

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Сидоров Павел М., Сидоров Петр М., Шевелев Д.В.

Калужский филиал Московского государственного технического университета имени Н.Э.Баумана (248000, г. Калуга, ул. Баженова, д. 2.), e-mail: SidorowPawel95@yandex.ru

Большинство эксплуатирующихся зданий и сооружений в климатических условиях Российской Федерации уже имеют тот или иной вид теплоизоляции. Однако, рост цен на энергоносители (электричество, газ, централизованное теплоснабжение) делает актуальной задачу повышения энергоэффективности существующих зданий и сооружений. Была предложена методика и программная реализация расчета дополнительной теплоизоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений. Программа позволяет производить теплотехнические расчеты по определению: температуры наружной и внутренней поверхностей стены, величины снижения теплового потока, требуемой толщины слоя, объема, массы, стоимости теплоизоляции наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений в рамках мероприятий по уменьшению теплопотерь и повышения энергоэффективности. Для работы с данной программой, пользователю не требуется специальных знаний в области термодинамики и теории теплообмена, что повышает её практическую ценность. Данная прикладная программа может быть рекомендована для практического применения организациям занимающимся продажей и нанесением теплоизоляционных материалов.

Ключевые слова: теплоизоляция, потери тепла, методика расчета.

## COMPUTERISATION OF CALCULATION OF THERMAL INSULATION OF FLAT SURFACES

Sidorov Pavel M., Sidorov Peter M., Shevelev D. V.

The Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University (248000, Kaluga, Bazhenova, 2.), e-mail: SidorowPawel95@yandex.ru

Most of the buildings and structures in operation in the climatic conditions of the Russian Federation have some form of thermal insulation. Rising prices for energy (electricity, gas, district heating) make it urgent to increase the energy efficiency of existing buildings and structures. The method and software realization of calculation of thermal insulation of flat surfaces is offered. The program allows to make thermal calculations to determine the required amount of thermal insulation of external enclosing structures of buildings and structures as part of measures to reduce heat loss. To work with this program, the user does not need special knowledge in the field of thermodynamics and heat exchange theory, which increases its practical value. This application program can be recommended for practical use by organizations engaged in the sale and application of thermal insulation materials.

Keywords: heat insulation, heat energy losses, method for calculation.

Рост цен на энергоносители (электричество, газ, централизованное теплоснабжение) делает актуальной задачу повышения энергоэффективности существующих зданий и сооружений. Это возможно осуществить нанесением на наружные поверхности стен дополнительной теплоизоляции – базальтовых плит, экструдированного пенополистирола, жидкого пенополиуретана и пр.

Для организаций, занимающихся продажей и нанесением теплоизоляционных материалов, важной является задача определения необходимой толщины теплоизоляционного материала, при которой величина потерь тепла уменьшится на заданную клиентом величину. Для её решения требуется проведение теплотехнического расчета. Исходными данными для расчета являются:

- геометрические и теплофизические характеристики стены – толщина  $\delta_i$ , мм и теплопроводность материала  $\lambda_i$ , Вт/(м·К) слоев);
- площадь наружной поверхности стены,  $F$ , м<sup>2</sup>;
- температура воздуха внутри помещения  $t_{\text{вн}}$ , °С;

- температура атмосферного воздуха  $t_{\text{нар}}$ , °С;
- желаемая величина снижения теплотерь через стены,  $\delta$  %;
- свойства теплоизоляционного материала (теплопроводность  $\lambda_{\text{из}}$  Дж/(м·К), плотность  $\rho_{\text{из}}$ , кг/м<sup>3</sup>).

Упрощенная методика такого расчета, имеющая достаточную для применения на практике точность, была описана ранее в [2]. На основе этой методики, в среде программирования Delphi [1], для операционных систем семейства Windows была создана прикладная программа «Расчет теплоизоляции плоских поверхностей», позволяющая упростить и ускорить теплотехнические расчеты по определению требуемого количества теплоизоляции. Для работы с данной программой, пользователю не требуется специальных знаний в области термодинамики и теории теплообмена, что повышает её практическую ценность.

Структурно, программа состоит из двух модулей. Блок-схема программы представлена на рис. 1.

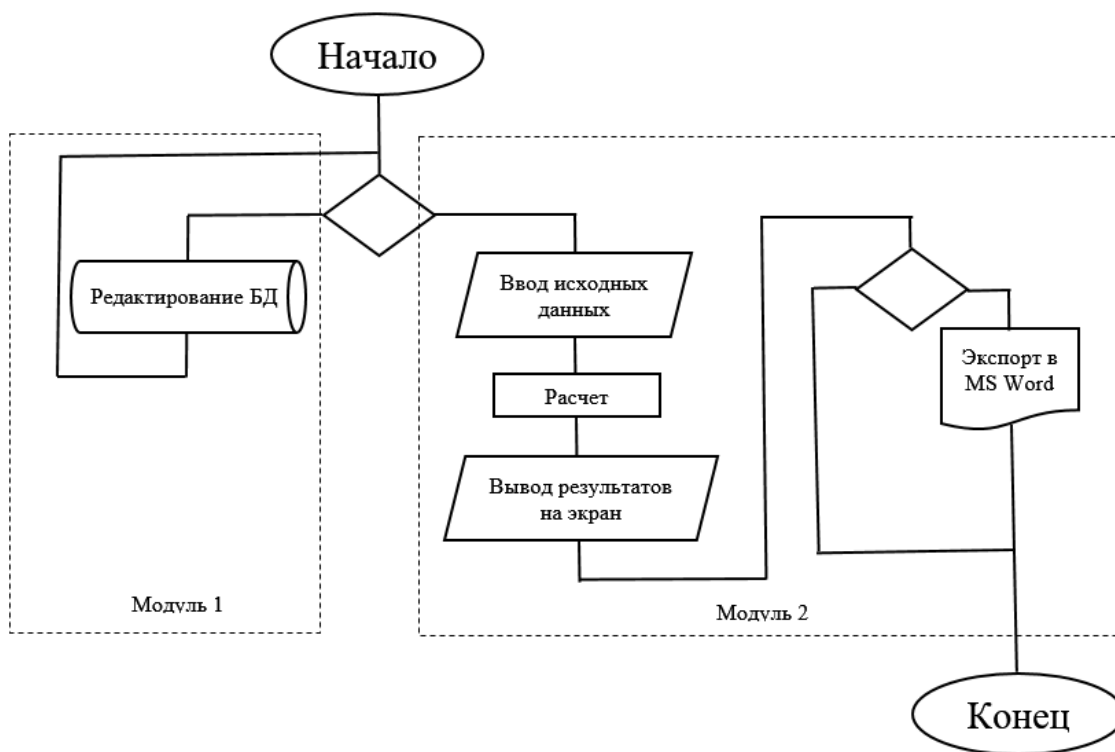


Рис. 1. Блок-схема программы

Первый модуль предназначен для редактирования баз данных.

Базы данных содержат температуру воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 для различных регионов РФ [3], и коэффициент теплопроводности различных типов конструкционных и теплоизоляционных материалов [4]. Работа с базами данных осуществляется по технологии ADO (ActiveDataObject), формат выбран стандартный

для MSAccess – .mdb. Доступ к базам данных осуществляется через драйвер «MicrosoftJetOLEDBProvider» который устанавливается по умолчанию во всех последних версиях операционных систем MSWindows. Вкладка окна программы, предназначенная для работы с базами данных, представлена на рис. 2.

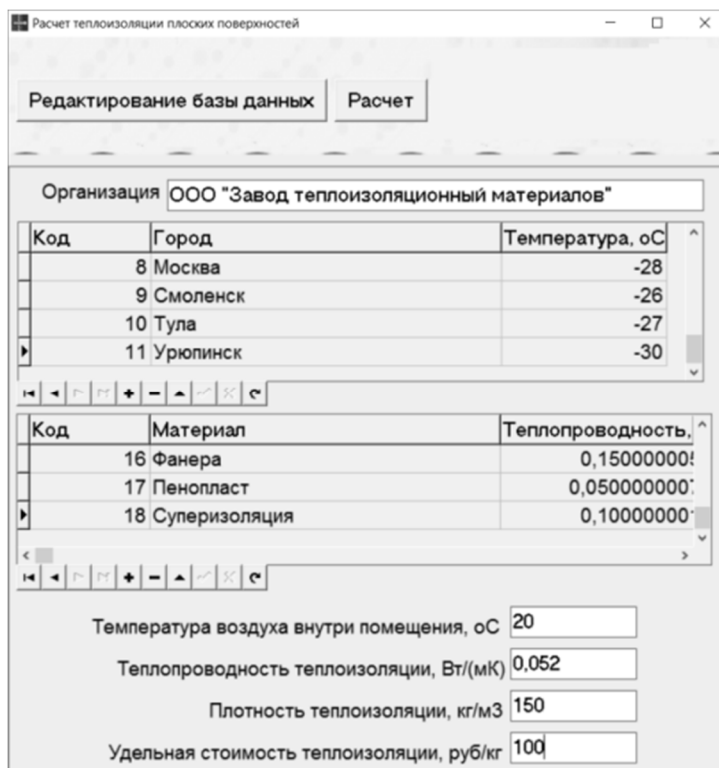


Рис. 2. Вкладка «Редактирование базы данных»

Кроме редактирования баз данных, здесь также осуществляется ввод используемых при расчете:

- температуры воздуха внутри помещений ( $t_{нар}$ , °С), которая задается пользователем или принимается нормированной по [5,6];

- теплопроводность ( $\lambda_{из}$ ,  $\frac{Вт}{м^2К}$ ), плотность ( $\rho_{из}$ ,  $\frac{кг}{м^3}$ ) и удельная стоимость ( $c_{из}$ ,  $\frac{руб}{кг}$ ) наносимой дополнительной теплоизоляции.

Кроме того, возможен ввод наименования и контактных данных организации.

Второй модуль программы – расчетный. Здесь вводятся исходные данные для конкретного расчета. Вкладка окна программы для ввода параметров расчета предоставляемых пользователем приведена на рис. 3.

Расчет теплоизоляции плоских поверхностей

Редактирование базы данных | Расчет

Выберите регион:

Площадь поверхности, м2:

Количество окон, шт:

Площадь окна, м2:

Введите количество слоев стенки:

Материал	Толщина, мм
<input type="text" value="Кирп. кладка (глиняный кирпич)"/>	<input type="text" value="250"/>
<input type="text" value="Мин. Вата (ГОСТ 21880)"/>	<input type="text" value="100"/>
<input type="text" value="Кирп. кладка (глиняный кирпич)"/>	<input type="text" value="250"/>

Желаемая величина снижения теплопотерь, %:

Рис. 3. Вкладка «Ввод исходных данных»

Во вкладке «Расчет» сначала из выпадающего списка выбирается регион, затем указывается общая площадь теплоизолируемой поверхности (стены), количество окон, площадь окна, количество конструктивных слоев стены. Далее задается структура каждого слоя стены – материал выбирается из выпадающего списка, толщина слоя вводится с клавиатуры. После этого нужно задать желаемую величину снижения теплопотерь через стену и нажать кнопку «Расчет» в нижней части окна.

Результат расчета выводится в окне программы в виде таблицы (рис. 4).

Параметр	Значение
Теплоизолируемая площадь, м2	8,0
Температура наружного воздуха, оС	-27
Температура воздуха внутри помещения	20,0
Исходная температура наружной поверхности, оС	-26,2
Исходная температура внутренней поверхности, оС	17,8
Исходная величина теплового потока, кВт	0,2
Величина снижения теплового потока, %	20,0
Величина снижения теплового потока, кВт	0,03
Толщина слоя теплоизоляции, мм	31,7
Температура наружной поверхности, оС	-26,3
Температура внутренней поверхности, оС	18,2
Объем теплоизоляционного материала, м3	0,253
Масса теплоизоляционного материала, кг	37,990
Стоимость нанесенной теплоизоляции, руб	3798,92

Рис. 4 Результаты расчета

Результаты расчета можно экспортировать в MSWord для последующей печати нажав кнопку «Экспорт в MSWord» под таблицей с результатами расчета. При этом происходит автоматическое формирование бланка сметы, пример которой приведен на рис.5.

**СМЕТА**

Параметр	Значение
Теплоизолируемая площадь, м <sup>2</sup>	8,0
Температура наружного воздуха, °С	-27
Температура воздуха внутри помещения	20,0
Исходная температура наружной поверхности, °С	-26,2
Исходная температура внутренней поверхности, °С	17,8
Исходная величина теплового потока, кВт	0,2
Величина снижения теплового потока, %	20,0
Величина снижения теплового потока, кВт	0,03
Толщина слоя теплоизоляции, мм	31,7
Температура наружной поверхности, °С	-26,3
Температура внутренней поверхности, °С	18,2
Объем теплоизоляционного материала, м <sup>3</sup>	0,253
Масса теплоизоляционного материала, кг	37,990
Стоимость нанесенной теплоизоляции, руб	3799

Рис. 5. Пример бланка сметы

Разработанная прикладная программа позволяет определить температуру наружной и внутренней поверхностей стены, величину снижения теплового потока, толщину слоя теплоизоляции, её объём, массу, стоимость и может быть рекомендована для практического применения организациям занимающимся продажей и нанесением теплоизоляционных материалов.

### Список литературы

1. Осипов Д.Л. Delphi. Программирование для Windows, OS X, iOS и Android. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 464 с.
2. Сидоров П.М., Сидоров П.М., Шевелев Д.В. К расчету дополнительной теплоизоляции наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. - № 11 (4). – С. 44-46.
3. Строительные нормы и правила: СНиП 23-01-99. Строительная климатология. В ред. Изменения №1, принятого Постановления Госстроя РФ от 24.12.2002 №164: нормативно-технический материал. – Москва:[б.и.], 2002. – 77 с.
4. СП 23-101-2004 «Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой защиты зданий».
5. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 23 с.
6. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.