Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Фізико-енергетичний факультет

Кафедра інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

Пояснювальна записка

до дипломної роботи магістра

на тему:
Програмний комплекс «Енергоаудит»

Виконав: студент 6 курсу, групи НФ-63
напряму підготовки
8.04020401 прикладна фізика
Бабенко Г.В.
Керівник: к.т.н. Гарячевська І.В.
Рецензент

Харків - 2017

Лист завдання

РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана студентом Бабенко Ганною Володимирівною на тему: Програмний комплекс «Енергоаудит».

Об'єктом дослідження дипломної роботи є процес обстеження будівель та споруд на предмет ефективного використання енергоресурсів

Предмет дослідження: програмні засоби для обстеження енергоефективності використання енергоресурсів.

Мета роботи полягає в розробці програмного комплексу "Енергоаудит" автоматизованої системи енергоаудиту (АСЕ) в середовищі програмування Microsoft Visual Studio мова програмування C++.

В ході виконання дипломної роботи була розроблена програма, яка дозволяє обробляти результати обстеження будівель та споруд на предмет ефективного використання енергоресурсів.

Дипломний проект містить: 63 сторінок, 43 рисунків, 2 додаток, 17 джерел.

Ключові слова: ЕНЕРГОАУДИТ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, АНАЛІЗ БУДІВЛЬ, ТЕПЛОВИТРАТИ, ТЕПЛОВА ЕНЕРГІЯ.

ABSTRACT

Master's work was done by student Hanna Babenko on the topic: Software development" Energy audit ".

The object of the research of the thesis is the process of inspecting buildings and structures for the efficient use of energy resources

The subject of the study: software for the energy efficiency survey of energy resources.

The purpose of the work is to develop a software package "Energy audit" of the automated system of energy audit (ACE) in the programming environment of Microsoft Visual Studio programming language C ++.

In the course of the thesis work, a program was developed that allows processing the results of a survey of buildings and structures for the efficient use of energy resources.

The diploma project contains: 63 pages, 43 drawings, 2 application, 17 sources.
Keywords : ENERGOAUDIT, ENERGY EFFICIENCY, AUTOMATED SYSTEM, BUILDING ANALYSIS, HEAT POTENCES, THERMAL ENERGY.

РЕФЕРАТ

Магистерская работа выполнена студентом Бабенко Анной Владимировной на тему: Программный комплекс «Энергоаудит».

Объектом исследования дипломной работы является процесс обследования зданий и сооружений на предмет эффективного использования энергоресурсов

Предмет исследования: программные средства для обследования энергоэффективности использования энергоресурсов.

Цель работы заключается в разработке программного комплексу «Энергоаудит» автоматизированной системы энергоаудита (АСЕ) в среде программирования Microsoft Visual Studio язык программирования С ++.

В ходе выполнения дипломной работы была разработана программа, которая позволяет обрабатывать результаты обследования зданий и сооружений на предмет эффективного использования энергоресурсов.

Дипломный проект содержит: 63 страниц, 43 рисунка, 2 приложения, 17 источников.

Ключевые слова: ЭНЕРГОАУДИТ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫСТЬ, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, АНАЛИЗ ЗДАНИЯ, ТЕПЛОПОТЕРИ, ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ.

ЗМІСТ

Вступ 8
1. Аналіз предметної області та існуючих систем енергоаудиту 10
1.1.Актуальність енергоаудиту 10
1.2. Аналіз програмних засобів енергоаудиту 13
1.3.Постановка завдання 25
2. Розробка алгоритму розрахунку енергоефективності для програми «Енергоаудит» 27
2.1. Структурна схема 27
2.2. Розрахунок потреби в енергії для опалення 28
2.3. Алгоритм розрахунку енергоспоживання 38
2.4. Проектування та розробка бази даних 40
3. Опис та тестування програмного продукту «Енергоаудит» 56
3.1. Опис програмного продукту «Енергоаудит» 56
3.2. Керівництво користувача 56
Висновки 63
Список літератури 64
Додаток А 65

ВСТУП

Енергетична ефективність та енергозбереження є надзвичайно актуальним на сьогоднішній день. Величезний внесок в розвиток нашої країни можуть внести напрямки енергозбереження та енергоефективності. За рахунок зниження енергоємності економіки та сприятиме підвищенню конкурентоспроможності товарів та послуг, що виготовляє країна. Економічна криза зробила надзвичайно важливою цю тему на святому рівні.

Реалізація такої політики в даний час є одним з основних інструментів модернізації промисловості. Екологічну та енергетичну безпеку нашої країни забезпечує вдала політика енергозбереження і підвищення енергоефективності. Крім того, і забезпечення підвищення енергоефективності сприяє впровадженню абсолютно нових інноваційних рішень та технологій. В свою чергу, це стимулює взаємодію трансферу технологій та розвитку науки.

Інфраструктура та енергетичні об’єкти на потребують якнайшвидшої модернізації. Основною задачею у досягненні цих амбітних цілей, поставлених нашим урядом, що знаходиться на шляху до стійкого зростання економіки є надійне енергопостачання..

Одним з пріоритетних напрямків економічної політики державних установ і приватних компаній є підвищення енергоефективності і енергозбереження. Ці напрями орієнтовані на динамічний розвиток, відповідно до загальної спрямованості державних програм та зниження витрат на послуги і виробництво товарів. Отже енергозбереження є стратегічним завданням держави.

Заходи з енергозбереження дозволяють значно знизити витрати на енергію забруднення довкілля залежить від енергоспоживання не відновлювальних джерел енергії, зменшення споживання позитивно впливає на екологію.

Структурний та ефективний підхід до розробки проектів дає визначення фактичному потенціалу енергозбереження. Для проведення енергоаудиту необхідно мати відповідний інструментарій та оптимальні методи розрахунку потенціалу енергозбереження. Проведення енергоаудиту необхідно для отримання енергетичного сертифікату або паспорту енергоефективності.

Енегоаудит включає оцінку, аналіз, обстеження будівлі, а також заходів, виконання яких призведе до зниження споживання енергії. Результати енергоаудиту надаються у звітах. Звіт містить рекомендовані заходи а також відсотки заощаджень та прибутки в разі впровадження. Застосування спеціалізованих рекламних продуктів суттєво прискорює оцінку будівлі та отримання рекомендацій щодо енергозбереження.

1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ЕНЕРГОАУДИТУ

1.1.Актуальність енергоаудиту

Збільшення енергоспоживання у всьому світі вимагає керівництва країн замислюватися про пошук методів енергозбереження. Фахівці (електрики, енергетики тощо) деяких професій вирішують це завдання, їх спільна справа дозволяє розвивати напрямок енергоаудиту. Грамотне споживання енергоресурсів суттєво впливає на економіку країни, тому енергоаудит є актуальною задачею. Актуальність енергоаудиту є однаково важливою як для приватних будинків так і промислових споруд.

«Енегоаудит» - це систематичне обстеження і аналіз енергетичних потоків будівлі, спрямовані на отримання інформації про енергоспоживання. Енергоаудит дозволяє виявити можливості скорочення енергоспоживання будівлі без негативного впливу на корисні функції об’єкту який досліджуємо.

Виснаження природних копалин та постійне підвищення цін на енергоресурси змушує споживачів вживати заходи щодо раціонального споживання енергоресурсів. За останні декілька років відбулось суттєве збільшення, більш як на 60% не лише на території України, але і в країнах Євросоюзу. Організація ефективного енергоспоживання та використання комплексного підходу до планування енергозатрат може зменшити темпи зростання витрат енергії. Впровадження теплоізоляційних будівельних матеріалів та застосування сучасних приладів реєстрації та регулювання енергоресурсами є частиною управління житловими будинками та промисловими спорудами. Також заміни трубопровідних систем на сучасні та встановлення енергозберігаючого обладнання впливає на затрати енергії.

Одним із засобів енергоаудиту є тепловізійний контроль який надає можливість фіксувати місця втрати теплової енергії споруди через вікна, двері, конструктивні зміни в будівлі. Енергоаудит є першим кроком до зниження втрат на тепло та енергопостачання споруд або житлових будинків. Низький рівень енергоефективності, тобто відсутність теплоізоляції приладів обліку теплової енергії та сучасного енергозберігаючого обладнання є причиною величезного споживання енергоресурсів. Відповідно до Концепції модернізації та розвитку житлово-комунального господарства України, необхідно проведення енергетичного обстеження із застосуванням телевізійного неруйнівного контролю з метою паспортизації об'єктів житлово-комунального господарства. З набранням чинності Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» істотно посилилися вимоги до енергетичної ефективності будівель. Одним з них стала необхідність заповнення «Енергетичного паспорта будівлі», офіційного документа, що підтверджує факт проведення енергетичного аудиту на стадії розробки проекту, після закінчення будівництва будівлі і в процесі його експлуатації. Енергетичний паспорт будівлі повинен включати деякі контрольні величини: отримані за результатами аудиту, вони повинні дозволити споживачеві порівняти і оцінити енергоефективність будівлі. Очікується, що вже в найближчому майбутньому енергетичні паспорти змінять механізм ціноутворення на ринках нерухомості країн: покупці віддаватимуть перевагу будівлям з низьким споживанням енергії, а вартість об'єктів з високим енергоспоживанням впаде. Для підвищення енергоефективності будівель, а також розробки енергетичних паспортів першим кроком є необхідність проведення енергетичного аудиту будівлі і впровадження енергозберігаючих заходів.

Комплексне енергетичне обстеження будівлі – це процедура, яка дозволяє з'ясувати як використовується енергія. Крім того енергоаудит відповідає на питання які існують заходи щодо економії енергії.

Енергоаудит дозволяє не лише знизити затрати на енергопостачання, але і поліпшити мікроклімат будівлі. Проведення аудиту та заходів по модернізації маленьких будівель такі як школи, лікарні, житлові будівлі, зустрічається набагато частіше, ніж для великих споруд. Харківський національний університет який займає м2 споживає електро- та теплоенергії в рік. На теперішній час були проведені низка заходів щодо зменшення втрат тепловою енергії, а саме, часткова заміна віконних рам, дверей та ремонт системи опалення. Але для суттєвої економії енерго- та тепло ресурсів необхідне повного комплексу обстеження, тобто енергоаудиту.

Цілі енергоаудиту:

1. Визначення показників енергетичної ефективності
2. Виявлення джерел нераціональних енерговитрат
3. Виявлення невиправданих втрат енергії
4. Визначення потенціалу енергозбереження та підвищення енергоефективності
5. Розробка комплексної програми енергозбереження.

Основні завдання енергоаудиту:

1. Визначення показників енергетичної ефективності
2. Незалежна оцінка фактичного стану використання енергії
3. Виявлення причин втрат енергетичних ресурсів
4. Оцінка потенціалу енергозбереження
5. Розробка заходів для реалізації виявленого потенціалу енергозбереження з розрахунком їх вартості.

Енергоаудит можна поділити на 3 частини:

1. Енергетичне обстеження будівлі
2. Розробка рекомендацій щодо впровадження енергозберігаючих заходів
3. Складання звіту та формування енергопаспорту

1.2. Аналіз програмних засобів енергоаудиту

1.2.1. Програмний продукт ENSI EAB

ENSI EAB програма яку розробили норвежські фахівці. Вона має зручний інтерфейс і призначена для розрахунку енергопоказників будівель. ENSI EAB підходить для енергоаудиту в країнах Євросоюзу, використовує стандарти і нормативно-технічні документи ЄС: Директива 2010/31 / ЄС, 2002/91 / ЕС, ISO 13790: 2008.

Основні функції ENSI EAB та характеристики:

- Включає основні параметри для енергорозрахунків: коефіцієнти теплопередачі, температура ,геометричні параметри, інфільтрація, всередині приміщень, графік опалення, параметри системи вентиляції та освітлення, різне обладнання.
- Дає результати що відповідають рівню потреби в енергії, енергоспоживання і коефіцієнти теплопереносу.
- Генерує графік залежності енергоспоживання від зовнішньої температури .
- Для кожного окремого заходу показує рівень економії.

Розрахунок показників енергоспоживання. ENSI EAB дозволяє розрахувати загальне річне енергоспоживання будівель, розділене на сім пунктів бюджету:

- Вентиляція (опалення);
- Вентилятори і насоси;
- ГВС;
- Опалення;
- Охолодження;
- Система освітлення;
- Інше.

Головне меню програми ENSI EAB представлено на Рис. 1.1.



Рис. 1.1 – Стартове вікно програми

Користувач створює новий проект або редагує уже створений. Першим кроком необхідно вибрати стандартні умови зі списку (Рис. 1.2):

кліматичні дані;

тип будівлі;

нормативні умови;

таблиця святкових днів.

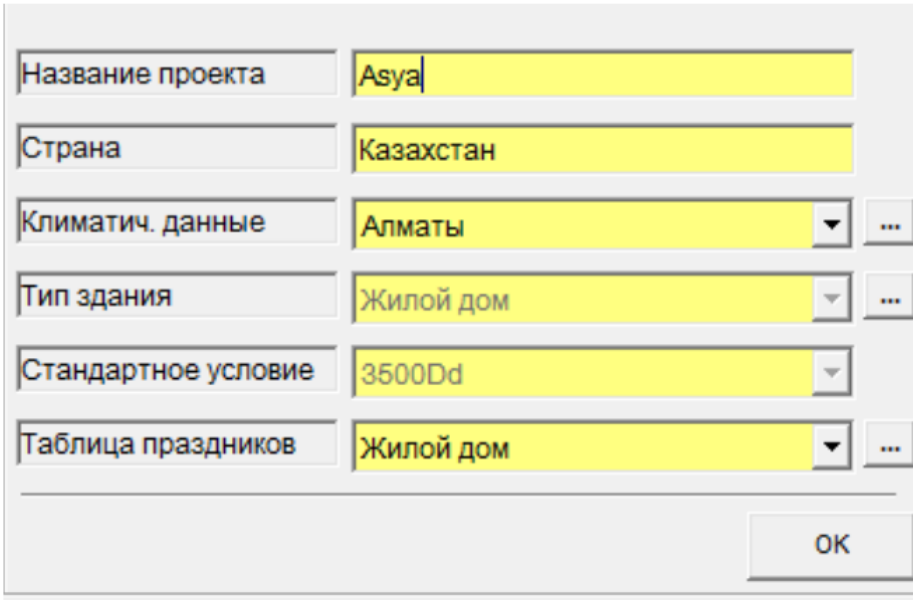


Рис. 1.2 – Створення нового проекту

Виконуються розрахунки на основі стандартних кліматичних даних, нормативних величин та таблиці вихідних днів, що вже включені в

програму,чи на основі величин, які вводить користувач для клімату, нормативи, вихідні дні.

Програмний продукт проводить розрахунки річної потреби в енергії, використовуючи місячні температури зовнішнього повітря і місячні дані по сонячному випромінюванню для типового метеорологічного року. Задавши початок і закінчення опалювального сезону для нормального кліматичного, програма включить в розрахунку потреба в тепловій енергії тільки в рамках заданого опалювального періоду. Розрахункова зовнішня температура для опалення використовується для розрахунку максимального навантаження опалення та вентиляції для будівлі (див. Рис. 1.3).

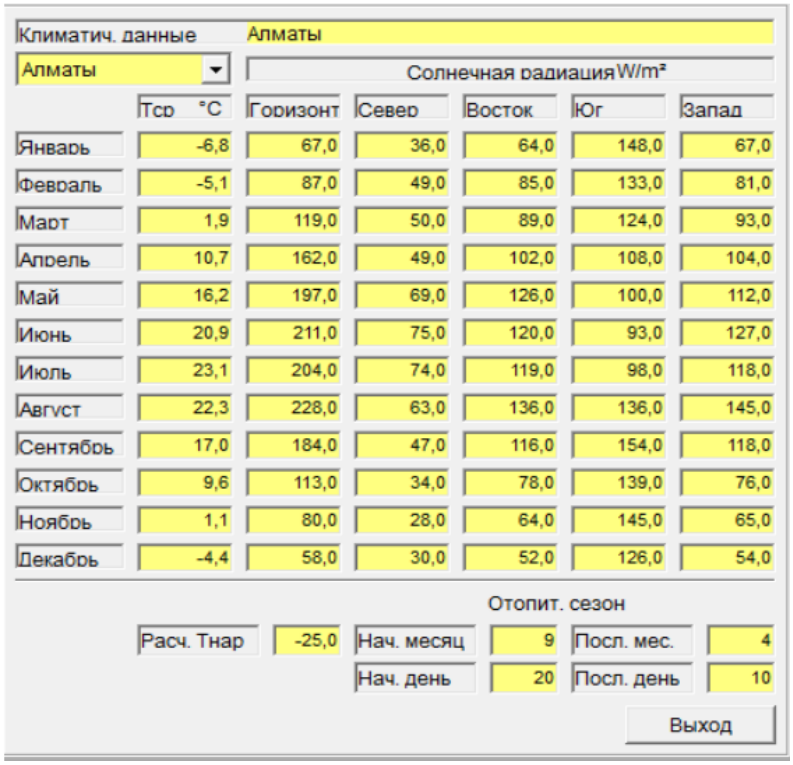


Рис. 1.3 – Кліматичні дані.

Огороджувальні конструкції будівлі (див. Рис. 1.4). програмний продукт дозволяє описати будівлю по восьми сторонам горизонту для стін і віком, а також описати вікна на даху з різним кутом нахилу.

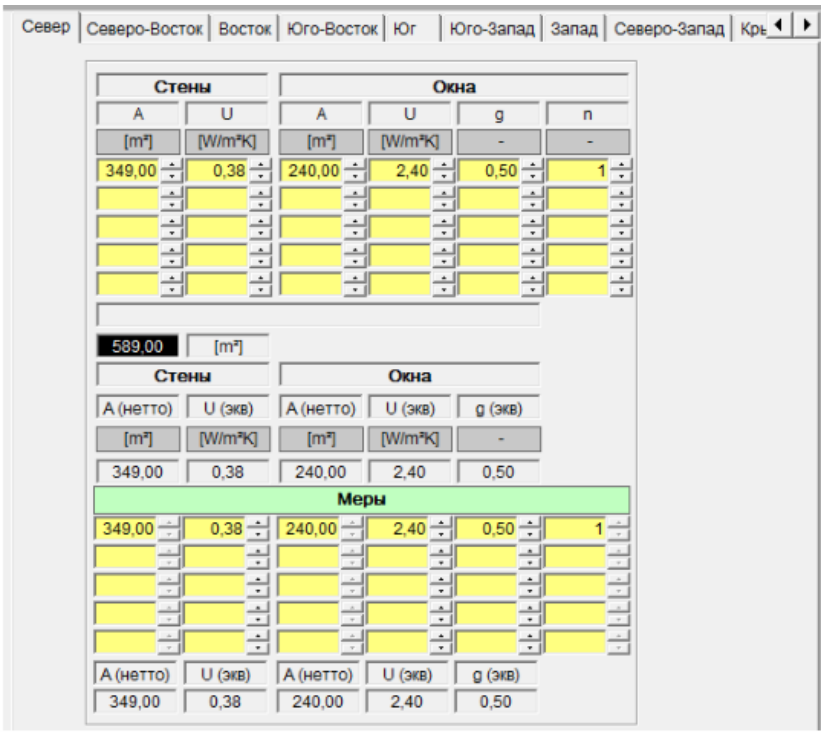


Рис. 1.4 – Огороджувальні конструкції будинку.

Графік перебування і опалення (Рис. 1.5). Необхідно ввести кількість годин в день, коли необхідно підтримувати задану внутрішню температуру, що дозволить в подальшому розрахувати заощадження від зниження температури в приміщенні в нічний час і в неробочі дні.

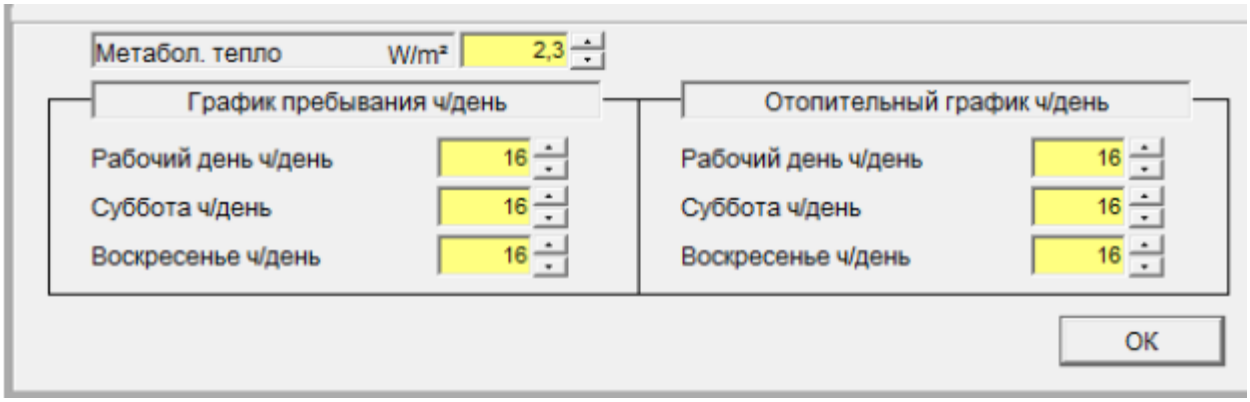
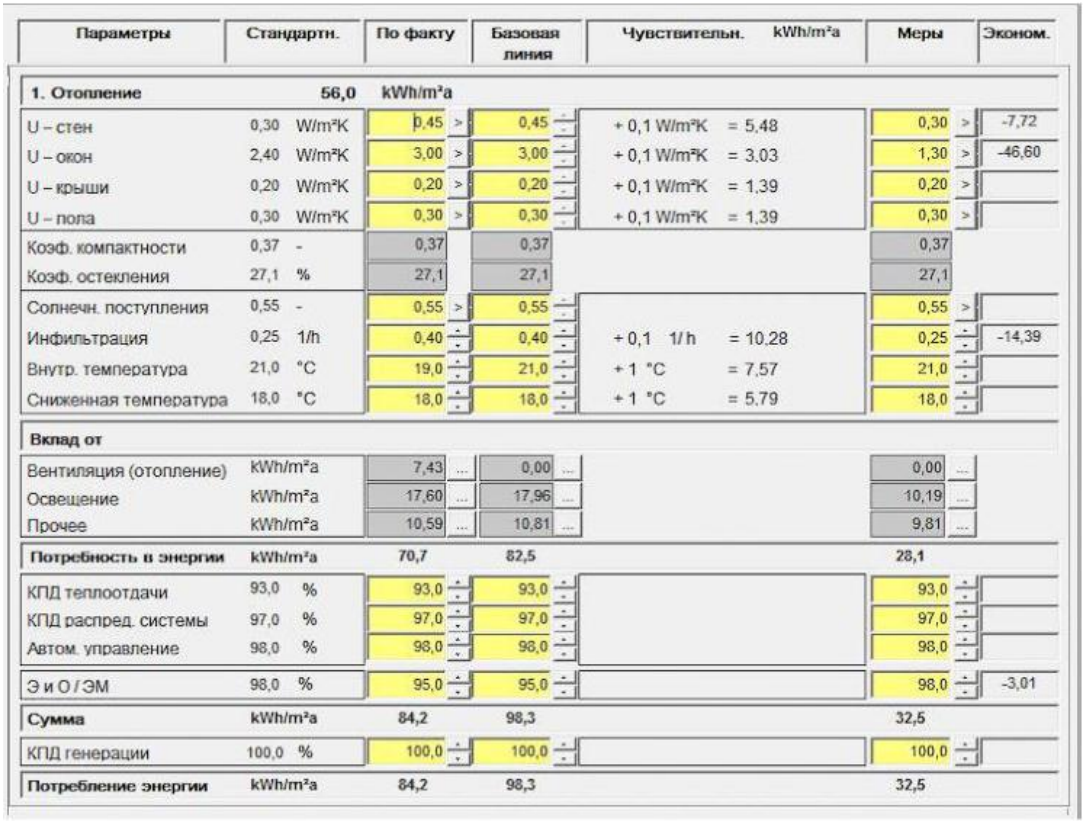


Рис. 1.5 – Графік перебування та опалення.

Результат програми показаний на Рис.1.6.



Параметры	Стандартн.	По факту	Базовая линия	Чувствительн. kWh/m²a	Меры	Эконом.
1. Отопление	**56,0 kWh/m²a**					
U – стен	0,30 W/m²K	0,45	0,45	+ 0,1 W/m²K = 5,48	0,30	-7,72
U – окон	2,40 W/m²K	3,00	3,00	+ 0,1 W/m²K = 3,03	1,30	-46,60
U – крыши	0,20 W/m²K	0,20	0,20	+ 0,1 W/m²K = 1,39	0,20	
U – пола	0,30 W/m²K	0,30	0,30	+ 0,1 W/m²K = 1,39	0,30	
Коэф. компактности	0,37 -	0,37	0,37		0,37	
Коэф. остекления	27,1 %	27,1	27,1		27,1	
Солнечн. поступления	0,55 -	0,55	0,55		0,55	
Инфильтрация	0,25 1/h	0,40	0,40	+ 0,1 1/h = 10,28	0,25	-14,39
Внутр. температура	21,0 °C	19,0	21,0	+ 1 °C = 7,57	21,0	
Сниженная температура	18,0 °C	18,0	18,0	+ 1 °C = 5,79	18,0	
Вклад от						
Вентиляция (отопление)	kWh/m²a	7,43	0,00		0,00	
Освещение	kWh/m²a	17,60	17,96		10,19	
Прочее	kWh/m²a	10,59	10,81		9,81	
Потребность в энергии	**kWh/m²a**	**70,7**	**82,5**		**28,1**	
КПД теплоотдачи	93,0 %	93,0	93,0		93,0	
КПД распред. системы	97,0 %	97,0	97,0		97,0	
Автом. управление	98,0 %	98,0	98,0		98,0	
Э и О / ЭМ	98,0 %	95,0	95,0		98,0	-3,01
Сумма	**kWh/m²a**	**84,2**	**98,3**		**32,5**	
КПД генерации	100,0 %	100,0	100,0		100,0	
Потребление энергии	**kWh/m²a**	**84,2**	**98,3**		**32,5**	

Рис. 1.6 – Результати програми ENSI EAB

Враховуючи кожну позицію бюджету з першої колонки меню даються параметри, що впливають на споживання енергії . У другій – вказуються нормативні показники враховуючи вимоги державних будівельних норм та стандартів. У наступній колонці даються фактичні показники для будівлі.

Щоб провести розрахунки для кожної будівлі створюється модель, на якій відпрацьовують альтернативні рішення та заходи. Програма править вихідні дані, що задані за замовчуванням. Також в ній закладені декілька типових моделей, які можна використовувати для швидких та універсальних розрахунків. У програмі закладені сім типових моделей будівлі (житловий будинок, лікарня, офіс, дитячий садок, університет, школа, і склад). Користувач також може додавати свої підтипи або нові будівлі.

Програма ENSI EAB включає в себе модуль розрахунку графіка залежності споживання енергії від температури. Заходи (Рис. 1.7).

Програма дає огляд розрахованих заходів, а також питомі і загальні заощадження для кожного заходу.

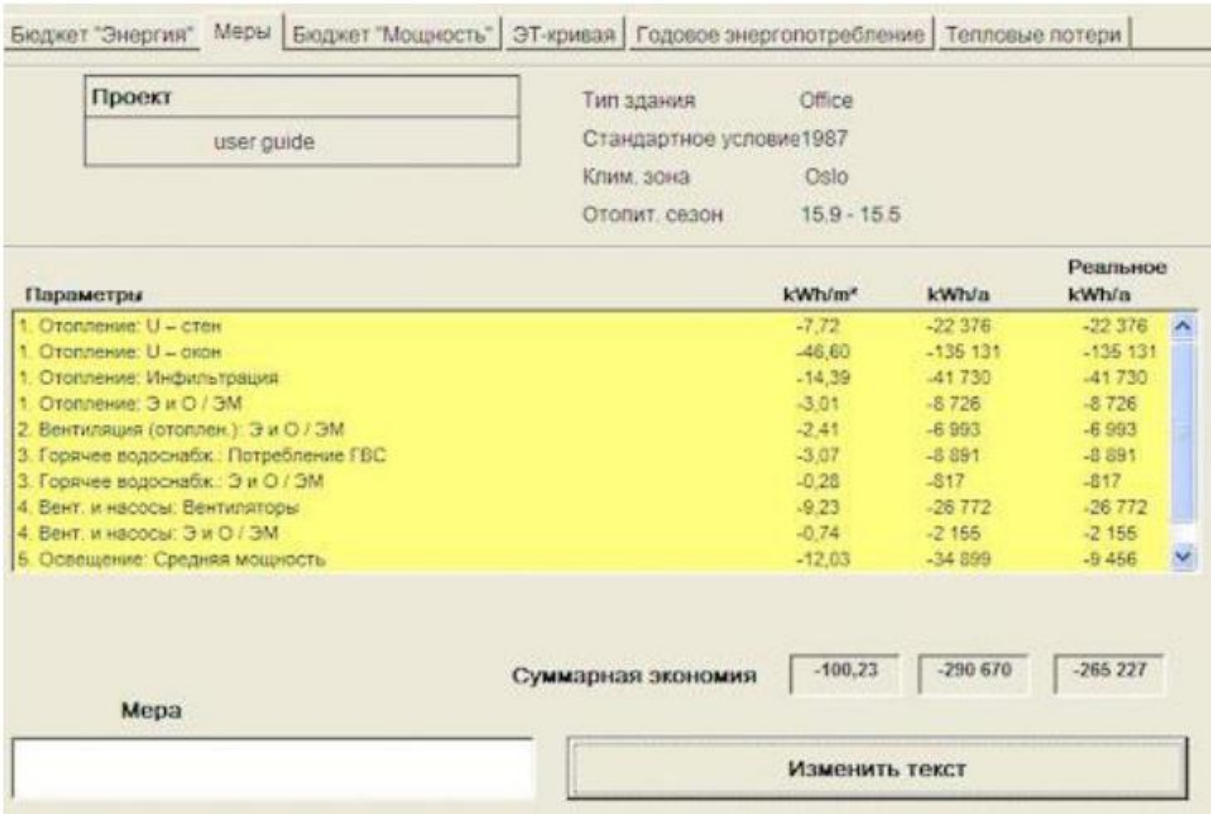


Рис. 1.7 – Заходи

Програма ENSI EAB включає у себе модуль розрахунку графіка залежності споживання енергії від температури: для фактичного, базового і споживання «після заходів». Надається можливість прочитати точні величини, навівши курсор на криву(рис.1.8).

В результаті розгляду даного програмного продукту були виявлені такі недоліки:

- У програмі мається на увазі ручний розрахунок енергоаудитора кратності інфільтрація, а також коефіцієнти теплопередачі огороджувальних конструкцій;
- Вартість програмного продукту перевищує 1200 $.

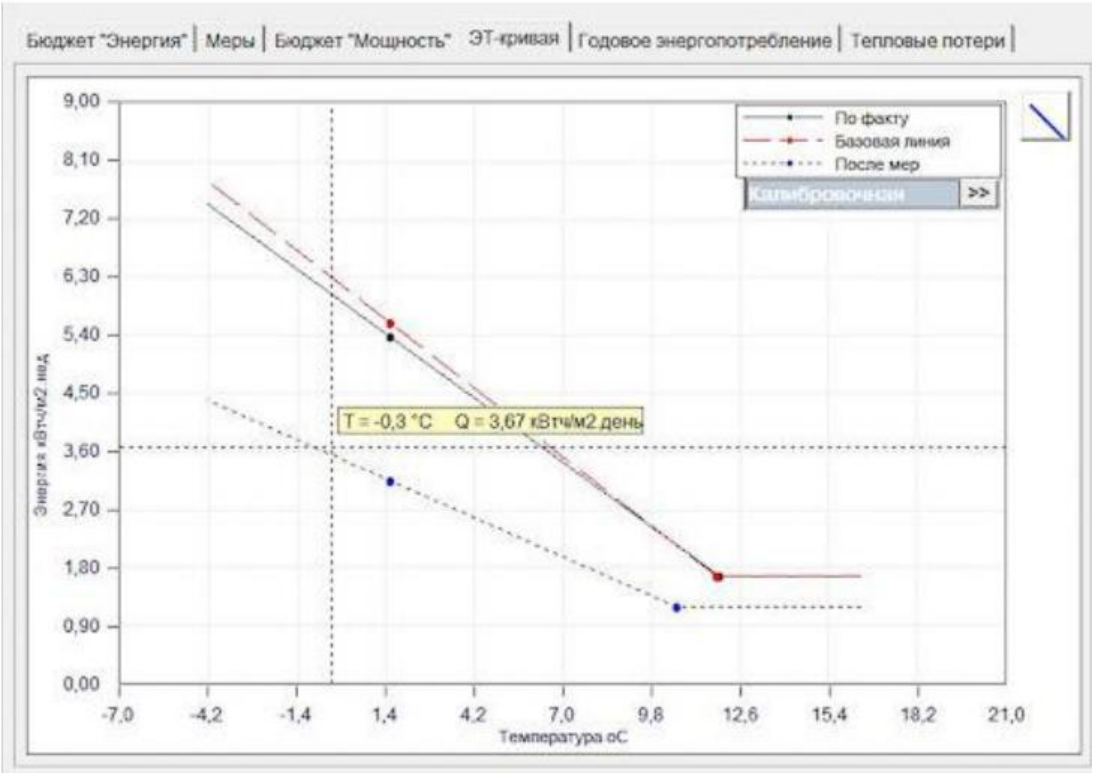


Рис. 1.8 – Графік залежності споживання енергії від температури

1.2.2. Програмний комплекс «Енергоаудит будівель, будови, Споруди»

Для проведення енергоаудиту будівлі, аналізу та оцінки енергетичної ефективності використання теплової енергії існує комп'ютерна програма «Енергоаудит будівель, будови, споруди ». Програма дозволяє:

- розрахувати ефективність споживання теплової енергії;
- визначити потенціал енергозбереження;
- оцінити вихідну величину витрат;
- розробити комплексну програму по енергозбереженню з виконанням техніко-економічних обґрунтувань та ефективність конкретних заходів з енергозбереження.

Запуск програмного комплексу «Енергоаудит будівель, будови, споруд».



Рис. 1.9 – Запуск програмного комплексу

Запустивши програму, відображається основне вікно (Рис. 1,10), на якому представлений перелік об’єктів, які формується користувачем.

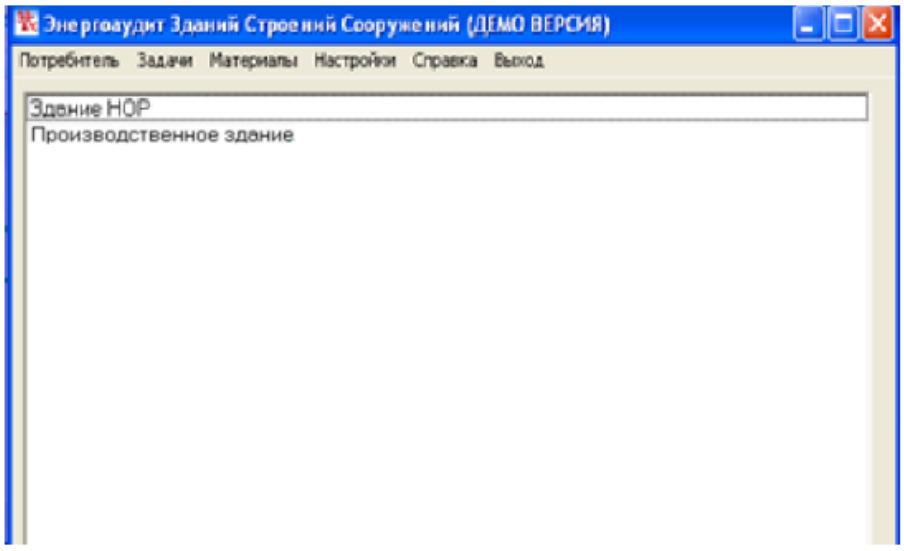


Рис. 1.10 – Основне вікно програмного комплексу

Програма містить такі приклади розрахунку будівель:

- адміністративна «Будівля НІР»;
- промислова «Виробнича будівля».

В програмі реалізовані наступні пункти меню:

1) Споживач
2) Завдання
3) Матеріали

4) Налаштування

5) Довідка

Вікно «Вибір параметрів мікроклімату»(Рис.1.11) формується натисканням кнопки «Розрахунок будівлі (опалення + заходу)», чи подвійним натисканням миші на об’єкті.

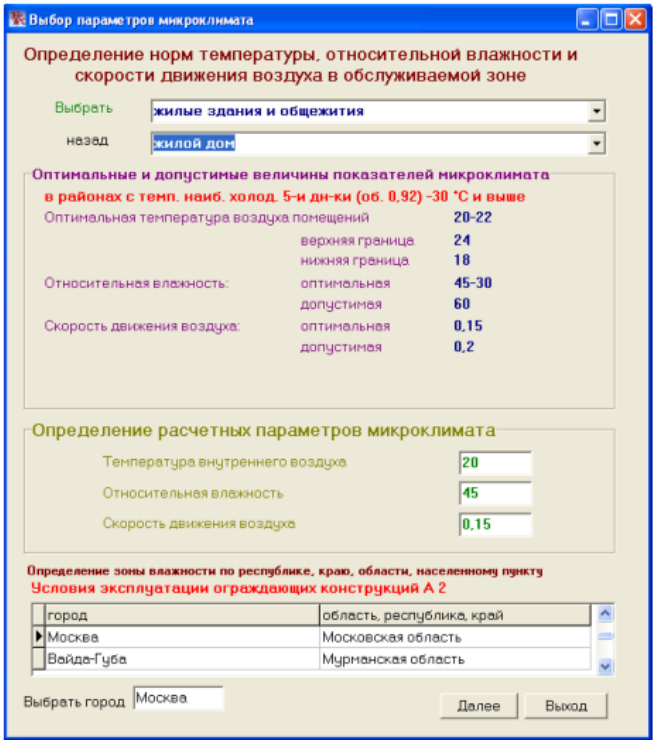


Рис. 1.11 – Вікно «Вибір параметрів мікроклімату».

Для заповнення вікна необхідно:

1) Здійснити вибір об’єктів у верхній частині вікна:
   a) приміщення житлових і громадських будівель;
   b) виробничі приміщення.
2) При виборі «Приміщення житлових і громадських будівель» необхідно, вибрати тип будівлі:
   a) дитячі дошкільні установи;
   b) будинки престарілих та інвалідів;
   c) житлові будівлі та гуртожитки;
   d) громадські будівлі.

Натиснувши на кнопку «Далі» користувач переходить в наступне вікно «Нормовані значення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій »(Рис.1.12), в якому відображаються розрахункові значення згідно СниП 23-02-2003 «Тепловий захист будівель », а саме:

- градус добу опалювального періоду (ГСОП).
- опір теплопередачі стін.
- приведений опір теплопередачі покриттів і перекриттів над проїздами.
- опір теплопередачі покриттів горищних, над холодними підпілля і підвалами.
- приведений опір теплопередачі вікон і балконних дверей.
- приведений опір теплопередачі ліхтарів.

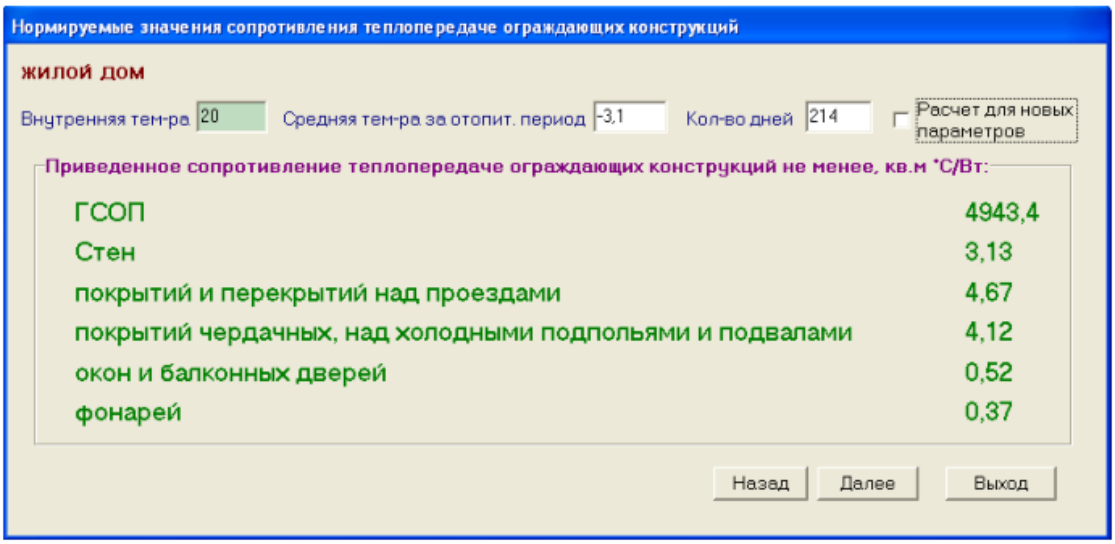


Рис. 1.12 – Вікно «Нормовані значення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій »

Розрахунок опорів теплопередачі огороджувальних конструкцій і ГСОП проводиться автоматично. При повторному натисканні миші галочка в поле забирається і повертається попередній розрахунок згідно СниП 23-01-99.

Для переходу до попереднього або подальше вікно внизу розташовуються кнопки «Назад» і «Далі».

При натисканні кнопки «Далі» формується вікно «Розрахункові значення теплопередачі вікон і ліхтарів »(Рис. 1.13).

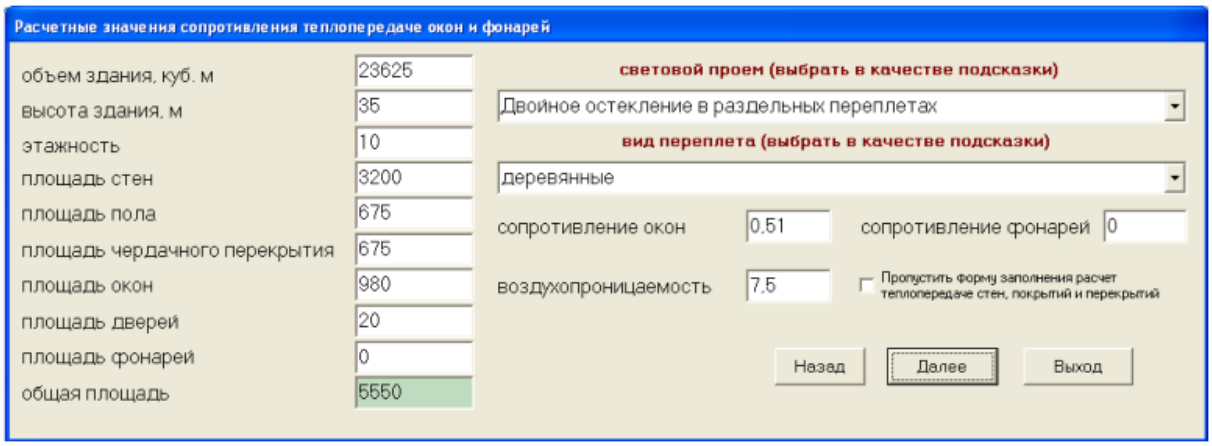


Рис. 1.13 – Вікно «Розрахункові значення теплопередача вікна і ліхтарів»

В даному вікні задається площа стін та інші огороджувальні конструкції (в м 2) згідно з проектною документацією або техпаспорта будівлі. Також задається висота приміщень. Поле «Загальна площа» формується автоматично.

У верхній правій частині вікна є список, що розкривається для визначення світлового прорізу. Нижче, в списку вказується вид матеріалу(дерев'яні або сталеві). Дана підказка призначена для автоматичного формування опору теплопередачі і повітропроникність вікна згідно СниП II-3-79 «Будівельна теплотехніка» і необхідна для вибору показників вікон старих зразків. Заповнюються також автоматично поля «опір вікна »і« повітропроникність ».

Для переходу в наступне вікно «Складання енергозберігаюче заходи »слід натиснути кнопку« Далі ».

В даному вікні формується енергозберігаючі заходи (Рис. 1.14).

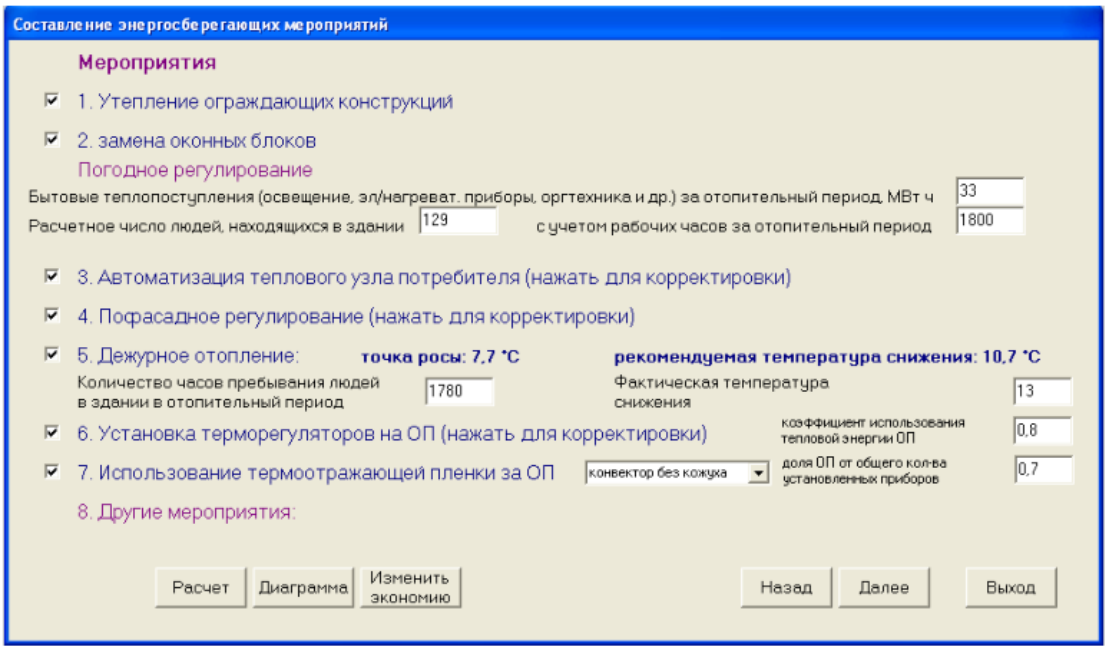


Рис. 1.14 – Вікно «Складання енергозберігаючих заходів»

Користувач самостійно обирає необхідні заходи, а також вводе додаткову інформацію:

1) Теплопостачання за опалювальний період в МВт рік (Визначається за показниками приладів обліку споживання електричної енергії).

2) Можлива або середня кількість людей,які знаходиться в будівлі та фактичне число годин перебування під час опалювального періоду.

Головні переваги програми:

1) Вона дозволяє зробити розрахунок показників роботи системи опалення та місячної динаміки споживання теплової енергії житлових та адміністративних будівель, а також виробництв.

2) Дозволяє робити оцінку та аналіз ефективності роботи систем тепло споживання. Це сприяє визначенню потенціалу енергозбереження обстежуваних об’єктів. Дозволяє розраховувати заходи та термін їх окупності.

3) Програма містить базу в якій зібрані найбільш поширені заходи по енергозбереженню, які будуть регулярно поповнюватися та оновлюватися.

4) Містить способи визначення та розрахунки основних показників роботи. Теплоспживання будівель та споруд, які враховують усі вимоги нормативних документів.

5) Дозволяє виконати:

a) визначення зони вологості а також умови експлуатації конструкцій, що огороджують будівлі, будови чи споруди;

b) визначення класу енергоефективності будівель;

c) визначення значень опору теплопередачі конструкцій що огороджують будівлю;

d) визначення розрахункових та нормованих витрат теплової енергії що йдуть на опалення будівель;

e) визначення споживання тепла;

f) розрахунок з утеплення огороджувальних конструкцій;

g) підбір заходів по енергозбереженню;

h) складання енергетичних балансів що враховують складання енергозберігаючих заходів;

i) оцінку ефективності заходів по енергозбереженню за допомогою техніко-економічного розрахунку.

Головним недоліком такого програмного комплексу є те, що така програма не підходить для використання на території України, адже в ній використання нормативи та стандарти Російської федерації.

1.3.Постановка завдання

Тема дипломного проекту: Розробка програмного забезпечення «Енергоаудит».

Мета дипломного проекту полягає в розробці програмного комплексу «Енергоаудит « автоматизованої системи енергоаудиту (АСЕ) в

середовищі програмування C++. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

a) провести аналітичний огляд існуючих систем енергоаудиту.

b) розробити програмний комплекс «Енергоаудит»:

c) розробити алгоритму розрахунку споживання теплової енергії;

d) розробити бази даних кліматичних умов, будівельних матеріалів і світлових прорізів;

e) розробити програмне забезпечення ACE в середовищі C++.

f) вирішити питання техніко-економічного обґрунтування.

2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОЗРАХУНКУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ ПРОГРАМИ «ЕНЕРГОАУДИТ»

2.1. Структурна схема

Відповідно до визначеної задачі розроблюємо структурну схему АСЕ, яка наведена на Рис. 2.1. До вхідних параметрів системи, що вимірюються датчики, є:

- температура в приміщенні;
- витрата повітря;
- параметри приміщення (довжина, ширина, висота);
- товщина огороджувальні конструкції.

Система збору даних отримує сигнали від датчиків та передає їх в програмний комплекс «Енергоаудит». Основним завдання даного дипломного проекту є в розробка програмного комплексу АСЕ в середовищі програмування С++.

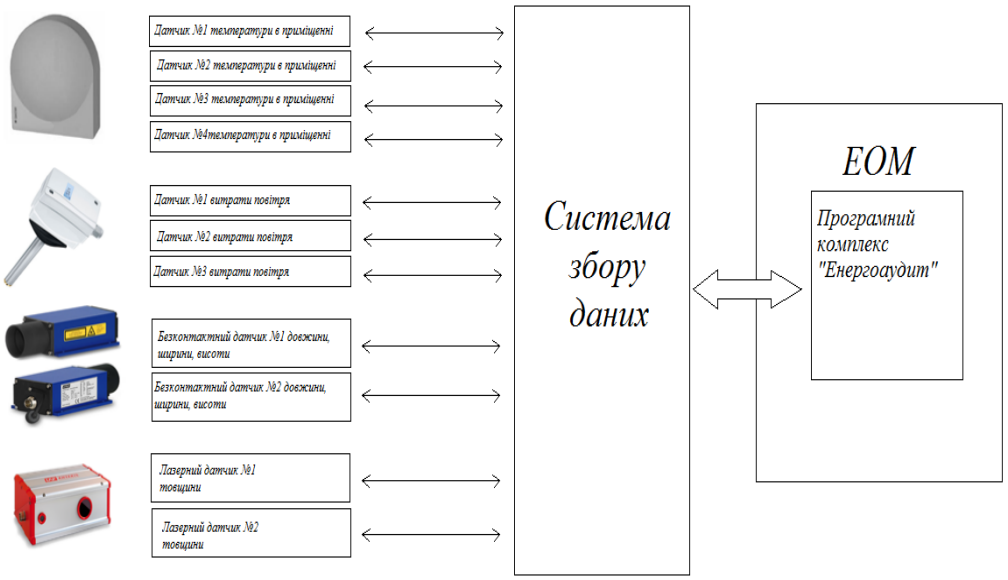


Рис. 2.1 – Структурна схема системи, що розроблюється

Використовуючи зібрані дані з датчиків, які встановлені в житловому будинку,після чого відбувається моніторинг цих параметрів протягом одного тижня.

2.2. Розрахунок потреби в енергії для опалення

Потреба в енергії для опалення і вентиляції Q h, розраховується

за формулою

$$Q_h = Q_L - \eta Q_g$$

Q_L - це потреба енергії для покриття загальних теплових втрат (Теплопередачі, інфільтрації і вентиляції), Вт * ч;

Q_g - загальні теплопостачання від сонячної радіації через світлові прорізи, внутрішніх тепловиділень від освітлення і іншого обладнання, і метаболічну тепло, Вт * ч;

η - коефіцієнт утилізації теплопостачання.

2.2.1. Розрахунок загальних теплових втрат

Потребу в енергії для покриття загальних теплових втрат Q_L, можна розрахувати за формулою:

$$Q_L = Q_{iv} + Q_{mv} + Q_T \text{, Вт * год} \qquad (2.1)$$

Потреба в енергії для покриття теплових втрат враховуючи інфільтрацію та природну вентиляцію, розраховується за формулою:

$$Q_{iv} = H_{iv} * (\theta_i - \theta_e) * t \text{, Вт * год} \qquad (2.2)$$

Отже H_{iv} - коефіцієнт теплових втрат, який враховує інфільтрацію і природну вентиляцію, Вт / К;

$(\theta_i - \theta_e)$ - це різниця середньої внутрішньої та зовнішньої температури протягом розрахункового періоду, ° С.

Нормативне значення температури всередині житлового будинку θ_i = 21 ° С , розрахункова температура зовнішнього повітря враховується середня за опалювальний період;

t - розрахунковий період, год. тривалість опалювального періоду.

Коефіцієнт теплових втрат, який враховує інфільтрацію та природну вентиляцію, розрахуємо за формулою:

$$H_{iv} = V_{iv}\rho_a c_a \text{,Вт/К} \tag{2.3}$$

V_{iv} - потік повітря у опалювальному просторі, м^3/год ;

$\rho_a c_a$ - об'ємна теплоємність повітря $\approx$ 034 Вт $*$ год/м^{3}К

Потік повітря через простір що оплюється, розраховується за допомогою наступної формули:

$$V_{iv} = V_{конд} * n_1, м3/год \tag{2.4}$$

Де n_1 - кратність інфільтрації у будівлі на протязі місяць,.

Кратність не повинна перевищувати значення = 0,5 год. -1.

$V_{конд}$ - обсяг повітря в просторі що опалюється, м^3.

Кратність інфільтрації в будівлі на протязі місяця, розраховується за формулою:

$$n_1 = n_{50} * e * (1 - \frac{t_m}{t_{vt}}) + n_{\inf} * \frac{t_m}{t_{vt}}, ч^{-1} \quad (2.5)$$

n_{50} - кратність повітрообміну випробуваного приміщення якщо різниця тисків 50 Па;

e, f - коефіцієнти вітрозахисту;

t_m - кількість робочих годин в місяць механічної вентиляції, год.;

t_{vt} - кількість годин в місяць;

$n_{\inf}$ - величина інфільтрації, яка враховує вплив механічної вентиляції,

Величина інфільтрації, враховується вплив механічної вентиляції, яка розраховується за формулою:

$$n_{\inf} = \frac{n_{50} * e}{1 + \frac{f}{e} * (\frac{\upsilon_1 - \upsilon_2}{\upsilon * n_{50}})^2}, ч^{-1} \quad (2.6)$$

де V - обсяг будинку,що опалюється м^3;

V1 - витрата повітря, яка пригнічується механічною системою вентиляції, м^3/год.;

V2 - витрата витяжного повітря у механічній системі вентиляції, м^3/год.

Обсяг повітря у опалювальному просторі, який розраховується за формулою:

$$V_{конд} = A_{конд} * D, \quad м^3 \quad (2.7)$$

$A_{конд}$ - це площа підлог в опалювальних приміщеннях, м³;

D – це корисна висота приміщення (відстань по вертикалі між внутрішніми поверхнями перекриттів одного поверху).

Площа підлоги у опалювальних приміщеннях, розраховується за формулою:

$$A_{конд} = \sum A_{пол}, \quad м^2 \tag{2.8}$$

Отже, $A_{пол}$ - площа підлоги приміщення що опалюється,

Висоту приміщення розраховуємо за наступною формулою:

$$D = \frac{H}{Э}, \quad м, \tag{2.9}$$

Н – це висота будівлі, м;

Э - кількість поверхів.

Енергія що потрібна для покриття теплових втрат через механічної вентиляції, розраховується за формулою:

$$Q_{mv} = H_{mv} * (\theta_S - \theta_e) * t, \quad \text{Вт*ч} \tag{2.10}$$

H_{mv} - це коефіцієнт теплопереносу через механічну вентиляцію, Вт / К;

$(\theta_S - \theta_e)$ - різниця між температурою повітря при подачі коли повітря надходить в будівлю (може дорівнювати або відрізнятися від θ_i) та зовнішніми температурами протягом періоду розрахунку, ° С;

t - розрахунковий період, год.

Коефіцієнт теплопереносу через механічну вентиляцію, розраховуємо за формулою:

$$H_{mv} = V_{mv}\rho_a c_a, \frac{\text{Вт}}{\text{к}}, \tag{2.11}$$

де V_{mv} - це потік повітря через механічну вентиляцію, м³ / год;

$\rho_a c_a$ - об'ємна теплоємність повітря $\approx 0{,}34 \text{Вт} * \text{год}/\text{м}^3\text{К}$.

Потік повітря крізь механічну вентиляцію, розраховуємо за формулою:

$$V_{mv} = V_{конд} * n_2, \quad м^3 / ч, \tag{2.12}$$

де n_2 - кратність повітрообміну в приміщенні,.

$V_{конд}$ - обсяг повітря в опалювальному просторі, м 3.

Розрахуємо потребу у енергії для покриття теплових втрат при теплопередачі за формулою:

$$Q_T = H_T * (\theta_i - \theta_e) * t, \text{ Вт*ч;} \tag{2.13}$$

де H_T - це коефіцієнт теплових втрат через теплопередачу, Вт / К;

$(\theta_i - \theta_e)$ - різниця між середньою внутрішньою та зовнішньою температурами протягом періоду розрахунку, ° С;

t - розрахунковий період, год.

Коефіцієнт теплових втрат через теплопередачу, розраховуємо за формулою

$$H_T = \sum (U_{eqv,i} * A_i), \ \frac{\text{Вт}}{\text{К}} \tag{2.14}$$

де $U_{eqv,i}$ - еквівалентний коефіцієнт теплопередачі для елементів оболонки будівлі (стіни, дах, вікна), Вт / м² К;

A_i - площа елементів оболонки будівлі, м².

Розраховується еквівалентний коефіцієнт теплопередачі для елементів оболонки будівлі (стіни, дах, підлоги) за формулою

$$\text{U}_{пол} = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + R_i + ... + R_i}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}} \tag{2.15}$$

де R_i - це опір теплопередачі і – того шару в елементі оболонки

будівлі, $\frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$;

R_{si} - опір теплопередачі елемента оболонки будівлі на внутрішній поверхні = $0{,}13\frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$;

R_{se} - опір теплопередачі елемента оболонки будівлі на зовнішній поверхні = $0{,}04\frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$.

Опір теплопередачі шару і-того шару в елементі оболонки будівлі, розраховується за формулою

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i}, \frac{м^2К}{Вт} \quad (2.16)$$

де d_i - це товщина матеріалу і – того шару в елементі оболонки будівлі, м;

λ_i - практична теплопровідність матеріалу і – того шару в

елементі оболонки будівлі, Вт / (м * К).

Розраховується еквівалентний коефіцієнт теплопередачі для елементів оболонки будівлі або вікна за формулою:

$$U_{окон} = \frac{1}{k}, \frac{Вт}{м2К}, \quad (2.17)$$

де k – це приведений опір теплопередачі вікна, $\frac{м^2К}{Вт}$.

2.2.2. Розрахунок сумарних теплопостачань

Розраховуємо сумарні теплопостачання за формулою:

$$Q_g = Q_s + Q_i, Вт * год, \quad (2.18)$$

де Q_s - теплопостачання від випромінювання сонця, Вт * год.;

Q_i - сума тепловиділень від освітлення(внутрішніх), іншого

обладнання і метаболічного тепла, Вт * год.

Від сонячного випромінювання теплопостачання, розраховуються за формулою:

$$Q_s = Q_{sd} + Q_{si}, \text{ Вт} * \text{год} \quad (2.19)$$

де Q_{sd} - прямі сонячні випромінювання, Вт * год;

Q_{si} - непрямі сонячні випромінювання, В * год. Зазвичай ці надходження дуже малі, частково вони компенсуються втратами на випромінювання конкретної будівлі в навколишнє середовище.

Розрахуємо прямі сонячні надходження:

$$Q_{sd} = \sum (I_a * A_s) * t, \text{ Вт} * \text{год}, \quad (2.20)$$

де I_a - це щільність потоку сонячного надходження на поверхні враховуючи хмарність, Вт / м^2;

t – це розрахунковий період, год;

A_s - ефективна площа вікон, м^2.

Ефективна площа вікон, розраховується за формулою:

$$A_s = A_{окон} * (F_s * F_f * g), \text{м}^2 \quad (2.21)$$

де $A_{окон}$ - це загальна площа елемента скління (площа вікон), м^2;

F_s - поправочний коефіцієнт затінення

F - коефіцієнт рами. Це співвідношення прозорої площі вікна до загальної площі елемента;

g – це коефіцієнт пропускання потоку сумарної сонячної радіації при проходженні через скління

Розрахуємо суму всіх внутрішніх тепловиділень від освітлення та іншого обладнання, а також метаболічного тепла, за формулою:

$$Q_i = \Phi_1 * t_1 + \Phi_v * t_v + \Phi_m * t_m, \text{Вт} * \text{ч} \qquad (2.22)$$

де Φ_1 - середня потужність освітлення, Вт / м²;

Φ_v - середня потужність іншого обладнання, Вт / м² ;

Φ_m - метаболічне тепло мешканців будинку, Вт / м²;

t_1 - період експлуатації системи освітлення, год.;

t_v - період експлуатації іншого обладнання, год.;

t_m - період перебування в будівлі людей - графік зайнятості, год..

2.2.3 Розрахунок коефіцієнта утилізації

Розраховуємо коефіцієнт утилізації:

$$\eta = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}} \quad якщо \quad \gamma \neq 1$$

$$\eta = \frac{a}{a+1} \quad якщо \quad \gamma = 1$$

де γ - співвідношення теплопостачання (тепловтрат);

а - числовий параметр, який залежить від постійної часу.

Співвідношення теплопостачання(тепловитрат), розраховується за

Формулою:

$$\gamma = \frac{Qg}{QL} \tag{2.23}$$

Числовий параметр, який залежить від постійної часу τ та розраховується за формулою:

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0} \tag{2.24}$$

де a_0 - чисельна константа, яка залежить від методики розрахунків. Для щомісячних розрахунків $a_0 = 1$;

τ_0 - чисельна константа, яка залежить від методики розрахунку. Для щомісячних розрахунків $\tau_0 = 15$ год;

τ - постійна часу, год.

Постійна часу, що характеризує внутрішню теплову інерцію опалювального простору, розраховується за формулою:

$$\tau = \frac{Cm}{H}, \quad год \tag{2.25}$$

де Н - коефіцієнт тепловтрат будівлі, Вт / К;

Cm - внутрішня теплоємність опалювального об'єкта, Втч/К.

Внутрішня теплоємність опалювального об'єкта:

$Cm = C * A_{конд}$, Втч/К

де С - це внутрішня теплоємність будівлі чи зони будівлі, Втч / м^2 К;

А - опалювальна площа будівлі, м^2.

2.3. Алгоритм розрахунку енергоспоживання

У додатку1 представлений алгоритм розрахунку енергоспоживання. Алгоритм розрахунку енергоспоживання включає розрахунки за формулами, наведеними у Додатку1.

Вхідні параметри для системи:

- коефіцієнти вітрозахисту (e, f);

- об'ємна витрата повітря через огородження при різниці тисків 50 Па (n_{50});

- витрата повітря, яка подається механічно системою вентиляції (V_1);

- витрата витяжного повітря механічної системи вентиляції (V_2);

- кількість робочих годин механічної вентиляції на місяць (t_m);

- кількість годин в місяць (t_{vt});

- загальна площа даху ($A_{крыши}$);

- загальна площа стін ($A_{стен}$);

- площа вікон, північ ($A_{оконпівн}$);

- площа вікон, південь ($A_{оконпівд}$);

- площа вікон, захід (Q_h);

- площа вікон, схід ($A_{оконс}$);

- висота будівлі (Н);

- кількість поверхів у будинку (П);

- поправочний коефіцієнт затінення (F_s);

- коефіцієнт рами, співвідношення прозорою площі вікна до загальної площі елемента скління(F_f);

- коефіцієнт пропускання потоку сумарної сонячної радіації при проходженні через вікно (g);

- середня потужність освітлення (Φ_1);

- середня потужність іншого обладнання (Φ_v);

- метаболічне тепло мешканців будинку (Φ_m);

- період експлуатації системи освітлення (t_1);

- період експлуатації іншого обладнання (t_v);

- період перебування в будівлі людей - графік зайнятості, (t_m);

- середня внутрішня температура (θ_i);

- середня зовнішня температура (θ_e);

- температура повітря на подачі при надходженні до будівлі (θ_s);

- розрахунковий період (t);

- приведений опір теплопередачі вікна (k);

- товщина матеріалу і – того шару в елементі оболонки будівлі (d_i);

- практична теплопровідність матеріалу і – того шару в елементі оболонки будівлі (λ_i);

- щільність потоку сонячного випромінювання на поверхні з урахуванням хмарності (I_a);

- кількість конструктивних шарів в стіні ($n_{ст}$);

- кількість конструктивних шарів в даху ($n_{кр}$);

- кількість конструктивних шарів в підлозі ($n_{пол}$);

- внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі (C);

- кратність інфільтрації (n_1);

- кратність повітрообміну (n_2).

Задаються початкові значення:

- об'ємна теплоємність повітря;

- чисельна константа τ_0;

- чисельна константа a_0;

- опір теплопередачі на внутрішній поверхні огороджувальних конструкцій R_{st};

- опір теплопередачі на зовнішній поверхні огороджувальних конструкцій R_{se};

- непрямі сонячні надходження Q_{si}.

На першому етапі система проводить розрахунок потреби в енергії для покриття загальних теплових втрат Q_L. На другому етапі розраховуються сумарні теплопостачання Q_g. На третьому - проводиться розрахунок коефіцієнта утилізації η. В підсумках розраховується потреба в енергії для опалення Q_h.

2.4. Проектування та розробка бази даних

Програмний комплекс представляє собою СУБД у середовищі програмування Visual Studio. Для збереження інформації в дипломній роботі була розроблена база даних. Вона складається з 9 таблиць:

1. Типи вікон
   - номер вікна
   - тип вікна
2. Світлові прорізи
   - номер світлового прорізу

- номер виду світлового прорізу
- номер вікна
- Коефіцієнт затемнення
- Коефіцієнт пропускання

3. Види світлових прорізів
   - Номер виду світлового прорізу
   - Найменування світлового прорізу
4. Кліматичні дані
   - Номер міста
   - Назва міста
   - Середня температура
   - градусо-добу опалювального періоду
   - тривалість отеплювального періоду
   - радіани горизонт
   - радіани північ
   - радіани південь
   - радіани захід – схід
5. Сполучна таблиця кліматичних даних та світлових прорізів
   - Номер прорізу – міста
   - Номер міста
   - Номер світлового прорізу
6. Матеріали
   - Номер матеріалу
   - Номер під категорії
   - Найменування матеріалу
   - Теплопровідність
   - Щільність
7. Сполучна таблиця кліматичних даних та матеріалів
   - Номер матеріалу – міста
   - Номер міста

- Номер матеріалу

8. Підкатегорії
   - Номер підкатегорії
   - Номер категорії
   - Назва підкатегорії
9. Категорії
   - Номер категорії
   - Найменування категорії

Реляційна модель спроектованої ази даних представлена на Рис.2.3.



Рис.2.3 – Реляційна модель бази даних

База даних реалізована за допомогою програмного забезпечення SQL Server 2005

В базі даних «Energoaydit» були створені основні таблиці (три) , додаткові (чотири) та таблиці перетинів (дві).

Основні таблиці.

Таблиця «Кліматичні дані», зберігає інформацію про кліматичні умови міст України, друга таблиця «Матеріали» зберігає в собі характеристику матеріалів огороджувальних конструкцій. Третя, «Світлові прорізи», - містить інформацію про різні види світлових прорізів. Додаткові таблиці:

«Типи вікон», «Види світлових прорізів», Всього матеріалів, Підкатегорії матеріалів. Сполучні таблиці, забезпечують зв'язок «багато до багатьох», утворюють зв'язок між кліматичними даними та матеріалами,та між кліматичними даними та світловими прорізами. Таблиці можна створювати в графічному інтерфейсі, або за допомогою коду T-SQL.

2.4.1. Процес створення бази даних та таблиць в SQL Server Management Studio

Для запуску Management Studio в меню «Пуск» операційної системи необхідно вибрати пункт «Microsoft SQL Server 2005 \ SQL Server Management Studio ». Після відкриття вікна програми, Microsoft SQL користувач підключитися до серверу баз даних SQL Server.

У вікні «З'єднання з сервером» (Рис. 2.4) необхідно вказати наступну інформацію:

1. Тип сервера.
2. Ім'я сервера.
3. Перевірка автентичності.
4. Ім’я користувача
5. Пароль

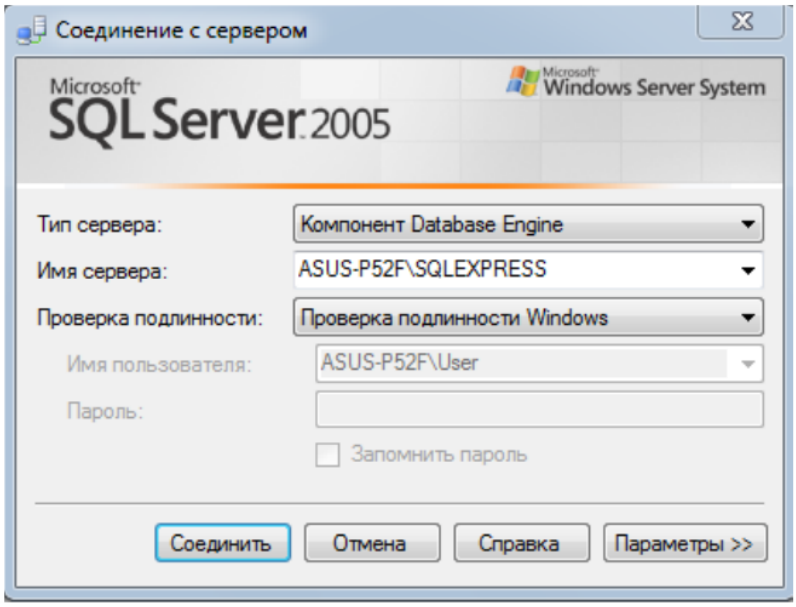


Рис. 2.4 - Вікно з'єднання з сервером

Для створення бази даних «Energoaydit», у вікні «Оглядач об'єктів» необхідно вибрати папку «Бази даних» та натиснути команду «Створити базу даних ... ».

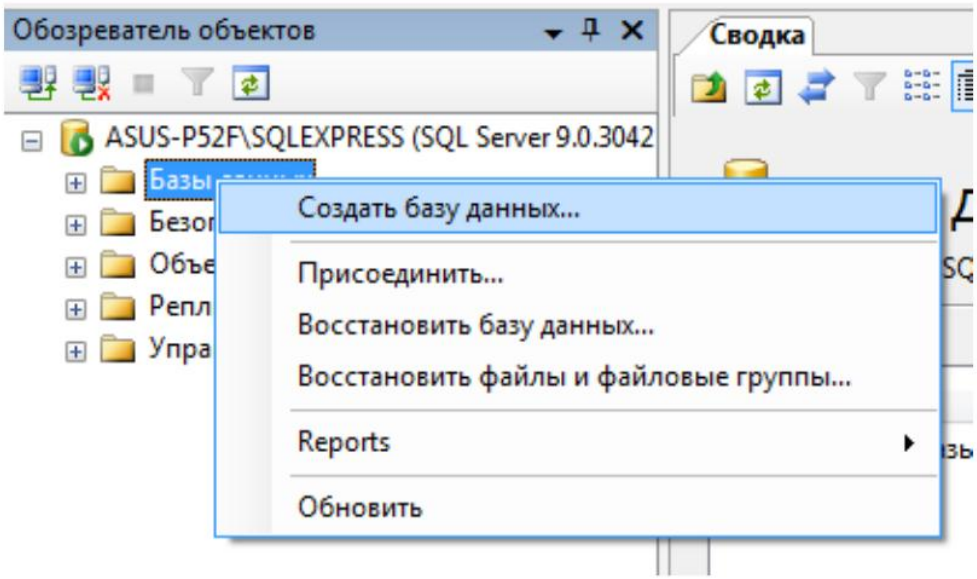


Рис. 2.5 - Вікно «Оглядач об'єктів»

У діалоговому вікні задається наступна інформація: Ім'я бази даних: «Energoaydit». Для всіх інших параметрів залишаємо значення за замовчуванням. Для створення бази даних натискаємо «OK».

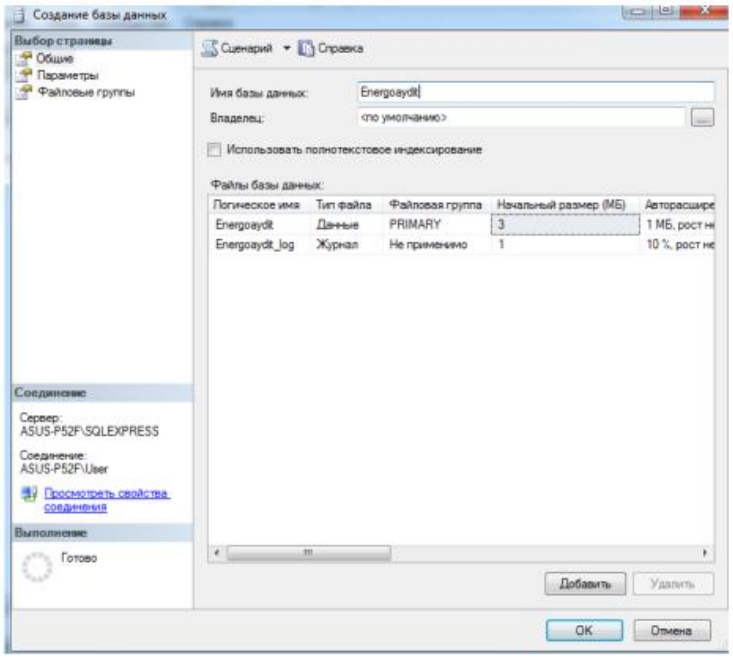


Рис. 2.6 - Створення Бази Даних

Таблиці в БД SQL Server Management Studio - це об'єкти бази даних, які використовуються безпосередньо для зберігання даних. Одне з найголовніших правил організації баз даних це те, що в одній таблиці мають зберігатися дані лише про один конкретний випадок.

В таблиці дані по полях та записах. Поля (стовпчики таблиці) зберігають певний тип інформації(прізвище, адреса, телефонний номер). Запис (рядок таблиці) являє собою групу пов'язаних полів, які містять інформацію про окремий екземпляр.

Поле таблиці має як мінімум три обов'язкові властивості:

- Ім'я стовпця. Звертається до конкретного поля. Рекомендується завжди привласнювати полям смислові імена.

- Тип даних. Визначає, якого типу інформація може зберігатися в конкретному полі.

- Дозволити значення null. Ця властивість дозволяє визначити припустимо для даного поля відсутність фактичних даних, для якого позначення використовується так званий маркер порожнього значення null чи ні.

Типи даних

Коли вибираються типи даних для стовпця слід віддати перевагу типу, що дозволить зберігати будь-які можливі для даного стовпця значення і займати мінімальне місце на диску. Типи даних можна розділити на вісім категорій:

1) Цілочислові дані

- bit (1 байт). Зберігати лише значення 0, 1 або null Його зручно використовувати в якості індикатора стану - включено / вимкнено, так / ні, істина / неправда.
- tinyint (1 байт). Цілі значення від 0 до 255.
- smallint (2 байта). Це діапазон значень від -215 (-32768) до 215 (3767).

- int (4 байта). Може містити цілочислові дані від -231 (-2147483648) до 231 (21474833647).
- bigint (8 байт). Зберігає дані від -263 (9223372036854775808) до 263 (9223372036854775807). Дуже зручний щоб зберігати дуже великі значення чисел, що не вміщаються в типі даних int.

2) Текстові дані

- char. Включає символьні НЕ Unicode це дані фіксованої довжини до 8000 знаків.
- varchar. має символьні НЕ Unicode-дані змінної довжини до 8000 знаків.
- nchar. Включає дані Unicode фіксованої довжини до 4000 символів. Необхідно усім типам даних Unicode, зручно використовувати для зберігання невеликих фрагментів тексту, що і будуть зчитуватися різномовними клієнтами.
- nvarchar. Містить дані Unicode змінної довжини до 4000 символів.

3) Десяткові дані

- decimal. Містить числа де зафіксована точність від -1038-1 до 1038-1. Використовує параметри: точність і ступінь. Точність у цьому випадку називається загальна кількість знаків, які зберігаються в полі, ступінь – кількість знаків праворуч від десяткової коми.
- numeric. Синонім типу даних decimal - вони ідентичні.

4) Грошові типи даних

- money (8 байт). Включає грошові значення від -263 до 263 .
- smallmoney (4 байта). Має в собі значення від -214748,3648 до +214748,3647 з десятковою маються на точністю.

5) Дані з плаваючою точкою

- float. В якій знаходяться числа з плаваючою комою від -1,79E + 38 до 1,79E + 38.

- real. Тут знаходяться числа з плаваючою комою від -3,40E + 38 до 3,40E + 38.

6) Типи даних дати і часу

- datetime (8 байт). Має в собі дату та час в діапазоні від 1 січня 1753 року по 31 грудня 9999 року - точність 3,33 мс.
- smalldatetime (4 байта). Включає дату та час, початок – 1 січня 1900 року - закінчення 6 червнем 2079, з точністю до 1 хвилини.

7) Двійкові типи даних

- binary. Тут знаходяться двійкові дані фіксованої довжини до 8000 байт.
- varbinary. Тут знаходяться двійкові дані змінної довжини до 8000 байт.

8) Спеціалізовані типи даних

- sql_variant. - Для зберігання значення з різними типами даних.
- timestamp. Для установки тимчасових міток записів при вставці, що відповідним чином оновлюються.
- uniqueidentifier. Унікальний глобальний ідентифікатор.
- xml. Для зберігання повних документів або їх фрагментів XML.

Таблиця «Матеріали» включає в себе 5 полів. Приклад даних внесених з таблицю представлений на рис.2.8.

№_материала	№_подкатегории	наименование_материала	теплопроводность	плотность
1	1	Железобетон ...	1,69	2500
2	1	Бетон на гравии или щебне из природного камня ...	1,51	2400
3	2	Туфобетон ...	0,64	1800
4	2	Пензобетон ...	0,52	1600
5	2	Бетон на вулканическом шлаке ...	0,52	1600
6	3	Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон ...	0,66	1800
7	3	Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией ...	0,41	1200
8	3	Керамзитобетон на перлитовом песке ...	0,28	1000
9	3	Шунгизитобетон ...	0,49	1400
10	3	Перлитобетон ...	0,29	1200
11	3	Шлакопемзобетон (термозитобетон) ...	0,52	1800
12	3	Шлакопемзопено и шлакопемзогазобетон ...	0,47	1600
13	3	Бетон на доменных гранулированных шлаках ...	0,58	1800
14	3	Бетон на зольном гравии ...	0,47	1400
15	4	Газо- и пенобетон газо- и пеносиликат ...	0,29	1000
16	4	Газо- и пенозолобетон ...	0,29	1200
17	5	Цементнопесчаный ...	0,58	1800
18	5	Сложный (песок,известь,цемент) ...	0,52	1700
19	5	Известковопесчаный ...	0,47	1600
20	5	Цементношлаковый ...	0,41	1400

Рис. 2.7 – Таблиця «Матеріали»

2.4.2. Підключення бази даних до проекту

Створюємо новий проект у середовищі Microsoft Visual Studio. Мова програмування C++.

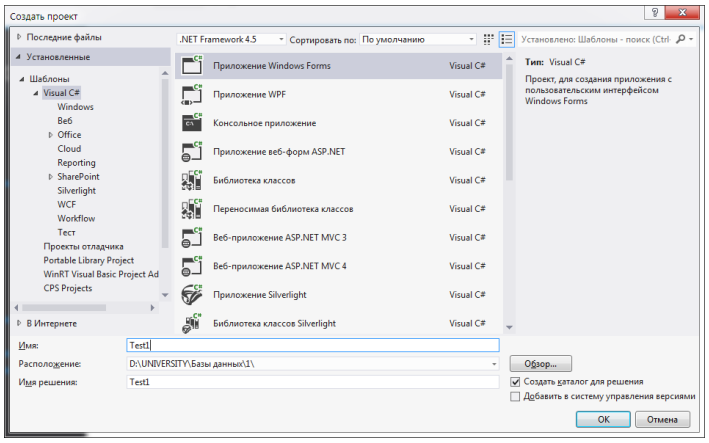


Рис. 2.8 – Створення нового проекту

Для підключення створеної бази даних необхідно відкрити «джерело даних»

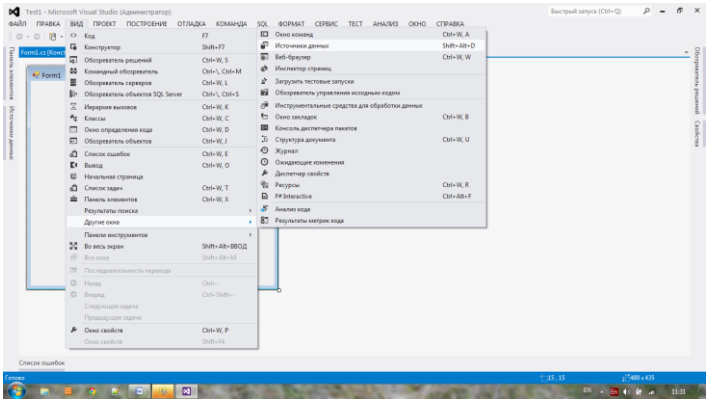


Рис. 2.9 – Підключення бази даних

Натискаємо на «додати нове джерело даних» обираємо «База даних»

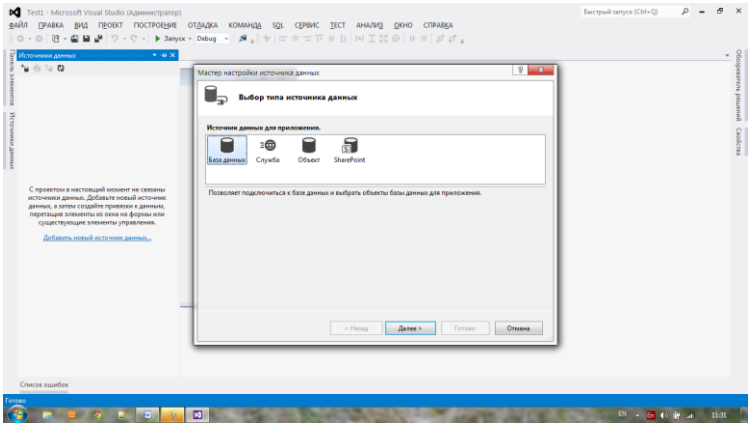


Рис. 2.10 – Вибір типу джерела даних

Для створення підключення необхідно обрати ім’я сервера

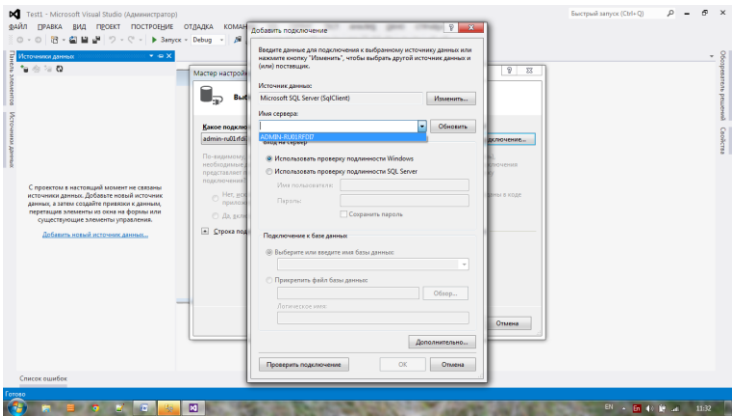


Рис. 2.11 – Ім’я сервера

З’являється в джерелі даних ім’я «Energoaydit » з усіма таблицями, що є в БД.

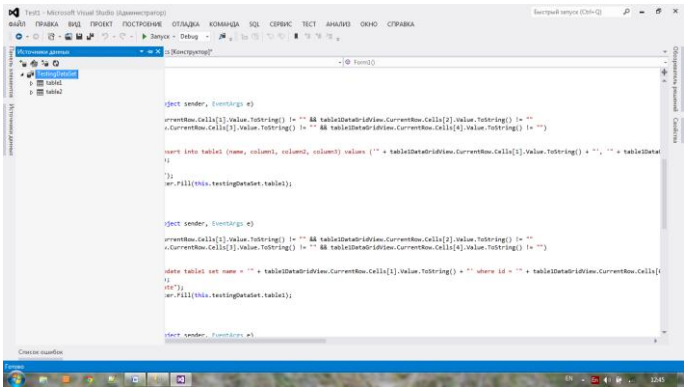


Рис. 2.12 – Зв'язок між ім’ям та таблицями даних

Вибираємо таблицю та переносимо її на форму. На формі з’являється об’єкт DataGridView для відображення даних в табличному вигляді та навігатор.

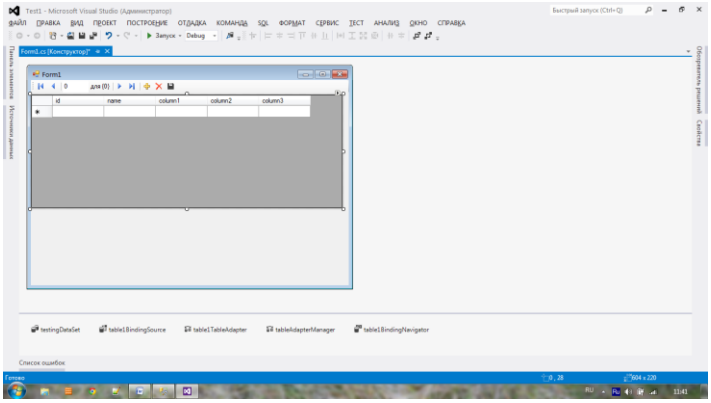


Рис. 2.13 - Об’єкт DataGridView

Створюємо кнопки Insert, Update и Delete для додавання інформації, внесення змін та видалення інформації з таблиць.

Створюємо обробник для кнопки Insert

Додаємо using System.Data.SqlClient;

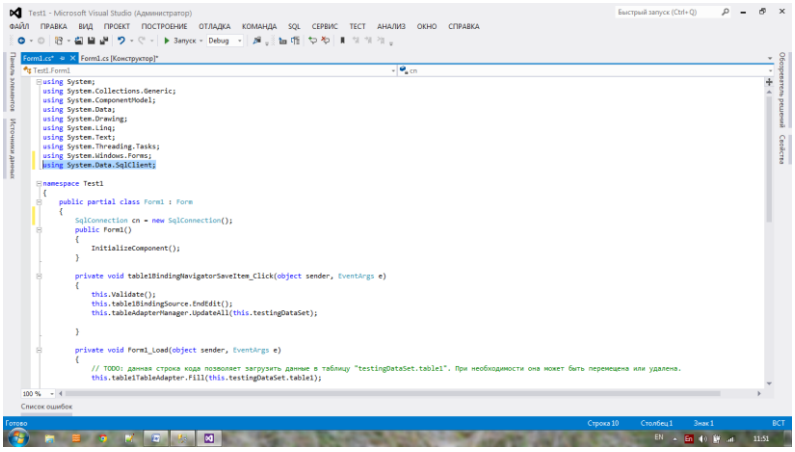


Рис. 2.14 – Створення кнопки Insert

Створюємо строку підключення.

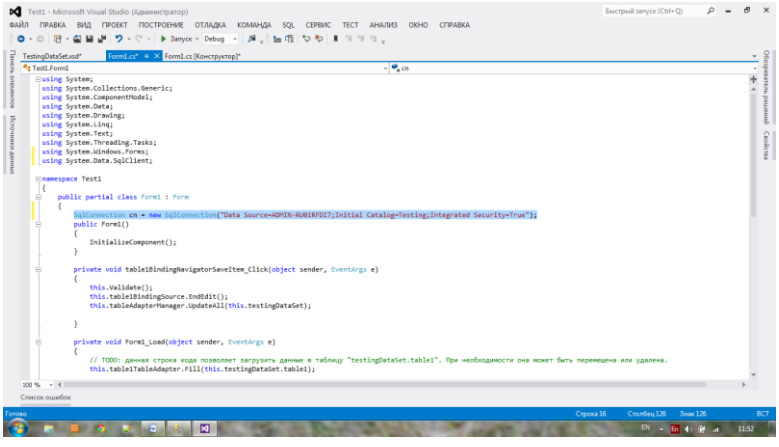


Рис. 2.15 – Строка підключення

Після чого створюємо клас SqlCommand

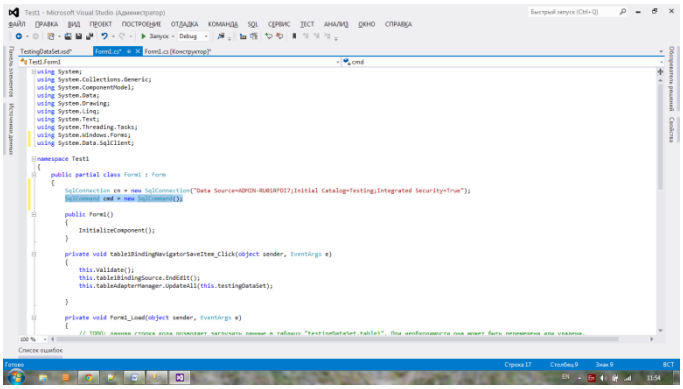


Рис. 2.16 – Створення класу SqlCommand

Та створюємо клас SqlDataReader для читання даних.

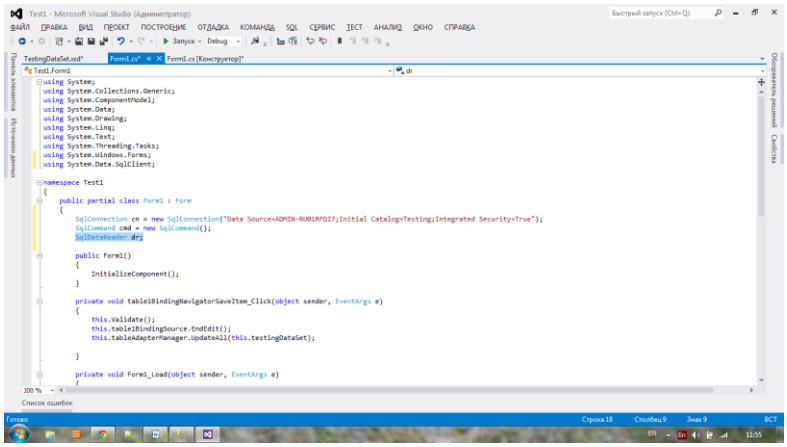


Рис. 2.17 – створення класу SqlDataReader для читання даних

Потрібно, щоб під час загрузки форми відбувалося підключення, для цього пишемо функцію Form1_Load.

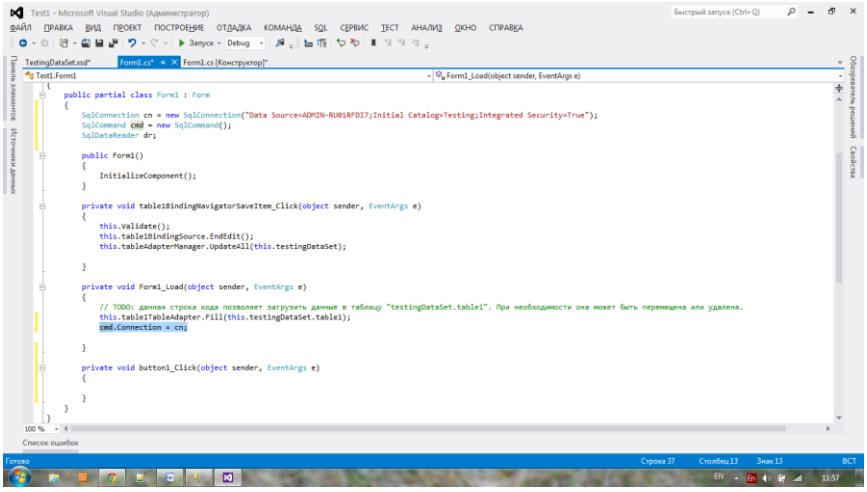


Рис. 2.18 - Функція Form1_Load

Тепер пишемо обробку для кнопки Insert

```
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        if (table1DataGridView.CurrentRow.Cells[1].Value.ToString() != "" && table1DataGridView.CurrentRow.Cells[2].Value.ToString() != ""
            && table1DataGridView.CurrentRow.Cells[3].Value.ToString() != "" && table1DataGridView.CurrentRow.Cells[4].Value.ToString() != "") // перевірка на пусті строки
        {
            cn.Open(); // відкриваємо підключені БД
            cmd.CommandText = "Insert into table1 (name, column1, column2, column3) values ('" + table1DataGridView.CurrentRow.Cells[1].Value.ToString() + "', '" + table1DataGridView.CurrentRow.Cells[2].Value.ToString() + "', '" + table1DataGridView.CurrentRow.Cells[3].Value.ToString() + "', '" + table1DataGridView.CurrentRow.Cells[4].Value.ToString() + "')"; // створюємо запит до БД
            cmd.ExecuteNonQuery(); // виконуємо запит
            cmd.Clone(); //
            MessageBox.Show("Add"); // повідомлення про виконання
```

```
            this.table1TableAdapter.Fill(this.testingDataSet.table1); // оновлення даних у БД
            cn.Close(); // Відключення БД
        }
    }
```

Запускаємо

Створюємо обробник для кнопки Update

```
private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        if (table1DataGridView.CurrentRow.Cells[1].Value.ToString() != "" && table1DataGridView.CurrentRow.Cells[2].Value.ToString() != ""
            && table1DataGridView.CurrentRow.Cells[3].Value.ToString() != "" && table1DataGridView.CurrentRow.Cells[4].Value.ToString() != "")
        {
            cn.Open();
            cmd.CommandText = "Update table1 set name = '"+textBox1.Text+"' where id = '" + table1DataGridView.CurrentRow.Cells[0].Value.ToString() + "'";
            cmd.ExecuteNonQuery();
            MessageBox.Show("Update");
            this.table1TableAdapter.Fill(this.testingDataSet.table1);
            cn.Close();
        }
    }
```

або

```
cmd.CommandText = "Update table1 set name = '"+table1DataGridView.CurrentRow.Cells[1].Value.ToString() +"' where id = '" + table1DataGridView.CurrentRow.Cells[0].Value.ToString() + "'";
```

Запускаємо

Створюємо обробник для кнопки Delete

```
private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
```

```
        {
            cn.Open();
            cmd.CommandText = "Delete from table1 where id =
'"+table1DataGridView.CurrentRow.Cells[0].Value.ToString()+"'";
            cmd.ExecuteNonQuery();
            MessageBox.Show("Delete");
            this.table1TableAdapter.Fill(this.testingDataSet.table1);
            cn.Close();
        }
```

Запускаємо

Для відображення зв’язку між двома таблицями необхідно додати другу на форму

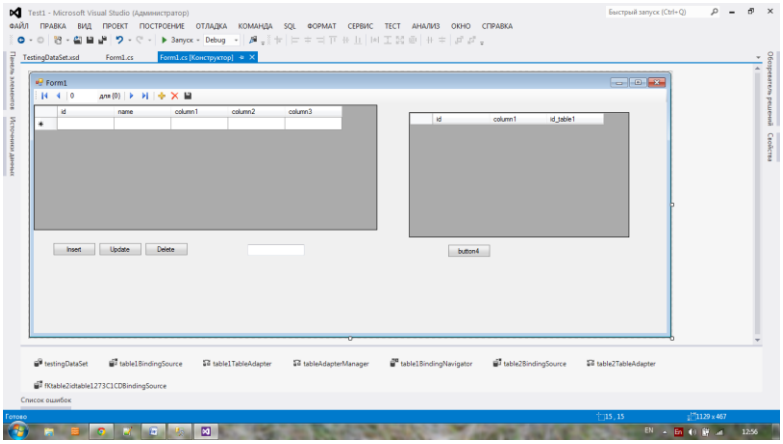


Рис. 2.19 Додавання другої форми

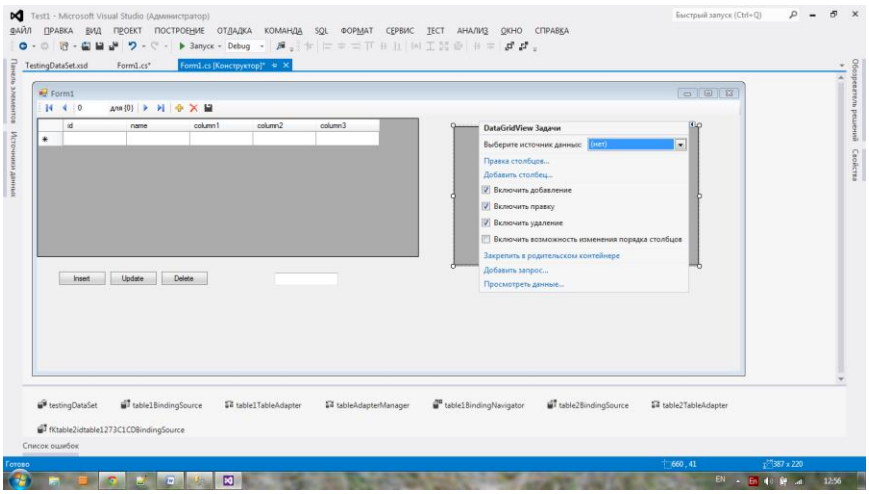


Рис. 2.20 Обрання нового джерела даних

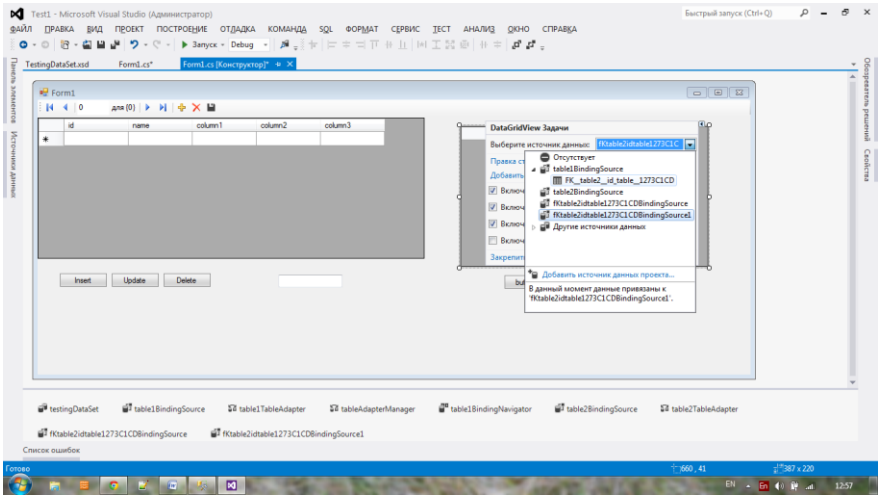


Рис. 2.21 – Обирання зв’язку

Обираємо зв'язок. Для кнопки Open додаємо код обробника та записуємо:

```
private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
    {
      this.table2TableAdapter.Fill(this.testingDataSet.table2);
    }
```

Та запускаємо.

Таким чином додаються усі таблиці до розроблюваного проекту

3. ОПИС ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ «ЕНЕРГОАУДИТ»

3.1. Опис програмного продукту «Енергоаудит»

Розроблений в ході виконання магістерської роботи програмний комплекс «Енергоаудит» дозволяє автоматизувати обробку даних отриманих під час обстеження будівель та споруд. Може використовуватися в спеціалізованих фірмах, які займаються енергоаудитом. Програмний продукт є безкоштовним дистоп додатком. Програма потребує додаткового налаштування та підключення до бази даних. Користувачем розробленого програмного комплексу має бути фахівець в галузі енергозбереження. Програмний продукт був розроблений на мові C++, середовище розробки Microsoft Visual Studio.

3.2. Керівництво користувача

При першому запуску програми перед користувачем відкривається стартове вікно програми де йому необхідно обрати тип споруди та регіон Рис.3.1.



Рис. 3.1.Головне меню

Після натискання на кнопку «Далі» відкривається діалогове вікно «кліматичні дані» Рис.3.2 В цьому вікні користувач задає температурні показники зовнішнього середовища та приміщень а також тривалість опалювального періоду

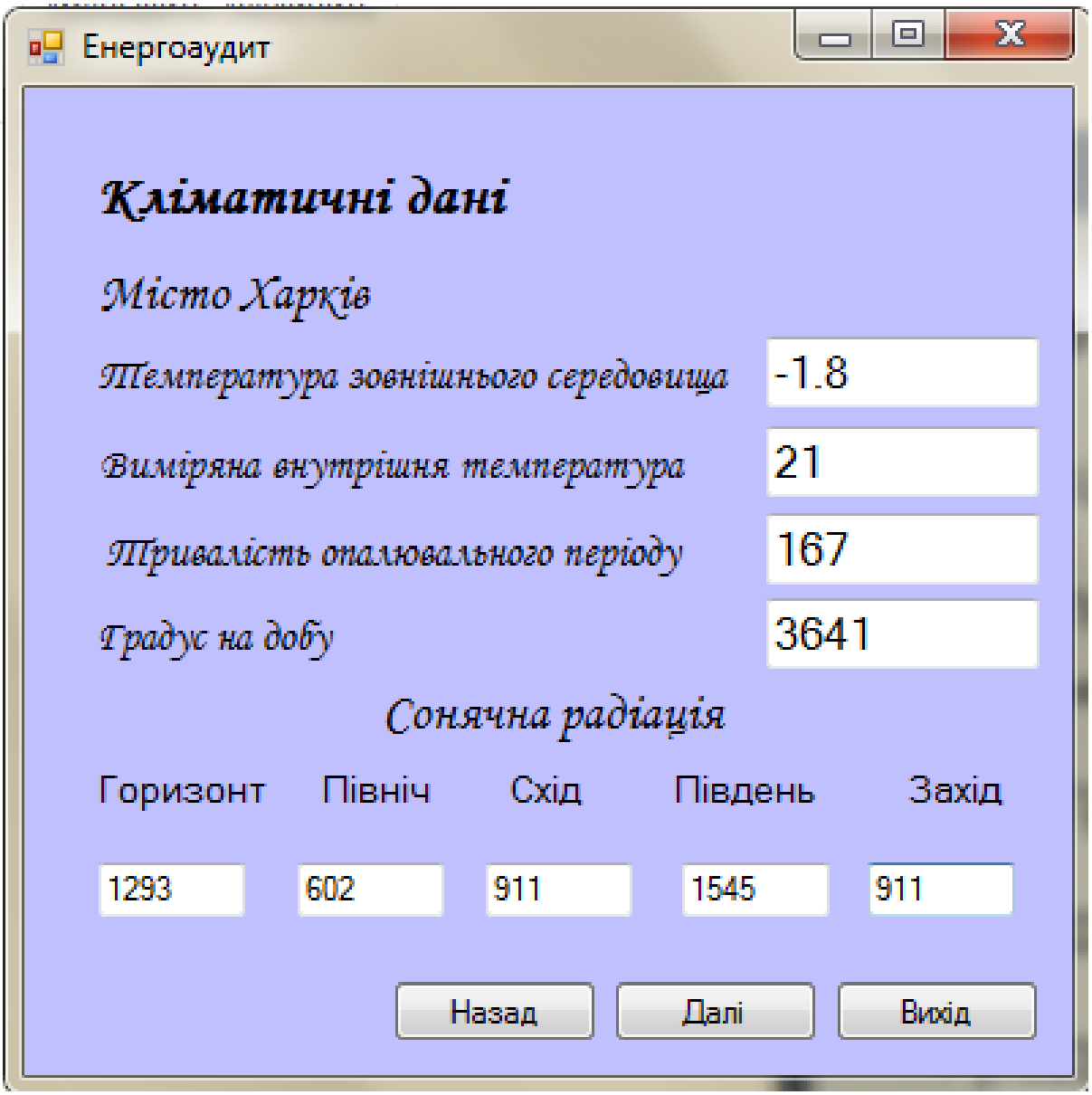


Рис. 3.2. Кліматичні дані

Наступним кроком є заповнення інформації щодо параметрів будівлі. Користувач обирає один з запропонованих типів будівлі та задає розміри площ вікон, стін, підлоги та інше

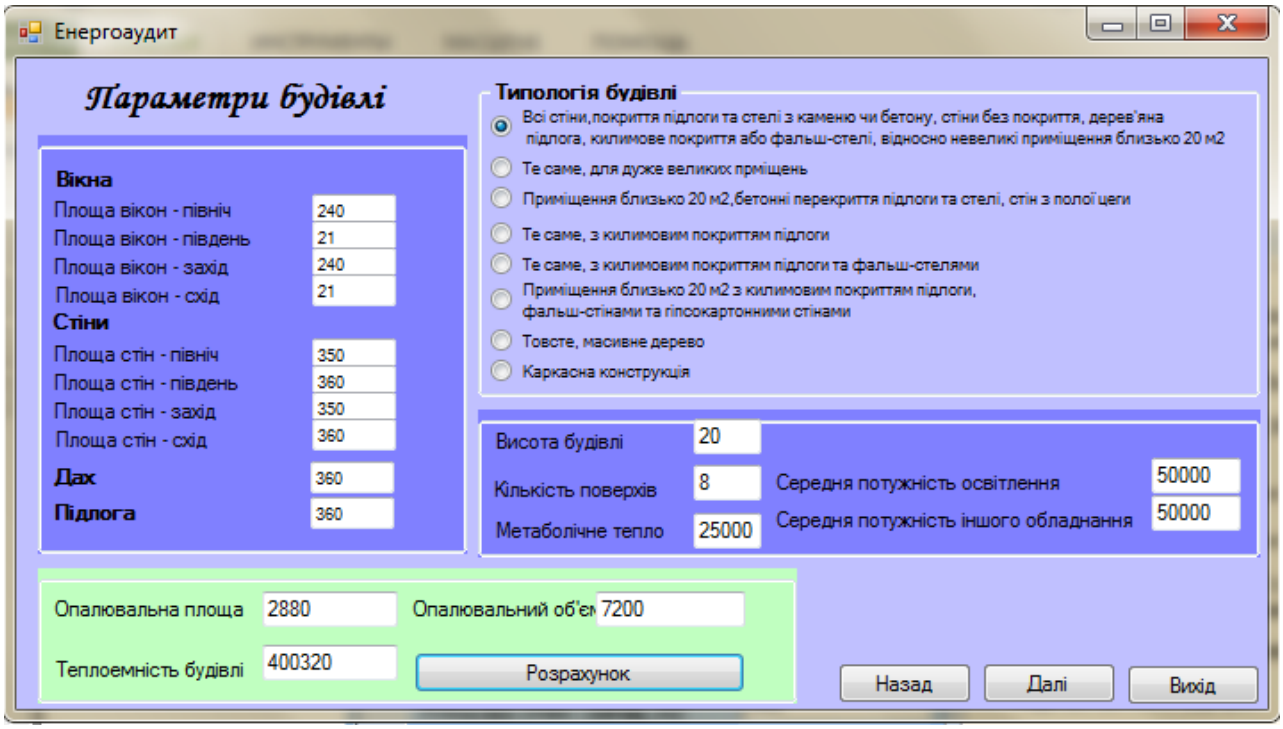


Рис. 3.3. – Параметри будівлі

При натисканні на кнопку «Далі» користувач переходе до вікна «розрахунок інфільтрації» в даному вікні користувачу необхідно обрати тип вітрозахисту будівлі та кількість схильних до вітру фасадів. При натисканні на кнопку «Розрахунок» відображаються значення кратності інфільтрації.

Кратність інфільтрації – це кількість переміщеного за одну годину повітря через огороджуючи конструкції з оточуючого середовища в приміщення за рахунок вітрового та теплового напору.

Допустимим вважають значення кратності інфільтрації 0.5 $м^3/год$. При обстеженні південного корпусу ХНУ імені В.Н.Каразіна кратність інфільтрації дорівнює 0.68 $м^3/год$, що перевищує нормативний показник свідчить про порушення в огороджуючи конструкціях будівлі і в наслідок цього викликає втрати тепла.

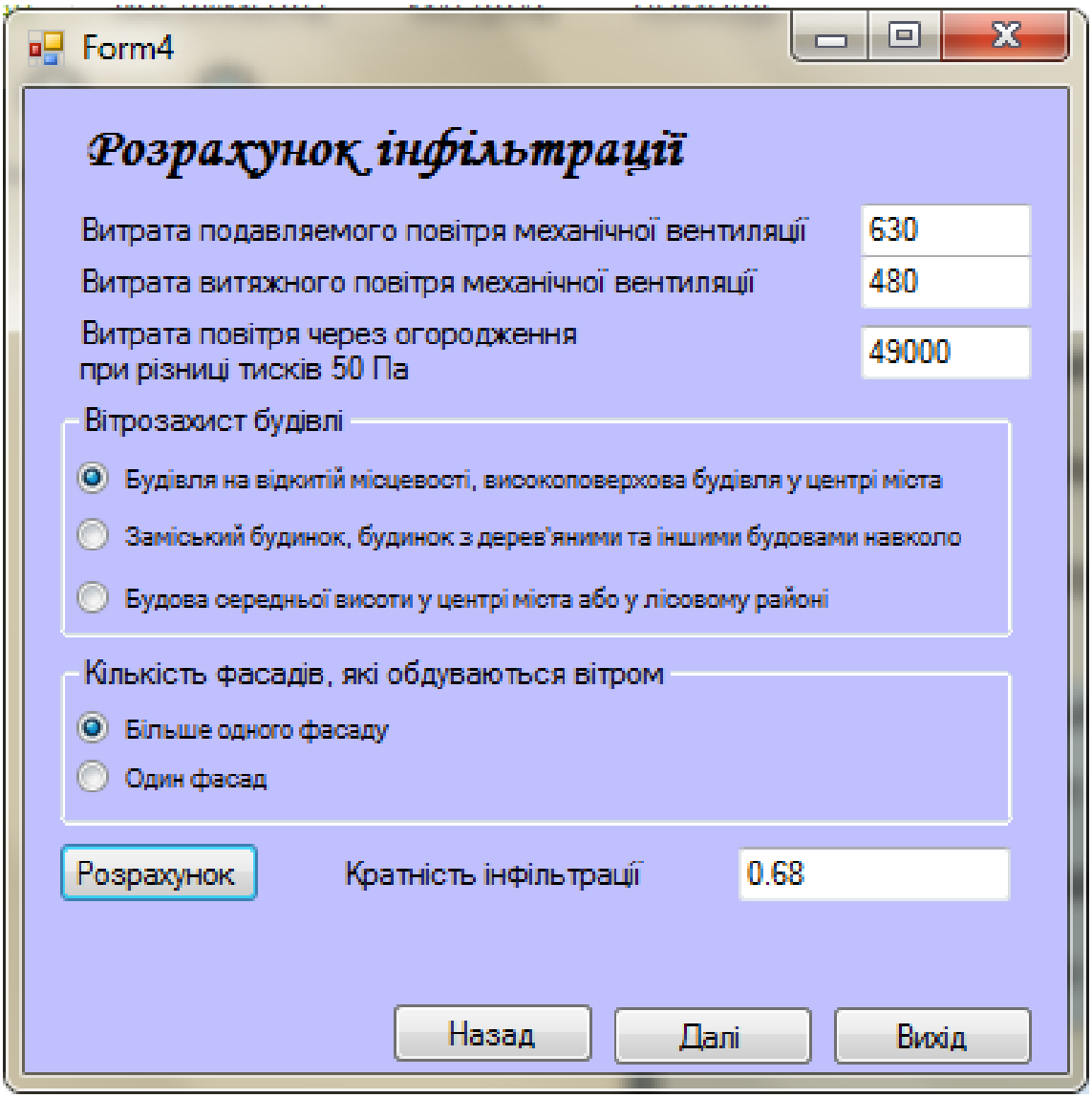


Рис. 3.4. Розрахунок інфільтрації

Проведені на фізико-ененргетичному факультеті (другий поверх південного корпусу) тепловізійні обстеження, за допомогою тепловізера підтвердило втрати тепла за рахунок дефектів огороджуючи конструкцій (тріщини на склі, дефекти ізоляції віконних прийомів та інше).

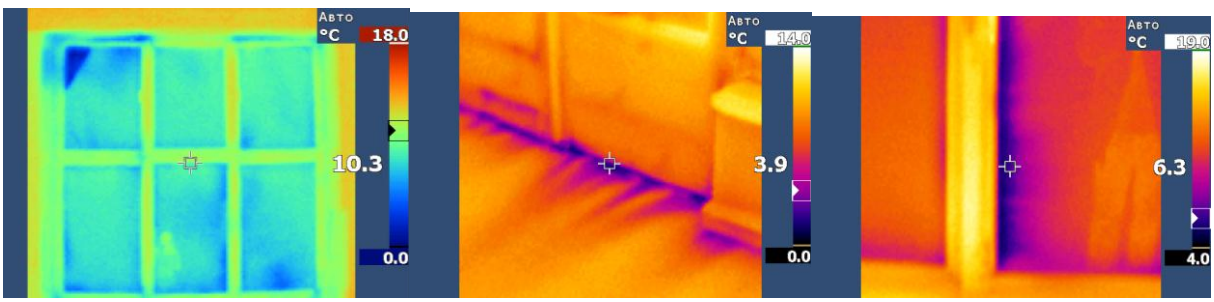


Рис. 3.5.Рзультати тепловізіного обстеження

Наступним кроком є робота в діалоговому вікні «Огороджувальні конструкції будівлі». Необхідно внести інформацію, щодо огороджуючи, теплових конструкцій будівлі (стіни, вікна, двері, перекриття та інше.)

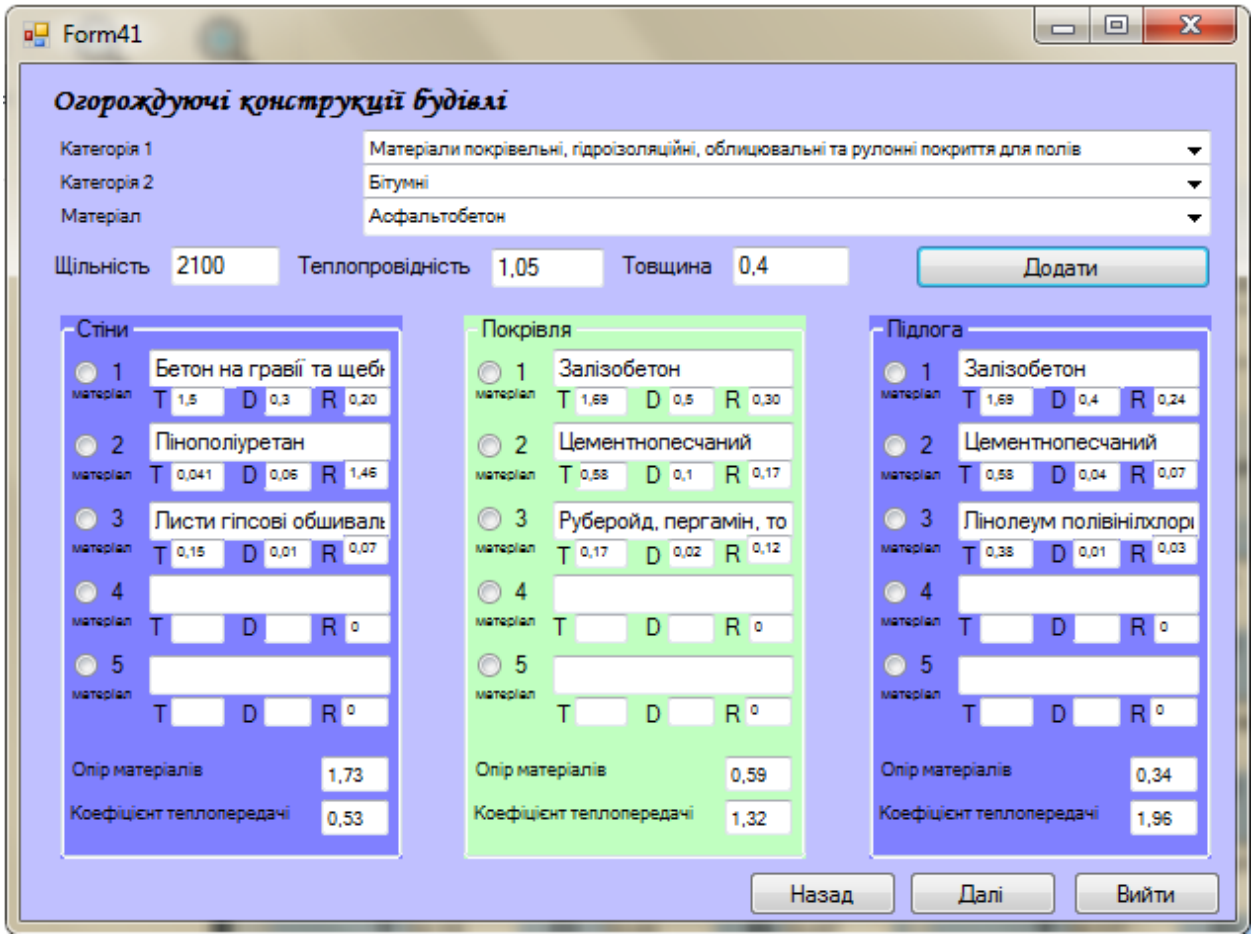


Рис. 3.6 – Огороджувальні конструкції будівлі

Для внесення інформації про вікна є додаткове вікно

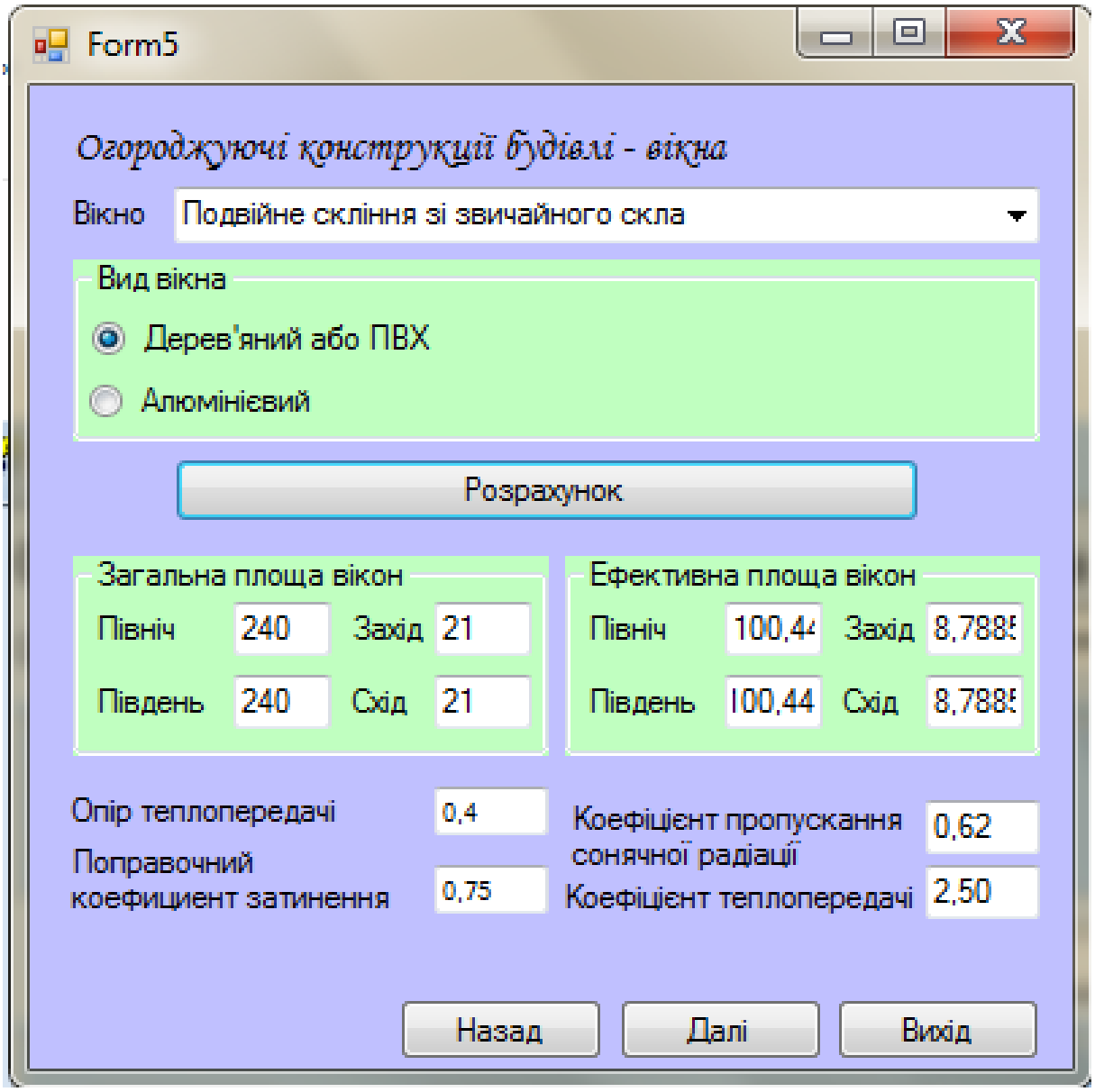


Рис. 3.7 – Огороджувальні конструкції будівлі-вікна

Заключне вікно (рис.3.7.) містить 4 колонки. В Першій колонці перераховані найбільш важливі параметри, які впливають на енергоспоживання. Для кожного з цих параметрів в сусідній колонці є показники норм. Наступна коронка містить фактичні показники енергоспоживання. Остання колонка містить різницю між фактичними та нормованими показниками. На підставі цих даних розраховані показники потреби енергії нормовані та фактичні, та результат відхилення фактичних параметрів від норм – перевищення витрати енергії.

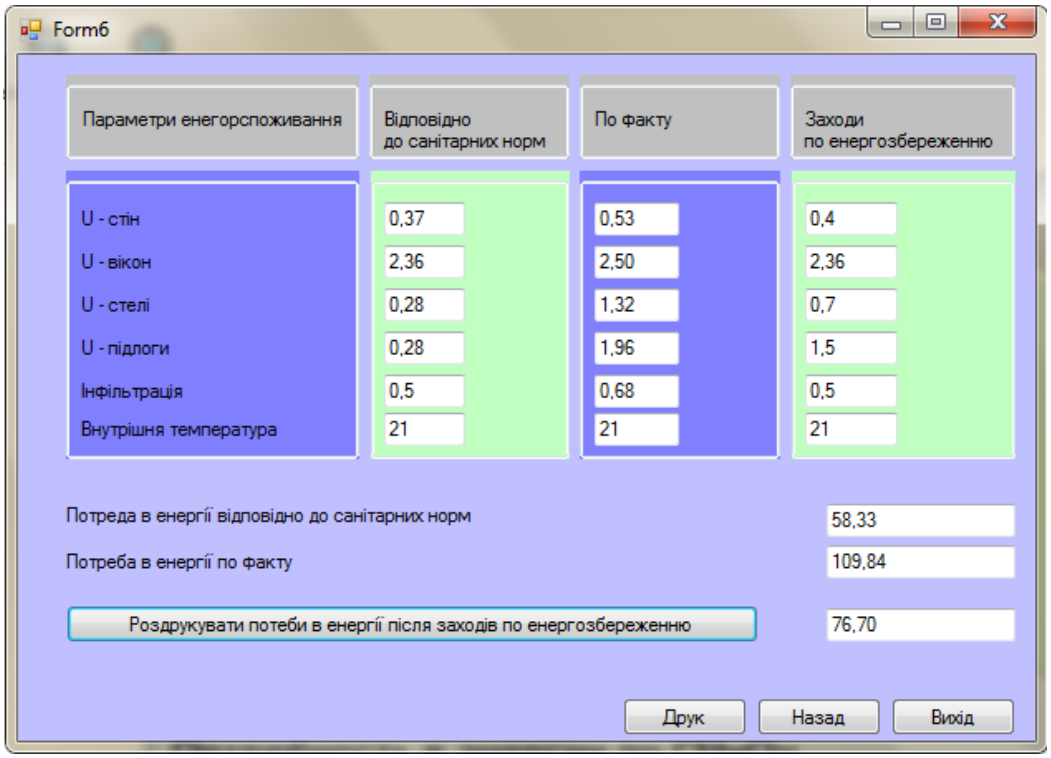


Рис. 3.7 – Заключна форма

Програма при натисканні на кнопку «Звіт» формує «Звіт Енергоаудиту»

ЗВІТ ПО ЕНЕРГОАУДИТУ

Місто	**Харків**
Тип будівлі	**Офіс**

Параметри будівлі

Опалювальна площа	2880
Опалювальний об'єм	7200
Теплоємність будівлі	400320

Параметри енегоргоспоживання	**Відповідно до санітарних норм**	**По факту**	**Заходи по енерго-збереженню**
Коефіцієнт теплопередачі стін	0,37	0,53	0,4
Коефіцієнт теплопередачі покрівлі	2,36	2,50	2,36
Коефіцієнт теплопередачі підлоги	0,28	1,32	0,7
Коефіцієнт теплопередачі вікон	0,28	1,96	1,5
Інфільтрація	0,5	0,68	0,5
Внутрішня температура	21	21	21
Потреба в енергії	58,33	109,84	76,70



Дата "___"_____ 20__ р.

Рис. 3.8. – Звіт по енергоаудиту

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломної роботи було розроблено програмний продукт «Енергоаудит» та вирішено наступні завдання:

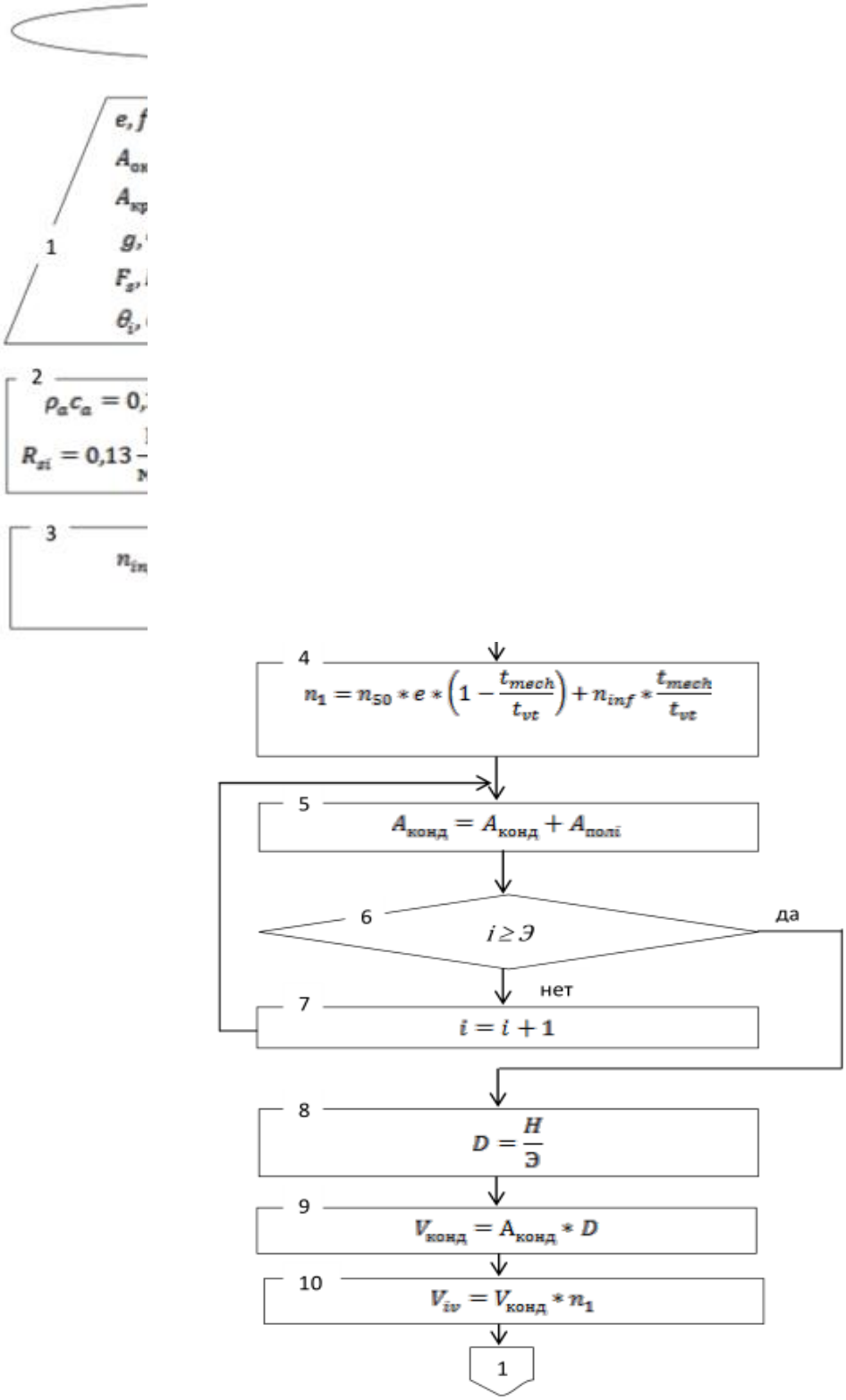
- проведено аналітичний огляд існуючих підходів до здійснення енергоаудити будівель та споруд, проаналізовано існуючі програмні комплексі та знайдено недоліки в їх роботі;
- розроблено алгоритм розрахунку споживання теплової енергії;
- розроблено алгоритм роботи програми;
- спроектована та розроблена бази даних кліматичних умов, будівельних матеріалів і світлових прорізів;
- розроблено програмне комплекс «Енергоаудит» в середовищі Microsoft Visual Studio на мові програмування C++.
- тестування програмного комплексу було проведено на даних для південного корпусу Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна .

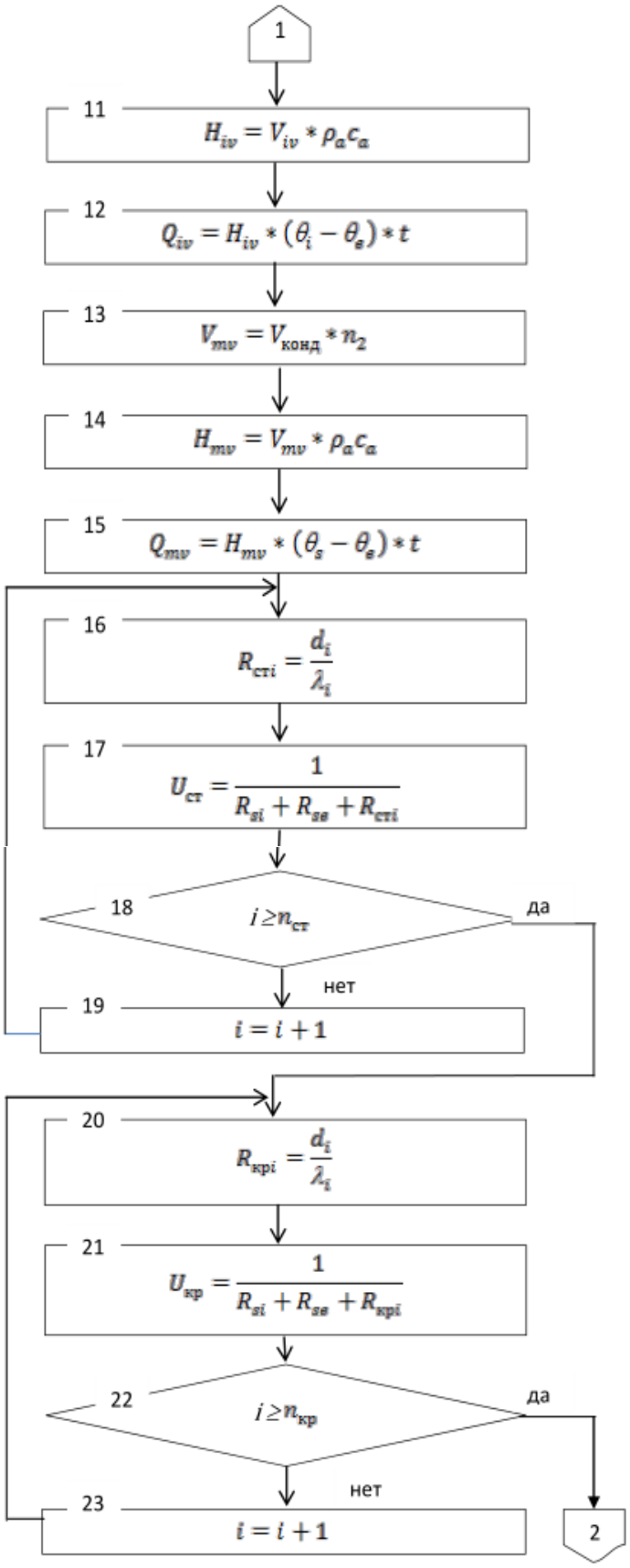
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

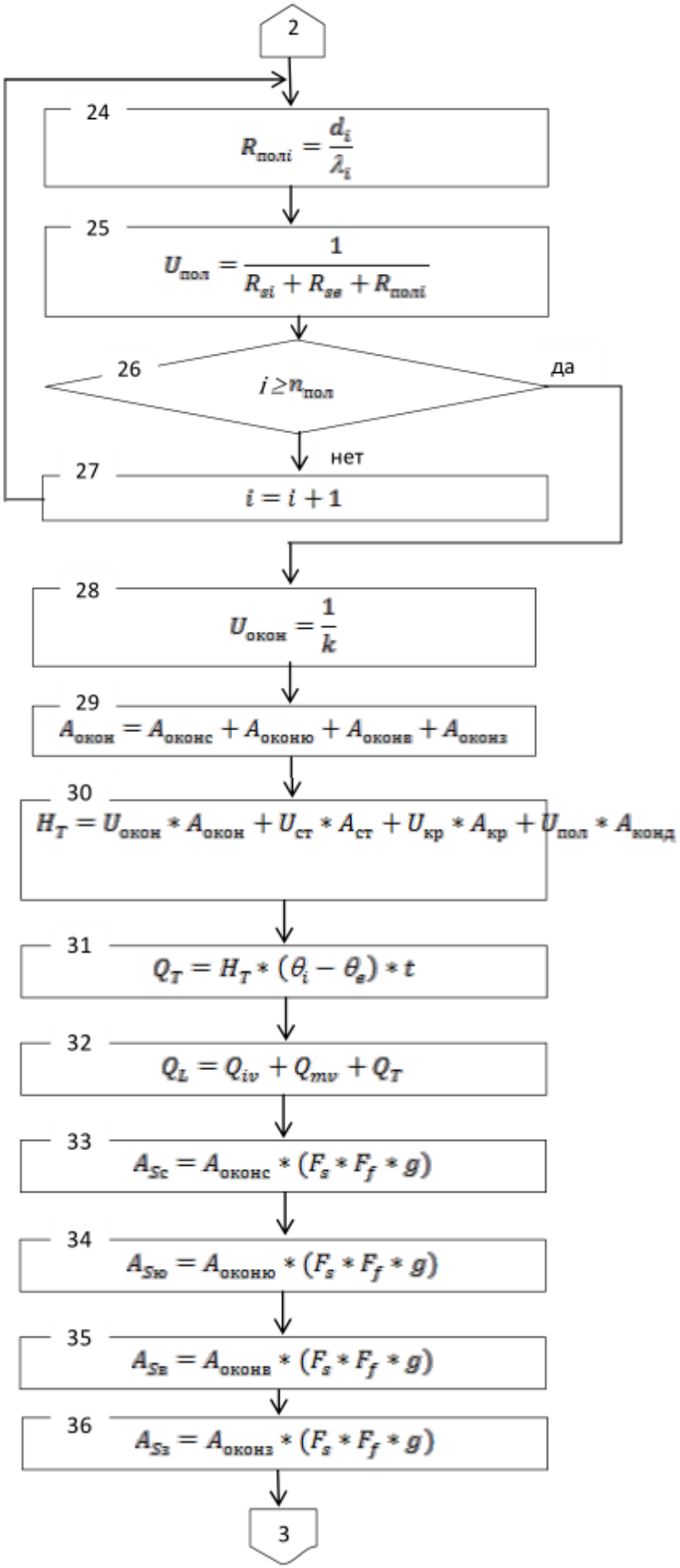
1. Закон України «Про енергозбереження» від 09.04.2015р.
2. Проект закону України «Про енергетичну ефективність будівель» від 11.07.2016р.
3. Проект закону України «Про енергетичний аудит» від 07.11.2013р.
4. EN ISO (Международная Организация по Стандартизации) 13790:
5. 2004 Тепловое исполнение зданий – Вычисления использования энергии для обогреваемого пространства.
6. Б.Страуструп Язык програмирования С++,3-е узд./Пер. С англ. – СПб.; М.; «невський Диалект» - издательство БИНОМ»,1999г. – 991с., ил.
7. В.В.Пасічник, В.А. Резніченко Організація баз даних та знань. – К.:Видавнича група BHV,2006. – 384 с.: іл. ISBN 966-156-X.
8. Савитч, Уолтер. Язык С++. Курс объектно-ориентированого программирования, 3-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.-704с. : ил. – Парал.тит.англ.
9. Інтернет ресурс: http://www.e-v-t.ru/articles/energoaudit/
10. Троицкий-Марко Т.Е., Будадин О.Н., Михалков С.А. Научно-методические принципы энергосбережения и энергоаудита. – М.:Наука, 2005.-540с.
11. Глушаков С.В., Ломотько Д.В. Базы данных/Худож. – оформитель А.С.Юхитман. – Харьков: Фолио; М.: ООО «Издательство АСТ», ISBN 966-03-1257-1.
12. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита.-М.:
13. Машиностроение-1, 2006.-256с.
14. Вьейра Р. Программирование баз данных Microsoft SQL Server 2005. Базовый курс.- Вильямс, 2008г.-832с.
15. Інтернет ресурс: http://www.microsoft.com/ru
16. Інтернет ресурс: http://www.ensi.no/
17. Інтернет ресурс: http://www.guildenergo.ru/

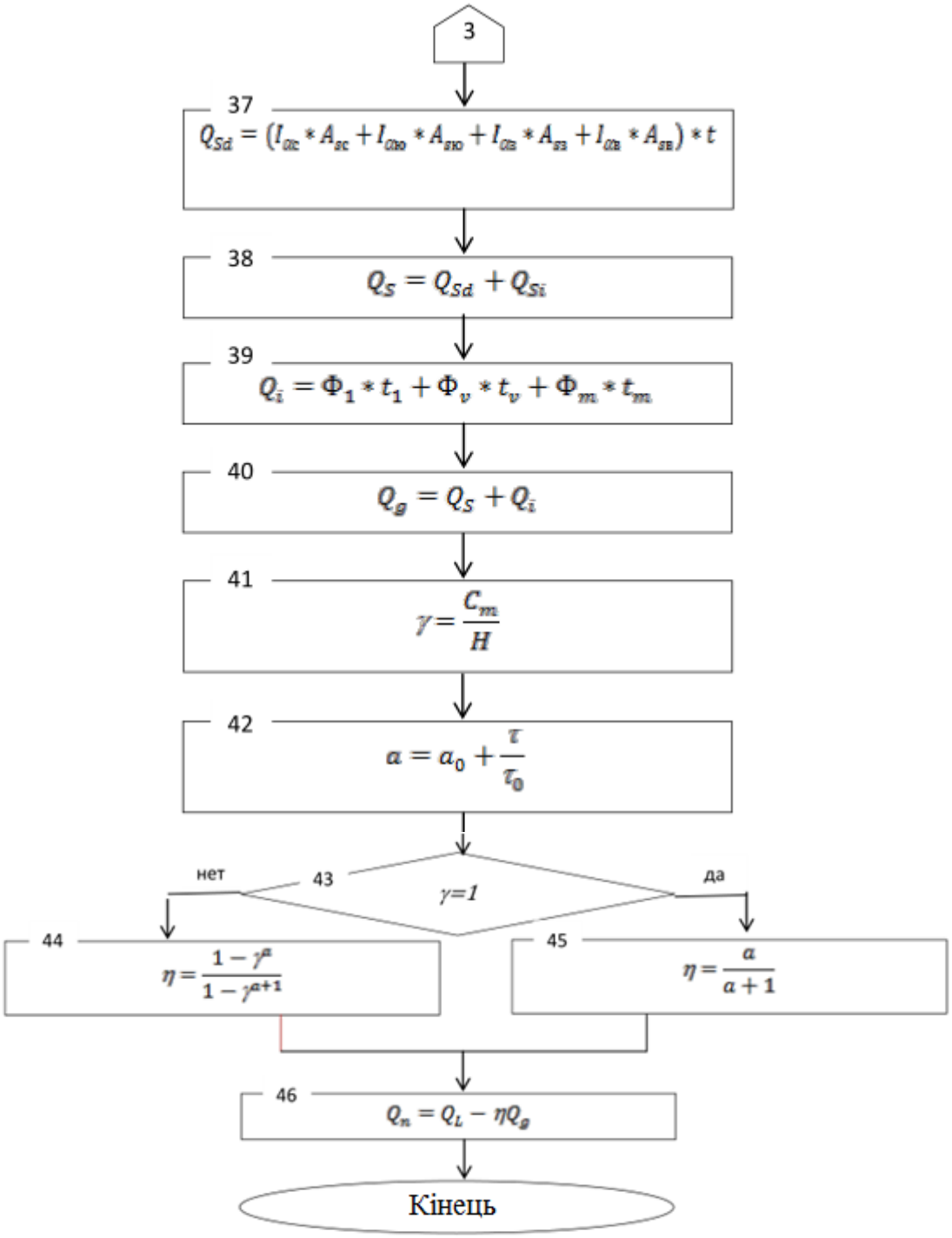
ДОДАТОК А

Алгоритм розрахунку енергоспоживання




1
11
$H_{iv} = V_{iv} * \rho_a c_a$
12
$Q_{iv} = H_{iv} * (\theta_i - \theta_e) * t$
13
$V_{mv} = V_{конд} * n_2$
14
$H_{mv} = V_{mv} * \rho_a c_a$
15
$Q_{mv} = H_{mv} * (\theta_s - \theta_e) * t$
16
$R_{cti} = \frac{d_i}{\lambda_i}$
17
$U_{ст} = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + R_{cti}}$
18
$i \geq n_{ст}$
да
нет
19
$i = i + 1$
20
$R_{кpi} = \frac{d_i}{\lambda_i}$
21
$U_{кр} = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + R_{кpi}}$
22
$i \geq n_{кр}$
да
нет
23
$i = i + 1$
2


2
24
$R_{полі} = \frac{d_i}{\lambda_i}$
25
$U_{пол} = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + R_{полі}}$
26
$i \geq n_{пол}$
да
нет
27
$i = i + 1$
28
$U_{окон} = \frac{1}{k}$
29
$A_{окон} = A_{окон с} + A_{окон ю} + A_{окон в} + A_{окон з}$
30
$H_T = U_{окон} * A_{окон} + U_{ст} * A_{ст} + U_{кр} * A_{кр} + U_{пол} * A_{конд}$
31
$Q_T = H_T * (\theta_i - \theta_e) * t$
32
$Q_L = Q_{iv} + Q_{mv} + Q_T$
33
$A_{Sc} = A_{окон с} * (F_s * F_f * g)$
34
$A_{Sю} = A_{окон ю} * (F_s * F_f * g)$
35
$A_{Sв} = A_{окон в} * (F_s * F_f * g)$
36
$A_{Sз} = A_{окон з} * (F_s * F_f * g)$
3


3
37
$Q_{Sd} = (I_{0c} * A_{sc} + I_{0ю} * A_{sю} + I_{0з} * A_{sз} + I_{0в} * A_{sв}) * t$
38
$Q_S = Q_{Sd} + Q_{Si}$
39
$Q_i = \Phi_1 * t_1 + \Phi_v * t_v + \Phi_m * t_m$
40
$Q_g = Q_S + Q_i$
41
$\gamma = \frac{C_m}{H}$
42
$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0}$
43
$\gamma=1$
нет
да
44
$\eta = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$
45
$\eta = \frac{a}{a+1}$
46
$Q_n = Q_L - \eta Q_g$
Кінець