



РУКОВОДСТВО АВОК

РУКОВОДСТВО ПО РАСЧЕТУ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

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



РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

РАСЧЕТ НАГРУЗКИ НА СИСТЕМУ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯХ

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



РУКОВОДСТВО АВОК

ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

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



РУКОВОДСТВО АВОК

РУКОВОДСТВО ПО РАСЧЕТУ ТЕПЛОПOTЕРЬ ПОМЕЩЕНИЙ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

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



РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК

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



РУКОВОДСТВО АВОК

НОРМЫ И ПРАВИЛА ПО РАСЧЕТУ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК НА ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. ТРЕБОВАНИЯ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ВВОДОВ В ЗДАНИЯ

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



РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

КЛАССЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

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



РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

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

ISBN 5-98267-003-0

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
КОМПЛЕКС АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА,
РАЗВИТИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДА

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**по организации воздухообмена в квартирах
многоэтажного жилого дома**

ТР АВОК-4

Москва



АВОК СЛОВАРЬ

HVAC DICTIONARY



Англо-русский, русско-английский словарь технических терминов и словосочетаний по отоплению, вентиляции, охлаждению, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике

Расчет теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий



РУКОВОДСТВО АВОК



**РУКОВОДСТВО
ПО РАСЧЕТУ
ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ
ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

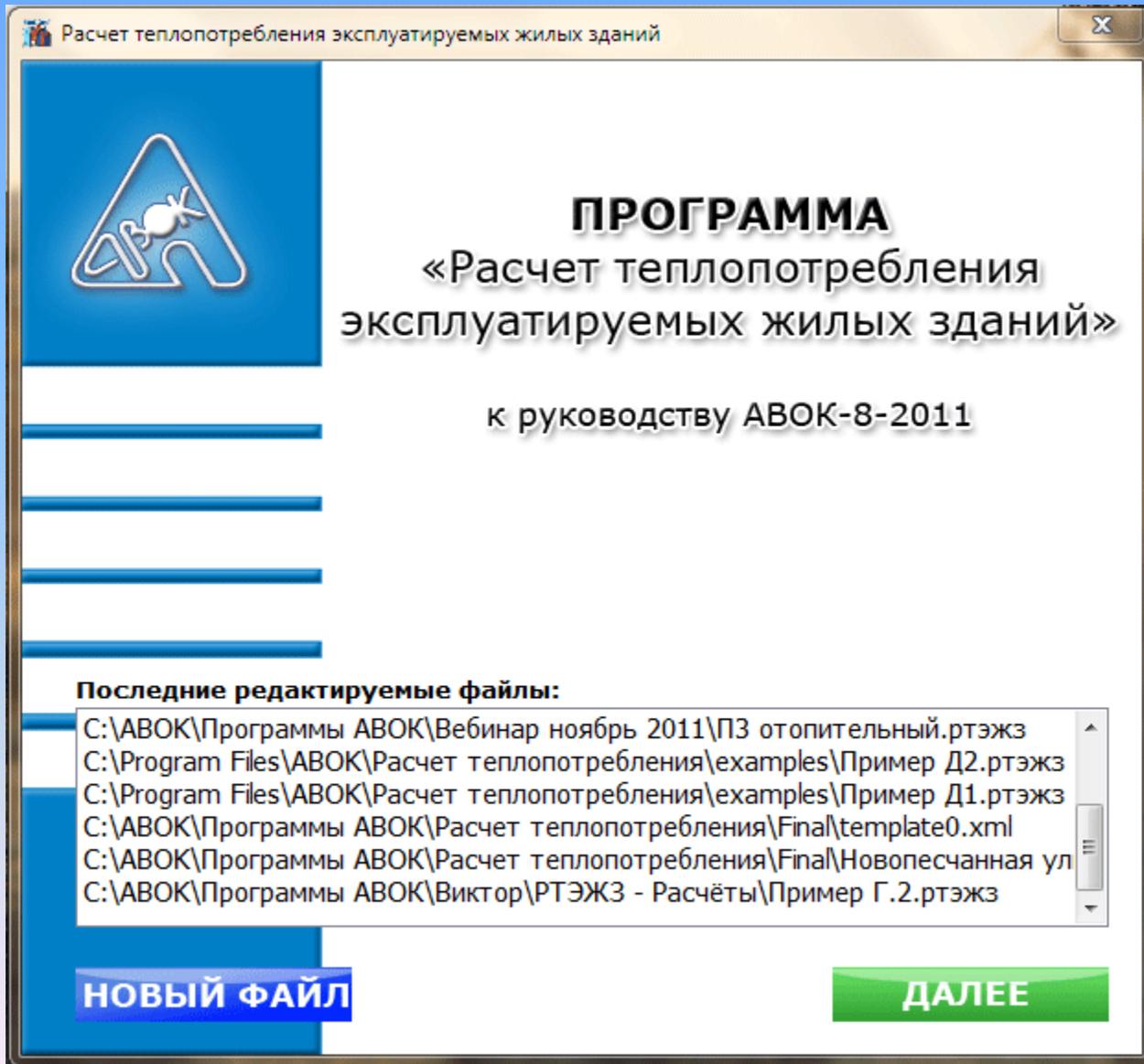
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО
«Инженеры по отоплению, вентиляции,
кондиционированию воздуха, теплоснабжению
и строительной теплофизике» (НП «АВОК»)
www.abok.ru

Постановка задачи

- Рассчитать теплотребление **на отопление, вентиляцию и ГВС** 16-ти этажного жилого здания типовой серии ПЗ (4 секции, 256 квартир), расположенного в Москве:
 - до капитального ремонта
 - после капитального ремонта
 - за отопительный период
 - за один месяц (ноябрь)



Запуск программы



Описание расчетного периода

Расчет теплотребления эксплуатируемых жилых зданий

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи

Отопительный период

Объект (здание)

Наружные ограждающие конструкции

Остекление

Лестнично-лифтовые узлы

Горячее водоснабжение

Результаты расчета

Отопительный период

Способ задания данных

1 - данные задаются пользователем ?

1 - данные задаются пользователем

2 - данные принимаются для Москвы за отопительный период ?

214 ?

Средняя за период температура внутреннего воздуха в здании (°C)

20 ?

Средняя за период температура наружного воздуха (°C)

-3,1 ?

Расчетная температура наружного воздуха (°C)

-28 ?

Средняя за период скорость ветра (м/с)

3,8

Вы можете сохранить введенные данные для конкретного города.

Сохранить Удалить

Описание объекта

Расчет теплотребления эксплуатируемых жилых зданий

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи

Отопительный период

Объект (здание)

Наружные ограждающие конструкции

Остекление

Лестнично-лифтовые узлы

Горячее водоснабжение

Результаты расчета

Количество квартир в здании
256

Строительный объем отапливаемой части здания (куб. м)
51380

Общая площадь квартир (кв. м)
17217

Площадь квартир без летних помещений (кв. м)
16700 ?

Площадь жилых помещений в квартирах (кв. м)
10022

Площадь пола кухонь (кв. м)
2815

Расчетное число жителей (чел.)
865

Высота здания (м)
50 ?

Высота этажа (м)
2,8 ?

Тип системы автоматического регулирования подачи теплоты на отопление
1 - система без термостатов и без авторегулирования на ?

Тип здания по снижению использования теплоступлений
2 - здание строительства до 2000 г. и не подвергавшееся ?

Тип здания по дополнительному теплотреблению

Описание объекта

Тип системы автоматического регулирования подачи теплоты на отопление

1 - система без термостатов и без авторегулирования на ▼ ?

Тип здания по снижению использования теплоступлений

2 - здание строительства до 2000 г. и не подвергавшееся ▼ ?

Тип здания по дополнительному теплоснабжению

1 - многосекционное или другое протяженное здание ▼ ?

Наличие встроенных помещений общественного назначения

1 - встроенные помещения отсутствуют ▼ ?

Способ учета потребления тепловой энергии

1 - отсутствие поквартирного учета потребленной теплоты ▼ ?

Наружные ограждающие конструкции

Расчет теплотребления эксплуатируемых жилых зданий

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи
Отопительный период
Объект (здание)
Наружные ограждающие конструкции
Остекление
Лестнично-лифтовые узлы
Горячее водоснабжение
Результаты расчета

Наружные ограждающие конструкции

Наименование ограждающей конструкции	Площадь (кв. м)	Приведенное сопротивление теплопередаче (кв. м ² С/Вт)	Тип ограждающей конструкции	Температура снаружи ограждения (°С)
Наружные стены	9356	0,84	1	0
Окна и балконные двери	2546	0,344	1	0
Входные наружные двери	52	0,344	1	0
Перекрытие над подпольем	1380	0,57	3	14
Чердачное перекрытие	1380	0,33	3	16

Добавить
Применить
Отмена

Наименование ограждающей конструкции
Наружные стены

Площадь (кв. м)
9356

Приведенное сопротивление теплопередаче (кв. м²С/Вт)
0,84

Тип ограждающей конструкции
1 - наружные стены и окна, покрытия, совмещенные с п... ?

Температура снаружи ограждения (°С)
0 ?

Остекление

Расчет теплотребления эксплуатируемых жилых зданий

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи
Отопительный период
Объект (здание)
Наружные ограждающие конструкции
Остекление
Лестнично-лифтовые узлы
Горячее водоснабжение
Результаты расчета

Остекление

Площадь поверхности светопроемов квартир (кв. м)
2330 ?

В том числе площадь окон в кухнях (кв. м)
545

Площадь окон встроенных помещений общественного назначения (кв. м)
0

Сопротивление воздухопроницанию окон (кв. м²·ч/кг)
0,122 ?

Коэффициент относительного проникания солнечной радиации
0,62 ?

Коэффициент затенения непрозрачными элементами заполнения
0,7 ?

Площадь поверхности светопроемов квартир и встроенных помещений общественного назначения различной ориентации

Ориентация на юг (кв. м)
0

Ориентация на юго-запад (кв. м)
0

Ориентация на запад (кв. м)
1025

Ориентация на северо-запад (кв. м)
0

Интенсивность солнечной радиации

Расчет теплотребления эксплуатируемых жилых зданий

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи
Отопительный период
Объект (здание)
Наружные ограждающие конструкции
Остекление
Лестнично-лифтовые узлы
Горячее водоснабжение
Результаты расчета

Ориентация на северо-запад (кв. м)
0

Ориентация на север (кв. м)
0

Ориентация на северо-восток (кв. м)
0

Ориентация на восток (кв. м)
1305

Ориентация на юго-восток (кв. м)
0

Интенсивность солнечной радиации для светопроемов различной ориентации

Способ задания данных
2 - данные принимаются для Москвы за отопительный пе ?

Ориентация на юг (кВт·ч/кв. м)
300

Ориентация на север (кВт·ч/кв. м)
114

Ориентация на запад и восток (кВт·ч/кв. м)
178

Ориентация на юго-запад и юго-восток (кВт·ч/кв. м)
262

Ориентация на северо-запад и северо-восток (кВт·ч/кв. м)
121

Лестнично-лифтовые узлы

Расчет теплотребления эксплуатируемых жилых зданий

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи
Отопительный период
Объект (здание)
Наружные ограждающие конструкции
Остекление
Лестнично-лифтовые узлы
Горячее водоснабжение
Результаты расчета

Лестнично-лифтовые узлы

Тип лестнично-лифтовых узлов

1 - без лестничных клеток, отделенных наружными пере> ?

1 - без лестничных клеток, отделенных наружными переходами
2 - с лестничными клетками, отделенными наружными переходами

Суммарная площадь окон лестнично-лифтовых узлов (кв. м)

216

Расчетная температура воздуха в ЛЛУ и входных вестибюлях (°C)

16

Система горячего водоснабжения

Расчет теплотребления эксплуатируемых жилых зданий

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи
Отопительный период
Объект (здание)
Наружные ограждающие конструкции
Остекление
Лестнично-лифтовые узлы
Горячее водоснабжение
Результаты расчета

Горячее водоснабжение

Тип системы горячего водоснабжения

3 - с неизолированными стояками и с полотенцесушителями ?

Коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения, определяют согласно табл. 2 руководства.

- 1 - с изолированными стояками без полотенцесушителей
- 2 - с изолированными стояками и с полотенцесушителями
- 3 - с неизолированными стояками и с полотенцесушителями

Наличие сетей горячего водоснабжения

1 - при наличии сетей горячего водоснабжения после ЦТ ?

1 - при наличии сетей горячего водоснабжения после ЦТП
2 - без сетей горячего водоснабжения

Средний расход воды одним пользователем (л/сут)

105 ?

Средний за отопительный период расход воды одним пользователем (жителем) принимают согласно п. 5.1 руководства.

Количество дней отключения горячего водоснабжения (сут)

365-344 = 21 ?

Принимают количество дней отключения горячего водоснабжения в летнее время для ремонта.

Окно результатов расчета

Расчет теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи
Отопительный период
Объект (здание)
Наружные ограждающие конструкции
Остекление
Лестнично-лифтовые узлы
Горячее водоснабжение
Результаты расчета

Результаты расчета

Полный отчет

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

1. ТЕПЛОПТЕРИ И ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ ЗА АНАЛИЗИРУЕМЫЙ ПЕРИОД

1.1. Суммарная площадь наружных ограждающих конструкций [кв. м]	=	14 714
1.2. Компактность здания [1/м]	=	0,3
1.3. Заселенность квартир [кв. м/чел.]	=	20
1.4. Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции [кВт·ч]	=	2 294 546
1.5. Приведенные теплопотери через квадратный метр наружных ограждающих конструкций, отнесенные к одному градусу перепада температур между внутренним и наружным воздухом [Вт/кв. м·°С]	=	1,3
1.6. Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации [кВт·ч]	=	1 797 423
1.7. Бытовые теплопоступления в квартирах и в помещениях общественного назначения [кВт·ч]	=	875 041
1.8. Удельные бытовые теплопоступления [Вт/кв. м]	=	17
1.9. Теплопоступления через наружные светопрозрачные ограждающие конструкции от солнечной радиации с учетом ориентации фасадов по восьми румбам [кВт·ч]	=	179 997

2. КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ЗА АНАЛИЗИРУЕМЫЙ ПЕРИОД

2.1. Количество тепловой энергии, требуемой для отопления и вентиляции [кВт·ч]	=	4 117 243
2.2. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию [кВт·ч/кв. м]	=	247

3. КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЗА АНАЛИЗИРУЕМЫЙ ПЕРИОД

*.doc

Результаты расчета

Показатель	Значение
Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции, кВт·ч	2 294 546
Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации, кВт·ч	1 797 423
Бытовые тепlopоступления в квартирах и в помещениях общественного назначения, кВт·ч	875 041
Тепlopоступления через наружные светопрозрачные ограждающие конструкции от солнечной радиации с учетом ориентации фасадов по восьми румбам, кВт·ч	179 997
Количество тепловой энергии, требуемой для отопления и вентиляции, кВт·ч	4 117 243
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, кВт·ч/кв. м	247

Расчет количества тепловой энергии на горячее водоснабжение

3. КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЗА АНАЛИЗИРУЕМЫЙ ПЕРИОД		
3.1. Средний расчетный за сутки объем потребления горячей воды [куб. м/сут]	=	91
3.2. Объем потребления горячей воды в течение года [куб. м/год]	=	30 065
3.3. Количество тепловой энергии, потребляемой системой горячего водоснабжения за сутки [кВт·ч/сут]	=	7 152
3.4. Количество тепловой энергии, потребляемой системой горячего водоснабжения за год с учетом выключения системы на ремонт [кВт·ч]	=	2 267 449
3.5. Удельный расход тепловой энергии на горячее водоснабжение за год [кВт·ч/кв. м]	=	132

Печать Документ WORD *.doc Сохранить отчет

Снижение энергопотребления при утеплении здания

- Утепление стен

$$R_w = 0,84 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} \rightarrow R_w = 3,15 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

- Применение двухкамерных стеклопакетов в одинарных ПВХ-переплетах

$$R_f = 0,344 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} \rightarrow R_f = 0,57 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{a.f} = 0,122 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг} \rightarrow R_{a.f} = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$$

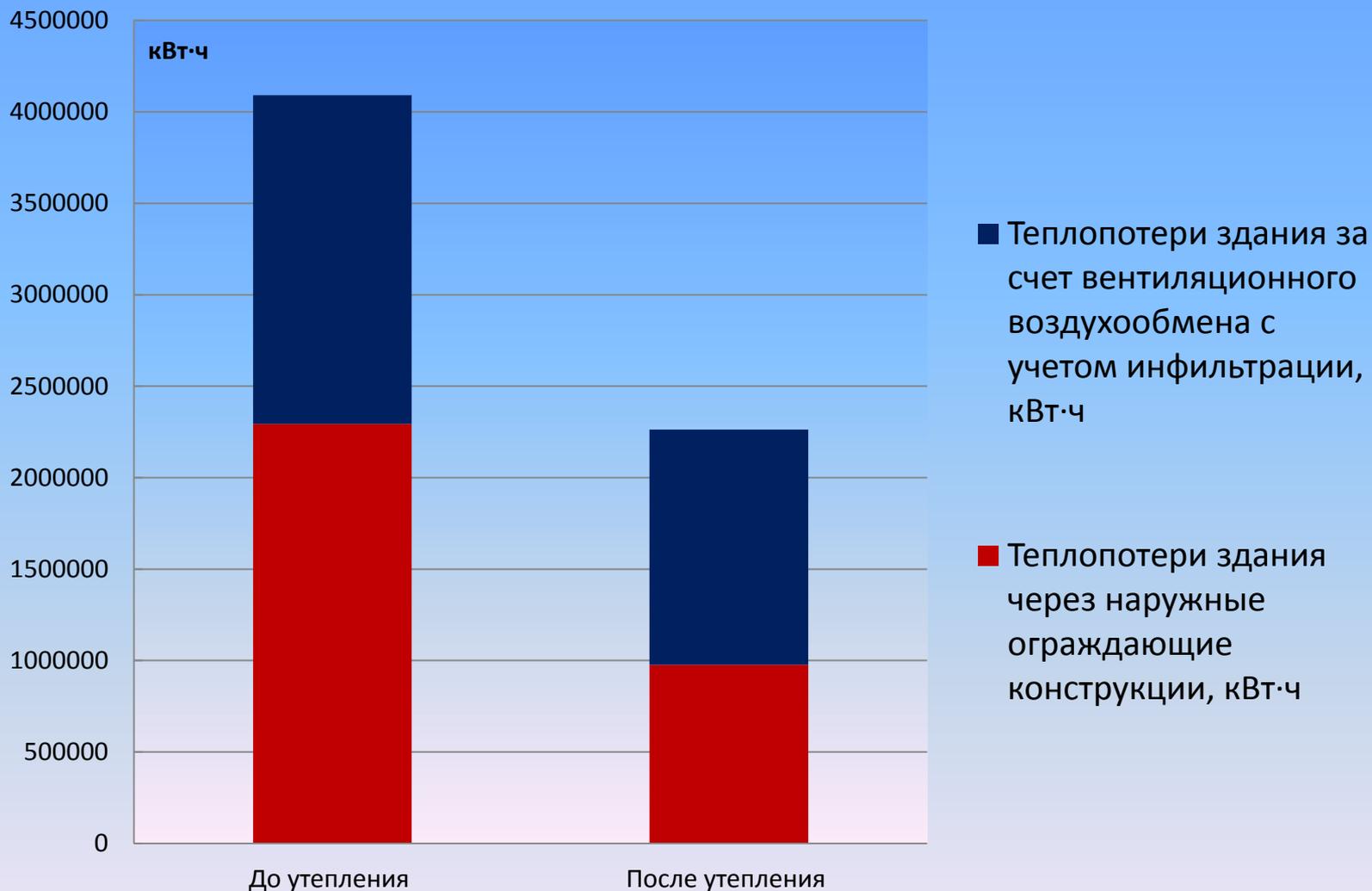
- Замена наружных дверей

$$R_{ed} = 0,344 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} \rightarrow R_{ed} = 0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Результаты расчета

Показатель	До утепления	После утепления
Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции, кВт·ч	2 294 546	976 576
Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации, кВт·ч	1 797 423	1 286 163
Бытовые теплопоступления в квартирах и в помещениях общественного назначения, кВт·ч	875 041	875 041
Теплопоступления через наружные светопрозрачные ограждающие конструкции от солнечной радиации с учетом ориентации фасадов по восьми румбам, кВт·ч	179 997	245 526
Количество тепловой энергии, требуемой для отопления и вентиляции, кВт·ч	4 117 243	1 645 202
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, кВт·ч/кв. м	247	99

Результаты расчета



Энергопотребление за месяц

- Расчет за ноябрь месяц при нормативных значениях параметров наружного климата утепленного и неутепленного зданий при тех же исходных данных

Расчетный период

Способ задания данных

1 - данные задаются пользователем



1 - данные задаются пользователем

2 - данные принимаются для Москвы за отопительный период

Продолжительность отопительного периода (сут)

30



Продолжительность отопительного периода принимают согласно п. 4.2 руководства.

Продолжительность текущего месяца или иного отрезка времени принимают согласно п. 4.9 руководства.

Продолжительность отопительного периода для Москвы составляет 214 сут.

Средняя за период температура внутреннего воздуха в здании (°C)

20



Принимают согласно п. 4.2 руководства.

Средняя за период температура наружного воздуха (°C)

-1,9



Среднюю за отопительный период температуру наружного воздуха принимают согласно п. 4.2 руководства.

Фактическое значение средней за отопительный период температуры наружного воздуха определяют по формуле (10) руководства.

Среднюю температуру наружного воздуха текущего месяца или иного отрезка времени определяют по формуле (12) руководства.

Расчетная температура наружного воздуха (°C)

-28



Расчетную температуру наружного воздуха для проектирования отопления принимают по п. 4.2 руководства.

Средняя за период скорость ветра (м/с)

3,8

Вы можете сохранить введенные данные для конкретного города.

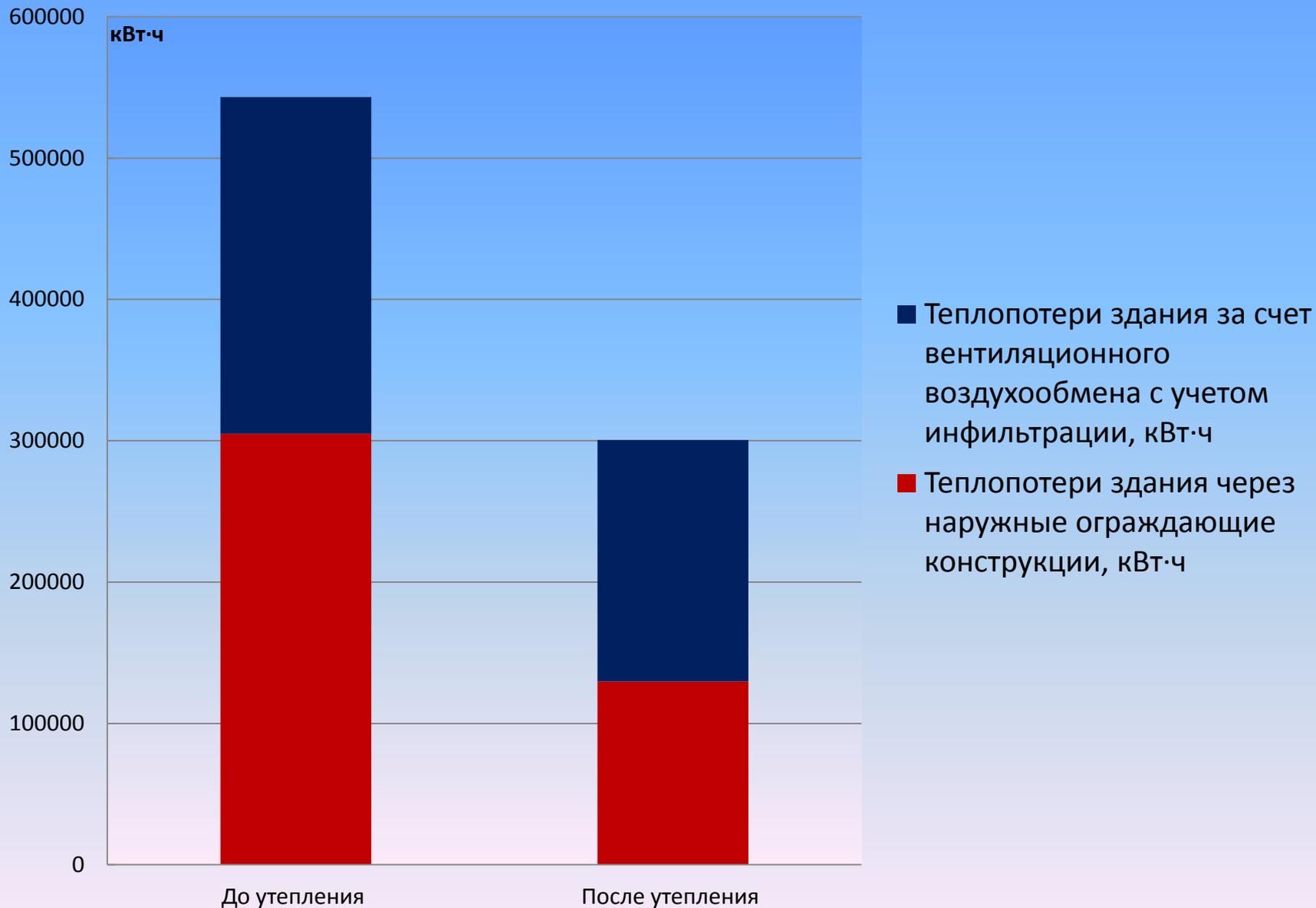
Сохранить

Удалить

Результаты расчета за ноябрь

Показатель	До утепления	После утепления
Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции, кВт·ч	304 955	129 791
Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации, кВт·ч	238 244	170 774
Бытовые теплопоступления в квартирах и в помещениях общественного назначения, кВт·ч	122 669	122 669
Теплопоступления через наружные светопрозрачные ограждающие конструкции от солнечной радиации с учетом ориентации фасадов по восьми румбам, кВт·ч	10 112	13 794
Количество тепловой энергии, требуемой для отопления и вентиляции, кВт·ч	550 047	228 612
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, кВт·ч/кв. м	33	14

Результаты расчета



Пересчет на отопительный период

Показатель	До утепления	После утепления
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за ноябрь, кВт·ч/кв. м	33	14
Пересчет расчетного удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию на отопительный период, кВт·ч/кв. м	227	91
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период, кВт·ч/кв. м	247	99

Расчет теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий



РУКОВОДСТВО АВОК



**РУКОВОДСТВО
ПО РАСЧЕТУ
ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ
ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

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

РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК «Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных телопоступлениях»



Р НП «АВОК»



РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

РАСЧЕТ НАГРУЗКИ НА СИСТЕМУ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕЛОПОСТУПЛЕНИЯХ

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

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

СНиП II-33-75 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»

Расчет нагрузки на СКВ
только через остекление и
покрытие за счет солнечной
радиации





Госстрой СССР
ЦНИИПАСС

ФОНД АЛГОРИТМОВ
И ПРОГРАММ ДЛЯ ЭВМ
(В ОТРАСЛИ "СТРОИТЕЛЬСТВО")

АЛГОЛ-60

Программа расчета
теплоустойчивости и
температурного режима
помещений в летних
условиях

Программа расчета
теплоустойчивости
и температурного
режима помещений
в летних условиях

Фонд алгоритмов
и программ для ЭВМ
№ 3632/21

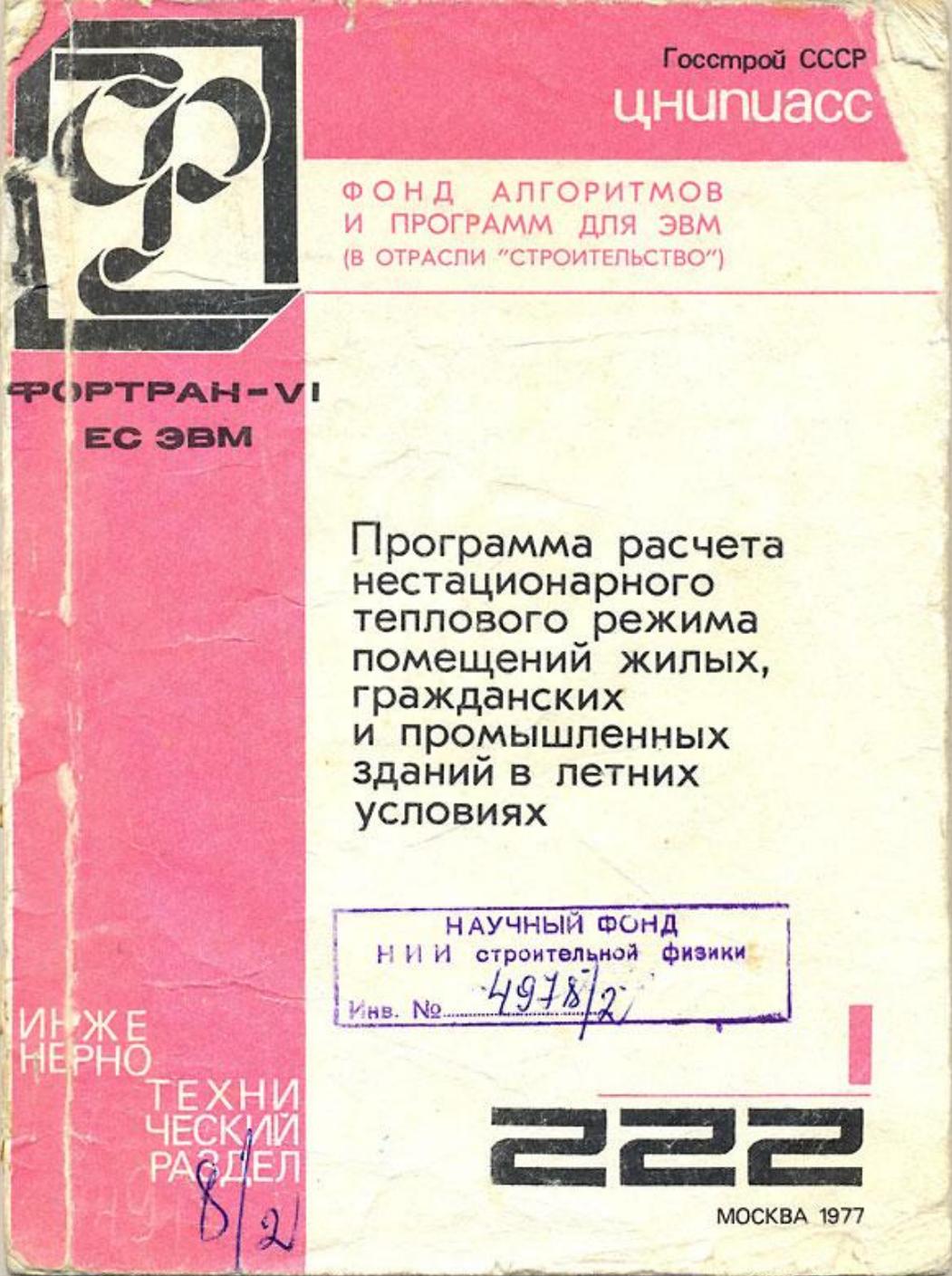
ИНЖЕ
НЕРНО
ТЕХНИ
ЧЕСКИЙ
РАЗДЕЛ

3632/21

210

МОСКВА 1975

Программа расчета
нестационарного
теплового режима
помещений жилых,
гражданских и
промышленных зданий в
летних условиях



**Ю. А. Табунщиков,
М. А. Гуревич,
Ф. В. Ключников**

**Определение
телопоступлений в
помещение от
солнечной радиации
через заполнения
световых проемов**

ГОССТРОЙ СССР
НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ
СТРОИТЕЛЬНОЙ
ФИЗИКИ

1984

сборник трудов института

ИССЛЕДОВАНИЯ
ПО СТРОИТЕЛЬНОЙ
ТЕПЛОФИЗИКЕ

В основу расчета положены **математическая модель** теплового режима помещения и **вычислительные алгоритмы**, приведенные в монографии Ю.А.Табунщикова «Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий»

Техническая библиотека НП «АВОК»

Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий



Табунщиков Ю. А. Бродяч М. М.

**ФИЗИЧЕСКАЯ И
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА
КОНДИЦИОНИРУЕМОГО
ПОМЕЩЕНИЯ**

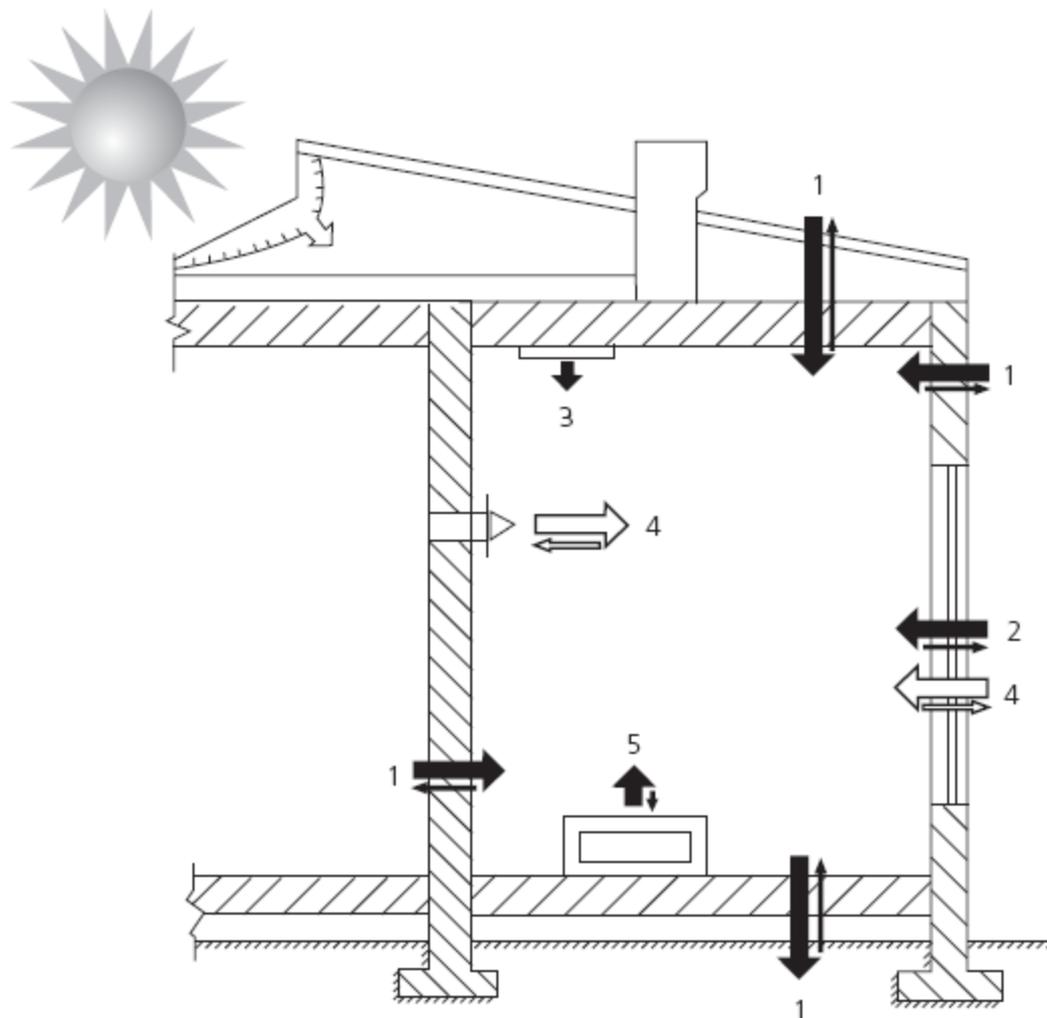


Рисунок 2 – Схема теплового баланса помещения:
теплопотери или теплопоступления:

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

Физическая модель помещения

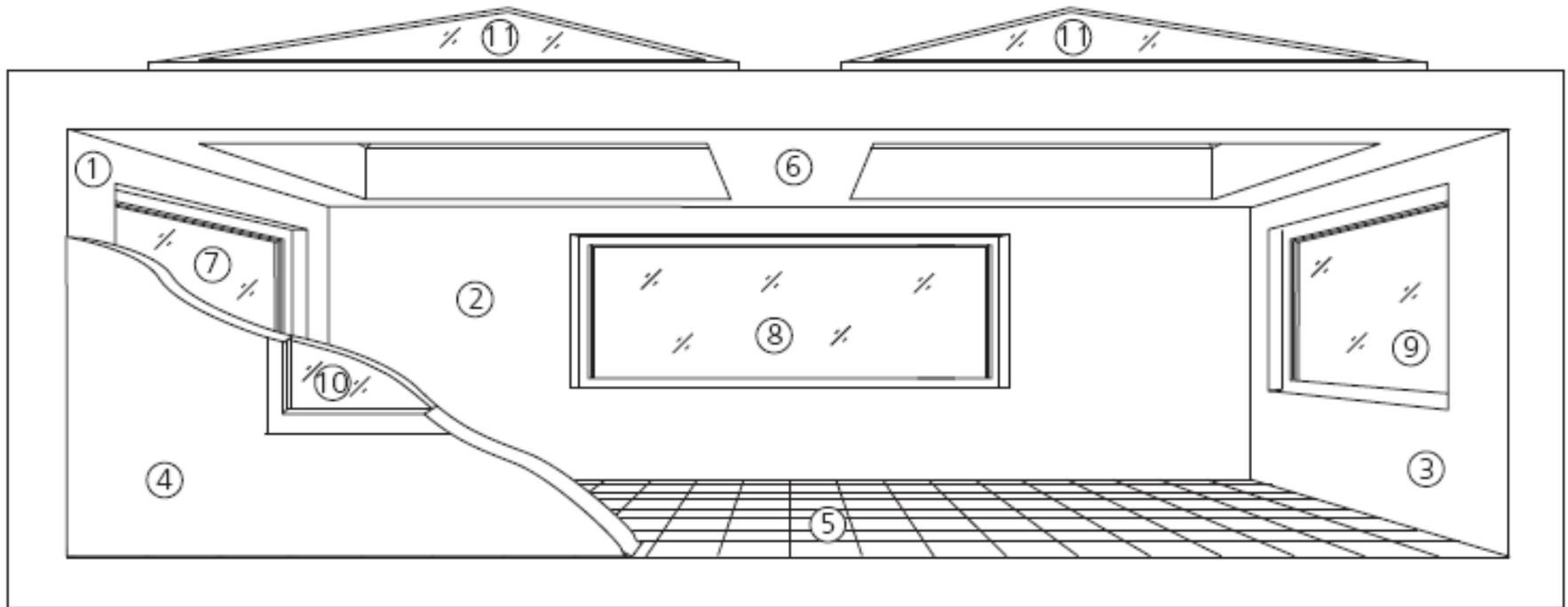


Рисунок 1 – Физическая модель помещения:
светонепроницаемые ограждающие конструкции:
1–4 – стены; 5 – перекрытие; 6 – покрытие;
светопроницаемые ограждающие конструкции:
7–10 – заполнения световых проемов; 11 – заполнения зенитных фонарей

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**

Математическая модель теплового баланса помещения учитывает следующие показатели:

- **наличие многослойных ограждающих конструкций**

Математическая модель теплового баланса помещения учитывает следующие показатели:

- **наличие светопроницаемых ограждающих конструкций (оконных заполнений витражей, зенитных фонарей и т. д.) с солнцезащитными устройствами**

Математическая модель теплового баланса помещения учитывает следующие показатели:

- **постоянный или переменный в течение суток воздухообмен**

Математическая модель теплового баланса помещения учитывает следующие показатели:

- **наличие внутренних источников явных теплопоступлений в помещение**

Математическая модель теплового баланса помещения учитывает следующие показатели:

- **наличие теплоемких мебели или внутреннего оборудования**

Математическая модель теплового баланса помещения учитывает следующие показатели:

- **раздельный лучистый и конвективный теплообмен в помещении**

Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных тепlopоступлениях



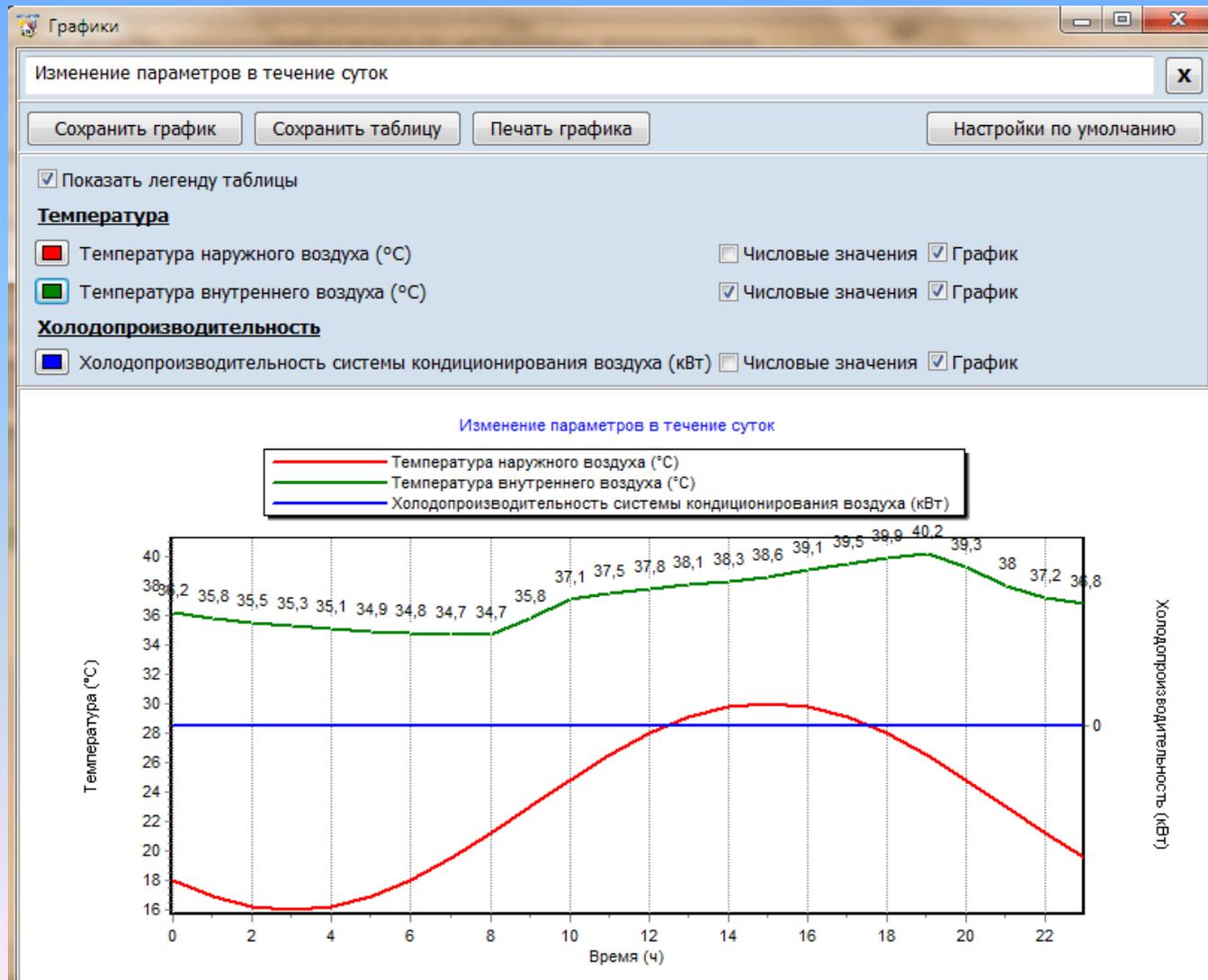
РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

РАСЧЕТ НАГРУЗКИ НА СИСТЕМУ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯХ

Расчет естественного теплового режима помещения

- **Офисное помещение, объем 72 м³**
- **Воздухообмен 1 обмен/ч**
- **Местоположение – Ростов-на-Дону**
- **Месяц – июль**
- **Внутренние технологические теплопоступления от освещения, офисного оборудования и т.д.**

Результаты расчета естественного теплового режима помещения



- **Воздухообмен 5 обмен/ч**
- **Солнцезащита**

Результаты расчета естественного теплового режима помещения при увеличенном воздухообмене и применении солнцезащиты

Температура

Температура наружного воздуха (°C)

Числовые значения График

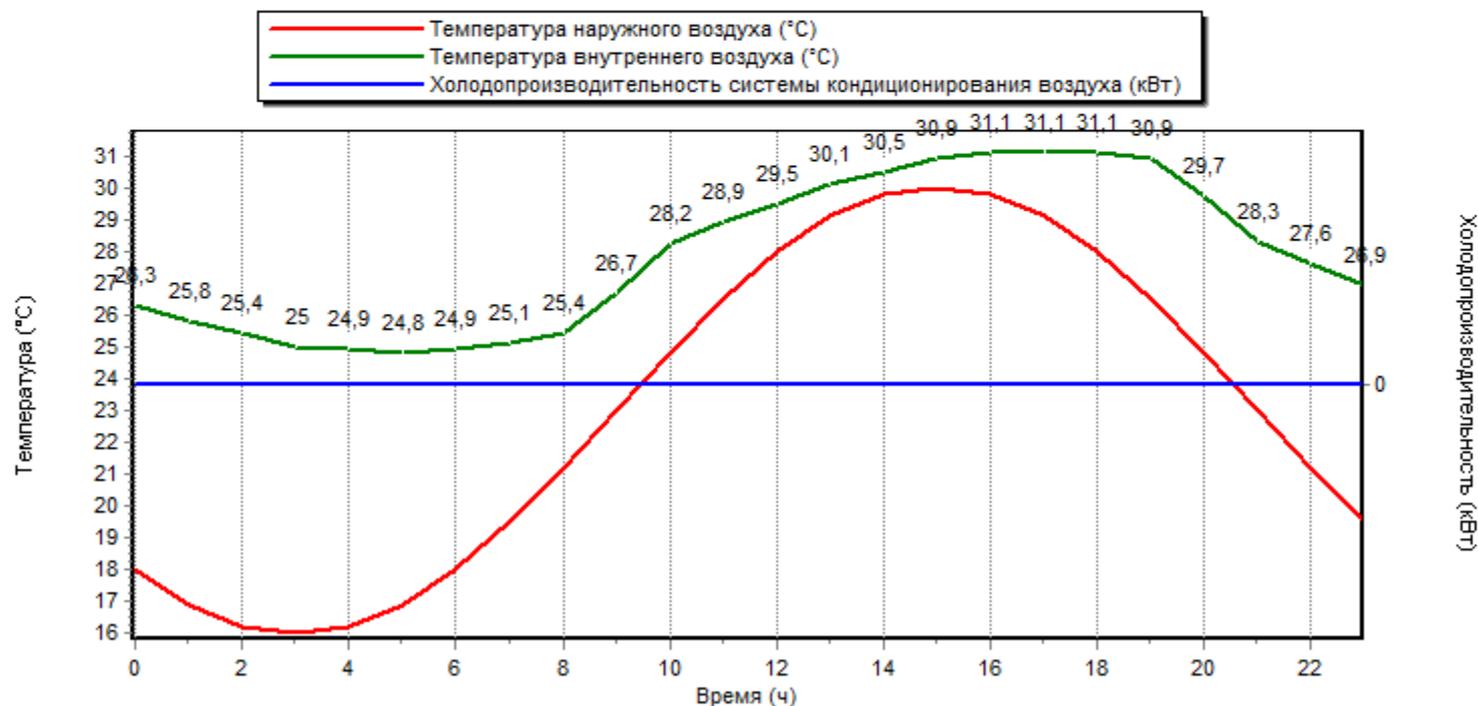
Температура внутреннего воздуха (°C)

Числовые значения График

Холодопроизводительность

Холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха (кВт) Числовые значения График

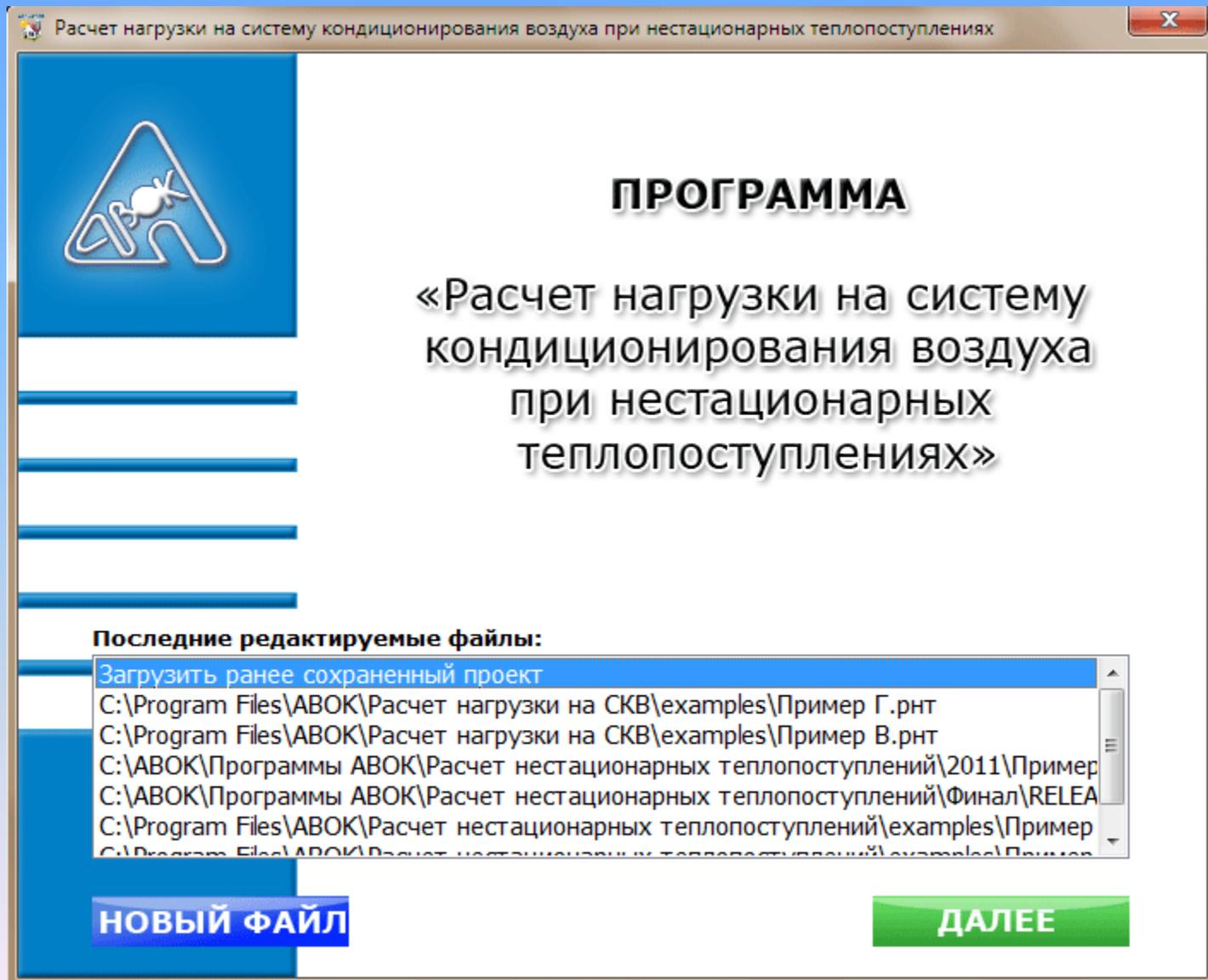
Изменение параметров в течение суток



Постановка задачи

- Задача 1. Рассчитать **нестационарные теплопоступления** в помещение здания общественно-делового назначения при заданной температуре внутреннего воздуха, то есть рассчитать нагрузку на систему кондиционирования воздуха

Запуск программы



Географические и климатические показатели

Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных теплоступлениях

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи	Географические и климатические показатели
Географические и климатические показатели	
Воздухообмен помещения	
Технологические и бытовые теплоступления в помещении	
Мебель, внутреннее оборудование	
Светонепроницаемые ограждающие конструкции	
Светопроницаемые ограждающие конструкции	
Решаемая задача	
Результаты расчета	

Географические и климатические показатели

Географическая широта (град)
44

Географическая долгота (град)
40

Временной пояс
4 ?

Расчетный месяц
7 ?

Расчетный день
15 ?

Среднее значение температуры наружного воздуха (°C)
23 ?

Амплитуда колебаний температуры наружного воздуха (°C)
7

Время достижения максимума температуры (ч)
15 ?

Облачность
0 ?

Воздухообмен помещения

Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных теплоступлениях

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи	Воздухообмен помещения
Географические и климатические показатели	
Технологические и бытовые теплоступления в помещении	
Мебель, внутреннее оборудование	
Светонепроницаемые ограждающие конструкции	
Светопроницаемые ограждающие конструкции	
Решаемая задача	
Результаты расчета	

Воздухообмен помещения

Объем помещения (куб. м)

Способ задания кратности воздухообмена

1 - постоянный воздухообмен

Кратность воздухообмена (1/ч)

Способ задания температуры приточного воздуха

2 - постоянная температура

Температура приточного воздуха (°C)

Воздухообмен помещения

Таблица кратности воздухообмена

Сохранить как... Добавить Выше
Загрузить... Изменить Ниже
Удалить

Время (ч)	Кратность воздухообмена (1/ч)
1	0,5
9	2
18	0,5

Таблица открыта

Технологические и бытовые теплопоступления в помещении

Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных теплопоступлениях

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи

Географические и климатические показатели

Воздухообмен помещения

Технологические и бытовые теплопоступления в помещении

Мебель, внутреннее оборудование

Светонепроницаемые ограждающие конструкции

Светопроницаемые ограждающие конструкции

Решаемая задача

Результаты расчета

Технологические и бытовые теплопоступления в помещении

Способ задания теплопоступлений

2 - переменные теплопоступления

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

Таблица теплопоступлений

Редактировать таблицу

В первом столбце таблицы указывают время (ч), отсчитываемое от начала текущих суток, во втором – соответствующее этому времени значение теплопоступлений (кВт).

Таблица теплопоступлений

Сохранить как... Добавить Выше

Загрузить... Изменить Ниже

Удалить

Время (ч)	Теплопоступления (кВт)
0	0
8	0
9	0.5
10	1
19	1
20	0.5
21	0

Мебель, внутреннее оборудование

Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных теплопоступлениях

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи	Мебель, внутреннее оборудование Относительная масса (кг/кв. м) <input type="text" value="100"/> ? Теплоемкость (Дж/(кг·°C)) <input type="text" value="2500"/> ?
Географические и климатические показатели	
Воздухообмен помещения	
Технологические и бытовые теплопоступления в помещение	
<u>Мебель, внутреннее оборудование</u>	
Светонепроницаемые ограждающие конструкции	

Светонепроницаемые ограждающие конструкции

Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных теплопоступлениях

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи

Географические и климатические показатели

Воздухообмен помещения

Технологические и бытовые теплопоступления в помещение

Мебель, внутреннее оборудование

Светонепроницаемые ограждающие конструкции

Ограждение 1 (стена)

Ограждение 2 (стена)

Ограждение 3 (стена)

Ограждение 4 (стена)

Ограждение 5 (покрытие)

Ограждение 6 (нижнее перекрытие)

Светопроницаемые ограждающие конструкции

Решаемая задача

Результаты расчета

Ограждение 5 (покрытие)

Описание
совмещенное покрытие

Площадь (кв. м)
24

Таблица толщин и теплофизических характеристик слоев (начиная с внутреннего)

Редактировать таблицу

Тип
1 - наружная ограждающая конструкция

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности
18,5

Коэффициент поглощения солнечной радиации
0,75

Таблица толщин и теплофизических характеристик слоев (начиная с внутреннего)

Наименование слоя	Толщина (м)	Коэффициент теплопроводности (Вт/(м·°C))	Объемная теплоемкость (кДж/(куб. м·°C))
железобетонная плита	0.22	1.55	2010
утеплитель (керамзитобетон)	0.2	0.2326	669
рулонный ковер	0.01	0.17	502
гравийная посыпка	0.02	1.74	1088

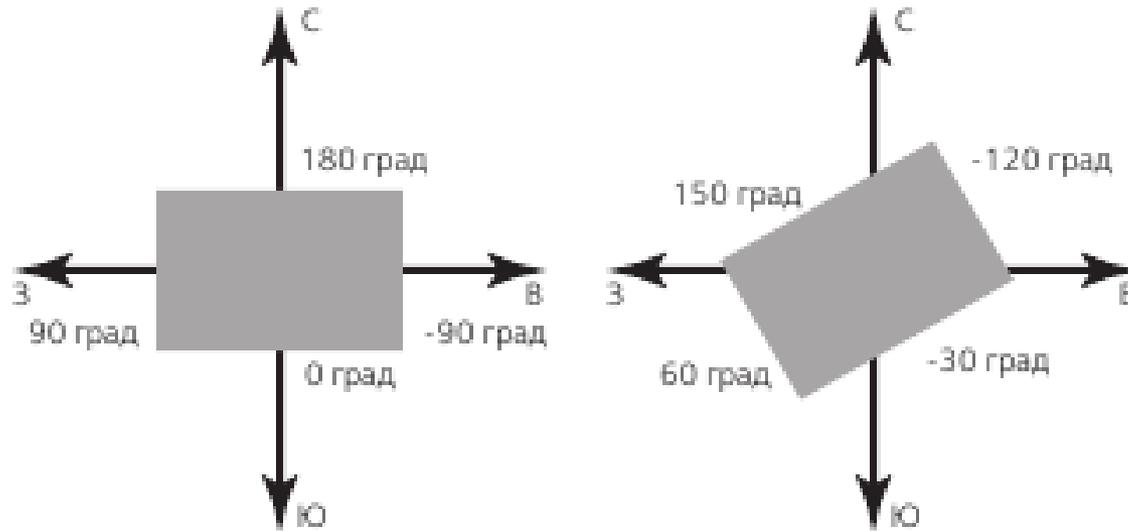
Светопроницаемые ограждающие конструкции

Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных теплоступлениях

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи	Описание
Географические и климатические показатели	окно
Воздухообмен помещения	Площадь (кв. м)
Технологические и бытовые теплоступления в помещении	3
Мебель, внутреннее оборудование	Термическое сопротивление (кв. м ⁰ С/Вт)
Светонепроницаемые ограждающие конструкции	0,3439
Светопроницаемые ограждающие конструкции	Коэффициент проникания прямой солнечной радиации
Ограждение 1 (вертикальная поверхность)	0,76 ?
Ограждение 2 (вертикальная поверхность)	Коэффициент проникания рассеянной солнечной радиации
Ограждение 3 (вертикальная поверхность)	0,62 ?
Ограждение 4 (вертикальная поверхность)	Коэффициент поглощения прямой солнечной радиации
Ограждение 5 (горизонтальная поверхность)	0,05 ?
Решаемая задача	Коэффициент поглощения рассеянной солнечной радиации
Результаты расчета	0,05 ?
	Ориентация поверхности (град)
	90 ?
	Размер горизонтального затенения (процент от высоты окна)
	0 ?
	Отступ горизонтального затенения (процент от высоты окна)
	0 ?

Примеры определения ориентации поверхности наружных ограждающих конструкций



Решаемая задача

Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных теплопоступлениях

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи
Географические и климатические показатели
Воздухообмен помещения
Технологические и бытовые теплопоступления в помещение
Мебель, внутреннее оборудование
Светонепроницаемые ограждающие конструкции
Светопроницаемые ограждающие конструкции
Ограждение 1 (вертикальная поверхность)
Ограждение 2 (вертикальная поверхность)
Ограждение 3 (вертикальная поверхность)
Ограждение 4 (вертикальная поверхность)
Ограждение 5 (горизонтальная поверхность)
Решаемая задача
Результаты расчета

Решаемая задача

Цель расчета

2 - расчет нестационарных теплопоступлений в кондицио ?

При расчете ожидаемого нестационарного суточного теплового режима помещения задают холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха (кВт), при расчете нестационарных теплопоступлений в кондиционируемое помещение – температуру внутреннего воздуха (°C).

1 - расчет ожидаемого нестационарного суточного теплового режима помещения
2 - расчет нестационарных теплопоступлений в кондиционируемое помещение

Способ задания температуры внутреннего воздуха

1 - постоянная величина ?

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

Температура внутреннего воздуха (°C)

18

Результаты расчета

Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных теплоступлениях

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи

Географические и климатические показатели

Воздухообмен помещения

Технологические и бытовые теплоступления в помещении

Мебель, внутреннее оборудование

Светонепроницаемые ограждающие конструкции

Светопроницаемые ограждающие конструкции

Ограждение 1 (вертикальная поверхность)

Ограждение 2 (вертикальная поверхность)

Ограждение 3 (вертикальная поверхность)

Ограждение 4 (вертикальная поверхность)

Ограждение 5 (горизонтальная поверхность)

Решаемая задача

Результаты расчета

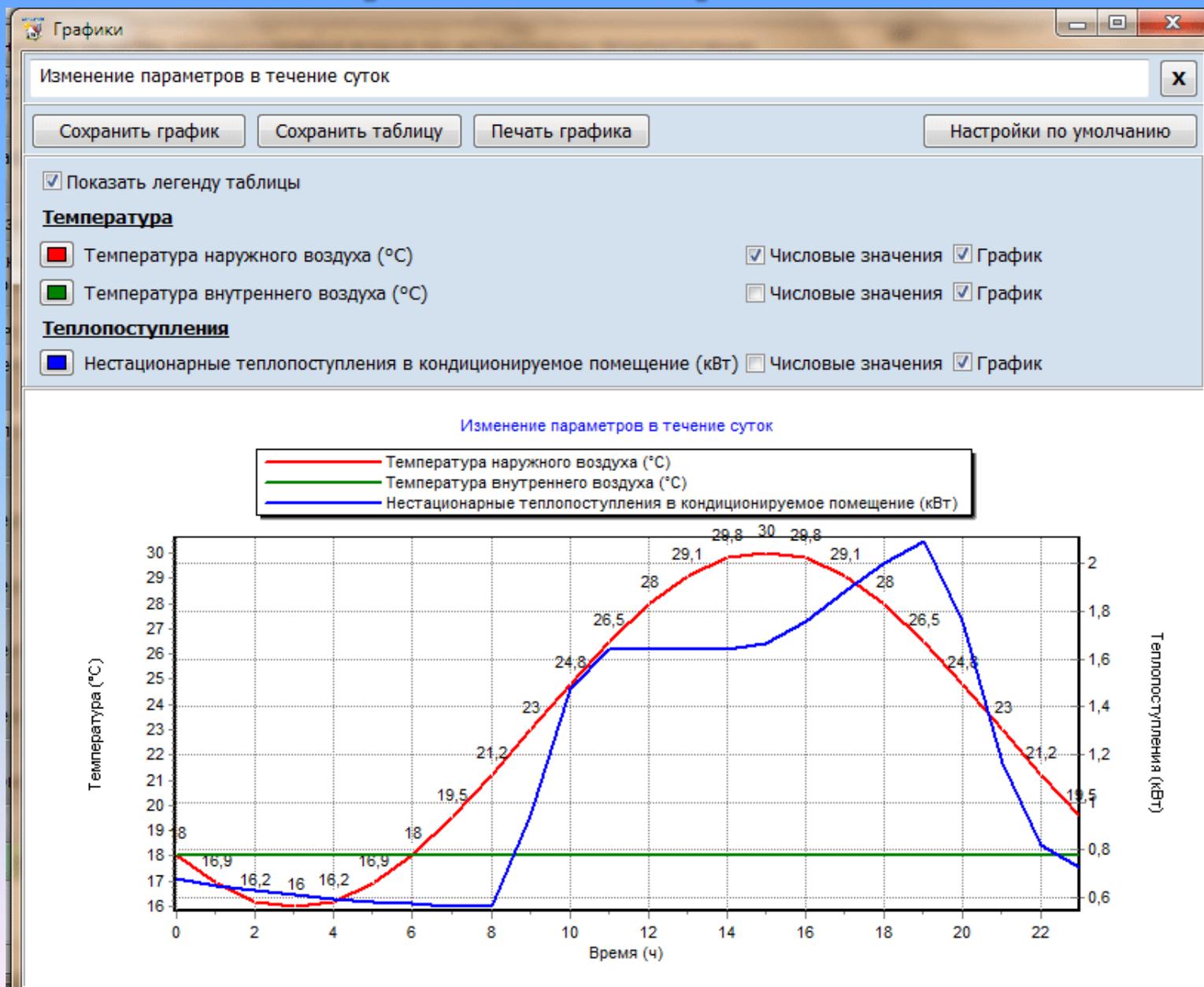
Результаты расчета ▾ Сформировать отчет

Изменение параметров в течение суток

Время (ч)	Температура наружного воздуха (°C)	Кратность воздухообмена (1/ч)	Технологические и бытовые теплоступления в помещении (кВт)	Температура внутреннего воздуха (°C)	Нестационарные теплоступления 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

Графики Печать Документ WORD *.doc ▾ Сохранить отчет

Результаты расчета



Постановка задачи

- Задача 2. Рассчитать **ожидаемый нестационарный суточный тепловой режим** помещения здания общественно-делового назначения при заданной холодопроизводительности системы кондиционирования воздуха

Результаты расчета

Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных тепlopоступлениях

Файл Обновить О программе Как купить Справка

Описание задачи

- Географические и климатические показатели
- Воздухообмен помещения
- Технологические и бытовые тепlopоступления в помещение
- Мебель, внутреннее оборудование
- Светонепроницаемые ограждающие конструкции
- Светопроницаемые ограждающие конструкции
- Ограждение 1 (вертикальная поверхность)
- Ограждение 2 (вертикальная поверхность)
- Ограждение 3 (вертикальная поверхность)
- Ограждение 4 (вертикальная поверхность)
- Ограждение 5 (горизонтальная поверхность)
- Решаемая задача**
- Результаты расчета

Решаемая задача

Цель расчета

1 - расчет ожидаемого нестационарного суточного тепло

При расчете ожидаемого нестационарного суточного теплового режима помещения задают холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха (кВт), при расчете нестационарных тепlopоступлений в кондиционируемое помещение – температуру внутреннего воздуха (°C).

1 - расчет ожидаемого нестационарного суточного теплового режима помещения
2 - расчет нестационарных тепlopоступлений в кондиционируемое помещение

Способ задания холодопроизводительности системы кондиционирования воздуха

2 - переменная величина

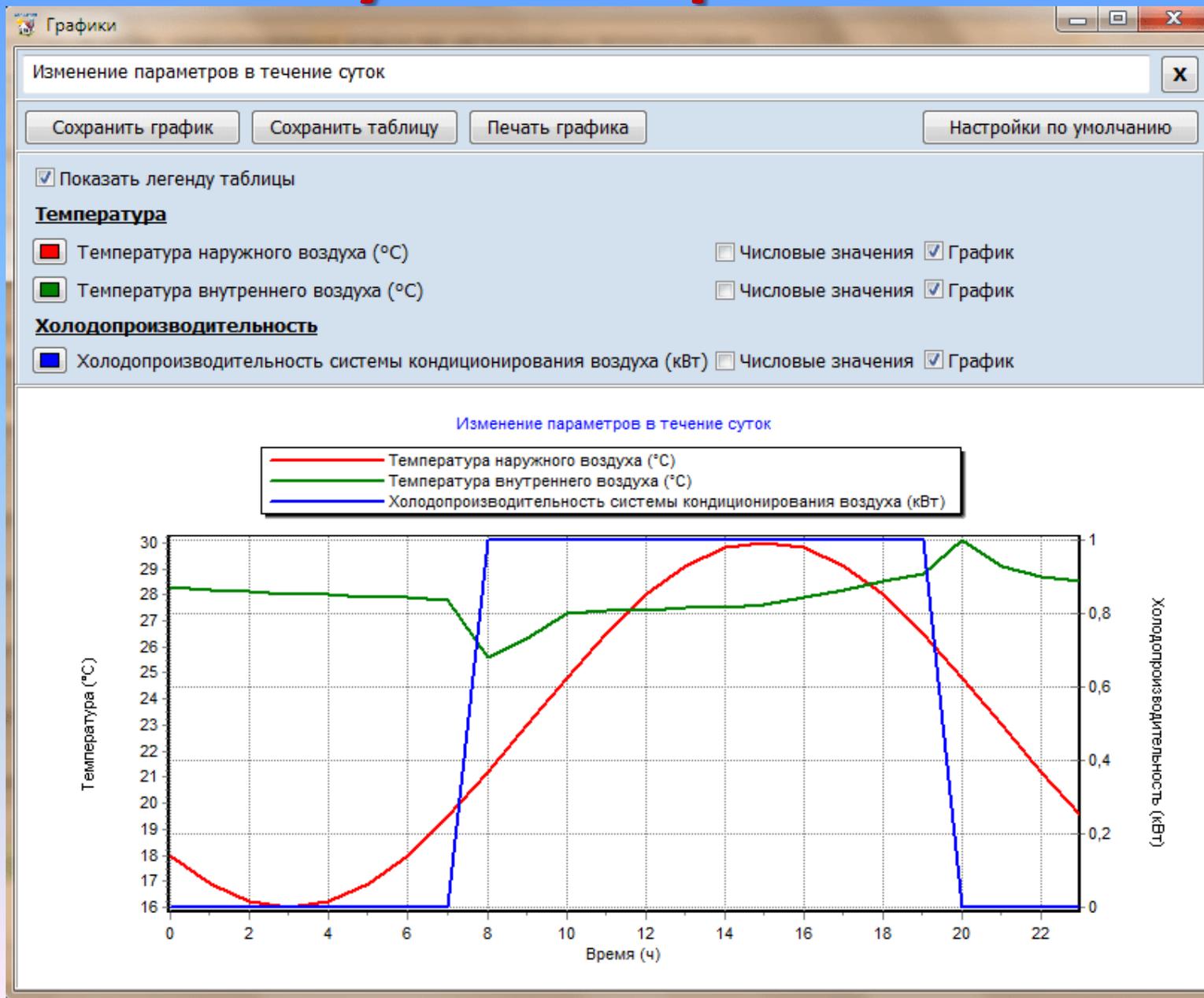
В первом случае задают постоянную величину, во втором – величину в виде таблицы зависимости от времени.

Таблица холодопроизводительности системы кондиционирования воздуха

Таблица холодопроизводительности системы кондиционирования воздуха

Время (ч)	Холодопроизводительность системы кондиционирования воздуха (кВт)
0	0
7	0
8	1
19	1
20	0

Результаты расчета



РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК «Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных телопоступлениях»



Р НП «АВОК»



РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

РАСЧЕТ НАГРУЗКИ НА СИСТЕМУ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕЛОПОСТУПЛЕНИЯХ

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