

## Оглавление

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
Глава 1. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ТЕПЛООВОГО ПОТОКА НА ОТОПЛЕНИЕ ЗДАНИЙ ПО УКРУПНЕННЫМ ПАРАМЕТРАМ ОБЪЕКТА.....	7
Глава 2. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА УДЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ .....	13
2.1. Расчет удельной теплозащитной характеристики здания .....	13
2.2. Расчет удельной вентиляционной характеристики здания.....	16
2.3. Расчет удельной характеристики бытовых тепловыделений здания .....	21
2.4. Расчет удельной характеристики тепlopоступлений в здание от солнечной радиации.....	23
2.5. Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания.....	31
2.6. Определение класса энергосбережения жилых и общественных зданий.....	35
Глава 3. АЛГОРИТМ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОБОСНОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ .....	38
Глава 4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗВИТИЮ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ, АВТОМАТИЗАЦИИ ЭНЕРГОБАЛАНСОВ .....	46
4.1. Уровни детализации установки приборов учета .....	47
4.2. Требования к выбору энергоресурсов для включения в систему учета.....	48
4.3. Требования к определению предельных максимальных затрат на АСТУЭР .....	49
4.4. Требования к определению измеряемых показателей и параметров .....	51
4.5. Требования к выбору мест установки приборов или узлов учета энергоресурсов.....	51
4.6. Требования к определению количества устанавливаемых приборов или узлов учета энергоресурсов .....	53
4.7. Документирование обоснования архитектуры приборного учета энергоресурсов.....	53
4.8. Технические требования к приборам и узлам учета энергоресурсов .....	53
4.9. Требования к точности измерений.....	54
4.10. Требования к условиям эксплуатации .....	54
4.11. Требования к программному комплексу для технического учета энергоресурсов.....	55
4.12. Исходные данные для расчета экономической эффективности внедрения АСТУЭР .....	59
4.13. Алгоритм расчета экономической эффективности от внедрения АСТУЭР .....	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	61
Библиографический список .....	62
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	63

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

DHTML	— язык программирования для создания и публикации веб-страниц в интернете
АСТУЭР	— автоматизированная система технического учета энергетических ресурсов
NPV	— срок окупаемости
IRR	— дисконтированный срок окупаемости
СИ	— система измерений
ИП	— индивидуальный прибор учета
АСУ ТП	— автоматизированная система управления технологическим процессом
АРМ	— автоматизированное место ручного ввода
ИСУ	— информационные серверы учета
ОРС	— общий резервный сервер
МСПД	— мультисервисная сеть передачи данных
VLAN	— протокол для визуализации каналов
ETHERNET	— внутренняя сеть передачи данных предприятия
RSR485, RS232	— способ подключения приборов учета к компьютеру
SNMP	— протокол мониторинга
АСУ ТОиР	— система технического учета в автоматизированной системе технического обслуживания и ремонтов
ТЭР	— топливно-энергетические ресурсы
ФОТ	— фонд оплаты труда
ЕСН	— единая система налогообложения
var.	— параметр, который задается на инженерном калькуляторе пользователем произвольно

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы этой монографии обусловлена развитием цифровых технологий с целью их использования для решения инженерных задач, в том числе в строительной области. В настоящее время разработано много нормативной документации: сводов правил, ГОСТов и других нормативных актов. Данная документация постоянно обновляется с течением времени. Проблемой является отсутствие адаптации данной нормативной документации для рядового пользователя. Для решения задач подбора ограждающих конструкций, расчета тепловой нагрузки, подбора инженерного оборудования и технико-экономического обоснования расчета может использоваться инженерный калькулятор. Данный инженерный калькулятор реализуется в программном комплексе с введением в него технико-экономических алгоритмов расчета на базе нормативной документации.

Автором разработаны алгоритмы технико-экономического расчета для инженерных калькуляторов на основе нормативной документации по тепловой защите зданий [1] и по методике определения теплового потока по укрупненным параметрам объекта [4, 6]. Приведены примеры расчетов теплового потока на общественное здание по укрупненным параметрам объекта и ограждающих конструкций с экономическим обоснованием применения различных типов таких конструкций. Алгоритмы расчета реализованы в программном продукте с помощью DHTML-программирования. В главе 4 приведены рекомендации по развитию системы учета энергоресурсов, автоматизации энергобалансов для создания базы данных, разработан алгоритм расчета экономической эффективности от внедрения автоматизированной системы учета энергетических ресурсов.

## Глава 1

# АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ТЕПЛООВОГО ПОТОКА НА ОТОПЛЕНИЕ ЗДАНИЙ ПО УКРУПНЕННЫМ ПАРАМЕТРАМ ОБЪЕКТА

В основу алгоритма расчета теплового потока на отопление зданий по укрупненным параметрам объекта заложена методика определения количества тепловой энергии по укрупненным параметрам объекта [4, 6].

Укрупненным расчетом на отопление зданий занимались многие авторы, например И.Г. Староверов (1975) [8] приводит формулу для расчета расхода тепла на отопление по укрупненным измерителям. Ориентировочные тепловые потери здания определяются как произведение поправочного коэффициента, удельной тепловой характеристики, наружного отапливаемого объема и разницы температур внутреннего и наружного воздуха. Удельная тепловая характеристика рассчитывается по формуле Н.С. Ермолаева. В этой формуле учитываются периметр, площадь и высота здания, коэффициент остекления, коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций.

В методических указаниях [4, 6] приводится формула для определения теплового потока по укрупненным параметрам объекта. Тепловой поток также определяется как произведение поправочного коэффициента, учитывающего район строительства, удельную отопительную характеристику здания, его объем по наружному обмеру, разности температур внутри помещения и наружного воздуха для наиболее холодной пятидневки, повышающего коэффициента для учета потерь теплоты теплопроводами.

Проведен систематический анализ тепловых нагрузок на отопление зданий в РФ по данным типовых проектов зданий Минстроя России [9]. С учетом этого рассчитаны новые коэффициенты  $a$ ,  $n$  для определения удельной отопительной характеристики здания для вновь строящихся зданий. Коэффициенты рассчитаны методом статистического подбора среднего значения. В статистическом обзоре проанализированы данные тепловых нагрузок на отопление из проектов более 100 зданий различного назначения в разных климатических зонах РФ.

На рис. 1 приведено сравнение удельного теплового потока на отопление жилых зданий до 1958 г., от 1958 до 2000 гг. постройки и от 2000 г. до нашего времени [4]. Графики построены по данным удельного теплового потока согласно методике определения количества тепловой энергии по укрупненным параметрам объекта [4], за исключением графика для зданий, возведенных после 2000 г., который построен по формуле (2) с учетом эмпирических коэффициентов  $a$ ,  $n$ .

Колебания удельного теплового потока на отопление зданий во времени составляют до 30 %. Причем значение удельного теплового потока для зданий, построенных после 2000 г., меньше на 15 %, чем для зданий, построенных до 1958 г., а для зданий до 1958 г. постройки меньше на 15 %, чем для зданий, построенных в период от 1958 до 2000 г. Разность удельных значений теплового потока на отопление по временным интервалам объясняется внедрением новых типовых проектов глобального строительства комплекса жилых зданий в стране в каждый из этих периодов.

До 1958 г. строительство жилых зданий велось из кирпича, шлакоблоков (за исключением деревянных домов, в том числе с отделкой из цементной штукатурки) с увеличенной толщиной стен, что позволяло обеспечивать хорошее требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций зданий.

В 1950–1960 гг. для обеспечения быстровозводимого жилья для населения внедряется строительство так называемых «хрущовок» с низкими коэффициентами сопротивления теплопередаче стен и соответственно для компенсации комфортных температур в жилых помещениях — увеличенным расходом теплового потока на отопление.

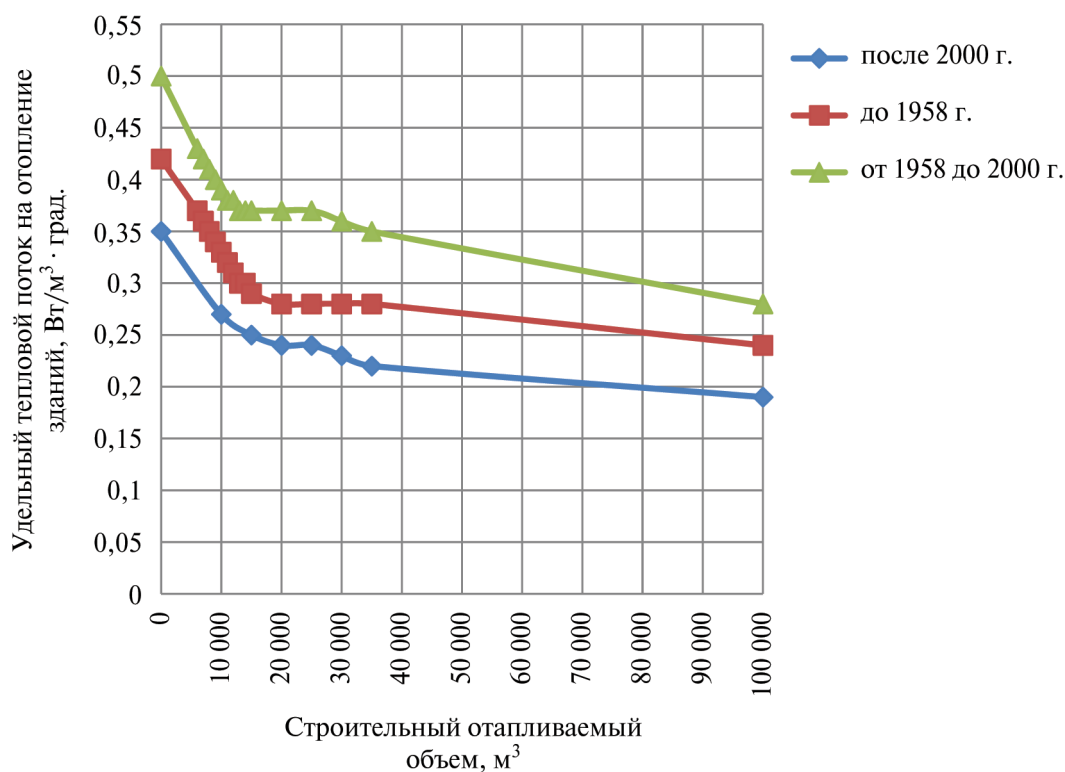


Рис. 1. Диаграмма зависимости удельного теплового потока на отопление зданий по данным нормативной документации [4] и новым данным с учетом коэффициентов  $a$ ,  $n$  для зданий, построенных после 2000 г.

После 2000 г. внедряется строительство здания из многослойных ограждающих конструкций из новых строительных материалов с пониженными коэффициентами сопротивления теплопередаче (вентилируемые фасады и др.), внедрение оконных стеклопакетов, индивидуальных тепловых пунктов, автоматизации систем отопления, что позволило снизить удельный тепловой поток на отопление.

В настоящее время данная методика [4] повсеместно в РФ не используется, хотя в некоторых теплоснабжающих организациях она применялась и применяется для заключения договоров с потребителями и расчета за тепловую энергию при отсутствии тепловых счетчиков или во время их нерабочего состояния, отсутствия проектной документации раздела отопления и вентиляции. Применение данных значений возможно в различных временных интервалах в зависимости от материалов ограждающих конструкций. Это требуется учитывать при выборе удельных значений теплового потока на отопление зданий.

Проведен анализ удельного потребления тепловой энергии на отопление зданий по данным действующей нормативной документации. Согласно данным табл. 14 раздела 10 [1], удельный тепловой поток на отопление зданий для различного назначения определяется по этажности зданий или, согласно данным табл. 13, — по площади зданий. На рис. 2 приведена диаграмма зависимости удельного теплового потока на отопление здания от числа этажей здания различного назначения, построенная по данным табл. 14 [1].

В основу алгоритма расчета принята методика определения количества тепловой энергии по укрупненным параметрам объекта [4]. Недостатком данной методики являются завышенные удельные отопительные характеристики, в результате чего тепловые потоки на отопление зданий из проектов [1] значительно отличались от значений, принятых в соответствии с методикой расчета по укрупненным параметрам объекта [4]. Это обосновано внедрением новых строительных материалов для тепловой защиты зданий, применением автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов, новых отопительных

приборов с более высокими коэффициентами теплопередачи, применением новых материалов тепловой защиты трубопроводов, вследствие чего произошло уменьшение потребления тепловой энергии на отопление зданий и снижение удельной отопительной характеристики зданий.

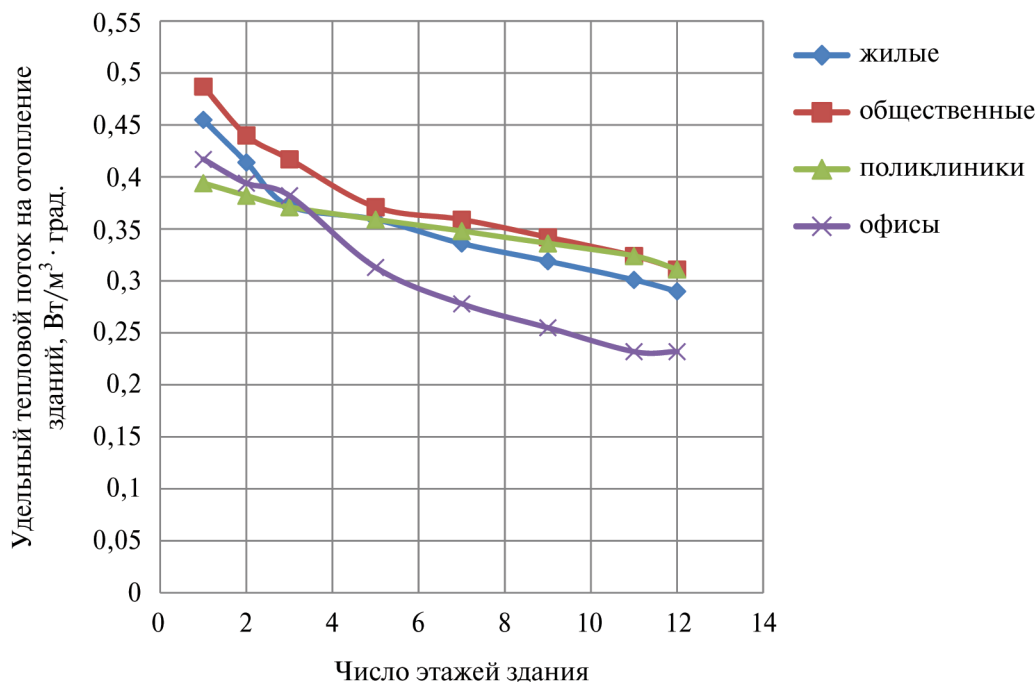


Рис. 2. Диаграмма зависимости удельного теплового потока на отопление зданий от числа этажей, составленная по данным свода правил по тепловой защите зданий [1]

Для решения данной проблемы проведен систематический анализ тепловых нагрузок на отопление зданий, построенных после 2000 г. в России по данным реализуемых проектов в различных климатических зонах. В результате скорректированы коэффициенты  $a$ ,  $n$  для расчета удельного теплового потока в формуле (4) [4]. Новые коэффициенты  $a$ ,  $n$  получены эмпирически, в том числе для зданий различного назначения (жилых и иного назначения).

Алгоритм расчета теплового потока на здание, реализуемый в инженерном калькуляторе, описан ниже.

Тепловой поток на отопление здания (часовой) определяется по следующей формуле [4]:

$$Q_o = \alpha V q_o (t_b - t_n) (1 + K_n), \quad (1)$$

где  $\alpha$  — поправочный коэффициент (принимается в соответствии с табл. 1 [4]);

$V$  — строительный отапливаемый объем, м<sup>3</sup>;

$q_o$  — удельный тепловой поток на отопление здания, Вт/м<sup>3</sup> · °С;

$t_b$  — температура воздуха в отапливаемом помещении в соответствии с [2];

$t_n$  — температура наружного воздуха для проектирования отопления в соответствии со строительной климатологией [3], °С;

$K_n$  — коэффициент инфильтрации воздуха на отопление зданий.

Удельный тепловой поток на отопление здания  $q_o$  (Вт/м<sup>3</sup> · °С), определяется по формуле:

$$q_o = \frac{a}{n\sqrt{V}}, \quad (2)$$

где  $a, n$  — коэффициенты, для зданий после 2000 года постройки принимаются следующие значения: для жилых зданий —  $a = 1, n = 7$ ; для зданий иного назначения —  $a = 1, n = 5$ ; для зданий до 2000 г. постройки — по данным [4];

$V$  — отапливаемый строительный объем,  $\text{м}^3$ .

Коэффициент инфильтрации воздуха на отопление зданий определяется по формуле:

$$K_{\text{и}} = 0,01 \sqrt{2gL \left( 1 - \frac{273+t_{\text{н}}}{273+t_{\text{в}}} \right) + \omega^2}, \quad (3)$$

где  $g$  — ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;

$L$  — высота здания,  $\text{м}$ ;

$\omega$  — средняя скорость ветра в отопительный период по данным [3],  $\text{м}/\text{с}$ .

Для создания инженерного калькулятора теплофизические характеристики переводятся в математические (R1, R2, R5, B, O, P, F, L, N, M, I, J). В качестве реализации алгоритма расчета может быть использовано DHTML-программирование [7]. Формулы (1)–(3) дают алгоритм расчета теплового потока энергии для отопления жилых и других зданий. Данный алгоритм расчета может быть использован при разработке компьютерных программ.

#### Исходные данные для расчета:

$B$  — поправочный коэффициент  $\alpha$  (принимается в соответствии с температурой наружного воздуха для проектирования системы отопления [4]);

$O$  — строительный отапливаемый объем здания (принимается по данным паспорта БТИ или расчетным способом по наружным размерам),  $\text{м}^3$ ;

$I$  — высота здания,  $\text{м}$ ;

$F$  — коэффициент  $n$  (для зданий после 2000 года постройки принимаются следующие значения: для жилых зданий —  $a = 1, n = 7$ ; для зданий иного назначения —  $a = 1, n = 5$ ; для зданий до 2000 г. постройки — по данным [4]);

$M$  — температура воздуха в отапливаемом помещении (принимается согласно ГОСТ 30494–2011 [2]),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$L$  — температура наружного воздуха для проектирования отопления здания (принимается согласно СП 131.13330.2012 [3]),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$J$  — средняя скорость ветра в отопительный период (принимается согласно СП 131.13330.2012 [3]),  $\text{м}/\text{с}$ ;

Ниже приводится алгоритм расчета теплового потока для отопления здания по укрупненным параметрам объекта. На инженерном калькуляторе определяются:

R1 — тепловой поток на здание,  $\text{кВт}$ ;

R2 — удельный тепловой поток на отопление здания,  $^{\circ}\text{C}$ ;

R5 — коэффициент инфильтрации воздуха на отопление здания.

#### Алгоритм расчета.

1. Определяем коэффициент инфильтрации воздуха:

$$R5 = ((2 \cdot 9,81I(1 - (273 + L)/(273 + M)) + J \cdot J) : 0,5) 0,01, \quad (4)$$

где  $J$  — средняя скорость ветра в отопительный период,  $\text{м}/\text{с}$ ;

R1 — тепловой поток на одно здание,  $\text{кВт}$ ;

$M$  — температура воздуха в отапливаемом помещении,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$L$  — температура наружного воздуха на проектирование отопления здания,  $^{\circ}\text{C}$ .

2. Определяем удельный тепловой поток:

$$R2 = 1/(O) : (1/F), \quad (5)$$

где  $F$  — коэффициент  $n$ ;

$O$  — строительный отапливаемый объем здания,  $\text{м}^3$ .

### 3. Определяем часовой тепловой поток:

$$R1 = B O R2(M - L)(1+R5)/1000, \quad (6)$$

где  $B$  — поправочный коэффициент  $\alpha$ ;  
 $O$  — строительный отапливаемый объем здания,  $m^3$ ;  
 $R2$  — удельный тепловой поток на отопление здания,  $^{\circ}C$ ;  
 $M$  — температура воздуха в отапливаемом помещении,  $^{\circ}C$ ;  
 $L$  — температура наружного воздуха на проектирование отопления здания,  $^{\circ}C$ ;  
 $R5$  — коэффициент инфильтрации воздуха на отопление здания.

В Приложении 2 приведен расчет теплового потока на отопление жилого здания в г. Москве на инженерном калькуляторе согласно описанному алгоритму. Расхождение значений теплового потока при расчете на инженерном калькуляторе с проектными данными составило менее 10 %.

**Анализ сходимости расчетов.** Проведено сравнение расчетов тепловых потоков на отопление по данным проектов зданий и на инженерном калькуляторе. В Приложении 2 приведены расчеты тепловой нагрузки на отопление по данным проектов и на инженерном калькуляторе. Разность между расчетами по проекту и на инженерном калькуляторе составила от 6 до 30 %.

В табл. 1 приведены данные для расчета на инженерном калькуляторе проектов жилых и общественных зданий в Российской Федерации. Отапливаемый объем зданий изменяется в пределах от 546 до 23 030  $m^3$ ; высота здания — от 6 до 43 м. Температура наружного воздуха при проектировании системы отопления колеблется от  $-15$  до  $-41$   $^{\circ}C$ ; скорость ветра — от 2 до 4,5 м/с; температура воздуха в помещениях зданий — от 12 до 20  $^{\circ}C$ . Коэффициент  $a$  для температуры наружного воздуха изменяется от 0,89 до 1,15; коэффициент  $n$  — от 5 до 7.

Таблица 1

#### Принятые параметры для строительных расчетов на инженерном калькуляторе

№	Название проекта	Строительный отапливаемый объем, $m^3$	Скорость ветра в отопительный период, м/с	$a$	$n$	Высота здания, м	Температура помещений, $^{\circ}C$	Наружная температура воздуха, $^{\circ}C$
1	Трехэтажный 36-квартирный жилой дом в Астраханской области	8593	3,8	1,15	7	13	20	-21
2	12-этажное жилое здание в Новосибирской области	2899	3,6	1,08	То же	9	То же	-25
3	72-квартирное жилое здание в г. Симферополь	16 867	4,5	1,29	«	31	«	-15
4	Жилой дом в г. Саратов	546	3,3	1,08	«	9	«	-25
5	Административное здание в Челябинской области	2263	2,3	0,98	«	12	«	-32
6	Дом культуры в Красноярском крае	12 825	2,5	0,89	5	14,5	18	-41
7	12-этажное здание в Московской области	48 545	2	1,08	7	43	20	-25
8	Здание промышленного назначения в Пермском крае	2654	3	0,95	5	6	12	-35
9	Детский сад на 280 мест в г. Нижний Новгород	23 030	4,4	0,97	5	8,2	20	-33



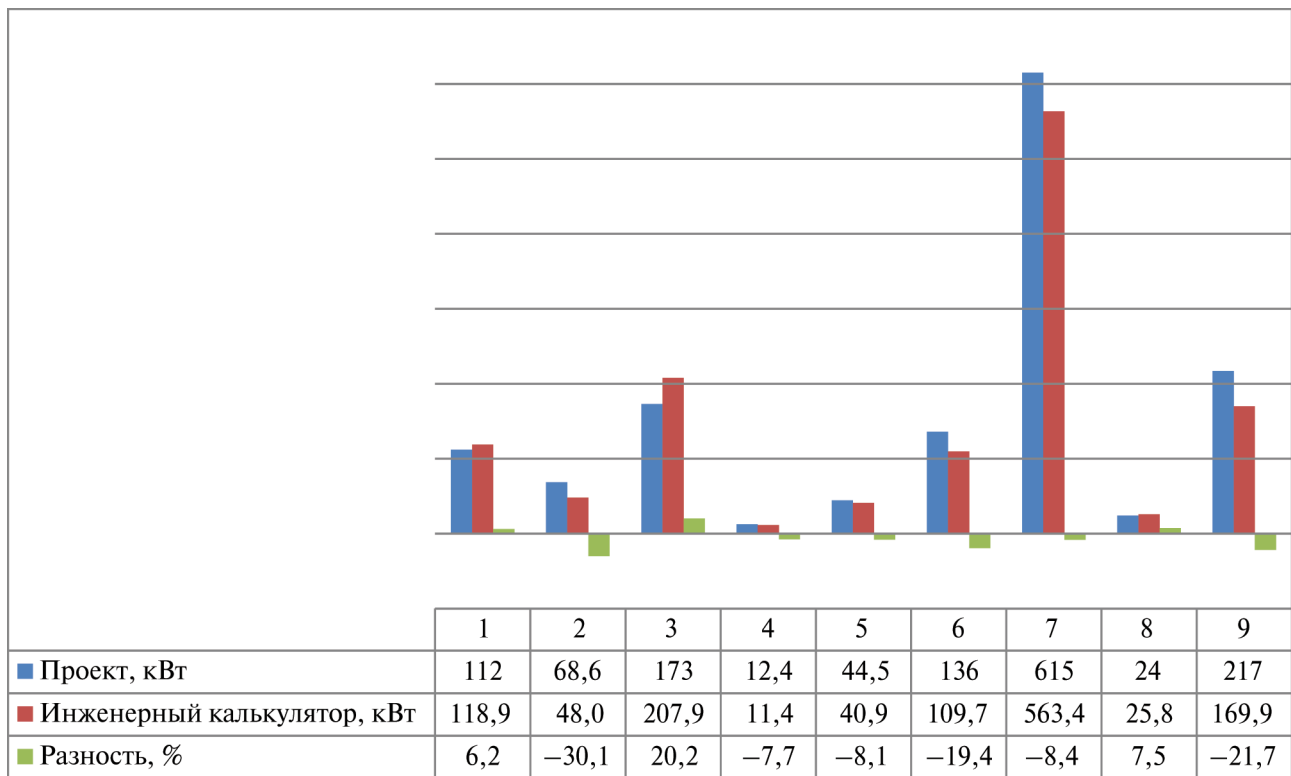


Рис. 3. Тренды теплового потока для отопления зданий

На рис. 3 показаны тенденции изменения стоимости отопления зданий по проекту и после расчетов на инженерном калькуляторе. Теплопотребление проекта колеблется от 24 до 615 кВт. Потребление тепла при расчете в инженерном калькуляторе составляет от 25,8 до 563,4 кВт. Разница между проектными данными и расчетами в инженерном калькуляторе составляет от 6,2 до 30,1 %. Возможно, разница результатов расчетов по проекту и на инженерном калькуляторе может быть связана с неправильным расчетом тепловых потерь от ограждающих конструкций зданий. Расчет теплового потока на инженерном калькуляторе может быть использован для предварительной оценки и выбора системы отопления.

## Глава 2

# АЛГОРИТМ РАСЧЕТА УДЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Настоящий алгоритм разработан с целью определения расчетной и нормативной удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, класса энергоэффективности здания и оценки применения различных вариантов ограждающих конструкций при строительстве и реконструкции [1]. В качестве экономического обоснования применения видов ограждающих конструкций принят дисконтированный срок окупаемости инвестиций. Описанный здесь алгоритм связан с алгоритмом определения экономических показателей, приведенных в главе 3.

В процессе расчета на инженерном калькуляторе можно варьировать тип фасада, кровли, подвального перекрытия, светопрозрачных конструкций, тем самым оценивая рентабельность применения вариантов ограждающих конструкций. Алгоритм разработан с учетом нормативной документации по тепловой защите зданий [1]. Для разработки инженерного калькулятора алгоритм расчета разбит на блоки:

- расчет удельной теплозащитной характеристики здания;
- расчет удельной вентиляционной характеристики здания;
- расчет удельной характеристики бытовых тепловыделений здания;
- расчет удельной характеристики теплопоступлений в здание от солнечной радиации;
- расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания;
- определение класса энергосбережения здания.

В Приложении 1 приведен пример расчета класса энергоэффективности здания детского сада на 280 мест в г. Нижний Новгород и экономического обоснования применения выбранных ограждающих конструкций для его строительства (реконструкции).

### 2.1. Расчет удельной теплозащитной характеристики здания

В табл. 2 приведены технические характеристики и аналитические зависимости [1] для создания алгоритма расчета удельной теплозащитной характеристики здания. В Приложении 3 даны типовые теплофизические характеристики ограждающих конструкций здания.

*Таблица 2*

**Технические характеристики и аналитические зависимости [1] для создания алгоритма расчета удельной теплозащитной характеристики здания**

Обозначение по СП 50.13330.2012	Обозначения для алгоритма	Параметр	Единица измерения	Значение или аналитическая / эмпирическая зависимость
$k_{об}$	R17	Удельная теплозащитная характеристика здания	Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \sum_i \left( n_{t,i} \frac{A_{ф,i}}{R_{о,i}^{пр}} \right)$
$R_{о,i}^{пр}$	CQ, CR, CS, CD	Приведенное сопротивление теплопередаче $i$ -го фрагмента теплозащитной оболочки здания	м <sup>2</sup> ·°С/Вт	var.

Обозначение по СП 50.13330.2012	Обозначения для алгоритма	Параметр	Единица измерения	Значение или аналитическая / эмпирическая зависимость
$A_{ф,i}$	AQ, AR, AS, AT	Площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки здания	м <sup>2</sup>	То же
$V_{от}$	H	Отапливаемый объем здания	м <sup>3</sup>	«
$n_{t,i}$	AU, AX, AY, AZ	Коэффициент, учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП		«
$k_{об}^{тр}$	R18	Нормируемая теплозащитная характеристика здания	Вт/(м <sup>3</sup> · °С)	$k_{об}^{тр} = \frac{4,74}{0,00013ГСОП + 0,61} \frac{1}{\sqrt[3]{V_{от}}},$ $V_{от} \leq 960$ $k_{об}^{тр} = \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{от}}}}{0,00013ГСОП + 0,61},$ $V_{от} \leq 960$ $k_{об} \leq k_{об}^{тр}$

Исходные данные для расчета удельной теплозащитной характеристики здания.

1. Выбираем приведенное сопротивление теплопередаче стены, м<sup>2</sup> · °С/Вт (при необходимости возможно добавление в справочник нового типа ограждающих конструкций) (рис. 4).

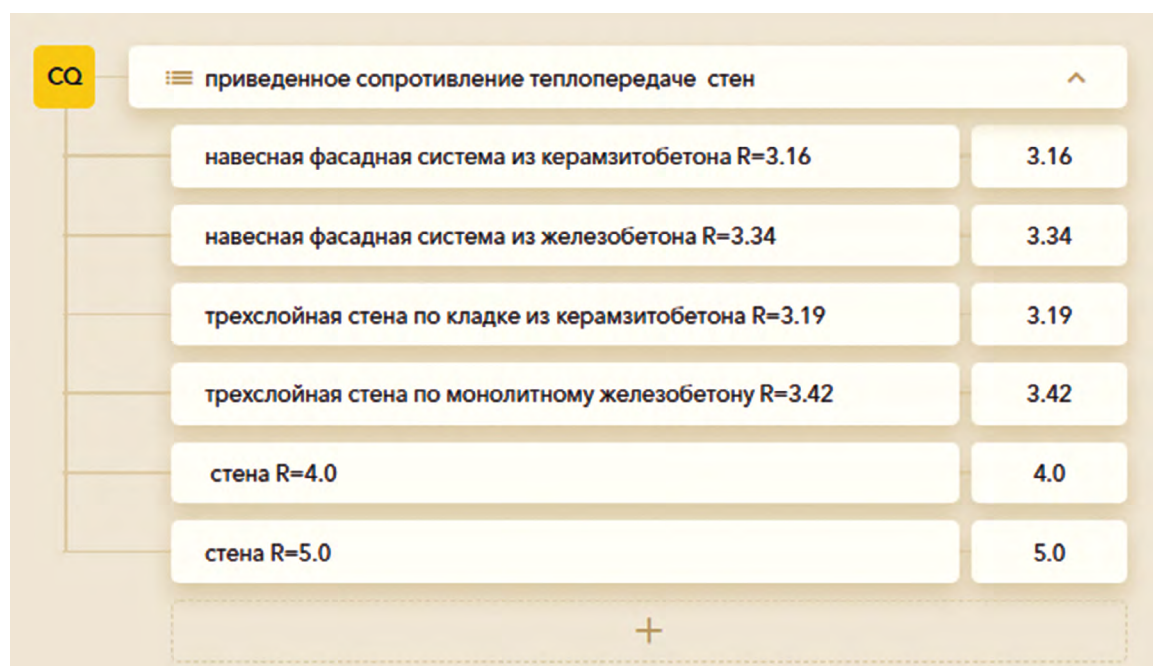


Рис. 4. Исходные данные для расчета на инженерном калькуляторе — выбор приведенного сопротивления теплопередаче стены

2. Выбираем приведенное сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  (при необходимости возможно добавление в справочник нового типа ограждающих конструкций) (рис. 5).

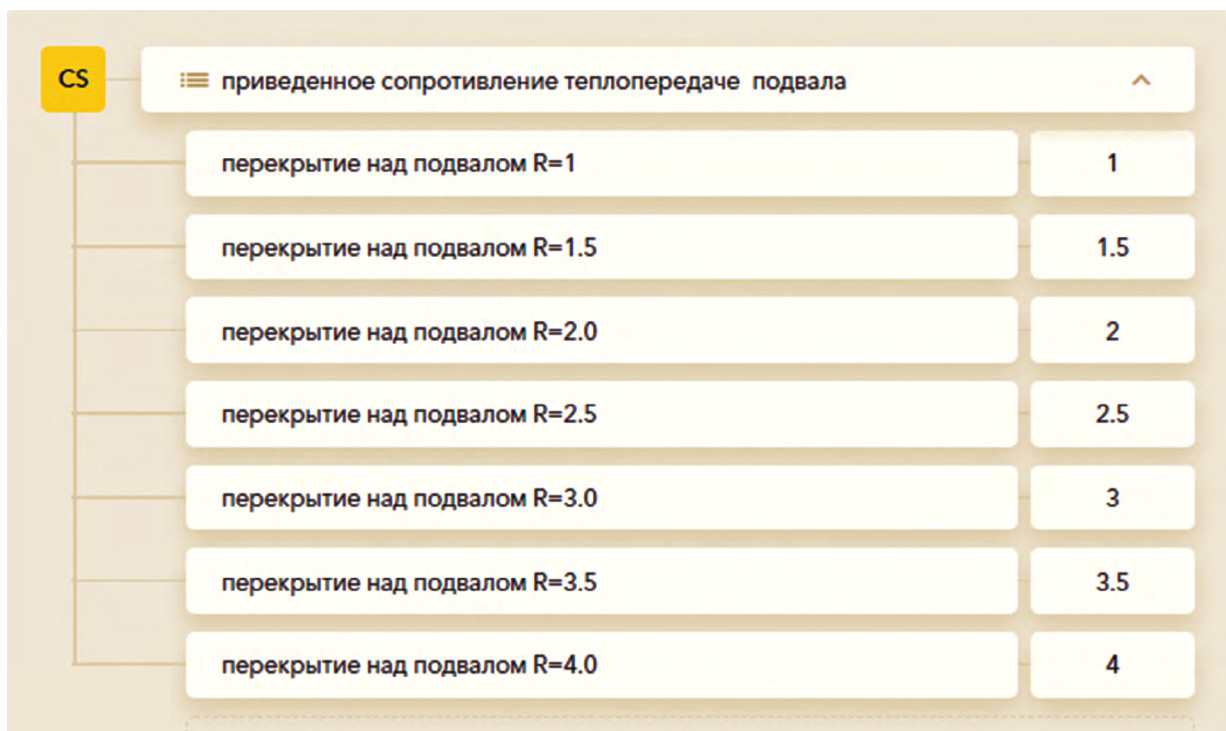


The screenshot shows a software interface with a yellow tab labeled 'CR'. The title bar reads 'приведенное сопротивление теплопередаче кровли'. Below the title bar is a list of seven roof types, each with its corresponding thermal resistance value in a separate column.

Тип кровли	Значение $R$
кровля R=3.0	3
кровля R=3.5	3.5
кровля R=4.0	4
кровля R=4.5	4.5
совмещенное кровельное покрытие R=4.89	4.89
эксплуатируемая кровля R=5.55	5.55
кровля R=6.0	6

Рис. 5. Исходные данные для расчета на инженерном калькуляторе — выбор приведенного сопротивления теплопередаче чердачного перекрытия

3. Выбираем приведенное сопротивление теплопередаче подвального перекрытия,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  (при необходимости возможно добавление в справочник нового типа ограждающих конструкций) (рис. 6).



The screenshot shows a software interface with a yellow tab labeled 'CS'. The title bar reads 'приведенное сопротивление теплопередаче подвала'. Below the title bar is a list of seven basement floor types, each with its corresponding thermal resistance value in a separate column.

Тип перекрытия	Значение $R$
перекрытие над подвалом R=1	1
перекрытие над подвалом R=1.5	1.5
перекрытие над подвалом R=2.0	2
перекрытие над подвалом R=2.5	2.5
перекрытие над подвалом R=3.0	3
перекрытие над подвалом R=3.5	3.5
перекрытие над подвалом R=4.0	4

Рис. 6. Исходные данные для расчета на инженерном калькуляторе — выбор приведенного сопротивления теплопередаче подвального перекрытия

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)