО «ЭкоПрог»);

Н. В. Шилкин, канд. техн. наук (МАрХИ).

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ приказом Президента НП «АВОК» от 26 декабря 2011 г.

3 ВЗАМЕН Р НП «АВОК» 5.1–2008.

© ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2012

Настоящий документ является интеллектуальной собственностью ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС» и не может быть полностью или частично воспроизведен без официального разрешения ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС».

Содержание

Введение.....	IV
1 Область применения.....	1
1.1 Основное назначение программы.....	1
1.2 Дополнительные возможности программы.....	1
1.3 Физическая модель помещения.....	1
1.4 Математическая модель помещения.....	2
2 Нормативные ссылки.....	2
3 Термины и определения.....	2
4 Работа с программой.....	4
4.1 Установка.....	4
4.2 Запуск и активация.....	4
4.3 Авторизация и регистрация.....	4
4.4 Деинсталляция.....	5
4.5 Создание проекта.....	5
5 Ввод исходных данных.....	6
5.1 Географические и климатические показатели.....	7
5.2 Воздухообмен помещения.....	7
5.3 Технологические и бытовые теплопоступления в помещение.....	8
5.4 Мебель, внутреннее оборудование.....	9
5.5 Светонепроницаемые ограждающие конструкции.....	9
5.6 Светопроницаемые ограждающие конструкции.....	12
5.7 Решаемая задача.....	13
6 Проведение расчета и представление результатов.....	14
6.1 Проведение расчета.....	14
6.2 Представление результатов.....	14
7 Обновление программы.....	17
Приложение А (справочное) Рекомендуемые коэффициенты поглощения и проникания прямой и рассеянной солнечной радиации через светопроницаемые ограждающие конструкции.....	18
Приложение Б (справочное) Характеристика облачности.....	18
Приложение В (справочное) Пример расчета нестационарных теплопоступлений в кондиционируемое помещение.....	19
Приложение Г (справочное) Пример расчета ожидаемого нестационарного суточного теплового режима помещения.....	24
Библиография.....	26

Введение

Расчет нестационарного теплового баланса помещения с учетом воздействий солнечной радиации и температуры наружного воздуха, а также внутренних технологических и бытовых теплопоступлений необходим для определения нагрузки на систему кондиционирования воздуха. В то же время данный расчет может быть полезен для оценки влияния теплозащиты и теплоустойчивости наружных ограждающих конструкций, заполнения световых проемов с учетом солнцезащитных устройств на нестационарный естественный тепловой режим помещения.

В СНиП II-33–75 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» в приложении 12 представлен метод «определения количества тепла, поступающего в помещение за счет солнечной радиации», разработанный проф. Л. А. Гулабянцем. Дальнейшим развитием этого метода явилась работа Ю. А. Табунщикова, М. А. Гуревича, Ф. В. Ключникова «Определение теплопоступлений в помещение от солнечной радиации через заполнения световых проемов» [5]. Расчет нестационарного теплового баланса помещения с учетом воздействия солнечной радиации внутренних источников теплоты, отдельного учета лучистого и конвективного теплообмена в помещении, многослойности ограждающих конструкций и многовариантности заполнения световых проемов относится к сложным задачам математической физики. Ее инженерные решения, представленные в вышеуказанных работах, позволяют рассчитывать только теплопоступления в помещения через заполнения световых проемов за счет воздействия солнечной радиации. Появление компьютерной техники и методов решения многофакторных и достаточно сложных систем уравнений дало возможность не только автоматизировать расчеты, но также и существенно увеличить число факторов, влияющих на тепловой баланс помещения.

Настоящая программа основана на математической модели теплового режима здания как единой теплоэнергетической системы и алгоритме ее реализации, разработанных Ю. А. Табунщиковым и представленных в работе [4], и является дальнейшим развитием «Программы расчета теплоустойчивости и температурного режима помещений в летних условиях» [7] и «Программы расчета нестационарного теплового режима помещений жилых, гражданских и промышленных зданий в летних условиях» [6].

Математическая модель и ее реализация были подтверждены специальными натурными исследованиями и сопоставительными расчетами, проведенными совместно российскими и зарубежными специалистами по аналогичным программам.

В настоящей версии программы расчет интенсивности суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации, падающей на горизонтальную и вертикальную поверхности, выполняется в соответствии с методикой, принятой в главе 31 ASHRAE Handbook – Fundamentals – SI Edition (издание 2005 года) [8].

РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

РАСЧЕТ НАГРУЗКИ НА СИСТЕМУ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯХ AIR CONDITIONING LOAD CALCULATIONS FOR VARIABLE HEAT GAINS

Дата введения – 2012-01-20

1 Область применения

1.1 Основное назначение программы

1.1.1 Программа предназначена для расчета нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных суточных периодических теплопоступлениях в кондиционируемое помещение в теплый период года, обусловленных воздействиями солнечной радиации и температуры наружного воздуха, а также от явных технологических и бытовых источников теплопоступлений.

1.1.2 Программа позволяет рассчитывать максимальные суточные значения теплопоступлений в помещение и время их достижения, а также среднесуточные значения и амплитуду колебаний теплопоступлений в помещение для проектирования системы кондиционирования воздуха.

1.1.3 Рекомендуемая логическая последовательность расчета нагрузки на систему кондиционирования воздуха, обусловленной воздействиями солнечной радиации и температуры наружного воздуха, а также от явных технологических и бытовых источников теплопоступлений:

- рассчитывается возможный естественный тепловой режим с учетом проектных конструктивно-планировочных решений здания и производительности вентиляционной системы;
- подбирая различные конструктивно-планировочные меры защиты от поступления солнечной радиации и регулируя режимы работы вентиляционной системы, изучаются возможности обеспечения требуемого теплового режима помещения без применения систем кондиционирования воздуха;
- если использование указанных выше мероприятий окажется недостаточным для обеспечения требуемого теплового режима помещения, определяется необходимая холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха.

Примечание – Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха, обусловленной воздействиями солнечной радиации и температуры наружного воздуха, а также от явных технологических и бытовых источников теплопоступлений, является в большинстве случаев достаточным для минимизации нагрузки на систему кондиционирования воздуха. Последнее особенно важно в настоящее время в связи с высокой стоимостью присоединения дополнительной мощности системы электроснабжения.

1.2 Дополнительные возможности программы

1.2.1 Программа позволяет рассчитывать ожидаемый нестационарный суточный тепловой режим помещения при заданных значениях параметров приточного воздуха и его массового расхода.

1.2.2 Программа позволяет рассчитывать нестационарный суточный тепловой режим помещения при последовательной работе естественной или механической вентиляции и системы кондиционирования воздуха с целью максимального использования охлаждающей способности наружного воздуха и снижения затрат на получение искусственного холода.

1.2.3 Программа позволяет определить величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха в ограждающей конструкции в соответствии с требованиями СНиП 23-02–2003.

1.2.4 Здание можно рассматривать как совокупность помещений, каждое из которых имеет соответствующий тепловой режим. Программа предназначена для расчета нестационарных теплопоступлений в одно помещение. Соответственно, в здании следует выделить характерные помещения и для каждого из них выполнить расчеты.

1.3 Физическая модель помещения

Физическая модель помещения, принятая в программе, представляет собой параллелепипед,

имеющий шесть ограждающих конструкций, пять из которых содержат светопроницаемые заполнения (рисунки 1, 2). При выполнении расчета конкретного помещения некоторые из шести ограждающих конструкций могут быть наружными, а другие – внутренними. Что касается светопроницаемых ограждающих конструкций, то они могут отсутствовать в некоторых из пяти ограждающих конструкций. Признаки, по которым светонепроницаемые ограждающие конструкции задаются как внутренние или наружные ограждающие конструкции, а также как ограждения с особыми условиями снаружи помещения, какими соответственно они являются, приведены в 5.5; таким же образом указаны признаки, которые относятся к светопроницаемым ограждающим конструкциям (см. 5.6).

1.4 Математическая модель помещения

1.4.1 Математическая модель теплового баланса помещения учитывает следующие показатели:

- расчетный или задаваемый периодический суточный ход температуры наружного воздуха и интенсивности прямой и рассеянной солнечной радиации, падающей на различно ориентированные поверхности;
- наличие многослойных ограждающих конструкций;
- наличие светопроницаемых ограждающих конструкций (оконных заполнений витражей, зенитных фонарей и т. д.) с солнцезащитными устройствами;
- постоянный или переменный в течение суток воздухообмен;
- наличие внутренних источников явных теплопоступлений в помещение;
- наличие теплоемких мебели или внутреннего оборудования;
- раздельный лучистый и конвективный теплообмен в помещении.

1.4.2 Основным упрощающим допущением математической модели является то, что температура внутреннего воздуха одинакова по всему объему помещения. Это допущение с достаточной для инженерных расчетов степенью точности соответствует фактическому состоянию теплового режима помещений, оборудованных системами климатизации, при коэффициенте эффективности воздухообмена $K_t = 1$. В случае если температура внутреннего воздуха существенно изменяется по высоте или площади помещения, то предлагаемый метод расчета, тем не менее, позволяет оценить ожидаемый уровень нагрузки на систему кондиционирования воздуха или рассчитать ожидаемые показатели естественного теплового режима помещения.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ 30494–96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
- МГСН 3.01–2001 Жилые здания
- МГСН 4.04–94 Многофункциональные здания и комплексы
- СНиП 23-01–99* Строительная климатология
- СНиП 23-02–2003 Тепловая защита зданий
- СНиП 41-01–2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование

3 Термины и определения*

В настоящих рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 амплитуда колебаний температуры наружного воздуха: Разность между средним и максимальным значениями температуры наружного воздуха за расчетный период.

3.2 естественный тепловой режим помещения: Значения температуры внутреннего воздуха и температуры внутренних поверхностей ограждающих конструкций, которые имеют место в помещении, не оборудованном системами кондиционирования воздуха или механической приточной вентиляции.

3.3 кондиционируемое помещение: Помещение с автоматическим поддержанием всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения) с целью обеспечения главным образом оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, обеспечения сохранности ценностей.

3.4 коэффициент поглощения прямой солнечной радиации: Отношение величины поглощенной прямой солнечной радиации поверхностью ограждающей конструкции или конструкцией заполнения светового проема к величине падающей на данную поверхность или конструкцию прямой солнечной радиации.

Примечание – Значения коэффициента для различных конструкций заполнений световых проемов приведены в приложении А.

3.5 коэффициент поглощения рассеянной солнечной радиации: Отношение величины поглощенной рассеянной солнечной радиации поверхностью ограждающей конструкции или конструкцией заполнения светового проема к величине падающей на данную поверхность или конструкцию рассеянной солнечной радиации.

* Термины и определения, используемые в настоящих рекомендациях, соответствуют по физическому содержанию терминам и определениям, принятым в нормативно-методической литературе и/или не противоречат им.

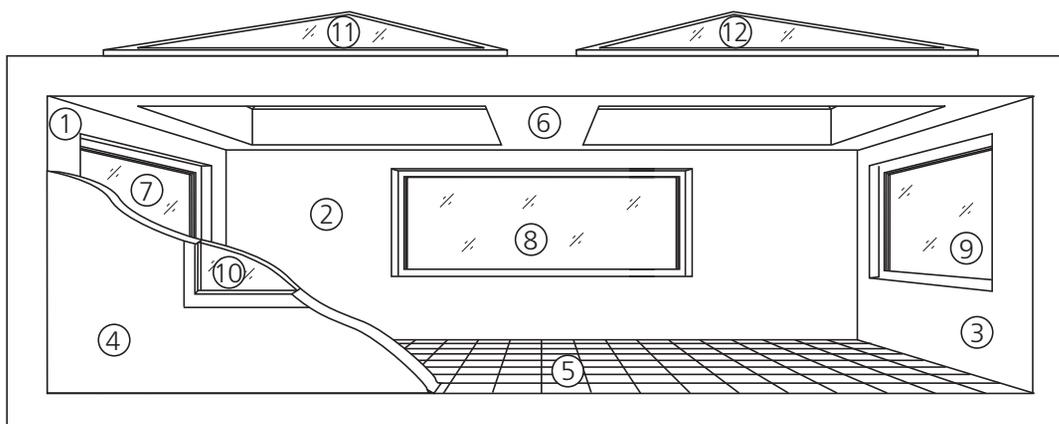


Рисунок 1 – Физическая модель помещения:
 светонепроницаемые ограждающие конструкции:
 1–4 – стены; 5 – нижнее перекрытие; 6 – верхнее перекрытие (покрытие);
 светопроницаемые ограждающие конструкции:
 7–12 – заполнения световых проемов

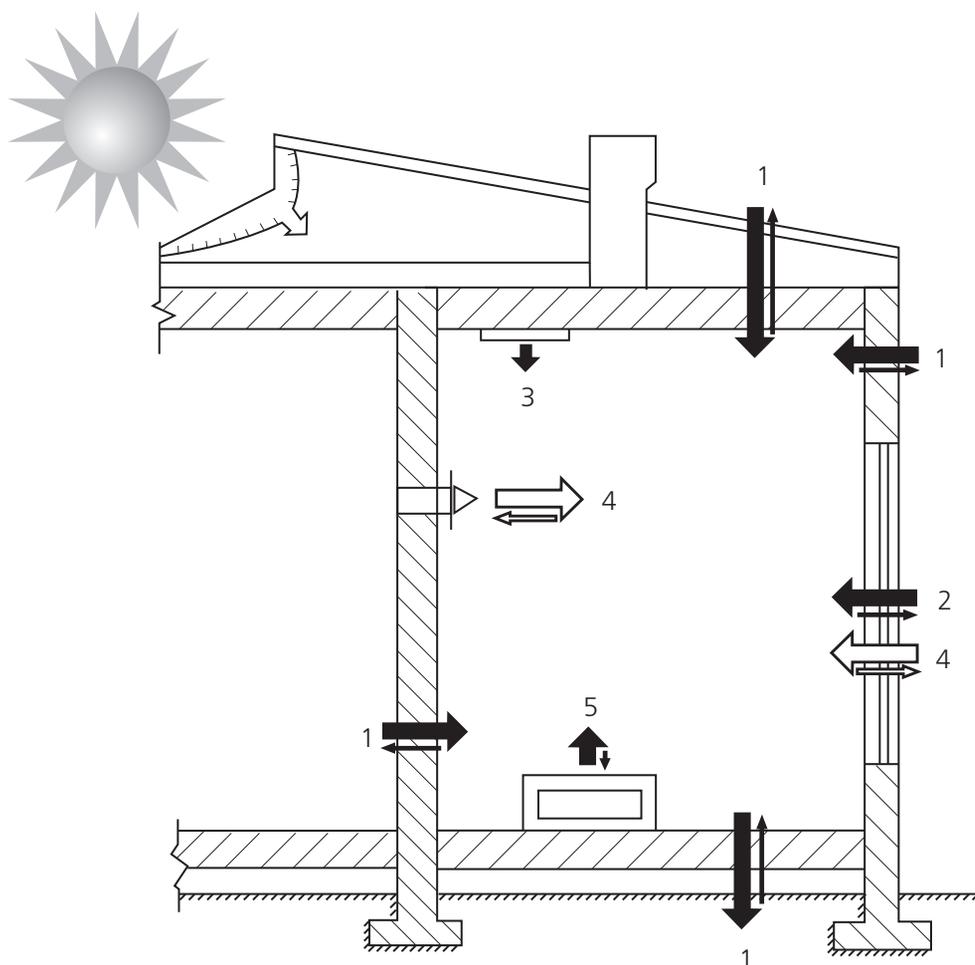


Рисунок 2 – Схема теплового баланса помещения: теплотери или тепlopоступления:
 1 – через светонепроницаемые ограждающие конструкции; 2 – через светопроницаемые ограждающие конструкции; 3 – технологические и бытовые; 4 – за счет воздухообмена; 5 – за счет наличия теплоемких мебели или внутреннего оборудования

Примечание — Значения коэффициента для различных конструкций заполнений световых проемов приведены в приложении А.

3.6 коэффициент проникания прямой солнечной радиации: Отношение величины проникающей через ограждающую конструкцию или конструкцию заполнения светового проема прямой солнечной радиации к величине падающей на данную поверхность или конструкцию прямой солнечной радиации.

Примечание — Значения коэффициента для различных конструкций заполнений световых проемов приведены в приложении А.

3.7 коэффициент проникания рассеянной солнечной радиации: Отношение величины проникающей через ограждающую конструкцию или конструкцию заполнения светового проема рассеянной солнечной радиации к величине падающей на данную поверхность или конструкцию рассеянной солнечной радиации.

Примечание — Значения коэффициента для различных конструкций заполнений световых проемов приведены в приложении А.

3.8 кратность воздухообмена, 1/ч: Отношение величины воздухообмена в помещении, выраженного в м³/ч, к объему помещения, выраженному в м³.

3.9 нестационарный тепловой режим помещения: Температурный режим, при котором в помещении наблюдаются изменения температуры внутреннего воздуха и температуры внутренних поверхностей ограждающих конструкций.

3.10 облачность: Степень покрытия небосвода облаками.

Примечание — Облачность выражается числовым значением от 0 до 1 в соответствии с приложением Б.

3.11 пассивное оборудование: Оборудование, не дающее дополнительных теплоступлений в помещение, но обладающее тепловой инерцией.

3.12 прямая солнечная радиация: Часть солнечной радиации, поступающей на поверхности в виде пучка параллельных лучей, исходящих непосредственно от видимого диска солнца.

3.13 рассеянная солнечная радиация: Часть солнечной радиации, поступающей на поверхности со всего небосвода после рассеяния в атмосфере.

3.14 светонепроницаемые ограждающие конструкции: Условное название конструкций, к которым относят стены, покрытие или верхнее перекрытие и нижнее перекрытие и т. д.

3.15 светопроницаемые ограждающие конструкции: Условное название конструкций, к которым относят заполнения световых проемов: окна, витражи, зенитные фонари и т. д.

3.16 среднее значение температуры наружного воздуха: Температура наружного воздуха, осредненная за расчетный период.

Примечание — За расчетный период могут быть приняты сутки, месяц или другой временной диапазон.

3.17 суммарные теплоступления: Теплоступления в помещение через светонепроницаемые ограждающие конструкции, через светопроницаемые ограждающие конструкции за счет проникающей солнечной радиации и технологические и бытовые теплоступления.

3.18 тепловой режим помещения: Совокупность температуры внутреннего воздуха и температуры внутренних поверхностей ограждающих конструкций.

3.19 технологические и бытовые теплоступления: Теплоступления от работающего технологического оборудования, нагретых материалов и изделий, электроосветительных приборов, людей.

4 Работа с программой

4.1 Установка

Для установки программы необходимо поместить диск в привод CD-ROM. Установочный файл запустится автоматически, после чего на экране появятся инструкции по установке программы.

Примечание — Если установочный файл не запускается автоматически (на компьютере пользователя отключена функция автозапуска для данного привода), следует открыть файл «Установка Расчет нагрузки на СКВ.exe» вручную.

4.2 Запуск и активация

Для запуска программы необходимо выбрать пункт «Расчет нагрузки на СКВ» в подразделе меню «Пуск», указанном при установке программы, либо запустить файл RNT.exe вручную.

Чтобы активировать программу, необходимо ввести в соответствующее поле буквенно-цифровой ключ, поставляемый вместе с программой (рисунок 3).

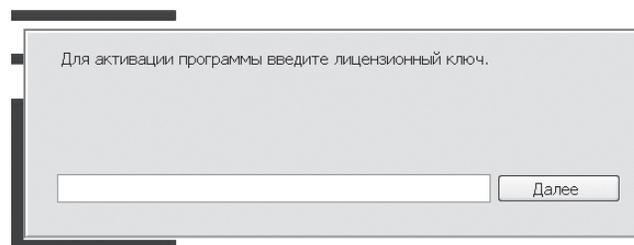


Рисунок 3 — Активация программы

4.3 Авторизация и регистрация

После прохождения активации необходимо привязать введенный ключ к своему АВОК-аккаунту. Если АВОК-аккаунт уже существует, данные для авторизации вводятся в левой колонке. Для создания АВОК-аккаунта используется регистрационная форма, расположенная в правой колонке (рисунок 4).

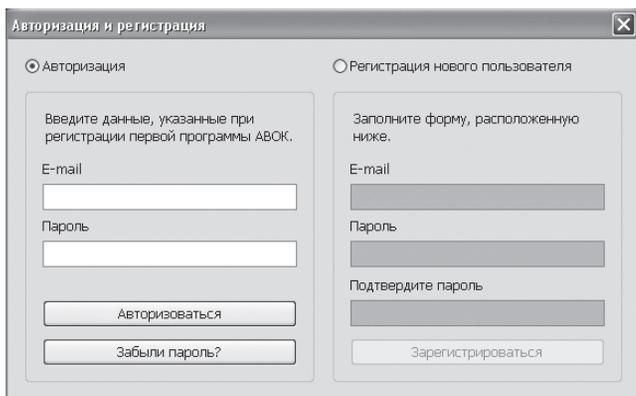


Рисунок 4 – Авторизация и регистрация

Примечание – АВОК-аккаунт – учетная запись, создаваемая при регистрации программ АВОК. Используется для авторизации во всех программах, выпускаемых «АВОК-ПРЕСС».

Если ключ уже был зарегистрирован ранее, появится окно авторизации, в котором необходимо подтвердить свое право на его обладание (рисунок 5).

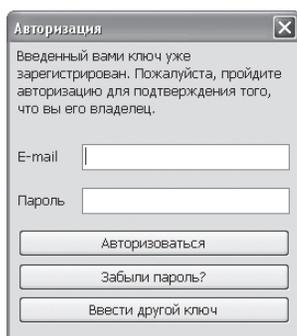


Рисунок 5 – Авторизация

Пароль можно восстановить, нажав кнопку «Забыли пароль?». В открывшемся окне сайта нужно ввести e-mail, который был указан при регистрации АВОК-аккаунта, после чего на данный e-mail будет выслан пароль.

Примечание – Для авторизации, регистрации и восстановления пароля необходимо подключение к Интернету.

4.4 Деинсталляция

Для деинсталляции программы необходимо выбрать команду «Установка и удаление программ» (меню «Пуск» → «Панель управления»); в списке программ выбрать «Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных теплопоступлениях», версия 2.0» и нажать кнопку «Удалить».

4.5 Создание проекта

Для создания нового проекта можно использовать следующие способы:

1 В приветственном окне программы нажать кнопку «Новый файл» (рисунок 6).

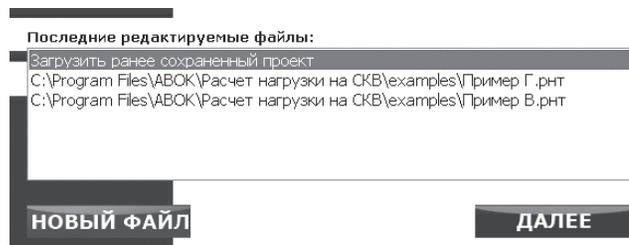


Рисунок 6 – Создание нового проекта в приветственном окне программы

2 В меню «Файл» выбрать команду «Новый» (рисунок 7).



Рисунок 7 – Создание нового проекта в меню «Файл»

Уже имеющийся проект можно загрузить следующими способами:

1 В приветственном окне программы выбрать строку «Загрузить ранее сохраненный проект» и нажать кнопку «Далее» или дважды щелкнуть по строке левой кнопкой мыши.

2 В приветственном окне программы выбрать строку с адресом файла проекта и нажать кнопку «Далее» или дважды щелкнуть по строке левой кнопкой мыши. Такая возможность появляется, если с этим проектом работали на данном компьютере. В списке отображаются девять последних редактируемых файлов (рисунок 8).

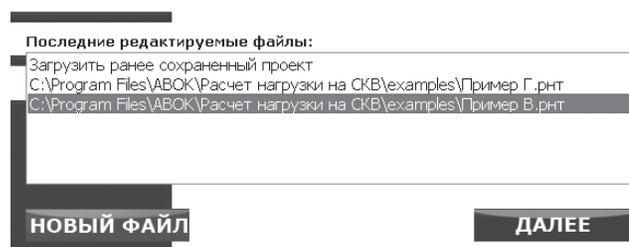


Рисунок 8 – Загрузка существующего проекта в приветственном окне программы

3 В меню «Файл» выбрать команду «Открыть» (рисунок 9).

Примечание – Программа позволяет загружать сохраненные ранее файлы ее предыдущих версий.

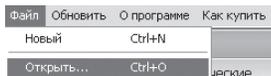


Рисунок 9 – Загрузка существующего проекта в меню «Файл»

Чтобы сохранить проект в тот же файл, необходимо в меню «Файл» выбрать команду «Сохранить». Для сохранения проекта в любом другом месте и с любым другим именем используют команду «Сохранить как». При создании нового проекта ему должно быть присвоено уникальное имя (рисунок 10).

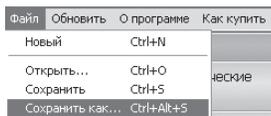


Рисунок 10 – Сохранение проекта

Для хранения исходных данных проекта используется формат РНТ (расчет нестационарных теплопоступлений), т. е. вся необходимая информация об объекте (здании) и условиях его функционирования хранится в соответствующем файле с расширением «.рнт», например файл «Пример В.рнт».

Примечание – Поскольку различные объекты часто имеют одинаковые данные, при создании новых проектов рекомендуется загрузить какой-либо из уже имеющихся вариантов (меню «Файл» → команда «Открыть»), например файл «Пример В.рнт», и, отредактировав соответствующие величины, сохранить проект под новым именем в какой-либо папке (меню «Файл» → команда «Сохранить как»).

После того как расчетный вариант (проект) выбран, открывается окно, состоящее из двух частей. В левой части – структура разделов (разделы исходных данных), в правой – исходные данные.

5 Ввод исходных данных

Для добавления текстового описания решаемой задачи следует выбрать раздел «Описание задачи» (рисунок 11). В правой части окна программы вводят любую информацию о рассматриваемом проекте. Размер вводимой информации не ограничен.

Примечания:

1 В поля для числовых данных допускается вводить математические выражения, содержащие знаки $+$, $-$, $*$, $/$, а также заключать выражения в скобки. Например, если ввести $7-(1+2)*2$, в появившемся поле появится результат «1».

2 Символ «|» зарезервирован и его нельзя использовать в текстовых полях.

Исходные данные для каждого проекта разбиты на следующие основные разделы:

- географические и климатические показатели;
- воздухообмен помещения;

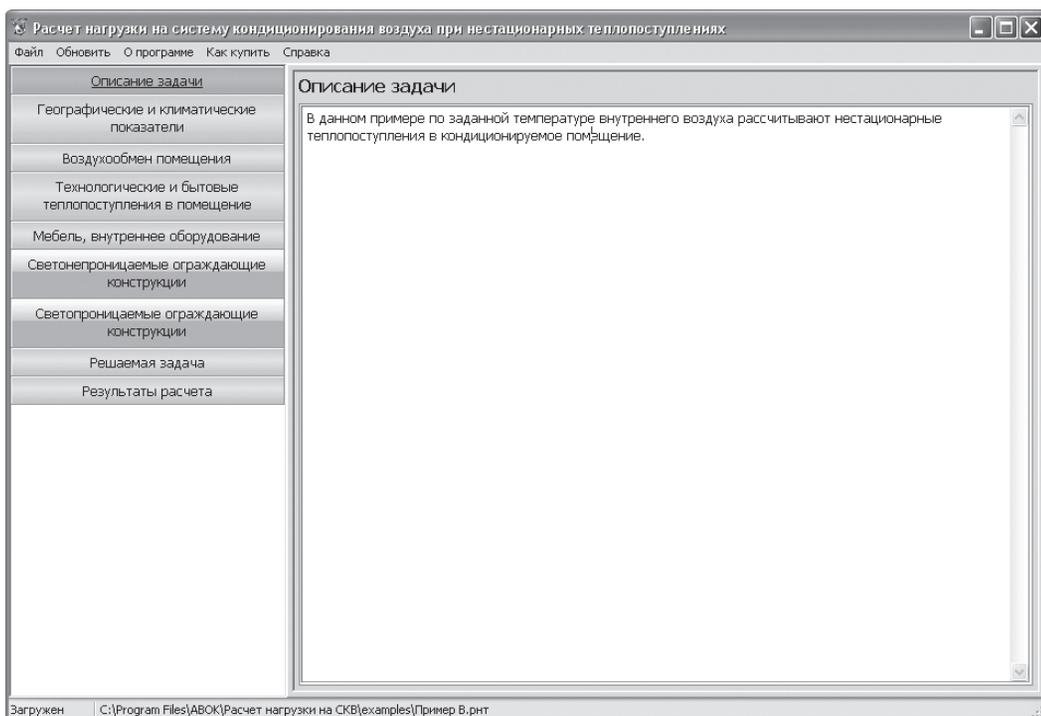


Рисунок 11 – Описание задачи

- технологические и бытовые теплоступления в помещение;
- мебель, внутреннее оборудование;
- светонепроницаемые ограждающие конструкции;
- светопроницаемые ограждающие конструкции;
- решаемая задача.

Примечание – Чтобы получить дополнительную информацию о вводимой характеристике, необходимо нажать кнопку со знаком вопроса (рисунок 12а). Чтобы убрать подсказку, нужно нажать кнопку повторно (рисунок 12б).

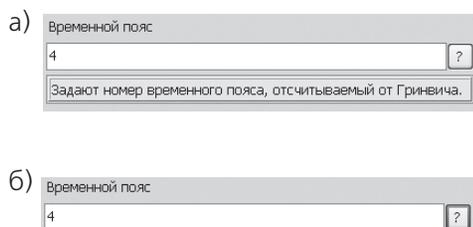


Рисунок 12 – Дополнительная информация о вводимой характеристике: а – открытие подсказки; б – закрытие подсказки

5.1 Географические и климатические показатели

В данном разделе задают исходные данные, относящиеся к внешним условиям функционирования объекта (рисунок 13).

- 5.1.1 Географическая широта (град).
- 5.1.2 Географическая долгота (град).
- 5.1.3 Временной пояс.
Задают номер временного пояса, отсчитываемый от Гринвича.
- 5.1.4 Расчетный месяц.
Задают порядковый номер расчетного месяца, отсчитываемый от начала календарного года.
- 5.1.5 Расчетный день.
Задают порядковый номер расчетного дня, отсчитываемый от начала расчетного месяца.
- 5.1.6 Среднее значение температуры наружного воздуха (°C).
Задают характерное для данного расчетного дня среднее значение температуры наружного воздуха.
- 5.1.7 Амплитуда колебаний температуры наружного воздуха (°C).
- 5.1.8 Время достижения максимума температуры (ч).
Задают время достижения максимума температуры наружного воздуха, отсчитываемое от начала текущих суток.
- 5.1.9 Облачность.
Задают показатель облачности неба, меняющийся в диапазоне от 0 (абсолютно ясное небо) до 1 (сильная облачность), в соответствии с приложением Б.

5.2 Воздухообмен помещения

В данном разделе задают основные характеристики воздухообмена помещения (рисунок 14).

- 5.2.1 Объем помещения (куб. м).

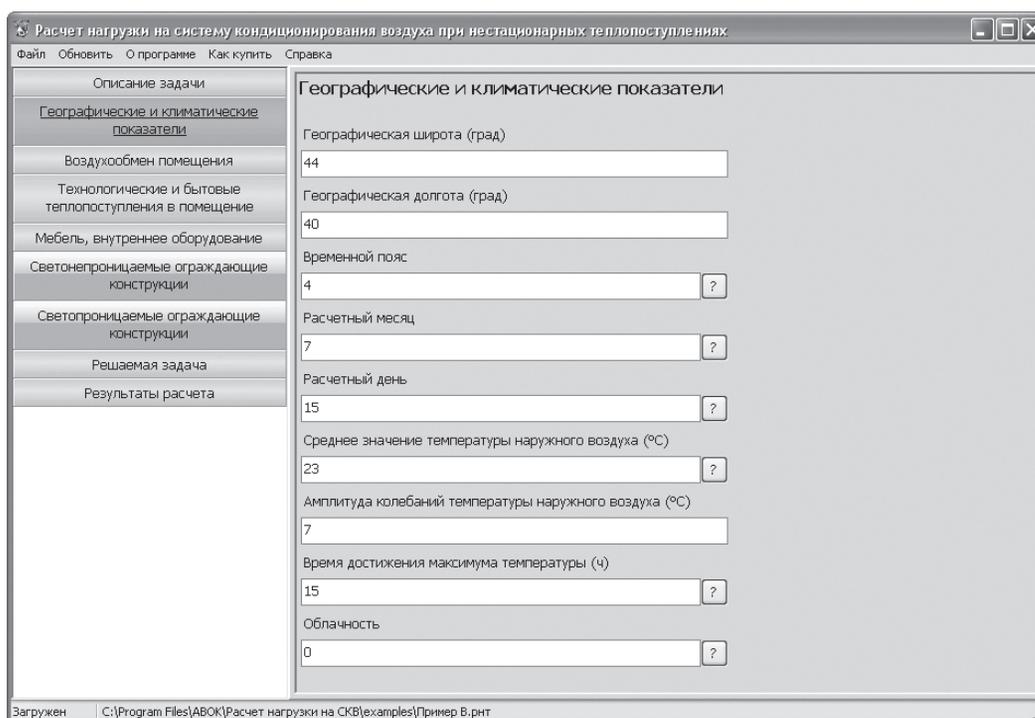


Рисунок 13 – Задание географических и климатических показателей

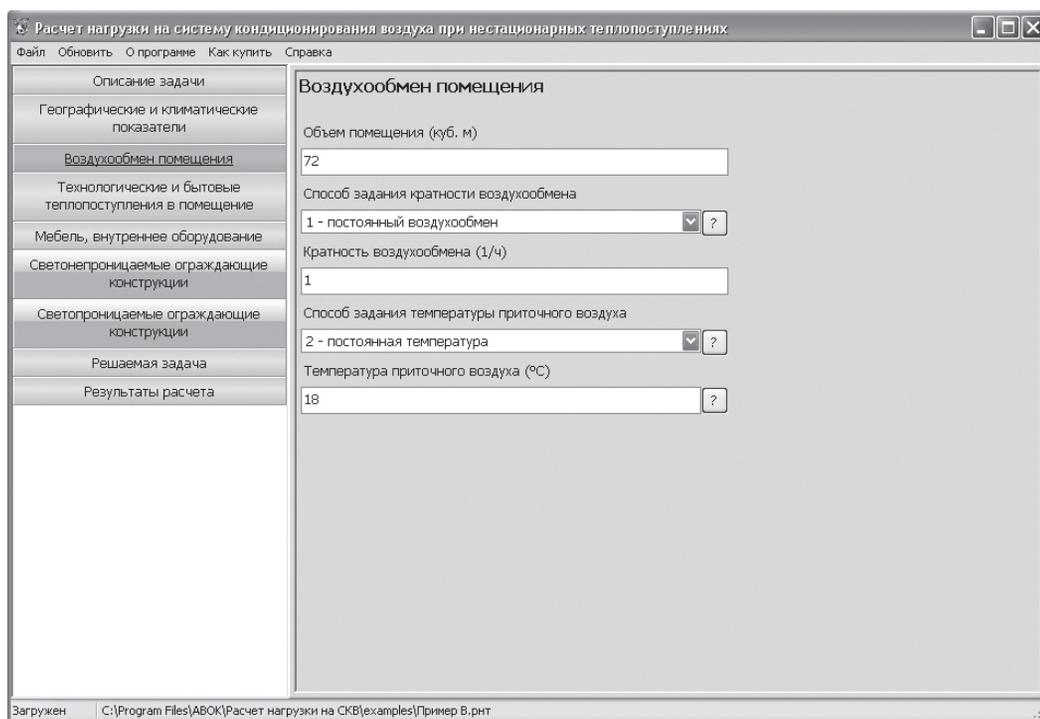


Рисунок 14 — Ввод данных о воздухообмене помещения

5.2.2 Способ задания кратности воздухообмена.

Возможны два варианта задания кратности воздухообмена:

- постоянный воздухообмен;
- переменный воздухообмен.

В первом случае задают постоянную кратность воздухообмена, во втором — кратность воздухообмена в виде таблицы зависимости от времени.

5.2.3 В зависимости от выбранного способа задания кратности воздухообмена данный пункт принимает вид:

- в случае постоянного воздухообмена — кратность воздухообмена (1/ч);
- в случае переменного воздухообмена — таблица кратности воздухообмена, состоящая из двух столбцов: в первом указывают время (ч), отсчитываемое от начала текущих суток, во втором — соответствующее этому времени значение кратности воздухообмена (1/ч).

Для того чтобы открыть таблицу, необходимо нажать кнопку «Редактировать таблицу». Редактирование таблицы осуществляют построчно путем нажатия одной из кнопок, расположенных в верхней части окна программы с таблицей. Для добавления новой строки необходимо нажать кнопку «Добавить», для редактирования текущей строки — кнопку «Изменить» и кнопки «Принять» или «Отменить», чтобы запомнить изменение, для удаления текущей строки — кнопку «Удалить». Для изменения порядка строк необходимо выделить соответствующую строку и переместить ее кнопками «Выше» или «Ниже».

Данные о кратности воздухообмена могут быть сохранены и использованы при описании других помещений. Для этого следует использовать кнопки «Сохранить как» и «Загрузить». На экране появится окно, в котором необходимо выделить папку для сохранения результатов или загрузить ранее сохраненную таблицу. По умолчанию предлагается сохранять результаты в той же папке, где расположен файл исходных данных проекта. Для хранения этих данных могут быть использованы форматы TXT или CSV.

5.2.4 Способ задания температуры приточного воздуха.

Возможны два варианта задания температуры приточного воздуха:

- равна температуре наружного воздуха;
- постоянная температура — задает пользователь (данный вариант соответствует подготовке воздуха в системах приточной вентиляции).

5.2.5 Температура приточного воздуха (°C).

Задают при выборе постоянной температуры приточного воздуха.

5.3 Технологические и бытовые теплоступления в помещении

В данном разделе задают основные характеристики теплоступлений в помещении от работающего технологического оборудования, нагретых материалов и изделий, электроосветительных приборов, людей и т. д. (рисунок 15).

5.3.1 Способ задания теплоступлений.

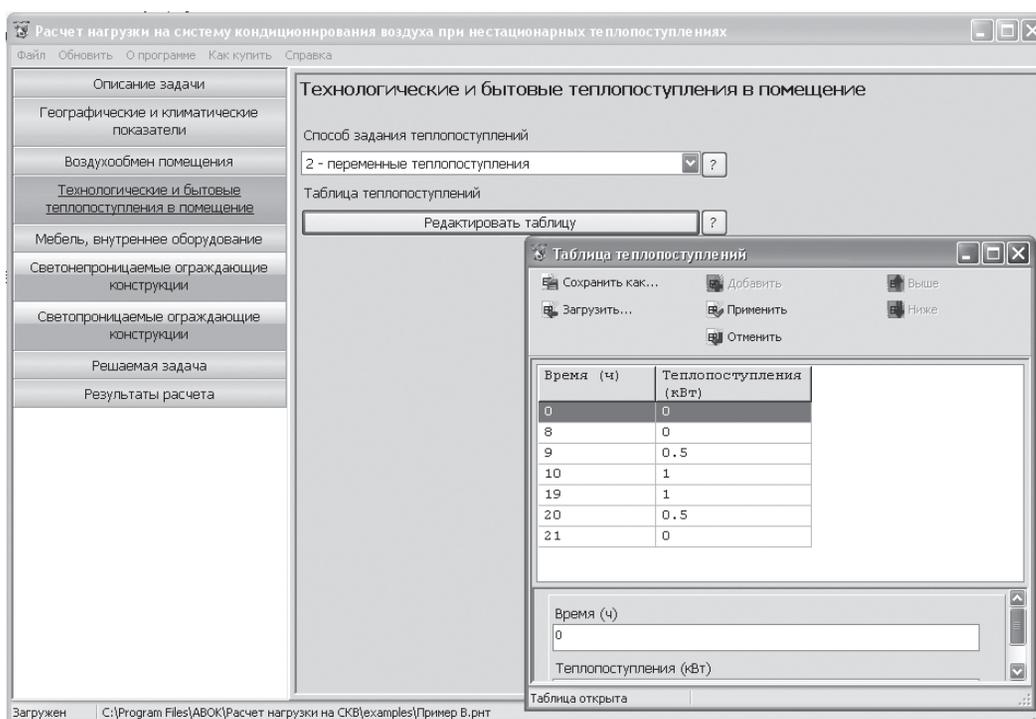


Рисунок 15 – Ввод данных о технологических и бытовых теплопоступлениях в помещение

Возможны два способа задания технологических и бытовых теплопоступлений:

- постоянные теплопоступления;
- переменные теплопоступления.

В первом случае задают постоянную величину теплопоступлений, во втором – теплопоступления в виде таблицы зависимости от времени.

5.3.2 В зависимости от выбранного способа задания технологических и бытовых теплопоступлений данный пункт принимает вид:

- в случае постоянных теплопоступлений – теплопоступления (кВт);
- в случае переменных теплопоступлений – таблица теплопоступлений, состоящая из двух столбцов: в первом указывают время (ч), отсчитываемое от начала текущих суток, во втором – соответствующее этому времени значение теплопоступлений (кВт).

Для того чтобы открыть таблицу, необходимо нажать кнопку «Редактировать таблицу». Редактирование таблицы осуществляют построчно путем нажатия одной из кнопок, расположенных в верхней части окна программы с таблицей. Для добавления новой строки необходимо нажать кнопку «Добавить», для редактирования текущей строки – кнопку «Изменить» и кнопки «Принять» или «Отменить», чтобы запомнить изменение, для удаления текущей строки – кнопку «Удалить». Для изменения порядка строк необходимо выделить соответствующую строку и переместить ее кнопками «Выше» или «Ниже».

Данные о теплопоступлениях могут быть сохранены и использованы при описании других помещений. Для этого следует использовать кнопки «Сохранить как» и «Загрузить». На экране появится окно, в котором необходимо выделить папку для сохранения результатов или загрузить ранее сохраненную таблицу. Для хранения этих данных могут быть использованы форматы TXT или CSV.

5.4 Мебель, внутреннее оборудование

В данном разделе задают основные характеристики пассивного оборудования (рисунок 16).

5.4.1 Относительная масса (кг/кв. м).

Задают отнесенную к площади пола суммарную массу пассивного оборудования.

5.4.2 Теплоемкость (Дж/(кг·°C)).

Задают осредненную удельную массовую теплоемкость пассивного оборудования.

5.5 Светонепроницаемые ограждающие конструкции

В данном разделе задают характеристики, определяющие теплопоступления (теплопотери) помещения через светонепроницаемые ограждающие конструкции (рисунок 17).

Предполагается, что каждое помещение содержит шесть светонепроницаемых ограждающих конструкций: четыре вертикальные (стены) и две горизонтальные (покрытие или верхнее перекрытие и нижнее перекрытие). Каждая светонепроницаемая ограждающая конструкция имеет свой номер.

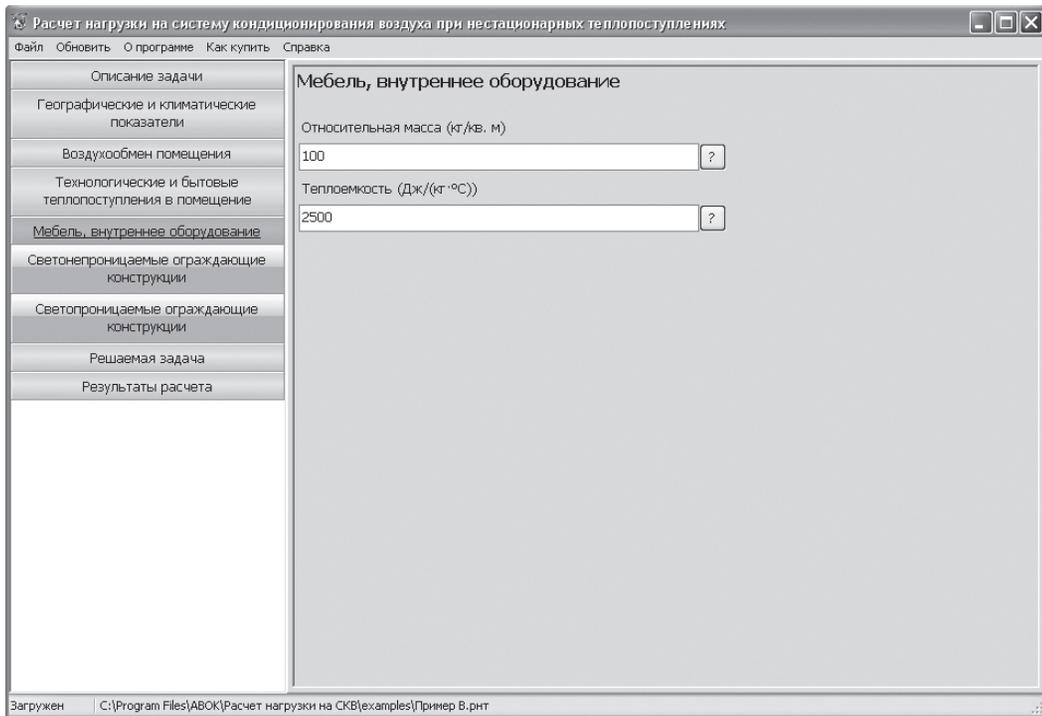


Рисунок 16 – Ввод данных о мебели, внутреннем оборудовании

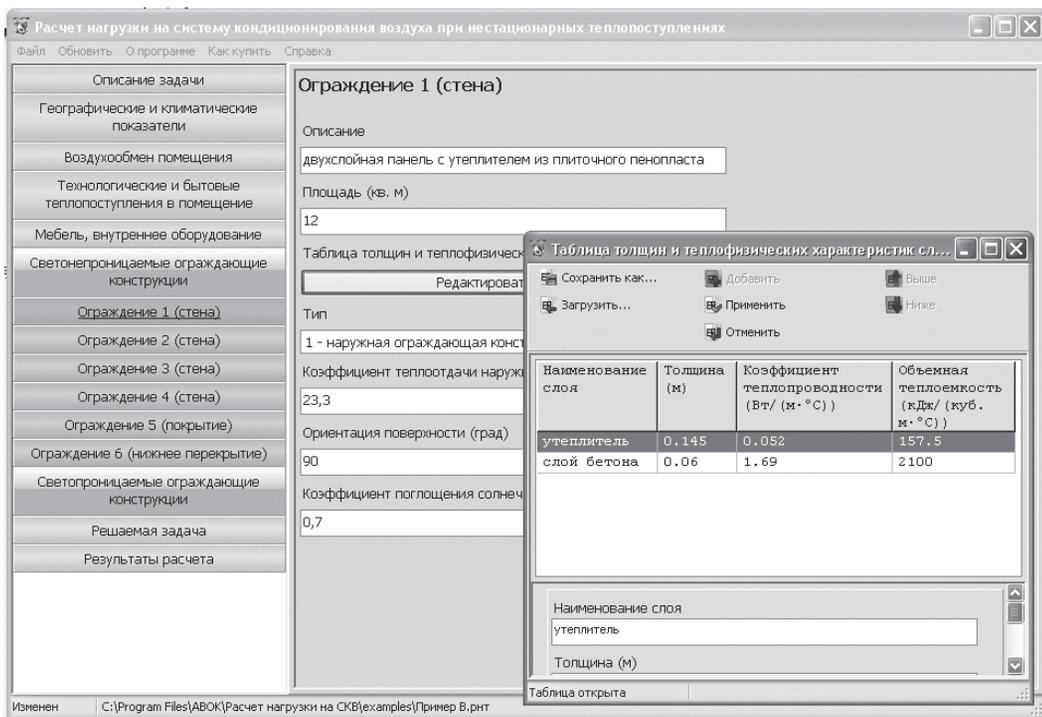


Рисунок 17 – Ввод данных о светонепроницаемых ограждающих конструкциях

Номера 1–4 присваивают вертикальным ограждающим конструкциям. Ограждающие конструкции нумеруют в соответствии с их последовательным обходом (соседние номера соответствуют смежным ограждающим конструкциям). Номер 5 присваивают покрытию или верхнему перекрытию, номер 6 – нижнему перекрытию.

Для каждой ограждающей конструкции задают параметры, приведенные в 5.5.1–5.5.7.

5.5.1 Описание.

5.5.2 Площадь (кв. м).

5.5.3 Таблица толщин и теплофизических характеристик слоев (начиная с внутреннего).

Предполагается, что ограждающая конструкция может быть многослойной.

Данные характеристики представлены в табличном виде в специальном окне программы. Для того чтобы открыть таблицу, необходимо нажать кнопку «Редактировать таблицу». Редактирование таблицы осуществляют построчно путем нажатия одной из кнопок, расположенных в верхней части окна программы с таблицей. Для добавления новой строки необходимо нажать кнопку «Добавить», для редактирования текущей строки – кнопку «Изменить» и кнопки «Принять» или «Отменить», чтобы запомнить изменение, для удаления текущей строки – кнопку «Удалить». Для изменения порядка расположения слоев необходимо выделить соответствующую строчку и переместить ее кнопками «Выше» или «Ниже».

Для каждого слоя задают следующие характеристики:

- наименование слоя;
- толщина (м);
- коэффициент теплопроводности ($\text{Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$);
- объемная теплоемкость ($\text{кДж}/(\text{куб. м}\cdot^\circ\text{C})$).

Данные о толщинах и теплофизических характеристиках слоев могут быть сохранены и использованы при описании других ограждающих конструкций. Для этого следует использовать кнопки «Сохранить

как» и «Загрузить». На экране появится окно, в котором необходимо выделить папку для сохранения результатов или загрузить ранее сохраненную таблицу. Для хранения этих данных могут быть использованы форматы TXT или CSV.

5.5.4 Тип.

Возможны три варианта задания типа светонепроницаемых ограждающих конструкций:

- наружная ограждающая конструкция;
- внутреннее ограждение;
- особые условия снаружи помещения.

В последнем случае предполагается, что ограждающая конструкция отделяет расчетное помещение от пространства со своей температурой, отличной как от температуры наружного воздуха, так и от температуры внутреннего воздуха основных помещений.

В зависимости от типа светонепроницаемой ограждающей конструкции задают следующие характеристики:

- Для типа 1 – наружная ограждающая конструкция:

5.5.5 Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ($\text{Вт}/(\text{кв. м}\cdot^\circ\text{C})$).

5.5.6 Ориентация поверхности (град).

Задают угол ориентации поверхности (нормали к поверхности) относительно сторон света (только для вертикальных ограждающих конструкций).

Диапазон изменения составляет $\pm 180^\circ$. Отсчет осуществляют от юга (0°). Западному направлению соответствуют положительные углы ориентации, восточному – отрицательные (рисунок 18).

5.5.7 Коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью.

Некоторые из параметров 5.5.5–5.5.7 отсутствуют, если рассматриваемая ограждающая конструкция является покрытием или нижним перекрытием.

- Для типа 2 – внутреннее ограждение – задание дополнительных характеристик не требуется. Температуру в смежном помещении предполагают равной температуре в расчетном помещении.

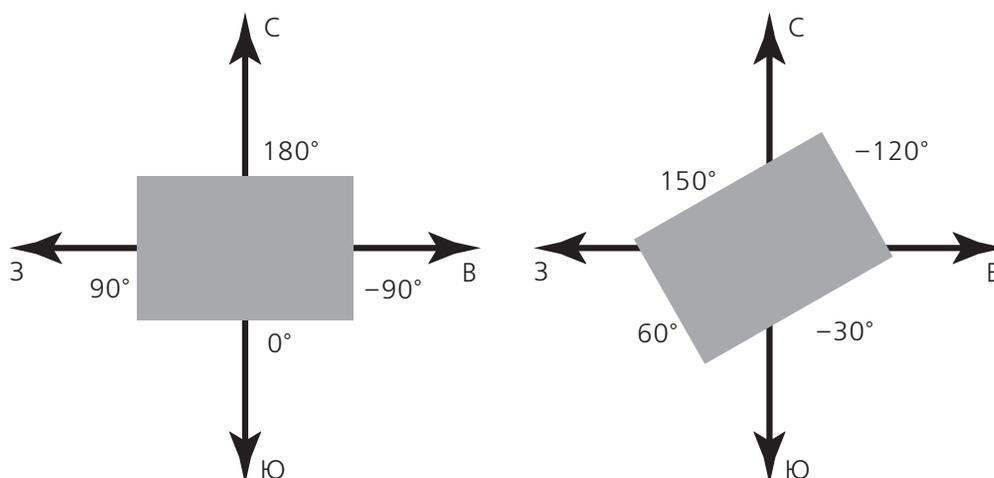


Рисунок 18 – Примеры определения ориентации поверхности наружных ограждающих конструкций

При этом учитывают тепловую инерцию такой ограждающей конструкции.

- Для типа 3 – особые условия снаружи помещения – задают коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ($Вт/(кв. м \cdot ^\circ C)$) и температуру воздуха снаружи помещения ($^\circ C$).

5.6 Светопроницаемые ограждающие конструкции

В данном разделе задают величины, определяющие теплоступления (теплопотери) помещения через светопроницаемые ограждающие конструкции (рисунок 19).

Предполагается, что каждое помещение может содержать пять светопроницаемых ограждающих конструкций: четыре вертикальные и одну горизонтальную. Каждая светопроницаемая ограждающая конструкция имеет свой номер. Номера 1–4 присваивают вертикально расположенным ограждающим конструкциям. Ограждающие конструкции нумеруют в соответствии с их последовательным обходом (последовательность обхода должна быть такой же, как у светонепроницаемых ограждающих конструкций, см. 5.5). Номер 5 присваивают горизонтально расположенной ограждающей конструкции.

Для каждой светопроницаемой ограждающей конструкции задают параметры, приведенные в 5.6.1–5.6.13. Схема горизонтальных и вертикальных затенений приведена на рисунке 20.

5.6.1 Содержит ли ограждающая конструкция светопроницаемые элементы.

Варианты ответов:

- нет;
- да.

В случае если ограждающая конструкция данной ориентации не содержит светопроницаемые элементы, задание исходных данных прекращают.

5.6.2 Описание.

5.6.3 Площадь (кв. м).

5.6.4 Термическое сопротивление (кв. $м \cdot ^\circ C/Вт$).

5.6.5 Коэффициент проникания прямой солнечной радиации.

Принимают согласно приложению А.

5.6.6 Коэффициент проникания рассеянной солнечной радиации.

Принимают согласно приложению А.

5.6.7 Коэффициент поглощения прямой солнечной радиации.

Принимают согласно приложению А.

5.6.8 Коэффициент поглощения рассеянной солнечной радиации.

Принимают согласно приложению А.

5.6.9 Ориентация поверхности (град).

Задают угол ориентации поверхности (нормали к поверхности) относительно сторон света (только для вертикальных ограждающих конструкций).

Диапазон изменения составляет $\pm 180^\circ$. Отсчет осуществляют от юга (0°). Западному направлению соответствуют положительные углы ориентации, восточному – отрицательные (см. рисунок 18).

5.6.10 Размер горизонтального затенения (процент от высоты окна).

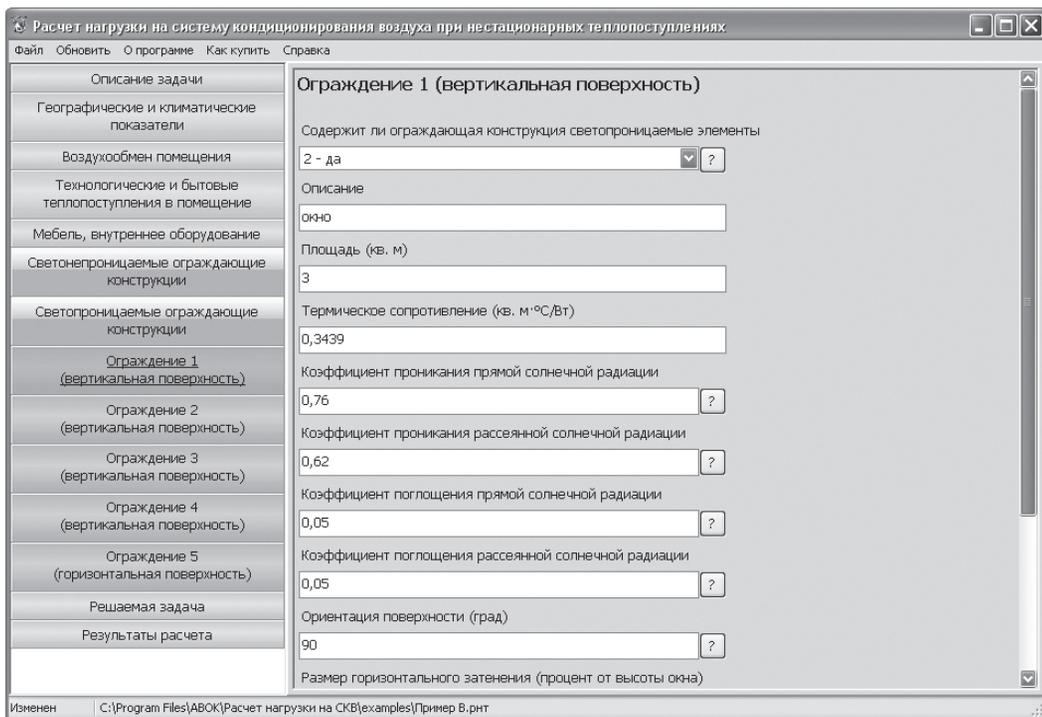


Рисунок 19 – Ввод данных о светопроницаемых ограждающих конструкциях

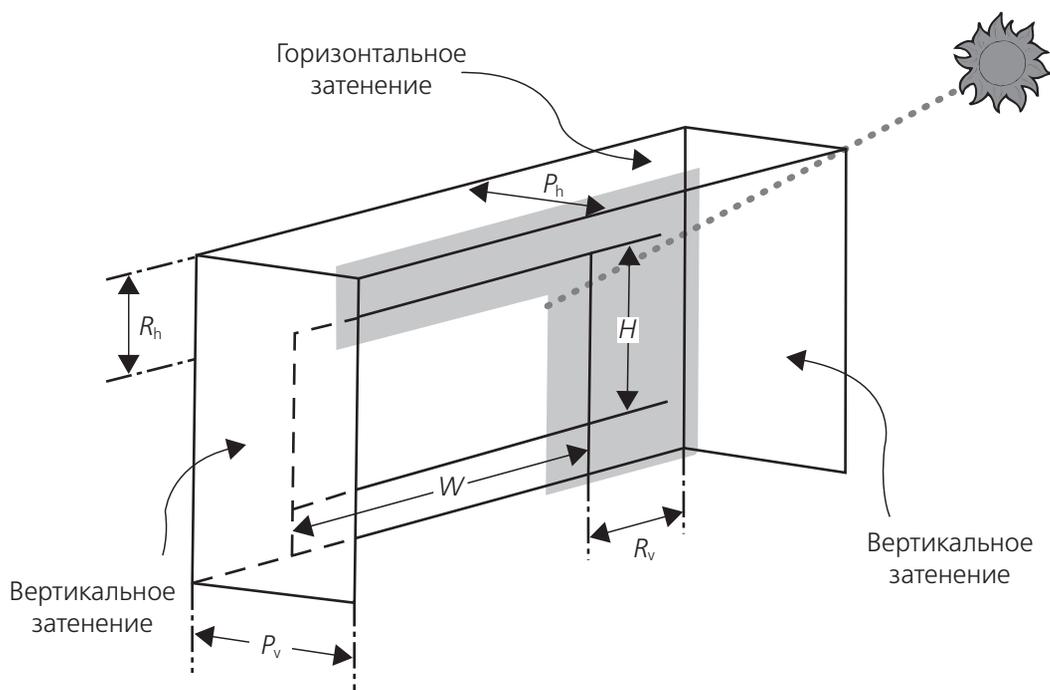


Рисунок 20 – Вертикальные и горизонтальные затенения:

H – высота светопроницаемой ограждающей конструкции; W – ширина светопроницаемой ограждающей конструкции; P_h – размер горизонтального затенения; R_h – отступ горизонтального затенения; P_v – размер вертикального затенения; R_v – отступ вертикального затенения

Задают относительную величину в процентах от высоты светопроницаемой ограждающей конструкции – $(P_h/H) \cdot 100\%$.

5.6.11 Отступ горизонтального затенения (процент от высоты окна).

Задают относительную величину в процентах от высоты светопроницаемой ограждающей конструкции – $(R_h/H) \cdot 100\%$.

5.6.12 Размер вертикального затенения (процент от ширины окна).

Задают относительную величину в процентах от ширины светопроницаемой ограждающей конструкции – $(P_v/W) \cdot 100\%$.

5.6.13 Отступ вертикального затенения (процент от ширины окна).

Задают относительную величину в процентах от ширины светопроницаемой ограждающей конструкции – $(R_v/W) \cdot 100\%$.

5.7 Решаемая задача

В данном разделе задают характеристики расчетного варианта (рисунок 21).

5.7.1 Цель расчета.

Возможно проведение расчетов двух типов:

- расчет ожидаемого нестационарного суточного теплового режима помещения;
- расчет нестационарных теплопоступлений в кондиционируемое помещение.

Для обоих вариантов необходимо задание установочной величины.

При расчете ожидаемого нестационарного суточного теплового режима помещения установочной величиной является холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха (кВт), при расчете нестационарных теплопоступлений в кондиционируемое помещение – температура внутреннего воздуха ($^{\circ}\text{C}$).

5.7.2 Способ задания холодопроизводительности системы кондиционирования воздуха / температуры внутреннего воздуха.

Возможны два варианта задания установочной величины:

- постоянная величина;
- переменная величина.

В первом случае задают постоянную величину, во втором – величину в виде таблицы зависимости от времени.

5.7.3 В зависимости от выбора способа задания установочной величины пункт принимает вид:

- в случае постоянной величины – холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха (кВт) / температура внутреннего воздуха ($^{\circ}\text{C}$);
- в случае переменной величины – таблица холодопроизводительности системы кондиционирования воздуха / температуры внутреннего

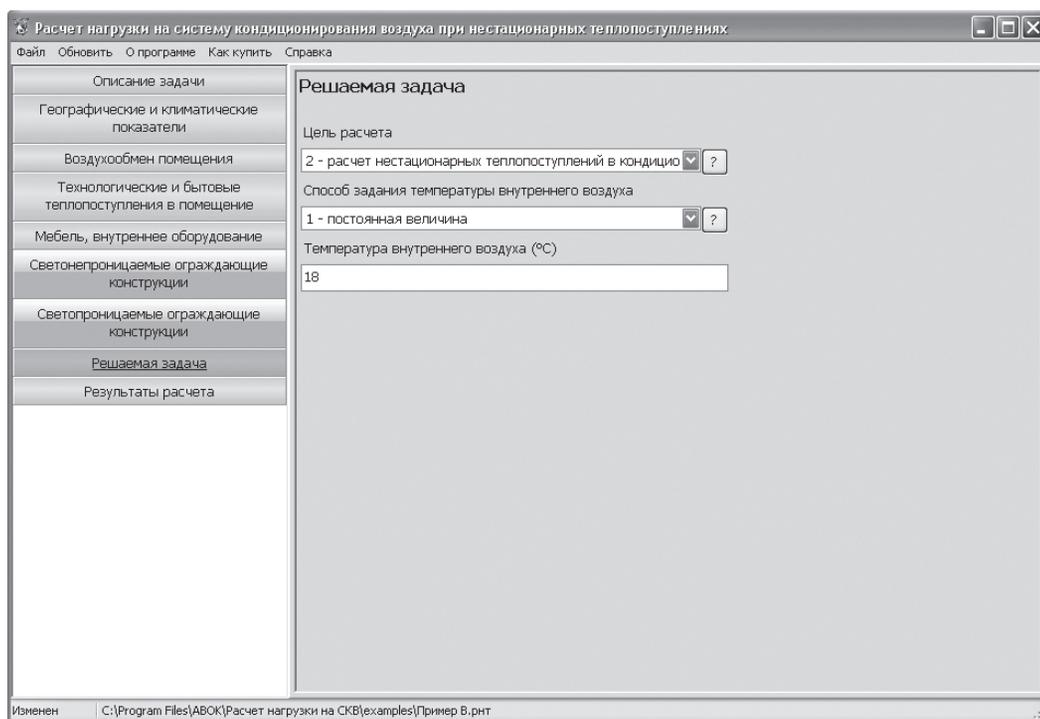


Рисунок 21 — Ввод данных о решаемой задаче

воздуха, состоящая из двух столбцов: в первом указывают время (ч), отсчитываемое от начала текущих суток, во втором — соответствующую этому времени холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха (кВт) / температуру внутреннего воздуха (°C).

Для того чтобы открыть таблицу, необходимо нажать кнопку «Редактировать таблицу». Редактирование таблицы осуществляют построчно путем нажатия одной из кнопок, расположенных в верхней части окна программы с таблицей. Для добавления новой строки необходимо нажать кнопку «Добавить», для редактирования текущей строки — кнопку «Изменить» и кнопки «Принять» или «Отменить», чтобы запомнить изменение, для удаления текущей строки — кнопку «Удалить». Для изменения порядка строк необходимо выделить соответствующую строку и переместить ее кнопками «Выше» или «Ниже».

Данные об установочной величине могут быть сохранены и использованы при описании других помещений. Для этого следует использовать кнопки «Сохранить как» и «Загрузить». На экране появится окно, в котором необходимо выделить папку для сохранения результатов или загрузить ранее сохраненную таблицу. По умолчанию предлагается сохранять результаты в той же папке, где расположен файл исходных данных проекта. Для хранения этих данных могут быть использованы форматы TXT или CSV.

6 Проведение расчета и представление результатов

6.1 Проведение расчета

После ввода всех необходимых исходных данных осуществляют расчет. Для этого следует выбрать раздел «Результаты расчета». На экране появится окно, в котором необходимо выделить папку для сохранения результатов. По умолчанию предлагается сохранять результаты в той же папке, где расположен файл исходных данных проекта (рисунок 22).

Далее осуществляется расчет и в окне появляются результаты расчета.

6.2 Представление результатов

В верхней части окна «Результаты расчета» в раскрывающемся меню необходимо выбрать одну из трех форм представления результата расчета (рисунок 23):

1 Результаты расчета: результаты расчета, представленные в виде таблицы зависимости от времени в течение суток следующих параметров:

- температура наружного воздуха (°C);
- кратность воздухообмена (1/ч);
- технологические и бытовые теплоступления в помещение (кВт);
- температура внутреннего воздуха (°C);
- нестационарные теплоступления в кондиционируемое помещение (кВт) / холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха (кВт) (в зависимости от цели расчета, см. 5.7.1).

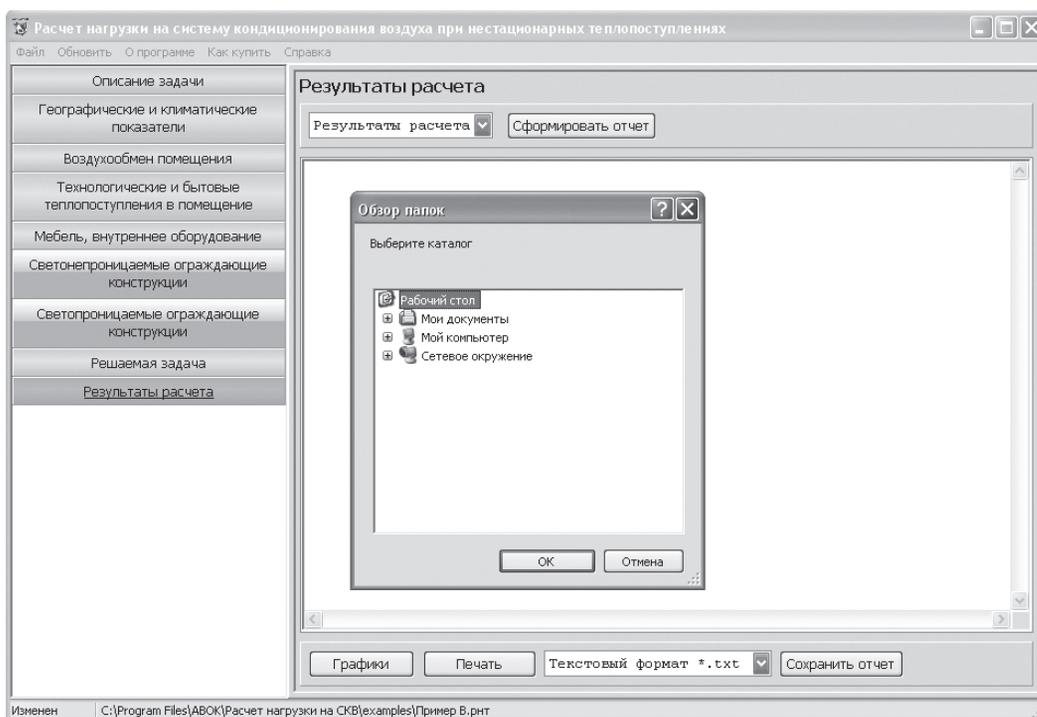


Рисунок 22 – Проведение расчета

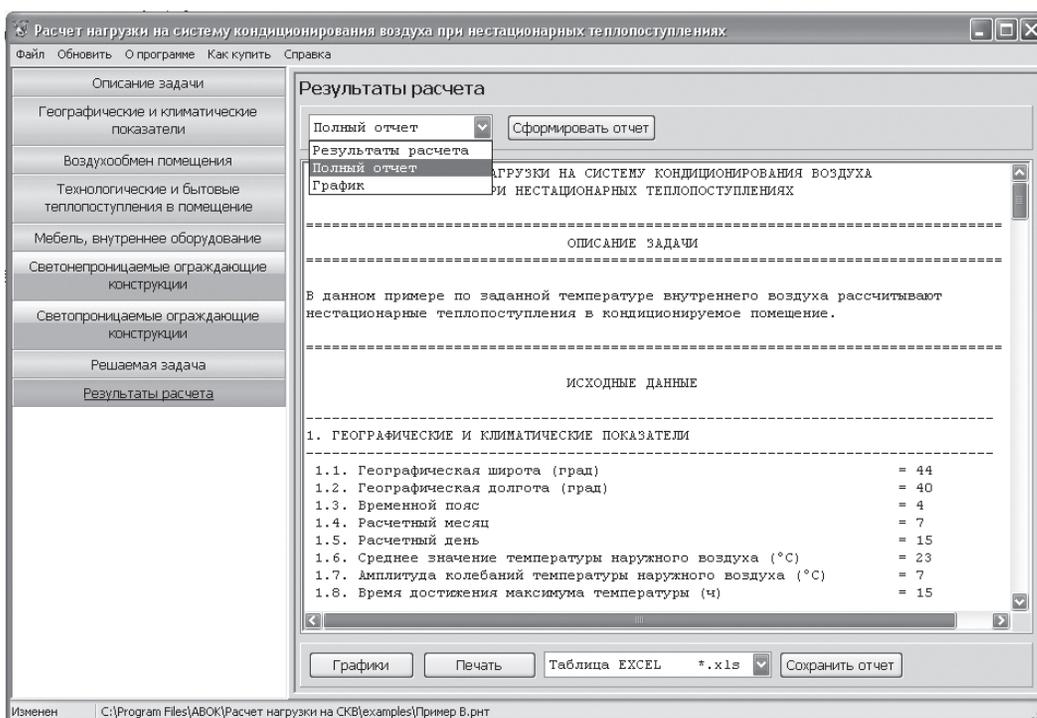


Рисунок 23 – Представление результатов расчета

Во второй таблице результатов расчета приводят-ся средние, максимальные и минимальные за сутки значения параметров, а также время их достижения.

2 Полный отчет: исходные данные, соответствующие описанным в разделе 5, и результаты расчета, аналогичные указанным выше.

3 График: результаты расчета, представленные в виде таблицы зависимости от времени в течение суток следующих параметров:

- температура наружного воздуха (°C);
- температура внутреннего воздуха (°C);
- нестационарные тепlopоступления в кондиционируемое помещение (кВт) / холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха (кВт) (в зависимости от цели расчета, см. 5.7.1).

Для формирования отчета необходимо нажать кнопку «Сформировать отчет».

Чтобы распечатать отчет, нужно нажать кнопку «Печать». В этом случае открывается стандартное диалоговое окно печати.

Отчет может быть сохранен в одном из трех форматов – TXT, DOC и XLS. Выбор формата осуществляют в ниспадающем меню в нижней части окна, сохранение результатов – по нажатию кнопки «Сохранить отчет». При этом создаются три результирующих файла. По умолчанию файлу, содержащему только результаты расчета, присваивается имя, которое имеет следующую структуру: «имя исходного файла» – Результаты расчета.txt. Например, если в качестве исходного файла был выбран «Пример В.rnt», то краткий отчет сохранится в фай-

ле «Пример В – Результаты расчета.txt». Второму файлу (подробному отчету) присваивается имя, имеющее следующую структуру: «имя исходного файла» – Полный отчет.txt (например, имя «Пример В – Полный отчет.txt»). Файлу с графическим представлением результатов расчета присваивается имя, имеющее следующую структуру: «имя исходного файла» – График.txt (например, имя «Пример В – График.txt»). В дальнейшем имена отчетных файлов могут изменяться.

Для просмотра графического представления результатов расчета необходимо нажать кнопку «Графики» (рисунок 24).

В окне графического представления результатов расчета выводятся три графика:

- температура наружного воздуха (°C);
- температура внутреннего воздуха (°C);
- нестационарные тепlopоступления в кондиционируемое помещение (кВт) / холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха (кВт) (в зависимости от цели расчета, см. 5.7.1).

По оси абсцисс откладываются значения времени суток (ч). По оси ординат в левой части графика откладываются значения температуры (°C); в правой части графика – значение тепlopоступлений либо холодопроизводительности (кВт).

Установкой соответствующих отметок можно отобразить или скрыть отдельный график. Кроме того, можно отредактировать название графика, отобразить/скрыть легенду, выбрать цвет графика, отобразить/скрыть числовые значения на графике. Для воз-

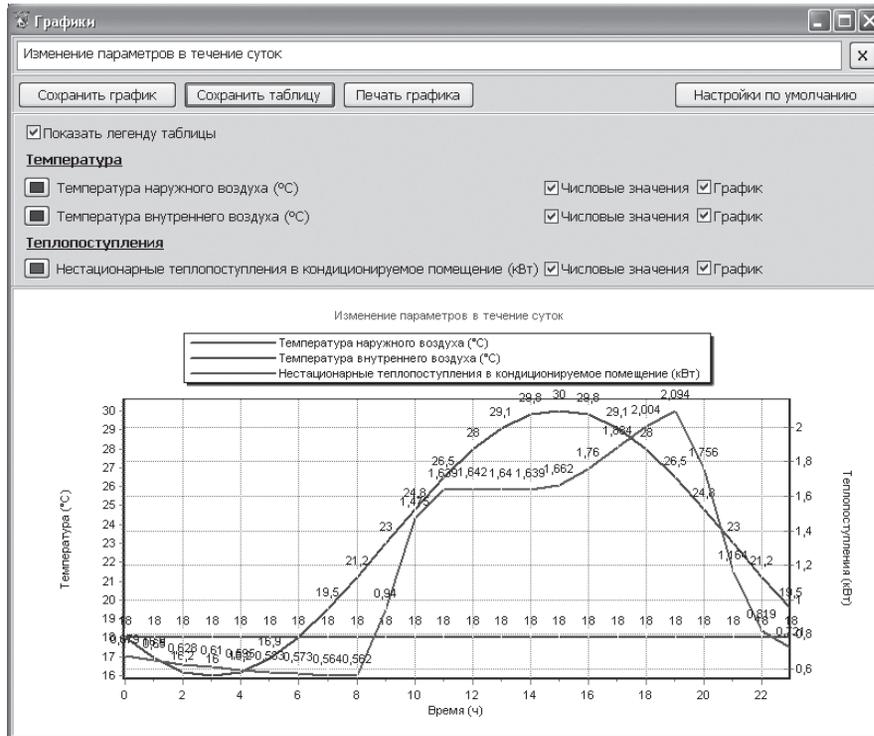


Рисунок 24 – Графическое представление результатов расчета

врата к значениям по умолчанию необходимо нажать кнопку «Настройки по умолчанию».

Для сохранения графической информации в формате BMP необходимо нажать кнопку «Сохранить график».

Для сохранения табличных данных в формате CSV необходимо нажать кнопку «Сохранить таблицу».

Для того чтобы распечатать график, следует нажать кнопку «Печать графика».

7 Обновление программы

Для проверки наличия на сервере новых версий программы и последующего ее обновления необходимо выбрать в меню «Обновить» (рисунок 25). Также можно запустить файл Update.exe из папки с файлом программы.

Примечания:

1 Для проверки версии программы и ее обновления необходимо подключение к Интернету.

2 Обновление программы возможно при наличии прав администратора.



Рисунок 25 — Обновление программы в меню «Файл»

3 Для запуска программы с правами администратора необходимо щелкнуть по файлу Update.exe правой кнопкой мыши и выбрать команду «Запуск от имени Администратора». В разных версиях Windows название команды может незначительно отличаться.

В появившемся окне необходимо нажать кнопку «Скачать» (рисунок 26). В случае успешного обновления запустится новая версия программы.

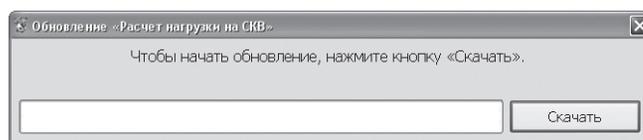


Рисунок 26 — Окно обновления программы

**Рекомендуемые коэффициенты поглощения и проникания
прямой и рассеянной солнечной радиации через
светопроницаемые ограждающие конструкции**

Конструкция заполнения светового проема	Коэффициент проникания прямой солнечной радиации k_{1S}	Коэффициент поглощения прямой солнечной радиации k_{2S}	Коэффициент проникания рассеянной солнечной радиации k_{1D}	Коэффициент поглощения рассеянной солнечной радиации k_{2D}
Двойное остекление из обычного стекла	0,76	0,05	0,62	0,05
Двойное остекление (первое стекло обычное, второе – теплопоглощающее)	0,50	0,09	0,38	0,09
Двойное остекление (первое стекло обычное, второе – теплоотражающее)	0,54	0,07	0,40	0,07
Двойное остекление, наружная солнцезащита, например «венецианская штора-жалюзи»	0,02	0,11	0,01	0,10
Двойное остекление, межстекольная солнцезащита, например «венецианская штора-жалюзи»	0,02	0,33	0,01	0,29
Двойное остекление, внутренняя солнцезащита, например «венецианская штора-жалюзи»	0,02	0,49	0,01	0,41
Примечание – Значения коэффициентов принимают по данным производителя светопроницаемых ограждающих конструкций. При отсутствии таких данных значения коэффициентов могут быть приняты на основе значений, приведенных в данной таблице.				

Характеристика облачности

Облачность	Расчетное значение
Ясно; ясная погода, малооблачно; небольшая облачность; малооблачная погода, солнечная погода	0,0–0,2
Меняющаяся (переменная) облачность	0,2–0,4
Облачно с прояснениями	0,4–0,7
Облачно, облачная погода, значительная облачность, пасмурно, пасмурная погода	0,8–1,0

Пример расчета нестационарных тепlopоступлений в кондиционируемое помещение

В данном примере по заданной температуре внутреннего воздуха рассчитывают нестационарные тепlopоступления в кондиционируемое помещение.

Схематические изображения расчетного помещения представлены на рисунке В.1.

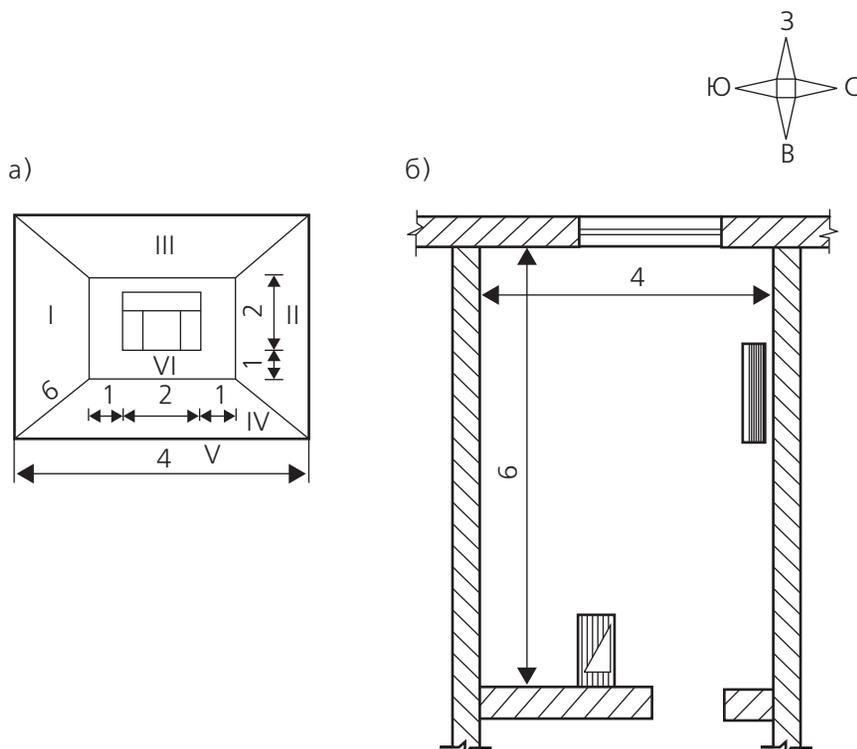


Рисунок В.1 – Схематические изображения расчетного помещения (размеры в м):
а – пространственная схема помещения; б – схематический план помещения

В.1 Исходные данные

1. Географические и климатические показатели	
1.1. Географическая широта.....	44°
1.2. Географическая долгота.....	40°
1.3. Временной пояс.....	4
1.4. Расчетный месяц.....	7
1.5. Расчетный день.....	15
1.6. Среднее значение температуры наружного воздуха.....	23 °С
1.7. Амплитуда колебаний температуры наружного воздуха.....	7 °С
1.8. Время достижения максимума температуры.....	15 ч
1.9. Облачность.....	0
2. Воздухообмен помещения	
2.1. Объем помещения.....	72 м ³
2.2. Способ задания кратности воздухообмена.....	постоянный воздухообмен
2.3. Кратность воздухообмена.....	1 1/ч
2.4. Способ задания температуры приточного воздуха.....	постоянная температура
2.5. Температура приточного воздуха.....	18 °С
3. Технологические и бытовые тепlopоступления в помещение	
3.1. Способ задания тепlopоступлений.....	переменные тепlopоступления

3.2. Таблица теплоступлений

Время (ч)	Теплоступления (кВт)
0	0
8	0
9	0,5
10	1
19	1
20	0,5
21	0

4. Мебель, внутреннее оборудование

4.1. Относительная масса 100 кг/м²

4.2. Теплоемкость 2 500 Дж/(кг·°C)

5. Светонепроницаемые ограждающие конструкции

5.1. Ограждение 1 (стена)

5.1.1. Описание двухслойная панель с утеплителем из плиточного пенопласта

5.1.2. Площадь 12 м²

5.1.3. Число слоев 2

5.1.4. Таблица толщин и теплофизических характеристик слоев (начиная с внутреннего)

Наименование слоя	Толщина (м)	Коэффициент теплопроводности (Вт/(м·°C))	Объемная теплоемкость (кДж/(м ³ ·°C))
утеплитель	0,145	0,052	157,5
слой бетона	0,06	1,69	2 100

5.1.5. Тип наружная ограждающая конструкция

5.1.6. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности 23,3 Вт/(м²·°C)

5.1.7. Ориентация поверхности 90°

5.1.8. Коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью 0,7

5.2. Ограждение 2 (стена)

5.2.1. Описание южная стена, кирпичная кладка

5.2.2. Площадь 18 м²

5.2.3. Число слоев 1

5.2.4. Таблица толщин и теплофизических характеристик слоев (начиная с внутреннего)

Наименование слоя	Толщина (м)	Коэффициент теплопроводности (Вт/(м·°C))	Объемная теплоемкость (кДж/(м ³ ·°C))
кирпичная кладка	0,38	0,56	1 583
слой бетона	0,06	1,69	2 100

5.2.5. Тип наружная ограждающая конструкция

5.2.6. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности 23,3 Вт/(м²·°C)

5.2.7. Ориентация поверхности 0°

5.2.8. Коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью 0,7

5.3. Ограждение 3 (стена)

5.3.1. Описание железобетонная перегородка

5.3.2. Площадь 12 м²

5.3.3. Число слоев 1

5.3.4. Таблица толщин и теплофизических характеристик слоев (начиная с внутреннего)

Наименование слоя	Толщина (м)	Коэффициент теплопроводности (Вт/(м·°C))	Объемная теплоемкость (кДж/(м ³ ·°C))
бетон	0,06	1,92	2 093

- 5.3.5. Тип..... внутреннее ограждение
 5.4. Ограждение 4 (стена)
 5.4.1. Описание..... железобетонная перегородка
 5.4.2. Площадь 18 м²
 5.4.3. Число слоев 1
 5.4.4. Таблица толщин и теплофизических характеристик слоев (начиная с внутреннего)

Наименование слоя	Толщина (м)	Коэффициент теплопроводности (Вт/(м·°C))	Объемная теплоемкость (кДж/(м ³ ·°C))
бетон	0,06	1,92	2 093

- 5.4.5. Тип..... внутреннее ограждение
 5.5. Ограждение 5 (покрытие)
 5.5.1. Описание..... совмещенное покрытие
 5.5.2. Площадь 24 м²
 5.5.3. Число слоев 4
 5.5.4. Таблица толщин и теплофизических характеристик слоев (начиная с внутреннего)

Наименование слоя	Толщина (м)	Коэффициент теплопроводности (Вт/(м·°C))	Объемная теплоемкость (кДж/(м ³ ·°C))
железобетонная плита	0,22	1,55	2 010
утеплитель (керамзитобетон)	0,2	0,2326	669
рулонный ковер	0,01	0,17	502
гравийная посыпка	0,02	1,74	1 088
железобетонная плита	0,22	1,55	2 010
утеплитель (керамзитобетон)	0,2	0,2326	669
рулонный ковер	0,01	0,17	502
гравийная посыпка	0,02	1,74	1 088

- 5.5.5. Тип..... наружная ограждающая конструкция
 5.5.6. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности..... 18,5 Вт/(м²·°C)
 5.5.7. Коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью..... 0,75
 5.6. Ограждение 6 (нижнее перекрытие)
 5.6.1. Описание..... межэтажное перекрытие
 5.6.2. Площадь 24 м²
 5.6.3. Число слоев 3
 5.6.4. Таблица толщин и теплофизических характеристик слоев (начиная с внутреннего)

Наименование слоя	Толщина (м)	Коэффициент теплопроводности (Вт/(м·°C))	Объемная теплоемкость (кДж/(м ³ ·°C))
линолеум	0,005	0,325	2 344
легкобетонная плита	0,05	0,35	837
железобетонная панель перекрытия	0,12	1,92	2 093

- 5.6.5. Тип..... внутреннее ограждение
 6. Светопроницаемые ограждающие конструкции
 6.1. Ограждение 1 (вертикальная поверхность)
 6.1.1. Содержит ли ограждающая конструкция светопроницаемые элементы..... да
 6.1.2. Описание..... окно
 6.1.3. Площадь..... 3 м²
 6.1.4. Термическое сопротивление..... 0,3439 м²·°C/Вт

6.1.5. Коэффициент проникания прямой солнечной радиации	0,76
6.1.6. Коэффициент проникания рассеянной солнечной радиации.....	0,62
6.1.7. Коэффициент поглощения прямой солнечной радиации	0,05
6.1.8. Коэффициент поглощения рассеянной солнечной радиации	0,05
6.1.9. Ориентация поверхности	90°
6.1.10. Размер горизонтального затенения	0 %
6.1.11. Отступ горизонтального затенения	0 %
6.1.12. Размер вертикального затенения	0 %
6.1.13. Отступ вертикального затенения.....	0 %
6.2. Ограждение 2 (вертикальная поверхность)	
6.2.1. Содержит ли ограждающая конструкция светопроницаемые элементы	нет
6.3. Ограждение 3 (вертикальная поверхность)	
6.3.1. Содержит ли ограждающая конструкция светопроницаемые элементы	нет
6.4. Ограждение 4 (вертикальная поверхность)	
6.4.1. Содержит ли ограждающая конструкция светопроницаемые элементы	нет
6.5. Ограждение 5 (вертикальная поверхность)	
6.5.1. Содержит ли ограждающая конструкция светопроницаемые элементы	нет
7. Решаемая задача	
7.1. Цель расчета.....	расчет нестационарных тепlopоступлений в кондиционируемое помещение
7.2. Способ задания температуры	постоянная величина
7.3. Температура внутреннего воздуха.....	18 °С

В.2 Результаты расчета

Результаты расчета в табличном виде приведены в таблицах В.1 и В.2.

Таблица В.1 – Изменение параметров в течение суток

Время (ч)	Температура наружного воздуха (°С)	Кратность воздухообмена (1/ч)	Технологические и бытовые тепlopоступления в помещение (кВт)	Температура внутреннего воздуха (°С)	Нестационарные тепlopоступления в кондиционируемое помещение (кВт)
0,0	18,05	1,00	0,000	18,00	0,679
1,0	16,94	1,00	0,000	18,00	0,650
2,0	16,24	1,00	0,000	18,00	0,628
3,0	16,00	1,00	0,000	18,00	0,610
4,0	16,24	1,00	0,000	18,00	0,595
5,0	16,94	1,00	0,000	18,00	0,583
6,0	18,05	1,00	0,000	18,00	0,573
7,0	19,50	1,00	0,000	18,00	0,564
8,0	21,19	1,00	0,000	18,00	0,562
9,0	23,00	1,00	0,500	18,00	0,940
10,0	24,81	1,00	1,000	18,00	1,475
11,0	26,50	1,00	1,000	18,00	1,639
12,0	27,95	1,00	1,000	18,00	1,642
13,0	29,06	1,00	1,000	18,00	1,640
14,0	29,76	1,00	1,000	18,00	1,639
15,0	30,00	1,00	1,000	18,00	1,662
16,0	29,76	1,00	1,000	18,00	1,760
17,0	29,06	1,00	1,000	18,00	1,884
18,0	27,95	1,00	1,000	18,00	2,004
19,0	26,50	1,00	1,000	18,00	2,094
20,0	24,81	1,00	0,500	18,00	1,756
21,0	23,00	1,00	0,000	18,00	1,164
22,0	21,19	1,00	0,000	18,00	0,819
23,0	19,50	1,00	0,000	18,00	0,721

Таблица В.2 – Средние, максимальные и минимальные значения температуры, воздухообмена, теплопоступлений и время их достижения

Значение	Температура наружного воздуха (°C)	Кратность воздухообмена (1/ч)	Технологические и бытовые теплопоступления в помещении (кВт)	Температура внутреннего воздуха (°C)	Нестационарные теплопоступления в кондиционируемое помещение (кВт)
Среднее	23,00	1,00	0,458	18,00	1,178
Максимальное	30,00	1,00	1,000	18,00	2,094
Время достижения (ч)	15,00	0,00	10,000	0,00	19,000
Минимальное	16,00	1,00	0,000	18,00	0,562
Время достижения (ч)	3,00	0,00	0,000	0,00	8,000

Результаты расчета в графическом виде представлены на рисунках В.2 и В.3.

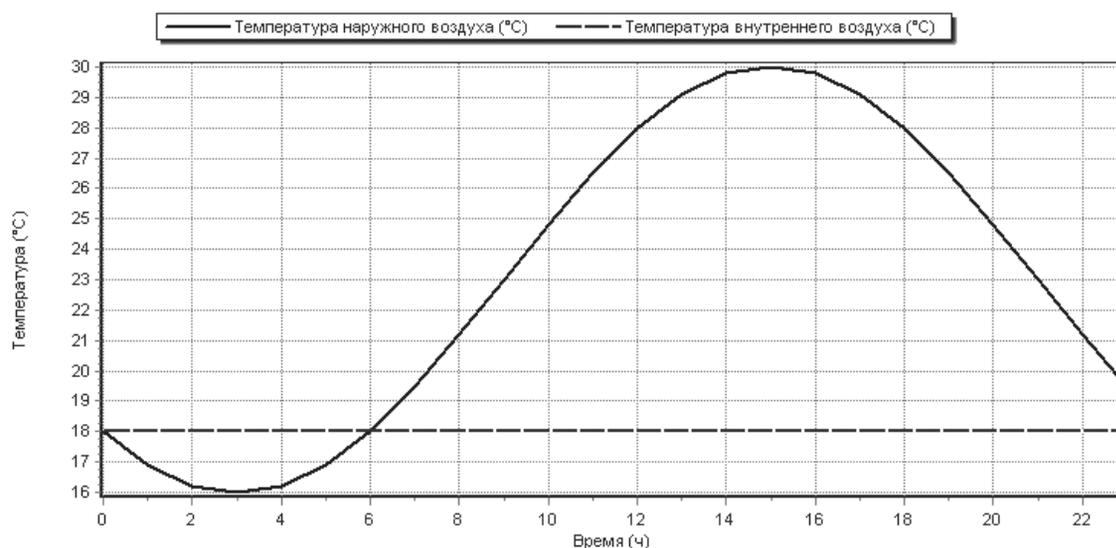


Рисунок В.2 – Изменение температур наружного и внутреннего воздуха (°C)

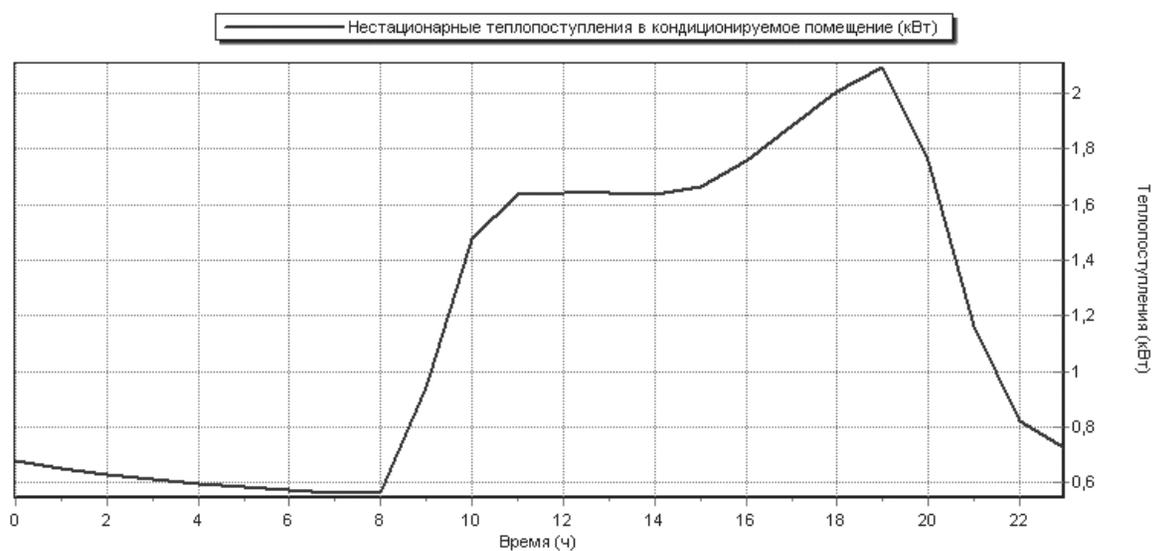


Рисунок В.3 – Изменение нестационарных теплопоступлений в кондиционируемое помещение (кВт)

Пример расчета ожидаемого нестационарного суточного теплового режима помещения

В данном примере при заданной холодопроизводительности системы кондиционирования воздуха рассчитывают ожидаемый нестационарный суточный тепловой режим помещения.

Г.1 Исходные данные

Исходные данные те же, что и в примере, приведенном в приложении В, за исключением:

7.1. Цель расчета..... расчет ожидаемого нестационарного суточного теплового режима помещения

7.2. Способ задания холодопроизводительности постоянная величина

7.3. Холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха..... 1,0 кВт

Г.2 Результаты расчета

Результаты расчета в табличном виде приведены в таблицах Г.1 и Г.2.

Таблица Г.1 – Изменение параметров в течение суток

Время (ч)	Температура наружного воздуха (°С)	Кратность воздухообмена (1/ч)	Технологические и бытовые теплопоступления в помещение (кВт)	Температура внутреннего воздуха (°С)	Холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха (кВт)
0,0	18,05	1,00	0,000	19,99	1,000
1,0	16,94	1,00	0,000	19,75	1,000
2,0	16,24	1,00	0,000	19,53	1,000
3,0	16,00	1,00	0,000	19,33	1,000
4,0	16,24	1,00	0,000	19,14	1,000
5,0	16,94	1,00	0,000	18,97	1,000
6,0	18,05	1,00	0,000	18,81	1,000
7,0	19,50	1,00	0,000	18,65	1,000
8,0	21,19	1,00	0,000	18,52	1,000
9,0	23,00	1,00	0,500	19,51	1,000
10,0	24,81	1,00	1,000	20,70	1,000
11,0	26,50	1,00	1,000	20,97	1,000
12,0	27,95	1,00	1,000	21,17	1,000
13,0	29,06	1,00	1,000	21,34	1,000
14,0	29,76	1,00	1,000	21,50	1,000
15,0	30,00	1,00	1,000	21,72	1,000
16,0	29,76	1,00	1,000	22,10	1,000
17,0	29,06	1,00	1,000	22,54	1,000
18,0	27,95	1,00	1,000	22,98	1,000
19,0	26,50	1,00	1,000	23,36	1,000
20,0	24,81	1,00	0,500	22,54	1,000
21,0	23,00	1,00	0,000	21,25	1,000
22,0	21,19	1,00	0,000	20,64	1,000
23,0	19,50	1,00	0,000	20,29	1,000

Таблица Г.2 – Средние, максимальные и минимальные значения температуры, воздухообмена, теплопоступлений и время их достижения

Значение	Температура наружного воздуха (°C)	Кратность воздухообмена (1/ч)	Технологические и бытовые теплопоступления в помещении (кВт)	Температура внутреннего воздуха (°C)	Холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха (кВт)
Среднее	23,00	1,00	0,458	20,64	1,000
Максимальное	30,00	1,00	1,000	23,36	1,000
Время достижения (ч)	15,00	0,00	10,000	19,00	0,000
Минимальное	16,00	1,00	0,000	18,52	1,000
Время достижения (ч)	3,00	0,00	0,000	8,00	0,000

Результаты расчета в графическом виде представлены на рисунке Г.1.

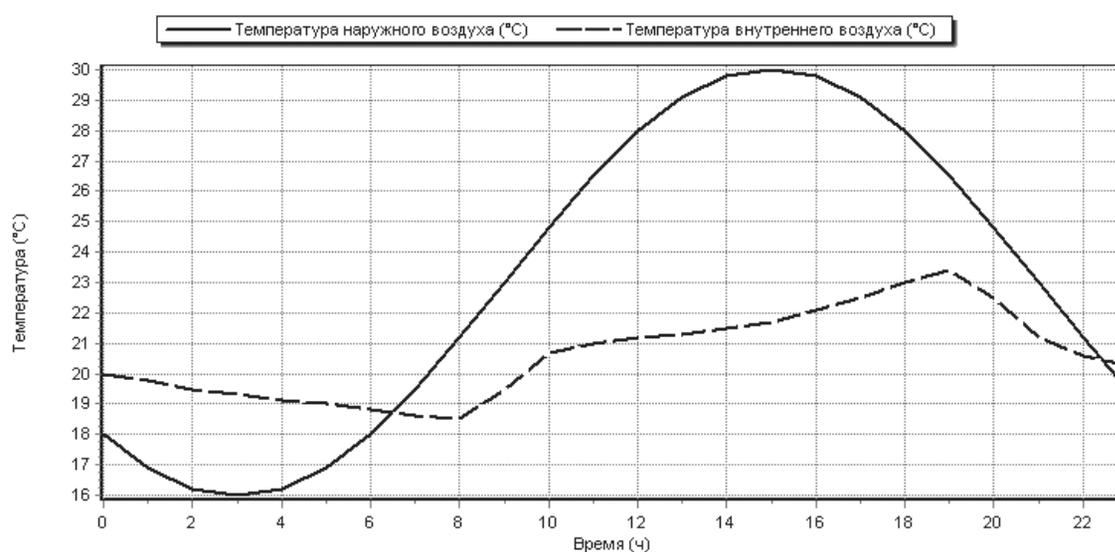


Рисунок Г.1 – Изменение температур внутреннего и наружного воздуха (°C)

Библиография

- [1] Стандарт организации СТО НП «АВОК» 2.1–2008 Здания жилые и общественные.
Нормы воздухообмена
- [2] Руководство АВОК-8–2011 Руководство по расчету теплотребления
эксплуатируемых жилых зданий
- [3] Табунщиков Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2002.
- [4] Табунщиков Ю. А. Определение теплоступлений в помещение от солнечной радиации через заполнения световых проемов / Ю. А. Табунщиков, М. А. Гуревич, Ф. В. Ключников // Исследования по строительной теплофизике: сб. тр. НИИ строительной физики. – М., 1984.
- [5] Табунщиков Ю. А. Программа расчета нестационарного теплового режима помещений жилых, гражданских и промышленных зданий в летних условиях / Ю. А. Табунщиков, Ю. А. Матросов. – М.: ЦНИПИИАСС, 1977.
- [6] Табунщиков Ю. А. Программа расчета теплоустойчивости и температурного режима помещений в летних условиях / Ю. А. Табунщиков, Ф. Г. Алиев, Т. Г. Юрханова. – М.: ЦНИПИИАСС, 1975.
- [7] ASHRAE Handbook – Fundamentals – SI Edition. 2005. Ch. 31.

УДК 697.34:696.2(083.74)

Ключевые слова: нестационарные теплопоступления, тепловой режим помещения, кондиционирование воздуха, температура внутреннего воздуха

Руководитель проекта *М. М. Бродач*
Редактор *П. А. Корсунская*
Ответственный за производство *А. Г. Жучков*
Корректор *Н. О. Рычкова*
Компьютерная верстка *Г. Р. Арифудин*

Подписано в печать 18.01.2012. Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Фрисет. Печать офсетная. Тираж 500 экз.

ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС»
127051, Москва, а/я 141, «АВОК-ПРЕСС»
www.abokbook.ru, e-mail: book@abok.ru
Тел.: (495) 621-80-48, 621-64-29

Отпечатано в ООО «Юнион Принт»

ISBN 978-5-98267-074-8



9 785982 670748