

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Инженерная кибернетика

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой ИК
Муханов Б.К., к.т.н.
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
« » 2014 г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Разработка автоматизированной системы энергоаудита

Специальность 6В070200 «Автоматизация и управление»

Выполнил (а) Мухин С.Н. АЭСЧ - 10-4
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Хан С.Г., канд. техн. наук, профессор
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:

Нарасонов С.Г., канд. экон. наук, профессор
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
«30» мая 2014 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

Мамытосова С.В., старший преподаватель
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
«30» сентября 2014 г.
(подпись)

« » 20 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Хан С.Г., канд. техн. наук, профессор
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
«30» 05 2014 г.
(подпись)

Рецензент: Волбуева О.Я., канд. техн. наук, профессор
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« » 2014 г.
(подпись)

Алматы 2014 г.

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет теплоэнергетический
Специальность 5В070200 - Автоматизация и управление
Кафедра "Инженерная кибернетика"

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Мухомин Сергей Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Разработка автоматизированной системы энергоудинга

утверждена приказом ректора № 115 от «24» сентября 2013 г.

Срок сдачи законченной работы «2» июля 2014 г.

Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

1. Программное обеспечение "Среды программирования Delphi".
2. Реляционная система управления базой данных Microsoft SQL Server.
3. Технические документы: СН РК 3.0-06-2011, СН РК 2.04-21-2004, СНиП РК 4.02-42-2006, МСН 2.04-02-2004, СНиП РК 3.02-02-2001, СНиП РК 2.04-03-2002, EN ISO 13790:2004, СНиП РК 2.04.05-86.

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

1. Аналитический обзор существующих систем энергоудинга.
2. Разработка программного комплекса "Энергоудинг теплового узла".
3. Разработка алгоритма расчета потребности тепловой энергии.
4. Разработка базы данных аналитических условий энергетических материалов и тепловой процесс.
5. Разработка программного обеспечения автоматизированной системы энергоудинга в среде Delphi.
6. Расчет системы кондиционирования и энергоэффективности.
7. Расчет эксплуатационных затрат на проведение одного энергетического исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Структурная схема автоматизированной системы энергоаудита
2. Алгоритм расчета энергопотребления.
3. Интерфейс программного обеспечения автоматизированной системы энергоаудита.
4. Реляционная модель базы данных.

Рекомендуемая основная литература

1. Дашеван Г. Борисов Н.П., Селезнев А.А. Учебное пособие. Научно-технические проблемы теплоэнергетики и теплотехники. Энергоаудит в зданиях: Введение в историю и инновации. - Алматы: ИИЭ, 2008. - 114с.
2. Фелин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. - М.: Машиностроение - 1, 2006. - 256с.
3. Франклин-Марко Г.Е., Бурадин В.Н., Минаков С.А. Научно-исторические принципы энергосбережения и энергоаудита. - М.: Наука, 2005. - 540с.
4. Дуренко В.К. Энергетика Казахстана. Теория и практика ее эффективного развития. - Алматы, 2004. - 604с.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Экономическая часть	Тараманов С.Г.	30.05.14	
БЖД	Мамыбаев С.В.	30.08.14	
Аккредит	Волобуева Д.Н.		
Внебная часть	Хан С.Г.	30.05.14	

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1.	Анализ текущего уровня существующих систем энергоснабжения	20.01.14 – 05.02.14	
2.	Разработка структурной схемы ИЭС.	10.02.14 – 21.02.14	
3.	Расчет потребности в энергии для отопления.	24.02.14 – 14.03.14	
4.	Разработка алгоритма расчета энергопотребления.	18.03.14 – 25.03.14	
5.	Разработка и реализация базы данных для программного комплекса "Энергетическое здание".	26.03.14 – 10.04.14	
6.	Разработка программного обеспечения в среде программирования Visual Basic.	14.04.14 – 30.04.14	
7.	Расчет мощности кондиционирования и электроснабжения.	01.05.14 – 15.05.14	
8.	Расчет эксплуатационных затрат на проведение годового энергетического обследования.	01.05.14 – 12.05.14	

Дата выдачи задания «20» января 2014 г.

Заведующий кафедрой Мухомов (подпись) Мухомов Б.К. (Фамилия и инициалы)

Руководитель [подпись] (подпись) Тан С.Г. (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению студент [подпись] (подпись) Мухомов С.И. (Фамилия и инициалы)

Аңдатпа

Дипломдық жұмыста қазіргі энергетикалық аудит жүйесіне талдамалық шолу жүргізілген, ENSI EAB (Норвегия) және «Ғимараттар, құрылыс нысандардың энергетикалық аудиті» (Ресей) қаралған.

Жылу энергиясын пайдалануды есептеу алгоритмі, климаттық жағдайлардың, құрылыс материалдары мен жарық ойықтарының деректер қоры және Delphi бағдарламасында «Тұрғын ғимарат энергоаудиті» бағдарламалық кешен әзірленді.

Жеке тапсырма бойынша техникалық-экономикалық көрсеткіштерге есеп жүргізілді және өмір сүру қауіпсіздігі жөніндегі бірқатар мәселелер шешілді.

Аннотация

В дипломном проекте проведен аналитический обзор существующих систем энергоаудита, рассмотрены ENSI EAB (Норвегия) и “Энергоаудит зданий, строений, сооружений” (Россия).

Разработаны алгоритм расчета потребления тепловой энергии; база данных климатических условий, строительных материалов и световых проемов и программный комплекс “Энергоаудит жилого здания” в среде программирования Delphi.

Проведен расчет технико-экономических показателей по индивидуальному заданию и решен ряд вопросов по безопасности жизнедеятельности.

Содержание

Введение.....	6
1. Аналитический обзор существующих систем энергоаудита.....	8
1.1 Постановка задачи.....	8
1.2 Актуальность энергоаудита.....	8
1.3 Аналитический обзор программных средств по автоматизированному энергоаудиту.....	17
2. Разработка программного комплекса “Энергоаудит жилого здания”.....	31
2.1 Структурная схема разрабатываемой АСЭ.....	31
2.2 Расчет потребности в энергии для отопления.....	32
2.3 Алгоритм расчета энергопотребления.....	38
2.4 Разработка и реализация базы данных для программного комплекса “Энергоаудит жилого здания”.....	44
2.5 Разработка программного обеспечения в среде программирования Delphi.....	57
3. Безопасность жизнедеятельности.....	65
3.1 Анализ условий труда сотрудника учебно-научной лаборатории «Энергосбережение и нетрадиционные возобновляемые источники энергии».....	65
3.2 Расчет кондиционирования и вентиляции помещения.....	68
3.3 Электробезопасность.....	72
3.4 Вывод по разделу безопасность жизнедеятельности.....	76
4. Техничко-экономическое обоснование.....	78
4.1 Технологическое описание процесса.....	78
4.2 Определение затрат при проведении энергоаудита жилого здания.....	80
4.3 Вывод технико-экономического обоснования.....	85
Заключение.....	86
Перечень сокращений.....	87
Список литературы.....	88

Введение

На сегодняшний день очень актуальны вопросы энергосбережения и повышения энергетической эффективности, так как данные направления могут внести огромный вклад в устойчивое развитие нашей страны путем снижения энергоемкости экономики и способствовать повышению конкурентоспособности произведенных товаров и услуг. Глобальный экономический кризис сделал данную тему чрезвычайно важной на мировом уровне.

Реализация энергоэффективной политики является в настоящее время одним из основных инструментов модернизации промышленности, жилищно - коммунального хозяйства и транспортного сектора. Успешная политика энергосбережения и повышения энергоэффективности обеспечивает энергетическую и экологическую безопасность страны. Кроме того, обеспечение повышения энергоэффективности стимулирует внедрение новых инновационных технологий и решений, что в свою очередь стимулирует активное взаимодействие развития науки и трансфера технологий.

Энергетические объекты и инфраструктура Казахстана нуждаются в скорейшей модернизации. Надежное энергоснабжение – одна из основных задач в достижении амбициозных целей, поставленных правительством Казахстана на пути к устойчивому экономическому росту на ближайшие годы.

Посланием Президента Республики Казахстан народу Казахстана от 29 января 2010 года «Новое десятилетие – новый экономический подъем – новые возможности Казахстана» и Государственной программой по форсированному индустриально - инновационному развитию Республики Казахстан на 2010 - 2014 годы поставлены задачи по устойчивому и сбалансированному росту экономики. В области энергосбережения поставлена задача по снижению энергоемкости внутреннего валового продукта не менее чем на 10 % к 2015 году и 25 % к 2020 году.

Кроме того, Президентом Республики Казахстан от 23 января 2013 года поручено Правительству Республики Казахстан обеспечить экономию потребления энергии путем ежегодного 10-процентного снижения энергоемкости экономики в течение 2013 - 2015 годов.

В этой связи, важной задачей на сегодняшний день является энергосбережение и повышение энергоэффективности, как одно из приоритетных направлений экономической политики многих частных компаний и государственных учреждений, которые ориентированы на динамичное развитие, как в плане снижения издержек на производство товаров и услуг, так и в соответствии с общей направленностью государственных программ, нацеленных на снижение энергоемкости экономики страны. Тем самым, энергосбережение отнесено к стратегическим задачам государства [21].

Зачастую затраты на энергию можно значительно снизить, реализуя различные мероприятия по энергосбережению. Снижая энергопотребление, также снижается загрязнение окружающей среды от невозобновляемых источников энергии (натуральный газ, мазут, уголь), что создает позитивные эффект на экологию как локально, так и глобально.

Чтобы определить фактический потенциал энергосбережения и обеспечить устойчивые результаты, необходимо подходить структурировано и эффективно к разработке и реализации проекта. Это требует применения оптимальных методов и инструментария для проведения Энергоаудита и выполнения Руководства Проектом. Энергоаудит также необходим для оценки и предъявления энергетических характеристик здания в Энергетическом Сертификате или Паспорте [12].

Энергоаудит включает обследование здания, оценку и анализ существующей ситуации и различных мероприятий, которые могут быть осуществлены для снижения потребления энергии и улучшения микроклимата в здании. Результаты представляются в отчете по энергоаудиту, описывающем рекомендуемые мероприятия с соответствующими инвестициями, сбережениями и прибылью.

Для качественного энергетического аудита необходимо проведение соответствующих энергетических расчетов. Энергетические расчеты выполняются для описания текущего энергопотребления в здании базового энергопотребления и экономии от различных энергоэффективных мероприятий, которые возможно выполнить в этом здании. Для этих целей можно применить различные расчетные средства или программные продукты, однако основная методология/принципы пошагового подхода комплексной оценке здания и описанию рекомендаций будет такой же.

1. Аналитический обзор существующих систем энергоаудита

1.1 Постановка задачи

Тема дипломного проекта: Разработка автоматизированной системы энергоаудита.

Цель дипломного проекта заключается в разработке программного комплекса “Энергоаудит жилого здания” автоматизированной системы энергоаудита (АСЭ) в среде программирования Delphi .

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- Провести аналитический обзор существующих систем энергоаудита.
- Разработать программный комплекс “Энергоаудит жилого здания”:
 - разработать алгоритма расчета потребления тепловой энергии;
 - разработать базы данных климатических условий, строительных материалов и световых проемов;
 - разработать программное обеспечение АСЭ в среде Delphi.
- Решить вопросы по безопасности жизнедеятельности.
- Решить вопросы технико-экономического обоснования.

1.2 Актуальность энергоаудита

Численность населения планеты постоянно увеличивается, а следовательно, растет и энергопотребление. Многие страны задумались всерьез о сокращении расходов потребления энергоресурсов. Решать данную задачу выступают специалисты различных профессий: энергетики, инженера, электрики и многие другие. Процесс, в котором специалисты в различных областях находят нерациональные энергозатраты и неоправданные энергопотери называют энергоаудитом. В актуальности энергоаудита никто не сомневается, так как экономика страны зависит от грамотного потребления энергоресурсов. Энергоаудит актуален, начиная от частного дома, заканчивая крупными промышленными предприятиями.

К настоящему времени получил широкое распространение термин «энергоаудит», под которым понимается систематическое обследование и анализ энергетических потоков здания, процесса или системы, направленные на получение картины энергопотребления исследуемой системы и определяющих его факторов. Как правило, энергоаудит организуется с целью выявления возможностей для сокращения энергопотребления системы без негативного влияния на ее производительность или другие полезные функции, выполняемые системой.

Повышение цен на энергоресурсы, истощение природных ископаемых и экологические проблемы заставляют потребителя предпринять меры по рационализации пользования энергоресурсов. Данная деятельность актуально не только на территории РФ, но и по всему миру в целом. За последние 20 лет удельный расход энергопотребление сооружений в странах Евросоюза было понижено более, чем на 60%. Как показывает практика, организация

эффективного энергопотребления вполне осуществимый процесс, который основан на комплексном подходе при решении поставленных задач. В основе лежит экономическая заинтересованность в снижении энерго и теплотребления. Управление жилым зданием на сегодняшний день невозможно представить без применения энергосберегающих технологий – использование современных, отвечающих международным стандартам качества, теплоизоляционных строительных материалов, применении приборов регистрации и регулирования энергоресурсов (тепловые системы, водо и газоснабжение), замены изношенных трубопроводных систем на современные, установки энергосберегающего оборудования. Многие не понимают насколько важен энергоаудит для многоквартирных зданий. С помощью тепловизионного контроля возможно наглядно, на месте продемонстрировать какой объём тепловой энергии уходит через трещины в оконных рамах, через перекрытия и кровлю, подвальные помещения, открытые воздухопроводы, двери, окна, трубопроводы и т.д. Именно энергоаудит является тем первым шагом к сокращению энергопотребления здания и как следствие понижение затрат на тепло и электроснабжение жилого дома.

Основная проблема огромного потребления энергоресурсов жилыми зданиями состоит в том, что здания находятся на низком уровне энергоэффективности (нет термоизоляции, отсутствуют приборы учета тепловой энергии, не установлено современное энергосберегающее оборудование и т.д.). Согласно Концепции модернизации и развития жилищно - коммунального хозяйства Республики Казахстан и Комплексного плана по ее реализации на 2010 -2014 годы, необходимо проведение энергетического обследования с применением телевизионного неразрушающего контроля в целях паспортизации объектов жилищно - коммунального хозяйства. С вступлением в силу СН РК 2.04.21 -2004 «Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий» существенно ужесточились требования к энергетической эффективности зданий. Одним из них стала необходимость заполнения «Энергетического паспорта здания», официального документа, подтверждающего факт проведения энергетического аудита на стадии разработки проекта, после окончания строительства здания и в процессе его эксплуатации. Энергетический паспорт здания должен включать некоторые контрольные величины: полученные по результатам аудита, они должны позволить потребителю сравнить и оценить энергоэффективность здания. При этом главным фактором, стимулирующим потребителя к выбору в пользу энергоэффективных зданий, является возможность существенно снизить эксплуатационные платежи. Ожидается, что уже в ближайшем будущем энергетические паспорта изменят механизм ценообразования на рынках недвижимости стран: покупатели будут отдавать предпочтение зданиям с низким потреблением энергии, а стоимость объектов с высоким энергопотреблением упадёт. Для повышения энергоэффективности зданий, а также разработки энергетических паспортов первым шагом является

необходимость проведения энергетического аудита здания и внедрение энергосберегающих мероприятий [21].

Энергоаудит - это комплексное энергетическое обследование здания. Иными словами, энергоаудит – это процедура, с помощью которой можно выяснить, как используется энергия в здании, какие существуют меры по ее экономии и как можно уменьшить потребление энергии зданием, в котором проводился энергоаудит. Энергоаудит включает обследование здания, оценку и анализ существующей ситуации и различных мероприятий, которые могут быть осуществлены для снижения потребления энергии и улучшения микроклимата в здании. Во многих странах существует значительный потенциал энергосбережения в таких зданиях как школы, больницы, детские сады, офисы, жилые здания и т.д. Зачастую затраты на энергию можно значительно снизить, реализуя различные мероприятия по энергосбережению. При снижении энергопотребления так же уменьшается загрязнения окружающей среды от не возобновляемых источников энергии, что создает позитивный эффект на экологию как локально, так и глобально. Чтобы определить фактический потенциал энергосбережения и обеспечить устойчивые результаты, необходимо подходить структурировано и эффективно к разработке и реализации проекта. Результаты предоставляются в Отчете по Энергоаудиту, описывающем рекомендуемые мероприятия с соответствующими инвестициями, экономией и прибылью [22].

Цели энергоаудита:

- 1) выявление источников нерациональных энергозатрат и неоправданных потерь энергии;
 - 2) определение показателей энергетической эффективности;
 - 3) определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
 - 4) разработка целевой, комплексной программы энергосбережения.
- При проведении энергетического обследования решается ряд основных задач, последовательное решение которых обеспечивает достижение цели проведения энергоаудита.

Основные задачи энергоаудита:

- независимая оценка фактического состояния энергопользования;
- определение показателей энергетической эффективности;
- выявление причин возникновения потерь топливно-энергетических ресурсов;
- оценка потенциала энергосбережения;
- разработка мероприятий для реализации выявленного потенциала энергосбережения с расчетом их стоимостной оценки.

Энергетический аудит здания делится на три части:

- 1) энергетическое обследование здания;

2) разработка рекомендаций и внедрения энергосберегающих мероприятий;

3) составление отчета по энергосбережению и энергопаспортизация здания.

1. *Энергетическое обследование* заключается в сборе полной информации о здании .

Техническая документация здания (технический паспорт, схемы теплоснабжения, договора на поставку тепла), данные по потреблению тепловой энергии зданием, тарифы города где находится здание, анализ технической документации, выявление деформаций, дефектов и повреждений;

Визуальное обследование ограждающих конструкций, кровли, подвального помещения, разводки трубопровода отопления, замеры площадей окон, теплового узла (замер характеристик ТУ: давление, температура), проведение тепловизионных снимков фасада, кровельного перекрытия, тепловых пунктов и угловых квартир здания.

2. *Разработка рекомендаций и внедрения энергосберегающих мероприятий.* На этом этапе необходимо:

1) определить техническую суть предлагаемых усовершенствований и источники получения экономии ТЭР;

2) определить приоритет внедрения предлагаемых усовершенствований;

3) определить все возможности уменьшения расходов, которые могут быть осуществлены силами самого заказчика;

4) рассчитать потенциальную годовую экономию в физическом и стоимостном выражениях;

5) определить перечень оборудования, необходимого для реализации рекомендаций, оценить его стоимость с учетом доставки, монтажа и ввода в эксплуатацию;

6) определить возможные экологические и другие эффекты от внедрения рекомендаций, которые влияют на реальную экономическую эффективность;

7) оценить общий экономический эффект с учетом всех упомянутых выше особенностей.

3. *Составление отчета по энергосбережению и энергопаспортизация* включает в себя индивидуальную подборку и расчет мероприятий по энергосбережению и определение класса энергоэффективности здания. Отчет по энергоаудиту содержит: перечень и описание мероприятий по повышению энергоэффективности, экономические показатели энергетических мероприятий: инвестиции, срок окупаемости, процент экономии, рентабельность.

Энергоаудит дает обзор технического состояния здания, позволяет получить достоверные данные об эффективности жилого здания, использованные при строительстве материалов и технологий, а также даёт возможность оценить, насколько здание соответствует действующим в данной сфере нормам и стандартами. В процессе энергоаудита можно выявить

приоритетные работы по реновации дома и сделать расчеты по их окупаемости. В целом, энергоаудит можно рассматривать как часть экспертизы здания, целью которой является выяснить техническое состояние дома и эффективность потребления домом энергии. На основании отчета по энергоаудиту составляется записка об энергетической эффективности здания, выписывается энергетический сертификат или присваивается дому соответствующий класс энергопотребления [23].

Различные *модели энергоаудита* могут быть разделены на два основных типа в соответствии со своими задачами:

- 1) диагностические модели аудита;
- 2) аналитические модели.

В пределах каждого из двух типов существует ряд моделей, различающихся предметом и степенью детальности энергоаудита. На практике может быть подобрана конкретная модель энергоаудита, наилучшим образом отвечающая потребностям ситуации.

Существует определенная методика проведения энергоаудита, разработанная, внутри страны согласно строительным нормам и правилам, которая позволяет выявить потенциал энергосбережения в жилом здании и повысить энергоэффективность. До недавнего времени в Республике Казахстан был разработан первый национальный стандарт проведения энергоаудита, содержащий, в частности:

- методику проведения энергетической диагностики;
- общие задачи, а также принципы энергоаудита, в том числе объективность, независимость и прозрачность;
- рекомендации по обеспечению высокого качества аудита.

С точки зрения энергоаудитора, преимуществом использования стандартов является то, что они предлагают определенную методологию проведения энергоаудита, создают основу для ведения диалога, позволяют экономить время и содержат образцы итоговой документации (списки оборудования, энергетические балансы, план мониторинга и т.д.).

Особой разновидностью энергоаудита является инвестиционный аудит, целью которого является оценка предлагаемых вариантов инвестиций в повышение энергоэффективности. Одной из важнейших особенностей этого вида энергоаудита является оценка погрешностей прогнозов энергосбережения в результате предлагаемых инвестиций. Если по результатам проведения энергоаудита предполагается инвестировать крупную сумму в повышение энергоэффективности, то необходимо учитывать все риски, относящиеся к ожидаемым объемам энергосбережения, а также методы минимизации этих рисков (риски могут быть связаны, например, с погрешностями вычислений и различными факторами неопределенности).

Диагностические модели энергоаудита

Основной целью этого типа энергоаудита является выявление областей, в которых существует (или может существовать) потенциал

энергосбережения, а также предложение наиболее очевидных мер по энергосбережению. Задачи такого вида энергоаудита не включают подробного анализа возможного экономического эффекта, а также тщательной проработки предлагаемых мер. Поэтому перед принятием любых действий по итогам энергоаудита данного типа необходим дополнительный анализ этих действий.

Энергоаудит диагностического типа является оптимальным выбором в условиях, когда необходимо провести обследование и анализ крупного жилого строения за короткий промежуток времени. Как правило, энергоаудит такого типа не требует значительных финансовых и временных затрат. Возможно, диагностический энергоаудит сам по себе не принесет значительной отдачи заказчику, поскольку по его итогам не будет предложено проработанного плана мероприятий, но, как правило, такой энергоаудит позволяет наметить ключевые области для дальнейшего исследования. Существует две основных разновидности диагностических энергоаудитов, которые рассматриваются ниже:

- 1) обзорный энергоаудит;
- 2) предварительный энергоаудит.

Обзорный энергоаудит

Обзорный энергоаудит уместен в малых и средних жилых строениях, где система теплоснабжения не отличается высокой сложностью с точки зрения потоков первичной и вторичной энергии, взаимосвязи процессов, возможностей рекуперации низко потенциального тепла и т.д.

Результатами обзорного энергоаудита являются общий обзор энергопотребления объекта, а также рекомендации по наиболее очевидным мерам энергосбережения и областям, требующим дополнительного исследования (организации проведения дополнительного энергоаудита «второго уровня»).

Предварительный энергоаудит

Диагностический энергоаудит, выполняемый в крупных жилых строениях, часто называют предварительным энергоаудитом или предварительной оценкой. Хотя основные цели предварительного и обзорного энергоаудита совпадают, масштаб, и характер жилого строения требует применения иных подходов.

Основная работа в рамках предварительного энергоаудита сосредоточена на получении четкой картины энергопотребления в здании в настоящий момент, а также определении областей, в которых имеет место значительное энергопотребление. По результатам энергоаудита этого типа могут также предлагаться возможные меры по энергосбережению и отмечаться области, в которых целесообразно проведение более детальных аудитов «второго уровня», вместе с приоритетными задачами для этих аудитов.

Как правило, предварительный энергоаудит выполняется группой экспертов. При этом успешное его проведение требует более глубокого понимания, как методик энергоаудита, так и предлагаемых энергосберегающих мер.

Аналитические модели аудита

Результатом энергоаудита аналитического типа является подробная спецификация мер по повышению энергоэффективности, дающая клиенту информацию, достаточную для принятия решений. Энергоаудит этого типа требует большего объема финансовых затрат и усилий, и занимает больше времени, однако позволяет выработать конкретные предложения по энергосбережению. Результаты аудита позволяют энергоаудитору оценить существующий потенциал энергосбережения и возможные меры, не прибегая к дополнительным исследованиям.

Существуют две основных разновидности аналитического энергоаудита:

- 1) выборочный энергоаудит, при котором энергоаудитор имеет возможность самостоятельно выбирать приоритетные области;
- 2) целевой энергоаудит, при котором приоритеты определяются аудитором. Целевой аудит может быть:
 - энергоаудитом конкретной системы;
 - полным (комплексным) энергоаудитом.

Выборочный энергоаудит

Выборочный энергоаудит сосредоточен на возможностях для значительного энергосбережения и не уделяет существенного внимания областям, в которых потенциал энергосбережения невелик. Эта модель энергоаудита отличается очень высокой экономической эффективностью в случае привлечения опытных аудиторов, способных правильно определить приоритетные области. Однако при недостатке квалификации такой аудит может свестись к «снятию сливок» – анализу наиболее очевидных мер. Всегда существует риск того, что после выявления нескольких значительных возможностей для энергосбережения не будет уделено должного внимания анализу дальнейшего потенциала.

Целевой энергоаудит

Программа целевого энергоаудита определяется подробными инструкциями заказчика, т.е. большинство областей и систем, к которым будет уделено приоритетное внимание аудиторов, известно заранее. Инструкции заказчика могут подразумевать исключение из программы аудита определенных областей, например, по тем причинам, что менее значимы с точки зрения энергозатрат, или имеющийся в них потенциал энергосбережения может быть легко реализован.

Как правило, результатами целевого энергоаудита являются детальная разбивка энергопотребления по конкретным потребителям, а также подробные расчеты по возможностям для энергосбережения и необходимым инвестициям. Если инструкции заказчика являются адекватными, по итогам аудита может быть подготовлен стандартный отчет.

С точки зрения заказчика всегда существует риск того, что в отсутствие надлежащего контроля качества характер целевого аудита будет постепенно смещаться в сторону аудита выборочного, поскольку последний оставляет аудиторам больше свободы действий и часто требует от них меньших усилий.

Энергоаудит конкретной системы

Простейшим примером целевого энергоаудита является аудит конкретной системы. Для этого вида аудита характерна ограниченность предмета (отдельной системы, процесса или определенного оборудования) в сочетании с детальностью его анализа. Преимущество этого вида аудита состоит в том, что он позволяет привлечь специалистов по конкретной системе, и это может оказаться более продуктивным, чем обращение к аудиторам широкого профиля.

Результатами подобного энергоаудита являются подробная характеристика исследованной системы, перечень возможных мер по повышению энергоэффективности системы и, возможно, анализ экономической эффективности этих мер.

Разумным подходом является сочетание этого вида аудита с более широкими подходами, например, проведение предварительного аудита всего здания с последующим энергоаудитом отдельных систем, для которых в ходе предварительного аудита был выявлен значительный потенциал энергосбережения.

Во многих случаях энергоаудит отдельной системы позволяет выявить более высокий относительный потенциал энергосбережения (по отношению к общему энергопотреблению соответствующей системы). Однако проблема состоит в том, что при рассмотрении отдельной системы существует риск «местной оптимизации», которая не будет наилучшим вариантом с точки зрения энергоэффективности здания в целом. Например, при анализе изолированной системы отопления или обеспечения сжатым воздухом невозможно оценить возможности для рекуперации тепла, поскольку в контексте отдельной системы неизвестно, каковы наиболее эффективные способы использования тепловой энергии в строении. Энергетические системы редко независимы друг от друга – как правило, они взаимосвязаны в той или иной степени.

Полный энергоаудит

Полный (комплексный) энергоаудит представляет собой наиболее широкую форму целевого аудита. Он охватывает практически все

энергопотребление строения, включая механические и электрические системы, все энергопотребляющие основные и вспомогательные технологические процессы и т.д. Из рассмотрения могут быть исключены некоторые несущественные системы, вклад которых в общее энергопотребление заведомо мал (например, электрические ворота гаражной комнаты).

Отличие полного энергоаудита от других разновидностей целевого аудита состоит в том, что последние могут оставлять вне рассмотрения некоторые заранее определенные области энергопотребления в здании, в то время как полный аудит охватывает энергопотребление практически полностью (возможно, за некоторыми незначительными исключениями).

Первым этапом полного аудита является подробная разбивка общего энергопотребления по конкретным подразделениям и системам. В материалах такого аудита содержатся определенные выводы по всем системам, входящим в заранее определенную область аудита, независимо от их потенциала энергосбережения. В ходе аудита выявляются все существенные возможности повышения энергоэффективности; для них выполняются подробные расчеты ожидаемого объема энергосбережения и необходимых инвестиций.

По итогам аудита этого типа может быть подготовлен подробный аудиторский отчет стандартного формата, который затем может использоваться заказчиком для решения различных задач, в частности, организации контроля качества и мониторинга.

Поскольку энергоаудит позволяет выявить основные энергопотребляющие элементы или виды деятельности, а также прояснить характер энергопотребления, отраженные в отчете выводов аудита могут использоваться для выявления экономически эффективных возможностей энергосбережения и определения приоритетных действий.

Тип и оптимальная периодичность энергоаудита определяются особенностями конкретного жилого здания. Как правило, потребностям малого и среднего строения лучше всего отвечает обзорный аудит.

Первый энергоаудит может быть выполнен для начальной оценки состояния энергоэффективности здания. Последующие аудиты должны проводиться после внедрения различных мероприятий по энергосбережению, способных повлиять на потребление энергии, существенного изменения внутри климатических характеристик здания. Этот подход подразумевает, что все аудиты являются полными (комплексными). Однако и в отсутствие существенных изменений следует проводить периодические аудиты с тем, чтобы убедиться в отсутствии постепенного снижения энергоэффективности здания.

Другой подход подразумевает проведение начального энергоаудита предварительного типа, в ходе которого выявляются области для более детального аудита. График аудитов этих областей составляется исходя из таких факторов, как предполагаемая легкость внедрения методов повышения

энергоэффективности, потребностей в капитальных затратах и т.д. При этом конкретная система может становиться предметом детального аудита лишь изредка, но в пределах установки могут осуществляться регулярные аудиты различных систем.

На заключительном этапе энергоаудитором обобщаются результаты анализа использования энергетических ресурсов зданием по группам оборудования и видам энергоносителей. По результатам энергоаудита составляется заключение по энергосбережению и повышению энергоэффективности. Заключение энергоаудита выдается в виде отчета о проводившемся энергоаудите .

Заключение энергоаудита состоит из трех основных частей:

1) вводная часть, в которой указываются данные объекта энергоаудита, мониторинг существующей ситуации в жилом здании ;

2) рекомендации по внедрению и оптимизации технологий энергосбережения, а также проведению комплекса соответствующих мероприятий, разработанных благодаря анализу результатов энергетического обследования;

3) заключительная часть с рекомендациями и выводами. В рекомендациях приводятся мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности объекта с указанием сроков их выполнения, в выводах – общая оценка деятельности заказчика в области энергосбережения и повышения энергоэффективности, возможный потенциал энергосбережения объекта [24].

1.4 Аналитический обзор программных средств по автоматизированному энергоаудиту

1.4.1 Норвежская программа для проведения энергоаудита зданий ENSI EAB

Данная программа имеет удобный интерфейс и предназначена для расчета энергопоказателей зданий. Она подходит для проведения энергоаудита как вновь возводимых, так и уже существующих зданий, а также для их сертифицирования.

Основные функции и характеристики:

- Отвечает требованиям стандартов и нормативно-технической документации ЕС: Директиве 2010/31/EU, 2002/91/EC, ISO 13790:2008 и нормативным актам.

- Построена на месячных расчётах, учитывающих взаимосвязь параметров.

- Включает все основные параметры для энергорасчётов: геометрические параметры, коэффициенты теплопередачи, инфильтрация, температура внутри помещений, график присутствия и отопления, параметры системы вентиляции и освещения, различное оборудование, КПД систем.

- Расчет состояния «фактического», «базового» и «после реализации проекта»
- Дает результаты на уровне потребности в энергии, энергопотреблении и коэффициентов теплопереноса
- Отображает показатели экономии для каждого отдельного мероприятия
- Генерирует график зависимости энергопотребления от наружной температуры [27].

Расчет показателей энергопотребления. Программа EAB позволяет рассчитать общее годовое энергопотребление зданий, разделенное на семь пунктов бюджета:

- Отопление;
- Вентиляция(отопление);
- ГВС;
- Охлаждение;
- Вентиляторы и насосы;
- Система освещения;
- Прочее оборудование.

В результате рассмотрения данного программного продукта были выявлены следующие недостатки:

- В программе подразумевается ручной расчет энергоаудитором кратности инфильтрации, а также коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций;
- Стоимость программного продукта превышает 1200\$.

Главное меню программы ENSI EAB представлено на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 - Главное окно программы

При запуске программного продукта есть возможность либо создать новый проект, либо продолжить работу с уже созданным и сохраненным проектом. В качестве первого шага необходимо выбрать стандартные условия из выпадающего списка (см. рисунок 1.2):

- климатические данные;
- тип здания;
- нормативные условия;
- таблица праздничных дней.

Расчеты выполняются либо на основе стандартных климатических данных, нормативных величин и таблиц выходных дней, уже включенных в программу, либо на основе величин введенных пользователем для климата, нормативов, выходных дней.

Программный продукт производит расчеты годовой потребности в энергии, используя месячные температуры наружного воздуха и месячные данные по солнечному излучению для типичного метеорологического года. Задав начало и окончание отопительного сезона для нормального климатического, программа включит в расчет потребность в тепловой энергии только в рамках заданного отопительного периода. Расчетная наружная температура для отопления используется для расчета максимальной нагрузки отопления и вентиляции для здания (см. рисунок 1.3) .

Ограждающие конструкции здания (см. рисунок 1.4). Программный продукт позволяет описать здание по восьми сторонам горизонта для стен и окон, а также описать окна на крыше с различным углом наклона.

Название проекта	Asya
Страна	Казахстан
Климатич. данные	Алматы
Тип здания	Жилой дом
Стандартное условие	3500Dd
Таблица праздников	Жилой дом

OK

Рисунок 1.2 – Создание нового проекта

График пребывания и отопления (см. рисунок 1.5). Поскольку на потребность в энергии влияет метаболическое тепло от людей, необходимо ввести график присутствия людей в здании в рабочие и выходные дни. Также необходимо ввести количество часов в день, когда необходимо поддерживать заданную внутреннюю температуру, что позволит в дальнейшем рассчитать сбережения от снижения температуры в помещении в ночное время и в нерабочие дни.

Метабол. тепло W/m² 2,3

График пребывания ч/день

Рабочий день ч/день 16

Суббота ч/день 16

Воскресенье ч/день 16

Отопительный график ч/день

Рабочий день ч/день 16

Суббота ч/день 16

Воскресенье ч/день 16

OK

Рисунок 1.5 – График пребывания и отопления.

Интерфейс итогового окна программы показан на рисунке 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	
Козф. компактности	0,37 -	0,37	0,37			0,37	
Козф. 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	-14,30
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	

Рисунок 1.6 - Итоговое окно программы ENSI EAB

Для каждой позиции бюджета в первой колонке меню даются параметры, влияющие на потребление энергии. Во второй колонке указываются нормативные показатели с учетом требований государственных строительных норм и стандартов. В следующей колонке даются фактические показатели для здания, для которого ведется расчет.

К примеру, в ходе отопительного сезона температура в помещениях была слишком низкой, система принудительной вентиляции работала с перебоями, или мы желаем повысить комфорт при реконструкции здания (например, увеличив производительность системы вентиляции) - все эти факторы необходимо учесть при расчете энергопотребления и рентабельности. Эти данные необходимо указать в колонке Базового потребления. В колонке "мероприятия" можно указать альтернативные решения или мероприятия по повышению энергоэффективности, в колонке "экономия" даются результаты расчетов (для каждого мероприятия или параметра).

Для проведения расчетов для каждого здания создается модель, на которой отрабатываются альтернативные решения и мероприятия. Программа корректирует исходные данные, заданные по умолчанию. Кроме того в ней заложено несколько типовых моделей зданий, которые могут использоваться для быстрых и универсальных расчетов. В программе заложено семь типовых моделей зданий (жилое здание, офис, больница, детский сад, школа, университет и склад). Кроме того пользователь может добавлять свои подтипы или новые здания.

Взаимное влияние мероприятий и систем

Экономия, получаемая, к примеру, от установки дополнительного 100-миллиметрового слоя теплоизоляции на ограждающие конструкции и замены двойных стеклопакетов на тройные, будет зависеть от того, применяются ли данные меры по - отдельности, или же в комплексе. Кроме того экономия снижается, если средняя температура внутри помещений уменьшается, например, при установке термостата с установкой пониженной температуры в ночное время. Улучшая эффективность котла, экономия топлива от, например мероприятия по теплоизоляции крыши, уменьшится.

Все эти взаимодействующие факторы и практические аспекты реального проекта учитываются в программе EAB, которая производит расчет чистой экономии для каждого мероприятия на основании фактического комплекса мер, введенного пользователем.

Постоянный энергомониторинг зданий позволяет обеспечить энергоэффективность при эксплуатации зданий. Энергомониторинг – график зависимости потребления энергии от температуры (ET). Основным инструментом энергетического мониторинга служит график зависимости потребления энергии от температуры (ET) (см. рисунок 1.5), который является уникальным для каждого здания. График позволяет определить расчетный объем энергопотребления для различных наружных температур. Если в

течение недели потребление энергии превысило целевое значение на 5 – 10 %, данное расхождение является сигналом к началу поиска неисправности и ее устранению. Программа ЕАВ включает в себя модуль расчета графика зависимости потребления энергии от температуры (для фактического, базового и потребления «после мероприятий»).

Мероприятия (см. рисунок 1.7). Программа также дает обзор рассчитанных мероприятий, а также удельные и общие сбережения для каждого мероприятия.

ЭТ-кривая (см. рисунок 1.8). Программа ЕАВ включает в себя модуль расчета графика зависимости потребления энергии от температуры: для фактического, базового и потребления «после мероприятий». Предоставляется возможность прочесть точные величины, наведя курсор на кривую.

Адаптация программного обеспечения под местные условия. Для адаптации программы ENSI под местные условия, необходимо определить следующие параметры:

- климатическая характеристика района;
- нормативные показатели (с учетом требований строительных норм и правил).

Бюджет "Энергия"		Меры		Бюджет "Мощность"		ЭТ-кривая		Годовое энергопотребление		Тепловые потери	
Проект			user guide		Тип здания		Office		Стандартное условие		
					Клим. зона		Oslo		Отопит. сезон		
					1987		15,9 - 15,5				
Параметры		kWh/m²	kWh/a	Реальное		kWh/a					
1. Отопление: U – стен		-7,72	-22 376	-22 376							
1. Отопление: U – окон		-46,60	-135 131	-135 131							
1. Отопление: Инфильтрация		-14,39	-41 730	-41 730							
1. Отопление: Э и О / ЭМ		-3,01	-8 726	-8 726							
2. Вентиляция (отоплен): Э и О / ЭМ		-2,41	-6 993	-6 993							
3. Горячее водоснабк: Потребление ГВС		-3,97	-8 891	-8 891							
3. Горячее водоснабк: Э и О / ЭМ		-0,28	-817	-817							
4. Вент. и насосы: Вентиляторы		-9,23	-26 772	-26 772							
4. Вент. и насосы: Э и О / ЭМ		-0,74	-2 155	-2 155							
5. Освещение: Средняя мощность		-12,03	-34 899	-34 899							
		Суммарная экономия		-100,23		-290 670		-265 227			
Мера											
			Изменить текст								

Рисунок 1.7 - Мероприятия

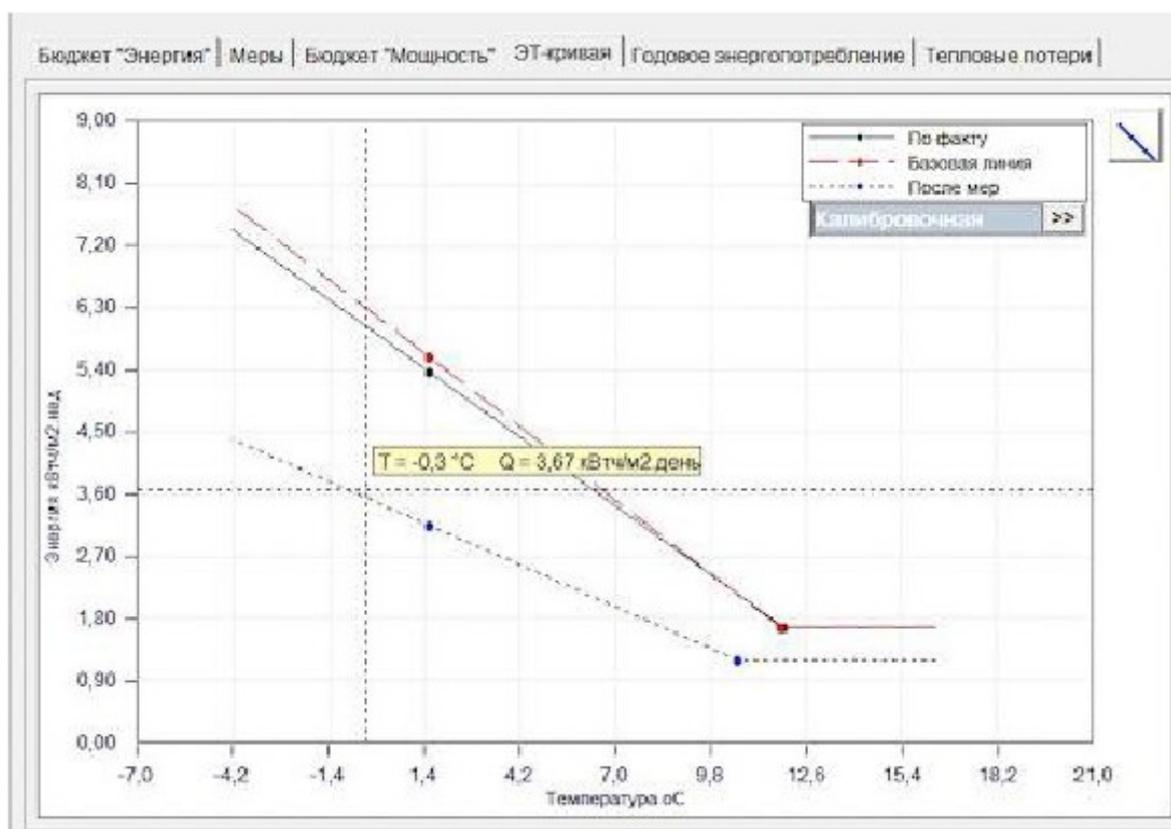


Рисунок 1.8 - График зависимости ЕТ

1.4.2 Российский программный комплекс «Энергоаудит Зданий, Строений, Сооружений»

В помощь проведению энергоаудита зданий, анализу и оценке энергетической эффективности использования тепловой энергии Российской организацией была создана компьютерная программа «Энергоаудит зданий, строений, сооружений». Программа позволяет рассчитать эффективность использования (потребления) тепловой энергии в обследуемых зданиях, строениях и сооружениях, в системах теплоснабжения, определить возможный потенциал энергосбережения, оценить исходную величину инвестиционных затрат и разработать комплексную программу по энергосбережению с выполнением технико - экономических обоснований эффективности конкретных энергосберегающих мероприятий [28].

Основные достоинства Программы:

1) Позволяет производить расчет нормируемых удельных показателей работы системы отопления и месячной динамики потребления тепловой энергии административными и жилыми зданиями, а также сооружениями производственного назначения (при условии соблюдения требований к микроклимату производственных помещений согласно СанПиН 2.2.4.548–96).

2) Позволяет производить анализ и оценку эффективности работы систем теплоснабжения административными и жилыми зданиями, производственными строениями, что способствует определению потенциала

энергосбережения обследуемых объектов, а также рассчитывать энергосберегающие мероприятия со сроком окупаемости.

3) Содержит базу наиболее распространенных энергосберегающих мероприятий, которая будет регулярно пополняться и обновляться.

4) Содержит расчеты и способы определения основных показателей работы систем теплоснабжения зданий и строений, учитывающие требования следующих нормативных документов:

а) ГОСТ 12.1.005-88 Воздух рабочей зоны; СанПиН;

б) 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микро-климату производственных помещений;

в) ГОСТ 30494–96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях;

д) СНиП 23-01–99 Строительная климатология;

е) СНиП 23-02–2003 Тепловая защита зданий;

ф) СНиП 41-01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование;

г) СНиП 2.08.01–89* Жилые здания.

5) Позволяет выполнить:

а) определение зоны влажности и условия эксплуатации ограждающих конструкций зданий, строений, сооружений;

б) определение класса энергетической эффективности здания (существующего и с учетом предлагаемых мероприятий);

в) определение нормируемых значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций согласно табл. 4 СНиП 23 -02 –2003;

г) определение нормируемых (согласно табл. 9 СНиП 23-02–2003) и расчетных удельных расходов тепловой энергии на отопление зданий;

д) определение потребления тепловой энергии по месяцам (в графическом и табличном представлении);

е) расчет по утеплению ограждающих конструкций;

ж) подбор энергосберегающих мероприятий;

з) составление энергетических балансов с учетом составленных энергосберегающих мероприятий;

и) оценку эффективности энергосберегающих мероприятий посредством технико-экономического расчета.

Недостатки программного комплекса заключаются в том, что программа не подходит для использования на территории РК, так как в ней регламентировано использование Российских нормативов и стандартов.

Запуск программного комплекса программа «Энергоаудит зданий, строений, сооружений» (см. рисунок 1.9)



Рисунок 1.9 – Запуск программного комплекса

При запуске программы, отображается основное окно (см. рисунок 1.10), в котором представлен перечень объектов, формируемый пользователем программы.

Программа изначально содержит примеры расчета зданий:

- административного «Здание НОР»;
- промышленного «Производственное здание».

Основное окно состоит из разделов меню:

- 1) Потребитель
- 2) Задачи
- 3) Материалы
- 4) Настройки
- 5) Справка

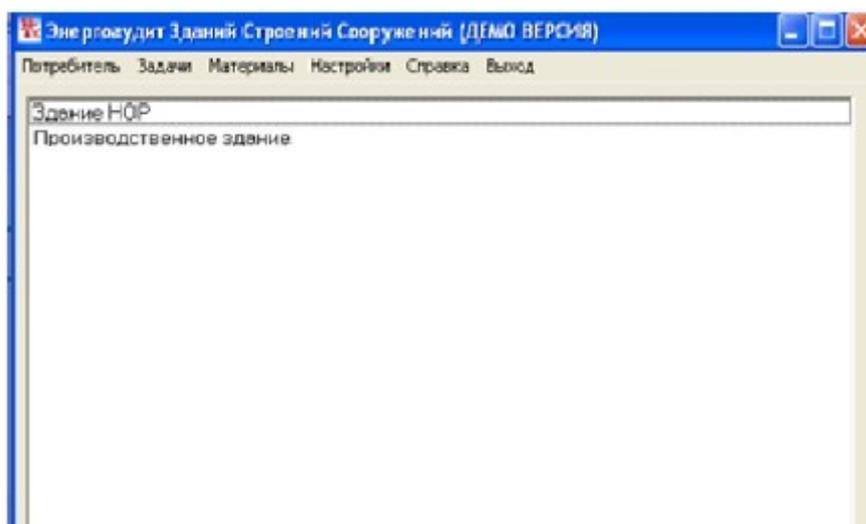


Рисунок 1.10 – Основное окно программного комплекса

Окно «Выбор параметров микроклимата». Данное окно формируется при нажатии кнопки «Расчет здания (отопление + мероприятия)», либо двойного щелчка мыши на выбранном объекте. На рисунке 1.11 представлен обзор данного окна. При заполнении данного окна необходимо:

Осуществить выбор одного из двух объектов в верхней части окна:

- помещения жилых и общественных зданий;
- производственные помещения.

При выборе «Помещения жилых и общественных зданий» необходимо из раскрывающегося списка, выбрать тип здания:

- детские дошкольные учреждения;
- дома престарелых и инвалидов;
- жилые здания и общежития;
- общественные здания.

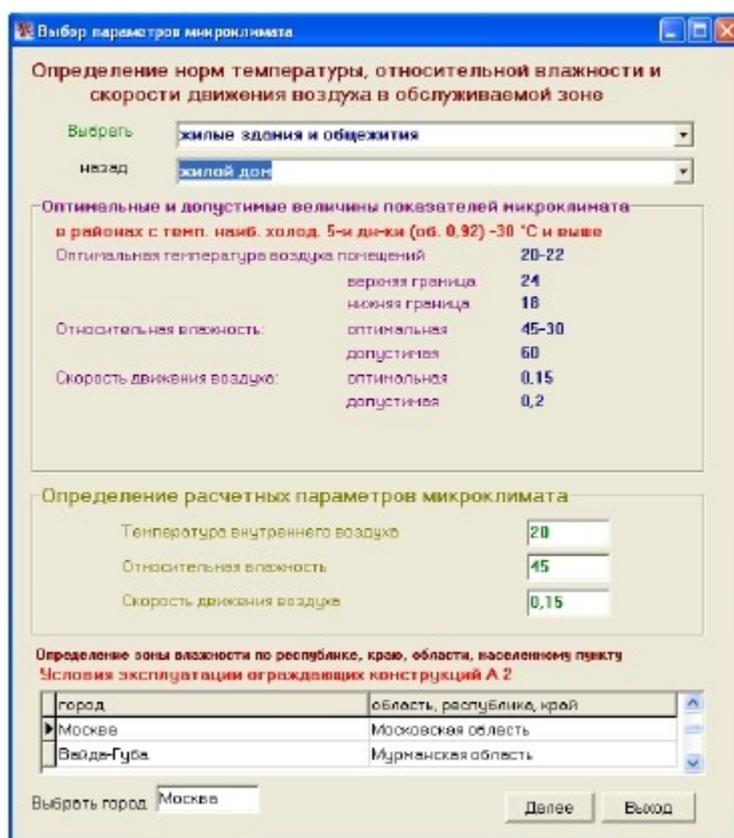


Рисунок 1.11 – Окно «Выбор параметров микроклимата».

При нажатии на кнопку «Далее» пользователь переходит в следующее окно «Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций». Данное окно (см. рисунок 1.12) является показательным и в нем отображаются расчетные значения согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», это:

- 1) Градус сутки отопительного периода (ГСОП).

- 2) Приведенное сопротивление теплопередаче стен.
- 3) Приведенное сопротивление теплопередаче покрытий и перекрытий над проездами.
- 4) Приведенное сопротивление теплопередаче покрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами.
- 5) Приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей.
- 6) Приведенное сопротивление теплопередаче фонарей.

Значение внутренней температуры в данном окне изменить нельзя, так как она задается в предыдущем окне (неизменяемые ячейки выделяются темным цветом). Значения средней температуры за отопительный период и количество дней в отопительном периоде автоматически берутся из СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» для выбранной климатической зоны, которую мы определили в предыдущем окне. При желании эти значения можно скорректировать для конкретной региональной климатической зоны, если она не указана в СНиП 23-01-99. При этом необходимо поставить галочку в поле «расчет для новых параметров» предварительно щелкнув левой кнопкой мыши на данном поле.

Расчет сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций и ГСОП производится автоматически. При повторном щелчке мыши галочка в поле убирается и возвращается предыдущий расчет согласно СНиП 23-01-99.

Для перехода в предыдущее или последующее окно внизу располагаются кнопки «Назад» и «Далее».

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций	
жилой дом	
Внутренняя тем-ра	20
Средняя тем-ра за отопит. период	-3.1
Кол-во дней	214
<input type="checkbox"/> Расчет для новых параметров	
Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций не менее, кв.м °С/Вт:	
ГСОП	4943,4
Стен	3,13
покрытий и перекрытий над проездами	4,67
покрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	4,12
окон и балконных дверей	0,52
фонарей	0,37
Назад Далее Выход	

Рисунок 1.12 – Окно «Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций»

При нажатии на кнопку «Далее» формируется новое *окно «Расчетные значения теплопередаче окон и фонарей»* (см. рисунок 1.13). В данном окне необходимо ввести площади стен и др. ограждающих конструкций (в м²)

согласно проектной документации или техпаспорта здания. Для предварительного расчета можно произвести обмер самостоятельно. Необходимо также в обязательном порядке ввести объем здания, высоту в метрах и этажность. Для производственных зданий этажность вводится согласно 3 м на этаж. Поле «Общая площадь» формируется автоматически путем суммирования.

В верхней правой части окна имеется раскрывающийся список для определения светового проема. Ниже, также в раскрывающемся списке указывается вид переплета (деревянный или стальной). Данная подсказка предназначена для автоматического формирования сопротивления теплопередаче и воздухопроницаемости окон согласно СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника» и необходима для выбора показателей окон старого образца. При этом заполняются автоматически поля «сопротивление окон» и «воздухопроницаемость».

Параметр	Значение
объем здания, куб. м	23625
высота здания, м	35
этажность	10
площадь стен	3200
площадь пола	675
площадь чердачного перекрытия	675
площадь окон	980
площадь дверей	20
площадь фонарей	0
общая площадь	5550

световой проем (выбрать в качестве подсказки)
Двойное остекление в раздельных переплетах

вид переплета (выбрать в качестве подсказки)
деревянные

сопротивления окон: 0,51 сопротивление фонарей: 0

воздухопроницаемость: 7,5

Пропустить форму заполнения расчет теплопередаче стен, покрытий и перекрытий

Назад Далее Выход

Рисунок 1.13 – Окно «Расчетные значения теплопередаче окон и фонарей»

Для перехода в следующее окно «Составление энергосберегающих мероприятий» следует нажать кнопку «Далее».

В данном окне формируются энергосберегающие мероприятия (см. рисунок 1.14). Те мероприятия, которые пользователь хочет включить в программу необходимо пометить галочкой. Для расчета необходимо будет дополнительно ввести некоторые значения в пустые ячейки. Это:

- 1) Бытовые теплоступления за отопительный период в МВт ч (определяются по показаниям потребления электрической энергии).
- 2) Расчетное (возможное или среднее) количество людей, находящихся в здании и фактическое число часов пребывания за отопительный период.
- 3) При выборе мероприятия «Дежурное отопление» необходимо также указать количество часов пребывания людей в здании в отопительный период и среднее значение температуры до которой необходимо произвести

снижение в часы дежурного отопления (в качестве подсказки производится расчет температуры до которой рекомендуется снижение).

4) При выборе мероприятия «Установка терморегуляторов на отопительных приборах» следует указать в ячейке коэффициент использования тепловой энергии отопительными приборами, который определяет долю отопительных приборов от общего количества, на которых предполагается установить терморегуляторы.

5) При выборе мероприятия «Установка термоотражающей пленки» необходимо указать тип отопительного прибора, а также долю отопительных приборов от общего количества установленных приборов за которым будет произведена установка пленки.

Составление энергосберегающих мероприятий

Мероприятия

- 1. Утепление ограждающих конструкций
- 2. замена оконных блоков

Погодное регулирование

Бытовые теплопоступления (освещение, эл/нагреват. приборы, оргтехника и др.) за отопительный период, МВт ч

Расчетное число людей, находящихся в здании суммарное количество рабочих часов за отопительный период

- 3. Автоматизация теплового узла потребителя (нажать для корректировки)
- 4. Пофасадное регулирование (нажать для корректировки)
- 5. Дежурное отопление: **точка росы: 7,7 °C** **рекомендуемая температура снижения: 10,7 °C**
Количество часов пребывания людей в здании в отопительный период Фактическая температура снижения
- 6. Установка терморегуляторов на ОП (нажать для корректировки) коэффициент использования тепловой энергии ОП
- 7. Использование термоотражающей пленки за ОП доля ОП от общего кол-ва установленных приборов
- 8. Другие мероприятия.

Расчет Диаграмма Изменить экономию Назад Далее Выход

Рисунок 1.14 – Окно «Составление энергосберегающих мероприятий»

Мероприятия:

3) Автоматизация теплового узла потребителя.

4) Пофасадное регулирование.

6) Установка терморегуляторов на отопительные приборы могут быть рассчитаны как в автоматическом режиме, так и с корректированными расчетными значениями по экономии.

В данном дипломном проекте в разрабатываемом программном комплексе АСЭ «Энергоаудит жилого здания» были учтены все недостатки и достоинства этих программных продуктов.

2 Разработка программного комплекса «Энергоаудит жилого здания» АСЭ

2.1 Структурная схема разрабатываемой АСЭ

Дипломный проект выполнялся в рамках научно-исследовательской работы студента в учебно-научной лаборатории АУЭС «Энергосбережение и нетрадиционные возобновляемые источники энергии».

В рамках поставленной в дипломном проекте задачи разработана структурная схема АСЭ, приведенная на рисунке 2.1. Входными параметрами системы, измеряемыми датчиками, являются: температура в помещении, расход воздуха, параметры помещения (длина, ширина, высота) и толщина ограждающих конструкций. Система сбора данных (NI PCI-6221) получает сигналы от датчиков и передает их в программный комплекс «Энергоаудит жилого здания». Задача данного дипломного проекта заключается в разработке программного комплекса АСЭ в среде программирования Delphi.



Рисунок 2.1 - Структурная схема разрабатываемой АСЭ

Посредством сбора данных с датчиков, которые устанавливаются в жилом здании, происходит мониторинг параметров объекта в течение одной недели.

2.2 Расчет потребности в энергии для отопления

Потребность в энергии для отопления и вентиляции Q_h , рассчитывается по формуле

$$Q_h = Q_L - \eta Q_g, \quad (2.1)$$

где Q_L – потребность в энергии для покрытия общих тепловых потерь (теплопередачи, инфильтрации и вентиляции), Вт*ч;

Q_g - общие тепlopоступления от солнечной радиации через световые проемы, внутренних тепловыделений от освещения и прочего оборудования, и метаболическое тепло, Вт*ч;

η – коэффициент утилизации тепlopоступлений.

2.2.1 Расчет общих тепловых потерь

Потребность в энергии для покрытия общих тепловых потерь Q_L , рассчитывается по формуле

$$Q_L = Q_{iv} + Q_{mv} + Q_T, \text{ Вт} \cdot \text{ч}, \quad (2.2)$$

Потребность в энергии для покрытия тепловых потерь из-за инфильтрации и естественной вентиляции, рассчитывается по формуле

$$Q_{iv} = H_{iv} * (\theta_i - \theta_e) * t, \text{ Вт} \cdot \text{ч}, \quad (2.3)$$

где H_{iv} – коэффициент тепловых потерь, учитывающий инфильтрацию и естественную вентиляцию, Вт/К;

$(\theta_i - \theta_e)$ – разница между средней внутренней и наружной температурами в течении расчетного периода, °С .

Нормативное значение внутренней температуры в жилом здании $\theta_i = 21^\circ\text{C}$ [1], расчетная температура наружного воздуха средняя за отопительный период по таблице 3.1 [2];

t – расчетный период, ч . Продолжительность отопительного периода взята из таблицы 3.3 [2].

Коэффициент тепловых потерь, учитывающий инфильтрацию и естественную вентиляцию, рассчитывается по формуле

$$H_{iv} = V_{iv} \rho_a c_a, \frac{\text{Вт}}{\text{К}}, \quad (2.4)$$

где V_{iv} – поток воздуха через отапливаемое пространство, м³/ч;

$\rho_a c_a$ – объёмная теплоемкость воздуха $\approx 0.34 \text{ Вт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3 \text{К}$ [3].

Поток воздуха через отопляемое пространство, рассчитывается по формуле

$$V_{iv} = V_{конд} * n_1, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.5)$$

где n_1 - кратность инфильтрации в здании за месяц, ч^{-1} .

Кратность инфильтрации не должна превышать значение $n_1=0,5 \text{ ч}^{-1}$ [4].

$V_{конд}$ – объём воздуха в отопляемом пространстве, м³.

Кратность инфильтрации в здании за месяц, рассчитывается по формуле

$$n_1 = n_{50} * e * \left(1 - \frac{t_m}{t_{vt}}\right) + n_{inf} * \frac{t_m}{t_{vt}}, \text{ ч}^{-1}, \quad (2.6)$$

где n_{50} - кратность воздухообмена испытываемого помещения при разности давлений 50 Па;

e, f – коэффициенты ветрозащиты [7];

t_m - количество рабочих часов механической вентиляции в месяц, ч;

t_{vt} - количество часов в месяце;

n_{inf} - величина инфильтрации, учитывающая влияние механической вентиляции, ч^{-1} ;

Величина инфильтрации, учитывающая влияние механической вентиляции, рассчитывается по формуле

$$n_{inf} = \frac{n_{50} * e}{1 + \frac{f * (v_1 - v_2)}{e * v * n_{50}}}, \text{ ч}^{-1}, \quad (2.7)$$

где V – отопляемый объём здания, м³;

V_1 – расход подаваемого воздуха механической системы

м³/ч.

V_2 – расход вытяжного воздуха механической системы вентиляции, м³/ч.

Объём воздуха в отопляемом пространстве, рассчитывается по формуле

$$V_{конд} = A_{конд} * D, \text{ м}^3, \quad (2.8)$$

где $A_{конд}$ - площадь пола отопляемых помещений, м²;

D - полезная высота помещения (расстояние по вертикали между внутренними поверхностями перекрытий одного этажа).

Площадь пола отопляемых помещений, рассчитывается по формуле

$$A_{\text{конд}} = \sum A_{\text{пол}}, \text{ м}^2, \quad (2.9)$$

где $A_{\text{пол}}$ – площадь пола отапливаемого помещения, м^2 ;
Полезная высота помещения, рассчитывается по формуле

$$D = \frac{H}{\Xi}, \text{ м}, \quad (2.10)$$

где H – высота здания, м;
 Ξ – количество этажей в здании.

Потребность в энергии для покрытия тепловых потерь из-за механической вентиляции, рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{mv}} = H_{\text{mv}} * (\theta_s - \theta_e) * t, \text{ Вт} * \text{ ч}, \quad (2.11)$$

где H_{mv} – коэффициент теплопереноса через механическую вентиляцию, Вт/К ;

$(\theta_s - \theta_e)$ – разница между температурой воздуха на подаче при поступлении в здание (может равняться или отличаться от θ_i) и наружной температурами в течении расчетного периода, $^{\circ}\text{C}$;

t – расчетный период, ч.

Коэффициент теплопереноса через механическую вентиляцию, рассчитывается по формуле

$$H_{\text{mv}} = V_{\text{mv}} \rho_a c_a, \frac{\text{Вт}}{\text{К}}, \quad (2.12)$$

где V_{mv} – поток воздуха через механическую вентиляцию, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$\rho_a c_a$ – объёмная теплоемкость воздуха $\approx 0.34 \text{ Вт} * \text{ч} / \text{м}^3 \text{К}$ [3].

Поток воздуха через механическую вентиляцию, рассчитывается по формуле

$$V_{\text{mv}} = V_{\text{конд}} * n_2, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.13)$$

где n_2 – кратность воздухообмена в здании, ч^{-1} .

Кратность воздухообмена находится из приложения 4 [5];

$V_{\text{конд}}$ – объём воздуха в отапливаемом пространстве, м^3 .

Потребность в энергии для покрытия тепловых потерь при теплопередаче, рассчитывается по формуле

$$Q_T = N_T * (\theta_i - \theta_e) * t, \text{ Вт} * \text{ ч}, \quad (2.14)$$

где N_T – коэффициент тепловых потерь через теплопередачу, Вт/К;
 $(\theta_i - \theta_e)$ – разница между средней внутренней и наружной температурами в течении расчетного периода, °С;
 t – расчетный период, ч.

Коэффициент тепловых потерь через теплопередачу, рассчитывается по формуле

$$N_T = \sum(U_{eqv,i} * A_i), \frac{\text{Вт}}{\text{К}}, \quad (2.15)$$

где $U_{eqv,i}$ – эквивалентный коэффициент теплопередачи для элементов оболочки здания (стены, крыша, окна), Вт/м²К;

A_i – площадь элементов оболочки здания, м².

Эквивалентный коэффициент теплопередачи для элементов оболочки здания (стены, крыша, пола), рассчитывается по формуле

$$U_{пол} = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + R_i + \dots + R_i}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}, \quad (2.16)$$

где R_i – сопротивление теплопередаче i -того слоя в элементе оболочки здания, $\frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$

R_{si} – сопротивление теплопередаче на внутренней поверхности элемента оболочки здания = $0,13 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$;

R_{se} – сопротивление теплопередаче на наружной поверхности элемента оболочки здания = $0,04 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$.

Сопротивление теплопередаче слоя i -того слоя в элементе оболочки здания, рассчитывается по формуле

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i}, \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}, \quad (2.17)$$

где d_i – толщина материала i – того слоя в элементе оболочки здания, м;
 λ_i – практическая теплопроводность материала i – того слоя в элементе оболочки здания, Вт/(м*К) [6].

Эквивалентный коэффициент теплопередачи для элементов оболочки здания (окна), рассчитывается по формуле

$$U_{окон} = \frac{1}{k}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}, \quad (2.18)$$

где k - приведенное сопротивление теплопередачи окна, $\frac{m^2K}{Вт}$.
Приведенное сопротивление теплопередаче берется из таблицы 7.1 [2].

2.2.2 Расчет суммарных тепlopоступлений

Суммарные тепlopоступления, рассчитываются по формуле

$$Q_g = Q_s + Q_i, Вт * ч, \quad (2.19)$$

где Q_s - тепlopоступления от солнечного излучения, $Вт*ч$;

Q_i - сумма внутренних тепловыделений от освещения, прочего оборудования и метаболического тепла, $Вт*ч$.

Тепlopоступления от солнечного излучения, рассчитываются по формуле

$$Q_s = Q_{sd} + Q_{si}, Вт * ч, \quad (2.20)$$

где Q_{sd} - прямые солнечные поступления, $Вт*ч$;

Q_{si} - не прямые солнечные поступления, $В*ч$. Обычно очень малы, и частично компенсируются потерями на излучение самого здания в окружающую среду.

Прямые солнечные поступления, рассчитываются по формуле

$$Q_{sd} = \sum(I_\alpha * A_s) * t, Вт * ч, \quad (2.21)$$

где I_α - плотность потока солнечного излучения на поверхности с учетом облачности, $Вт/м^2$;

t - расчетный период, $ч$;

A_s - эффективная площадь элементов остекления здания(окон), $м^2$.

Эффективная площадь элементов остекления здания, рассчитывается по формуле

$$A_s = A_{окон} * (F_s * F_f * g), м^2, \quad (2.22)$$

где $A_{окон}$ - общая площадь элемента остекления (площадь окон), $м^2$;

F_s - оправочный коэффициент затенения. Таблица 7.1 [2];

F_f - коэффициент рамы, соотношение прозрачной площади окна к общей площади элемента остекления;

g - коэффициент пропускания потока суммарной солнечной радиации при прохождении через остекление (таблица 7.1 [2]).

Сумма внутренних тепловыделений от освещения, прочего оборудования и метаболического тепла, рассчитывается по формуле

$$Q_i = \Phi_1 * t_1 + \Phi_v * t_v + \Phi_m * t_m, \text{ Вт} * \text{ч}, \quad (2.23)$$

где Φ_1 – средняя мощность освещения, Вт/м²;
 Φ_v – средняя мощность прочего оборудования, Вт/м²;
 Φ_m – метаболическое тепло обитателей здания, Вт/м²;
 t_1 – период эксплуатации системы освещения, ч;
 t_v – период эксплуатации прочего оборудования, ч;
 t_m – период нахождения в здании людей – график занятости, ч.

2.2.3 Расчет коэффициента утилизации

Коэффициент утилизации, рассчитывается по формуле

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \text{ если } \gamma \neq 1, \quad (2.24)$$

$$\eta = \frac{a}{a+1} \text{ если } \gamma = 1, \quad (2.25)$$

где γ – соотношение теплопоступлений / теплопотерь;
 a – числовой параметр, зависящий от постоянной времени τ .

Соотношение теплопоступлений / теплопотерь, рассчитывается по формуле

$$\gamma = \frac{Q_g}{Q_L}. \quad (2.26)$$

Числовой параметр, зависящий от постоянной времени τ , рассчитывается по формуле

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0}, \quad (2.27)$$

где a_0 – численная константа, зависящая от методики расчета. Для помесячных расчетов $a_0 = 1$;

τ_0 – численная константа, зависящая от методики расчета. Для помесячных расчетов $\tau_0 = 15$ ч;

τ – постоянная времени, ч.

Постоянная времени, характеризующая внутреннюю тепловую инерцию отапливаемого пространства, рассчитывается по формуле

$$\tau = \frac{Cm}{H}, \text{ ч}, \quad (2.28)$$

где H – коэффициент теплопотерь здания, Вт/К;

Cm – внутренняя теплоемкость отопляемого объекта, Втч/К.

Внутренняя теплоемкость отопляемого объекта, рассчитывается по формуле

$$Cm = C * A_{\text{конд}}, \text{ Втч/К}, \quad (2.29)$$

где C – внутренняя теплоемкость здания или зоны здания, Втч/м²К;

A – отопляемая площадь здания, м².

2.3 Алгоритм расчета энергопотребления

На рисунке 2.2 представлен алгоритм расчета энергопотребления. Алгоритм расчета энергопотребления включает расчеты по формулам, приведенным в разделе 2.2.

Входные параметры для системы описаны в блоке 1:

- коэффициенты ветрозащиты (e, f);
- объемный расход воздуха через ограждения при разнице давлений 50

Па (n_{50});

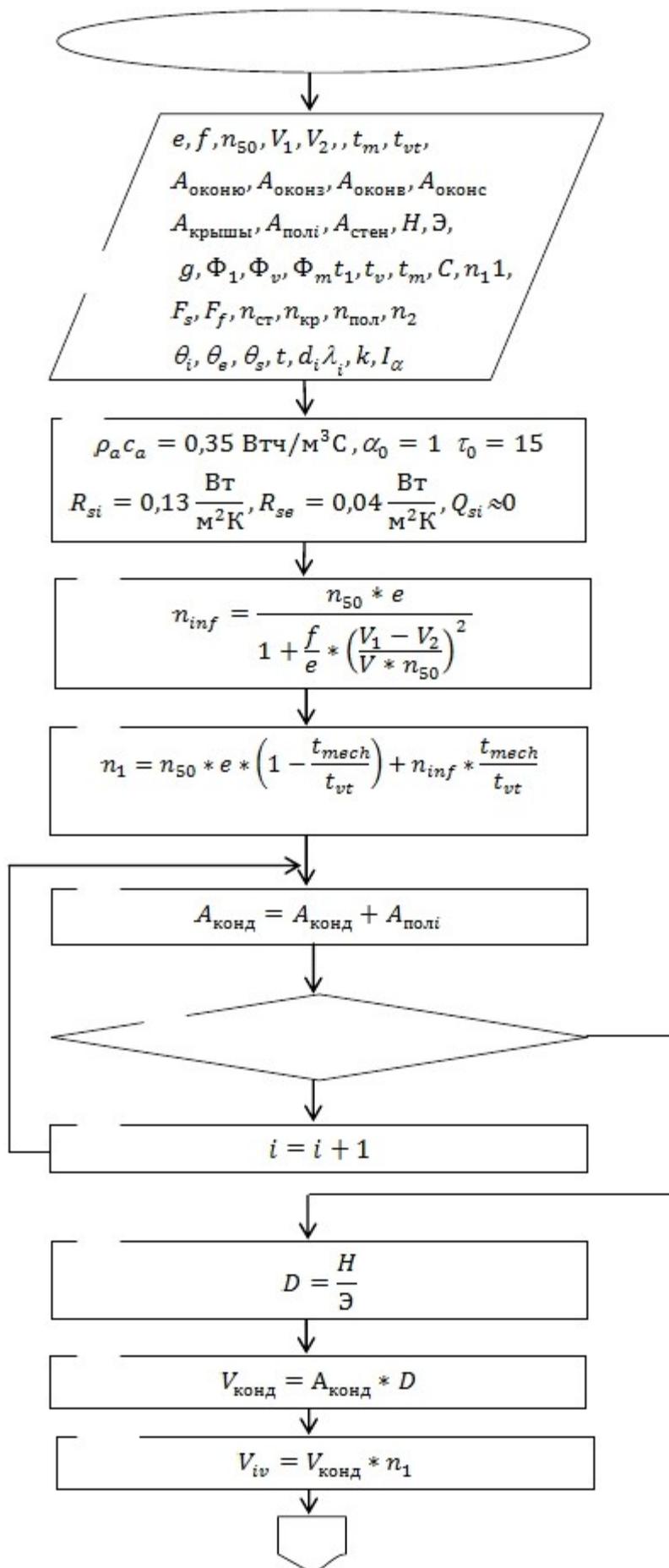
- расход подаваемого воздуха механической системы вентиляции V_1
- расход вытяжного воздуха механической системы вентиляции V_2
- количество рабочих часов механической вентиляции в месяц (t_m)
- количество часов в месяце (t_{vt});
- общая площадь крыши ($A_{\text{крыши}}$);
- общая площадь стен ($A_{\text{стен}}$);
- площадь окон, север ($A_{\text{оконс}}$);
- площадь окон, юг ($A_{\text{оконю}}$);
- площадь окон, запад ($A_{\text{оконз}}$);
- площадь окон, восток ($A_{\text{оконв}}$);
- высота здания (H);
- количество этажей в здании (Э);
- поправочный коэффициент затенения (F_s);
- коэффициент рамы, соотношение прозрачной площади окна к общей площади элемента остекления (F_f);
- коэффициент пропускания потока суммарной солнечной радиации при прохождении через остекление (g);
- средняя мощность освещения (Φ_1);
- средняя мощность прочего оборудования (Φ_v);

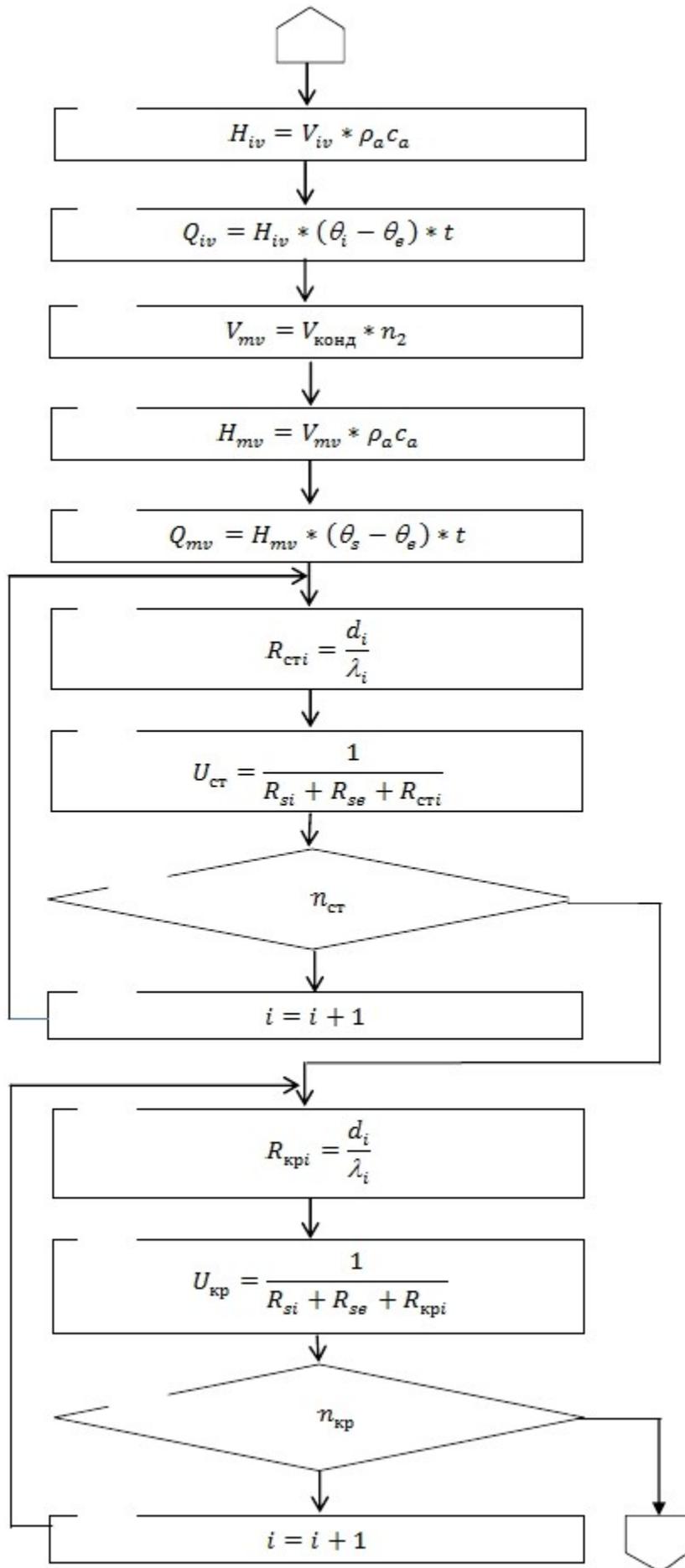
- метаболическое тепло обитателей здания (Φ_m)
- период эксплуатации системы освещения (t_1)
- период эксплуатации прочего оборудования (t_v);
- период нахождения в здании людей – график занятости, (t_m);
- средняя внутренняя температура (θ_i)
- средняя внешняя температура (θ_e)
- температура воздуха на подаче при поступлении в здание (θ_s)
- расчетный период (t);
- приведенное сопротивление теплопередачи окна (k);
- толщина материала i – того слоя в элементе оболочки здания (d_i);
- практическая теплопроводность материала i – того слоя в элементе оболочки здания (λ_i);
- плотность потока солнечного излучения на поверхности с учетом облачности (I_α);
- количество конструктивных слоев в стене ($n_{ст}$);
- количество конструктивных слоев в крыше ($n_{кр}$);
- количество конструктивных слоев в полу ($n_{пол}$);
- внутренняя теплоемкость здания или зоны здания (С);
- кратность инфильтрации (n_1)
- кратность воздухообмена (n_2)

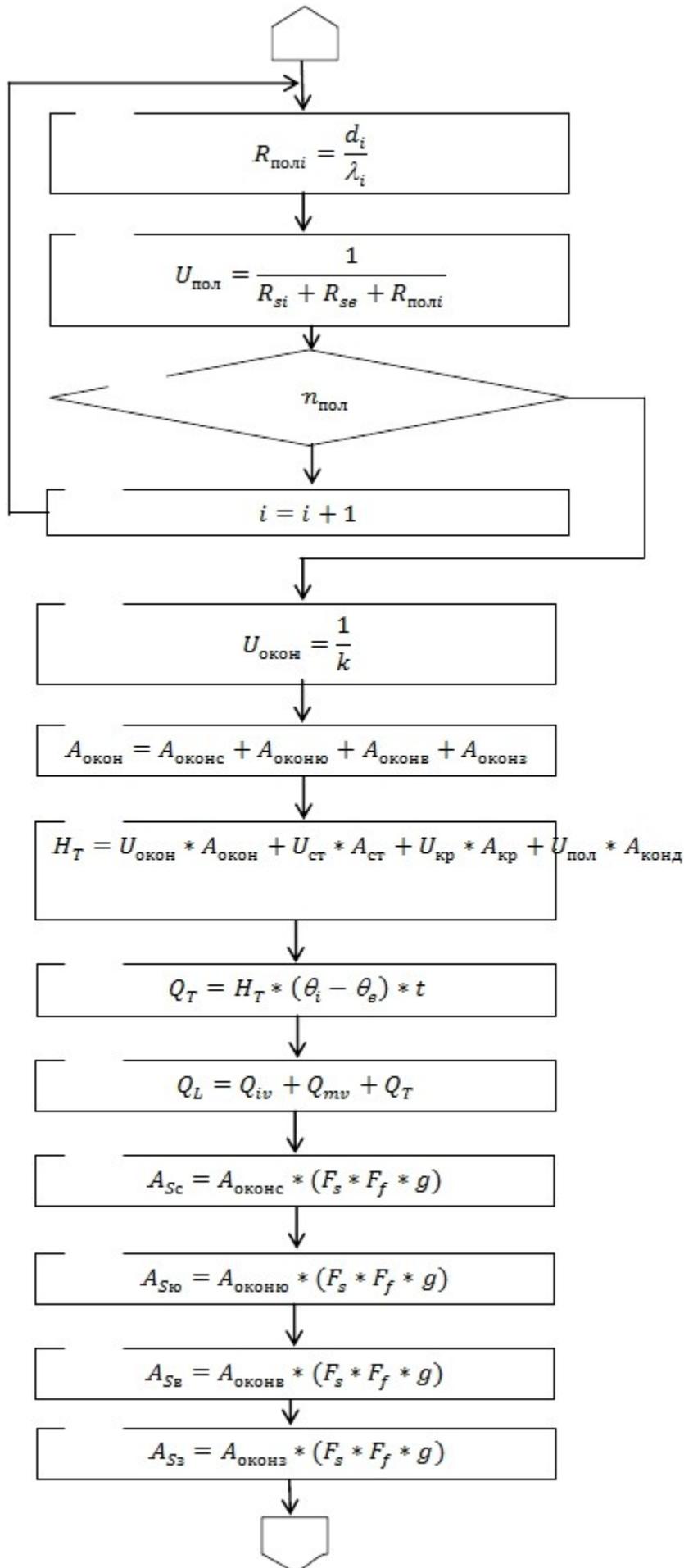
В блоке 2 задаются начальные значения:

- объемная теплоемкость воздуха;
- численная константа τ_0 ;
- численная константа a_0 ;
- сопротивление теплопередаче на внутренней поверхности ограждающих конструкций R_{si} ;
- сопротивление теплопередаче на внешней поверхности ограждающих конструкций R_{se} ;
- не прямые солнечные поступления Q_{Si} .

На первом этапе (блоки 3-32) система производит расчет потребности в энергии для покрытия общих тепловых потерь Q_L . На втором этапе (блоки 33-40) рассчитываются суммарные тепlopоступления Q_g . На третьем этапе (блоки 41-45) производится расчет коэффициента утилизации η . В конечном итоге в блоке 46 рассчитывается потребность в энергии для отопления Q_h .







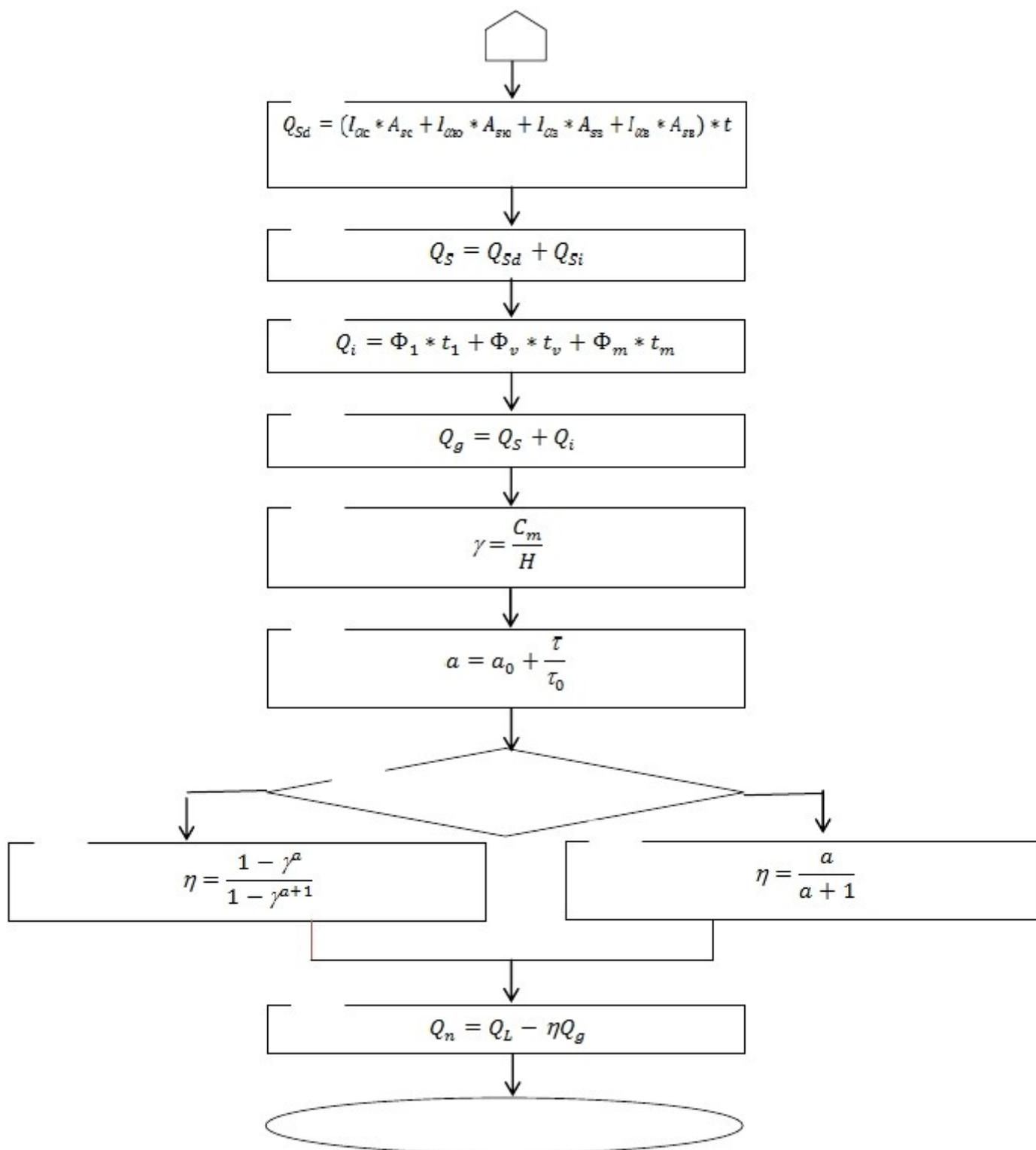


Рисунок 2.2 – Алгоритм расчета энергопотребления

2.4 Разработка и реализация базы данных для программного комплекса “Энергоаудит жилого здания”

Программный комплекс представляет собой СУБД в среде Delphi и включает в себя реляционную базу данных, состоящую из 9 таблиц.

Реляционная модель базы данных представлена на рисунке 2.3.

База данных реализована на программном обеспечении SQL Server 2005. SQL Server является надежной базой данных для любых целей, он может продолжать расширяться по мере наполнения информацией, без заметного уменьшения быстродействия операций с записями в многопользовательском режиме.

подавляющую массу задач администрирования в SQL Server можно выполнить в графической утилите SQL Server Management Studio. Выбор программного обеспечения обоснован тем, что в данном приложении можно создавать базы данных и все ассоциированные с ними объекты (таблицы, представления, хранимые процедуры и др.). Здесь также можно выполнить последовательности инструкций Transact - SQL (запросы). В этой утилите выполняются типовые задачи обслуживания баз данных, такие как резервирование и восстановление. Здесь есть возможность настраивать систему безопасности базы данных и сервера, просматривать журнал ошибок и многое другое [25].

В данном дипломном проекте в базе данных программного комплекса АСЭ «Энергоаудит жилого здания», одним из входных параметров для работы системы является географическое расположение здания. Автоматизированная система разработана для работы на территории Республики Казахстан, поэтому база данных содержит сведения только по регионам Казахстана. Для простоты определения местоположения объекта регионы в базе данных разбиты по крупным городам Казахстана, и пользователю всего лишь нужно указать ближайший город до своего местоположения:

- Актау;
- Актобе;
- Алматы;
- Астана;
- Атырау;
- Караганда;
- Кокшетау;
- Костанай;
- Кызылорда;
- Павлодар;
- Петропавловск;
- Семипалатинск;
- Талдыкорган;
- Тараз;
- Усть-Каменогорск;

- Уральск;
- Шымкент.

При таком разделении на регионы пользователю будет достаточно просто определить местоположение, где размещено жилое здание, требующее проведения энергоаудита, и с точки заполнения базы данных такое разделение также наиболее удобно, потому как найти среднестатистические данные по климатическим характеристикам гораздо проще в таком разрезе, чем на конкретную географическую точку.

С другой стороны разбиение регионов на более мелкие и точные в дальнейшем можно считать модификацией автоматизированной системы по улучшению её работы.

Так же база данных хранит в себе данные по строительным материалам ограждающих конструкций и световым проемам.



Рисунок 2.3 – Реляционная модель Базы Данных

Процесс создания базы данных и таблиц в SQL Server Management Studio.

Для запуска Management Studio в меню «Пуск» операционной системы необходимо выбрать пункт «Microsoft SQL Server 2005 \SQL Server Management Studio». После открытия окна программы, Microsoft SQL попросит пользователя подключиться к какому либо серверу баз данных SQL Server.

Подключение к серверу

В окне «Соединение с сервером» (см. рисунок 2.4) необходимо указать следующую информацию:

Тип сервера. Здесь следует выбрать, к какой именно службе необходимо подключиться. Остается вариант по умолчанию «Компонент Database Engine».

Имя сервера. Позволяет указать, к какому серверу будет осуществляться подключение. По умолчанию имя SQL Server совпадает с именем компьютера. Здесь следует выбрать имя локального компьютера.

Проверка подлинности. Способ аутентификации, следует выбрать: «Проверка подлинности Windows» или «Проверка подлинности SQL Server». Первый способ использует учетную запись, под которой текущий пользователь осуществил вход в Windows. Во втором варианте SQL Server использует свою собственную систему безопасности. В целях обеспечения безопасности баз данных, пользователю необходимо остановить свой выбор на первом способе аутентификации «Проверка подлинности Windows».

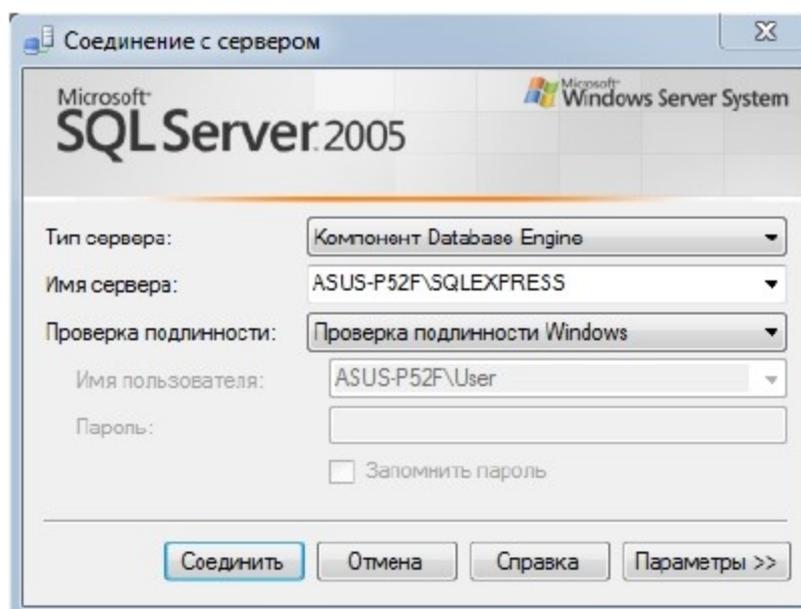


Рисунок 2.4 – Окно соединения с сервером

После подключения экземпляр сервера будет отображаться на панели «Обозреватель объектов».

Окно Management Studio (см. рисунок 2.5) имеет следующую структуру:

Оконное меню – содержит полный набор команд для управления сервером и выполнения различных операций.

Панель инструментов – содержит кнопки для выполнения наиболее часто производимых операций. Внешний вид данной панели зависит от выполняемой операции.

Панель «Обозреватель объектов». Это панель с древовидной структурой, отображающая все объекты сервера, а также позволяющая производить различные операции, как с самим сервером, так и с его базами данных и их объектами. Обозреватель объектов является основным

инструментом для разработки.

Рабочая область. В рабочей области производятся все действия с базой данных, а также отображается её содержимое.

Прежде чем перейти к созданию своих собственных рабочих баз данных, пользователю необходимо ознакомиться со служебными базами данных SQL Server, которые создаются автоматически в процессе его установки. При открытии узла «Базы данных – Системные базы данных» в обозревателе объектов, появится следующий набор служебных баз данных:

master. Главная служебная база данных всего сервера. В ней хранится общая служебная информация сервера: настройки его работы, список баз данных на сервере с информацией о настройках каждой базы данных и ее файлах, информация об учетных записях пользователей, серверных ролях и т.п.

msdb. Данная база данных в основном используется для хранения информации службы SQL Server Agent (пакетных заданий, предупреждений и т.п.), но в нее записывается и другая служебная информация (например, история резервного копирования).

model. Эта база данных является шаблоном для создания новых баз данных в SQL Server. Если внести в нее изменения, например, создать набор таблиц, то эти таблицы будут присутствовать во всех создаваемых базах данных.

tempdb. Эта база данных предназначена для временных таблиц и хранимых процедур, создаваемых пользователями и самим SQL Server. Данная база данных создается заново при каждом запуске программной среды SQL Server.

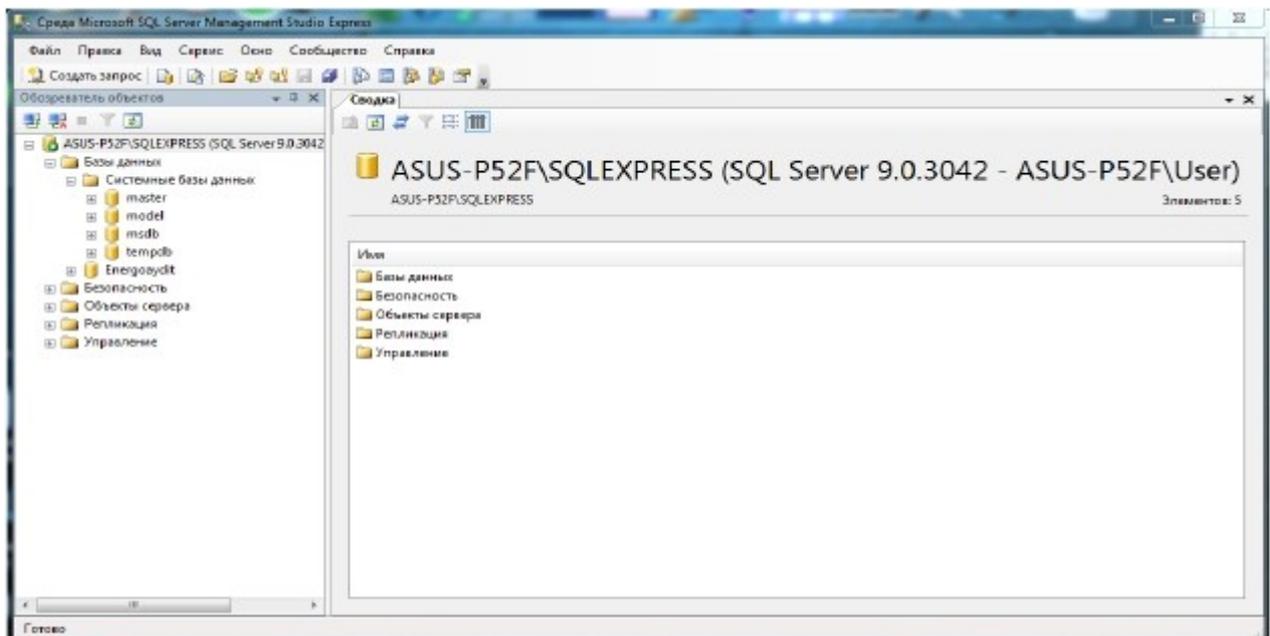


Рисунок 2.5 - Окно Management Studio

Создание пользовательских баз данных

База данных представляет собой группу файлов, хранящихся на жестком диске. Эти файлы могут относиться к трем типам: файлы с первичными данными, файлы с вторичными данными и файлы журнала транзакций. Любая база данных SQL Server содержит, по крайней мере, два файла: первичный файл данных (с расширением .mdf) и файл журнала транзакций (с расширением .ldf). Существует два способа их создания:

- графически с помощью SQL Server Management Studio;
- посредством кода Transact-SQL.

Создание баз данных в SQL Server Management Studio

подавляющую массу задач администрирования SQL Server можно выполнить в графической утилите SQL Server Management Studio. В ней можно создавать базы данных и все ассоциированные с ними объекты (таблицы, представления, хранимые процедуры и др.). Использование данной утилиты является самым простым способом создания базы данных. В данной работе была создана база данных Energoaudit, которую в дальнейшем необходимо заполнить таблицами перечисленными выше.

Для создания базы данных Energoaudit, в окне «Обозреватель объектов» пользователю необходимо выбрать папку «Базы данных» при нажатии на нее правой кнопкой мыши (см. рисунок 2.6) и затем выбрать команду «Создать базу данных...».

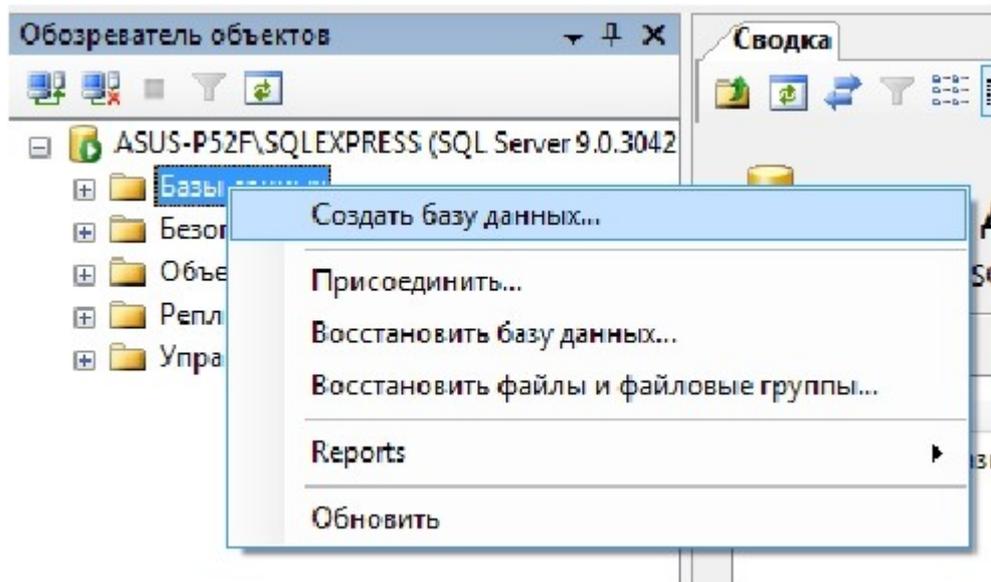


Рисунок 2.6 – Окно «Обозреватель объектов»

В открывшемся диалоговом окне «Создание базы данных» (см. рисунок 2.7) на странице «Общие» следует ввести следующую информацию:

Имя базы данных: Energoaudit.

Для всех остальных параметров оставляем значения по умолчанию.

Для создания базы данных нажимаем «ОК».

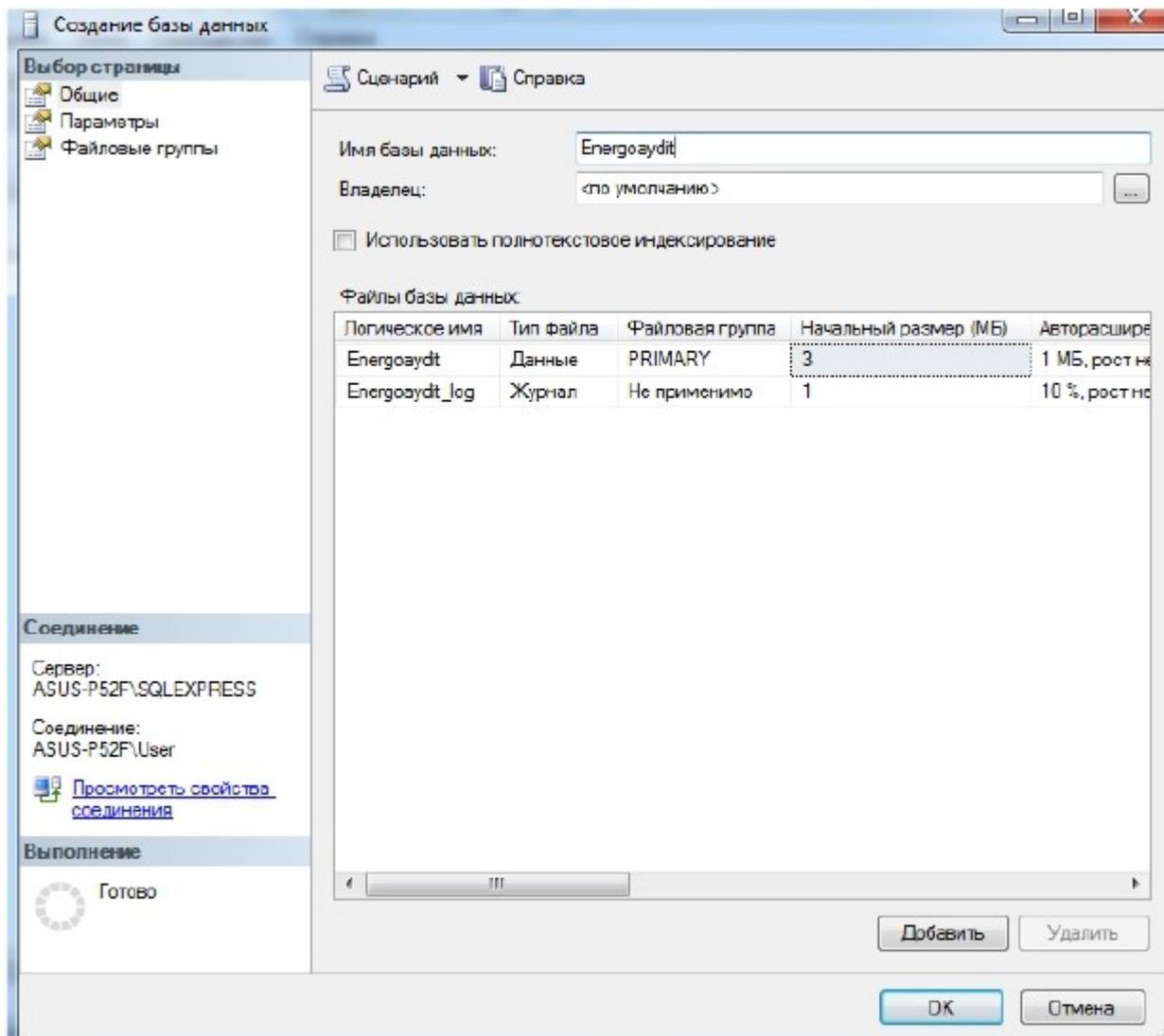


Рисунок 2.7 – Создание Базы Данных

Создание баз данных с помощью Transact-SQL

Для программного создания базы данных (например, в программе установки приложения) используется инструкция CREATE DATABASE языка T-SQL (сокращенная форма от Transact - SQL). Данная инструкция может включать в себя множество опций, определяющих различные параметры новой базы данных. Сценарий создания новой базы данных может быть сгенерирован на основе уже существующей базы данных.

Для этого в SQL Server Management Studio в контекстном меню узла «Energoyudit» (см. рисунок 2.8) пользователю необходимо выбрать команду «Создать сценарий для базы данных – Используя функцию CREATE – В новом окне редактора запросов».

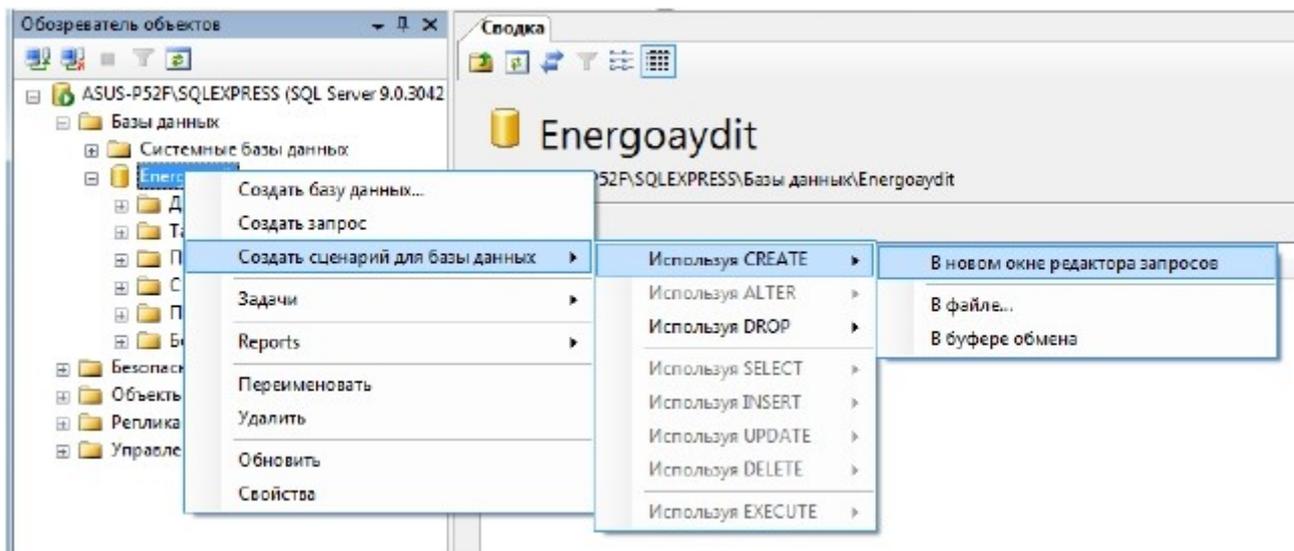


Рисунок 2.8 – Окно «Обозреватель объектов»

В результате на экране появится вкладка с текстом запроса (см. рисунок 2.9) на создание новой базы данных с параметрами, указанными при создании базы данных Energoaydit в Management Studio. При необходимости текст запроса может быть изменен в этом же окне.

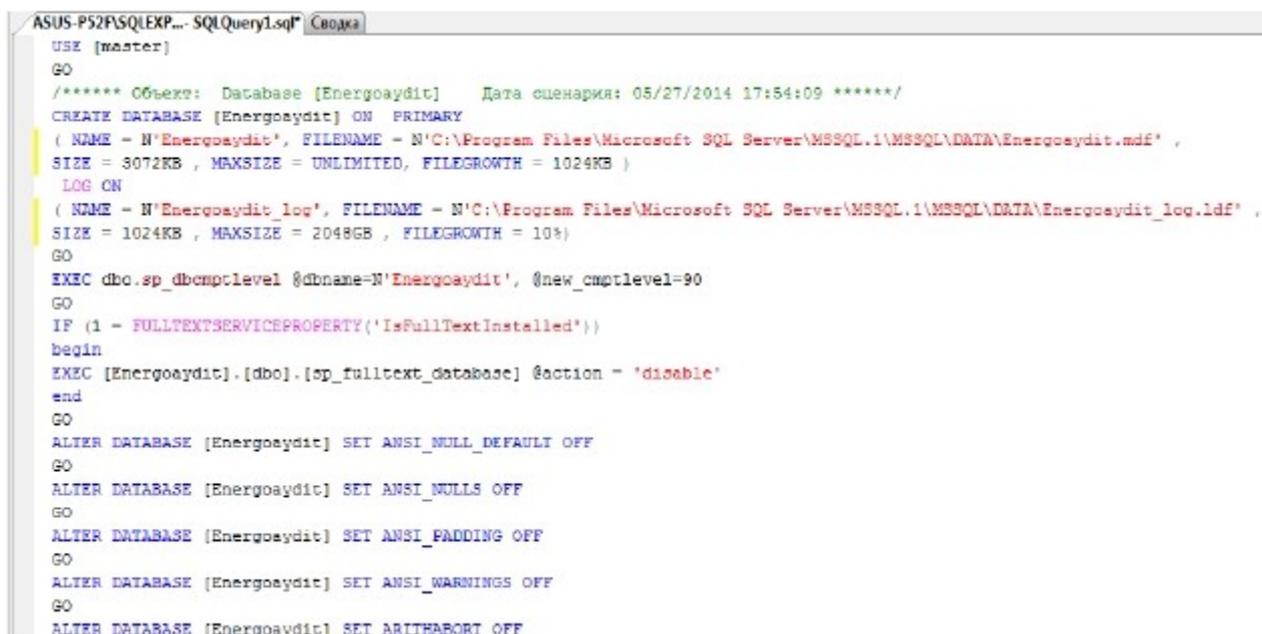


Рисунок 2.9 – Сценарий для Базы Данных

Основные опции сгенерированной инструкции CREATE DATABASE:
Имя новой базы данных. Указывается непосредственно после ключевого слова CREATE DATABASE. В данном случае это Energoaydit.

ON. Это опция указывает на файловую группу, которая представляет собой логическую группу вторичных файлов данных и используется для

управления размещением пользовательских объектов (таких как таблицы и индексы). Опция PRIMARY после аргумента ON используется для указания группы файлов PRIMARY, в которую по умолчанию входят все созданные файлы, и которая является единственной группой файлов, содержащей первичный файл данных.

NAME. Логическое имя базы данных, которое будет применяться для ссылки на нее из кода T-SQL.

FILENAME. Это имя и путь файла базы данных, хранящегося на жестком диске.

SIZE. Исходный размер файлов данных.

MAXSIZE. Максимальный размер, до которого может расти база данных.

FILEGROWTH. Это приращение расширения файла

Параметры в разделе LOG ON аналогичны параметрам в разделе CREATE DATABASE. Однако они определяют параметры файла журнала транзакций.

Общий синтаксис инструкции CREATE DATABASE со всеми возможными опциями можно посмотреть в справочной системе. Для этого в редакторе запросов необходимо выделить слова CREATE DATABASE и нажать клавишу F1.

Отсоединение и присоединение базы данных

Для переноса базы данных на другой сервер необходимо отсоединить ее от текущего сервера. Для этого в контекстном меню базы данных Energoaudit необходимо выбрать команду «Задачи - Отсоединить...». В диалоговом окне «Отсоединение базы данных» нажать кнопку «ОК» и убедиться, что запись Energoaudit исчезла из списка баз данных в дереве обозревателя объектов. Теперь файлы базы данных могут быть перенесены на другой сервер.

Для присоединения базы данных к серверу необходимо выбрать в контекстном меню узла «Базы данных» команду «Присоединить...». В диалоговом окне «Присоединение базы данных» с помощью кнопки «Добавить...» выбрать созданный на предыдущих этапах файл Energoaudit.mdf (ldf файл будет определен системой автоматически) и нажать кнопку «ОК». База данных Energoaudit должна появиться в списке дерева обозревателя объектов.

Таблицы в Базе Данных SQL Server Management Studio

Таблицы представляют собой объекты базы данных, используемые непосредственно для хранения всех данных. Одним из самых главных правил организации баз данных является то, что в одной таблице должны храниться данные лишь об одном конкретном типе сущности (например, клиенты, товары, заказы и т. п.).

Данные в таблицах организованы по полям и записям. Поля (или столбцы таблицы) содержат определенный тип информации, например, фамилию, адрес, телефонный номер. Запись (или строка таблицы) - группа связанных полей, содержащих информацию об отдельном экземпляре сущности.

Любое поле таблицы характеризуется как минимум тремя обязательными свойствами:

- *Имя столбца*. Реализует способ обращения к конкретному полю в таблице. Рекомендуется всегда присваивать полям смысловые имена.

- *Тип данных*. Определяет, информация какого типа может храниться в данном поле.

- *Разрешить значения null*. Определяет, допустимо ли для данного поля отсутствие фактических данных, для обозначения которого используется так называемый маркер пустого значения null.

Типы данных

При выборе типа данных для столбца следует отдавать предпочтение типу, который позволит хранить любые возможные для этого столбца значения и занимать при этом минимальное место на диске. Типы данных в MS SQL Server можно разделить на восемь категорий:

1) Целочисленные данные

- bit (1 байт). Может хранить только значения 0, 1 или null (пустое значение, сообщающее об отсутствии данных). Его удобно использовать в качестве индикатора состояния – включено/выключено, да/нет, истина/ложь.

- tinyint (1 байт). Целые значения от 0 до 255.

- smallint (2 байта). Диапазон значений от -215 (-32768) до 215 (32767).

- int (4 байта). Может содержать целочисленные данные от -2147483648 до 2147483647.

- bigint (8 байт). Включает в себя данные от -263 (9223372036854775808) до 263 (9223372036854775807). Удобен для хранения очень больших чисел, не помещающихся в типе данных int.

2) Текстовые данные

- char. Содержит символьные не Unicode-данные фиксированной длины до 8000 знаков.

- varchar. Содержит символьные не Unicode-данные переменной длины до 8000 знаков.

- nchar. Содержит данные Unicode фиксированной длины до 4000 символов. Подобно всем типам данных Unicode его удобно использовать для хранения небольших фрагментов текста, которые будут считываться разноязычными клиентами.

- nvarchar. Содержит данные Unicode переменной длины до 4000 символов.

3) Десятичные данные

- decimal. Содержит числа с фиксированной точностью от -1038-1 до 1038 -1. Он использует два параметра: точность и степень. Точностью называется общее количество знаков, хранящееся в поле, а степень – это количество знаков справа от десятичной запятой.

- numeric. Это синоним типа данных decimal – они идентичны.

4) Денежные типы данных

- money (8 байт). Содержит денежные значения от -263 до 263 с десятичной точностью от денежной единицы. Удобен для хранения денежных сумм, превышающих 214768,3647.

- smallmoney (4 байта). Содержит значения от -214748,3648 до 214748,3647 с десятичной точностью.

5) Данные с плавающей точкой

- float. Содержит числа с плавающей запятой от -1,79E+38 до 1,79E+38.

- real. Содержит числа с плавающей запятой от -3,40E+38 до 3,40E+38.

6) Типы данных даты и времени

- datetime (8 байт). Содержит дату и время в диапазоне от 1 января 1753 года до 31 декабря 9999 года с точностью 3,33 мс.

- smalldatetime (4 байта). Содержит дату и время, начиная от 1 января 1900 года и заканчивая 6 июнем 2079, с точностью до 1 минуты.

7) Двоичные типы данных

- binary. Содержит двоичные данные фиксированной длины до 8000 байт.

- varbinary. Содержит двоичные данные переменной длины до 8000 байт.

8) Специализированные типы данных

- sql_variant. Используется для хранения значения с различными типами данных.

- timestamp. Используется для установки временных меток записей при вставке, которые соответствующим образом обновляются. Удобен для отслеживания изменений в данных.

- uniqueidentifier. Глобальный уникальный идентификатор.

- xml. Используется для хранения целых документов или фрагментов XML.

Создание таблиц

В программном комплексе АСЭ «Энергоаудит жилого здания» в базе данных Energoaudit были созданы три основные таблицы, четыре дополнительные и две таблицы пересечений.

Основные таблицы. Первая таблица, *Климатические данные*, хранит информацию о климатических условиях городов Казахстана, вторая таблица

Материалы – характеристику материалов ограждающих конструкций, третья, *Световые проемы*, - информацию о различных видах световых проемов.

Дополнительные таблицы: Виды переплетов, Виды световых проемов, Категории материалов, Подкатегории материалов.

Соединительные таблицы, обеспечивающие связь «многие ко многим», образуют связи между климатическими данными и материалами, и между климатическими данными и световыми проемами.

Таблицы можно создавать как в графическом интерфейсе (в утилите Management Studio), так и с помощью кода T-SQL. Для этого следует воспользоваться самым простым, графическим способом. Для начала необходимо создать таблицу Климатические данные:

1. В дереве обозревателя объектов в базе данных Energoaudit в контекстном меню узла «Таблицы» (см. рисунок 2.10) пользователь выбирает команду «Создать таблицу...». В рабочей области должна появиться вкладка с конструктором таблиц.

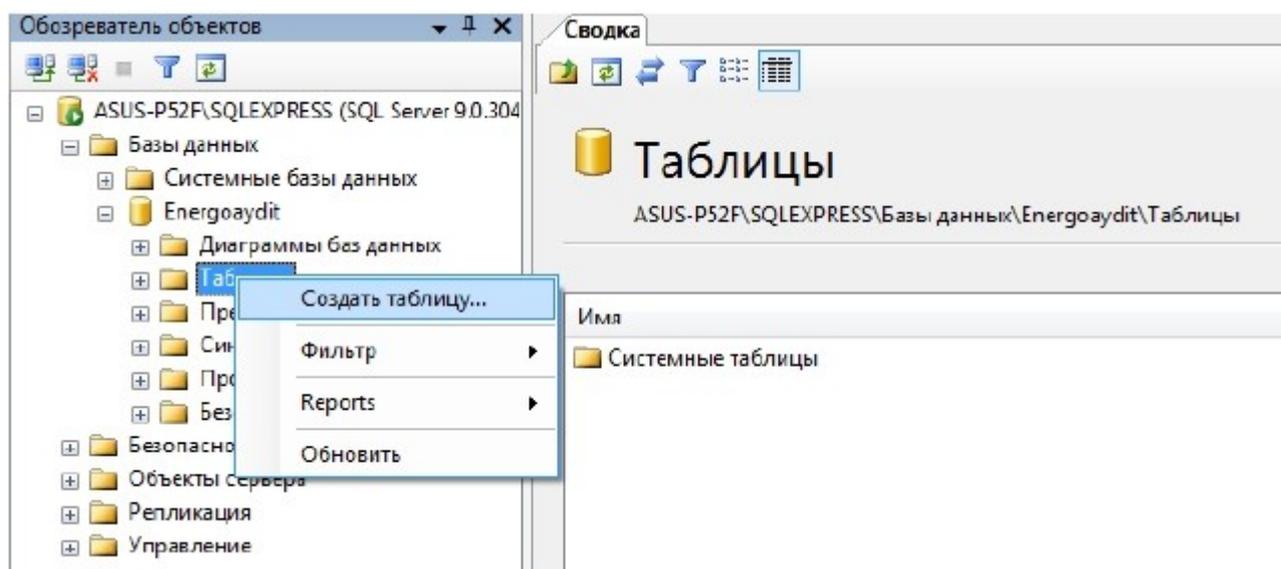


Рисунок 2.10 – Окно «Обозреватель объектов»

2. В первую строку в столбце «Имя столбца» вводится №_города, в столбце «Тип данных» указывается тип данных int. Необходимо убедиться, что параметр «Разрешить значения null» отключен (см. рисунок 2.11) .

ASUS - P52F\SQLEX...ические данные*			Сводка
Имя столбца	Тип данных	Разрешит...	
[№_города]	int		<input type="checkbox"/>
наименование_города	nchar(10)		<input checked="" type="checkbox"/>
[ср.температура]	nchar(10)		<input checked="" type="checkbox"/>
ГСОП	nchar(10)		<input checked="" type="checkbox"/>
[продолж.отоп.пери...	nchar(10)		<input checked="" type="checkbox"/>
[рад.гориз.]	nchar(10)		<input checked="" type="checkbox"/>
[рад.север]	nchar(10)		<input checked="" type="checkbox"/>
[рад.юг]	nchar(10)		<input checked="" type="checkbox"/>
[рад.запад-восток]	nchar(10)		<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Рисунок 2.11 – Окно «Конструктор таблиц»

3. Аналогичным образом следует ввести описания всех остальных полей и закрыть окно конструктора таблиц. В качестве имени таблицы вводится название *Климатические данные*. Вновь созданная таблица должна появиться в дереве обозревателя объектов в папке «Таблицы».

Таким образом, были созданы все таблицы базы данных.

Таблица *Материалы* включает в себя 5 полей: № материала (ключевое поле), № подкатегории, наименование материала, теплопроводность, плотность. Состоит из 81 записи (см. рисунок 2.12).

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

Рисунок 2.12 – Таблица «Материалы»

Таблица *Климатические данные* включает в себя 9 полей, а именно: № города (ключевое поле), наименование города, средняя температура

отопительного периода, ГСОП, продолжительность отопительного периода, горизонтальная радиация, радиация север, радиация юг, радиация запад - восток. Состоит из 17 записей (см. рисунок 2.13).

Таблица *Световые проемы* включает в себя 6 полей, такие как: № светового проема (ключевое поле), № вида светового проема, № переплета, приведенное сопротивление теплопередаче, коэффициент затенения, коэффициент пропускания. Состоит из 23 записей (см. рисунок 2.14).

№_города	наименование_города	ср.температура	ГСОП	продолж.отоп.периода	рад.гориз.	рад.север	рад.юг	рад.запад-восток
1	Астана	-8,1	6286	216	1931	893	2473	1460
2	Кокшетау	-8,8	6163	217	1718	801	2273	1313
3	Актобе	-7,4	5623	203	1736	860	2106	1322
4	Алматы	-1,8	3641	167	1293	602	1545	911
5	Талдыкорган	-3,7	4148	175	1751	807	2366	1312
6	Атырау	-3,5	4160	177	1158	455	1342	754
7	Семипалатинск	-7,6	5806	203	1982	884	2457	1467
8	Усть-Каменогорск	-7,5	5871	206	1857	957	2375	1483
9	Тараз	-1,2	3477	164	1293	602	1545	911
10	Уральск	-6,0	5400	200	1657	798	2053	1262
11	Караганда	-6,9	5971	214	1931	893	2473	1460
12	Костанай	-8,1	6227	214	1718	801	2273	1313
13	Кызылорда	-3,6	3965	168	1769	805	2381	1345
14	Ақтау	-2,5	3758	167	1188	551	1390	842
15	Павлодар	-8,3	6212	212	1738	881	2320	1380
16	Петропавловск	-8,6	6571	222	1479	775	1946	1206
17	Шымкент	-1,4	2660	143	1293	602	1545	911

Рисунок 2.13 – Таблица «Климатические данные»

№_свет_проема	№_вида_светового_проема	№_переплета	прив.сопротивление_теплопередаче	коэф.затенения	коэф.пропускания
1	1	1	0,4	0,75	0,62
2	2	1	0,55	0,75	0,65
3	3	1	0,44	0,65	0,62
4	4	1	0,57	0,65	0,6
5	5	1	0,31	0,9	0,4
6	6	1	0,33	0,9	0,45
7	7	1	0,31	0,9	0,5
8	8	1	0,36	0,9	0,9
9	9	1	0,52	0,9	0,83
10	10	1	0,55	0,5	0,7
11	11	1	0,6	0,5	0,67
12	12	1	0,38	0,8	0,76
13	13	1	0,51	0,8	0,75
14	14	1	0,56	0,8	0,54
15	15	1	0,51	0,8	0,74
16	16	1	0,54	0,8	0,74
17	17	1	0,58	0,8	0,68
18	18	1	0,68	0,8	0,48
19	19	1	0,65	0,8	0,68

Рисунок 2.14 – Таблица «Световые проемы»

2.5 Разработка программного обеспечения в среде программирования Delphi

После создания всех таблиц и заполнения всех записей в них, формирование базы данных окончено. После этого необходимо создать интерфейс программного комплекса для дальнейшей работы пользователя с базой данных.

Как уже было оговорено выше, интерфейс программного комплекса автоматизированной системы энергоаудита создан в среде программирования Delphi.

Delphi представляет собой среду, работающую с объектно-ориентированным структурным языком программирования Object Pascal. В дополнение к этому, Delphi является еще и средой визуальной разработки. Иначе говоря, уже в процессе создания программы видно, как она будет выглядеть во время выполнения. Визуальное программирование в разы сокращает время, необходимое на создание пользовательского интерфейса для приложений Windows. До появления визуальных средств разработки, программирование под Windows было сопряжено с большими трудностями, поскольку требовалось практически вслепую вычислять расположение каждого элемента управления в окне приложения, что приводило к множеству ошибок.

Ниже перечислены основные составные части Delphi:

- дизайнер Форм (Form Designer);
- окно Редактора Исходного Текста (Editor Window);
- палитра Компонент (Component Palette);
- инспектор Объектов (Object Inspector);
- справочник (On-line help).

Есть, конечно, и другие важные составляющие Delphi, такие как линейки инструментов, системное меню и многие другие, необходимые для точной настройки программы и среды программирования.

Интерфейс программного комплекса АСЭ «Энергоаудит жилого здания».

Главное меню, разработанного программного комплекса представлено на рисунке 2.15. В окне главного меню из выпадающего списка городов Казахстана пользователь выбирает местоположение обследуемого объекта.

Далее на форме «Климатические данные» (см. рисунок 2.16) автоматически появляются значения от датчиков внутренней температуры помещения. Значения остальных данных: температура наружного воздуха, продолжительность отопительного периода, градусо-сутки и данные о солнечной радиации автоматически заносятся из Базы Данных климатических условий.

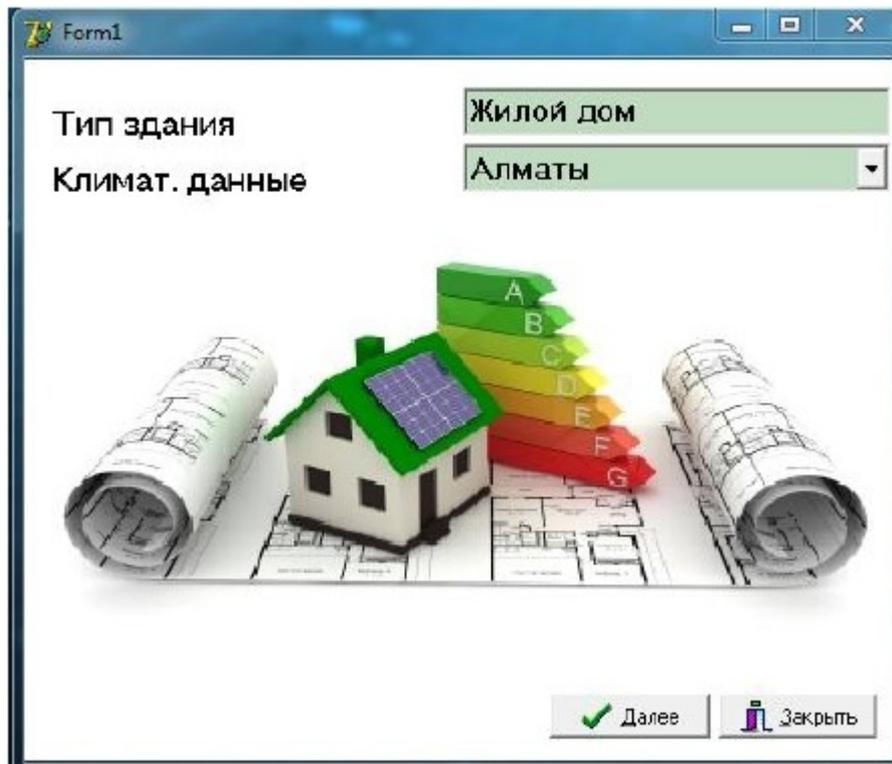


Рисунок 2.15 – Главное меню

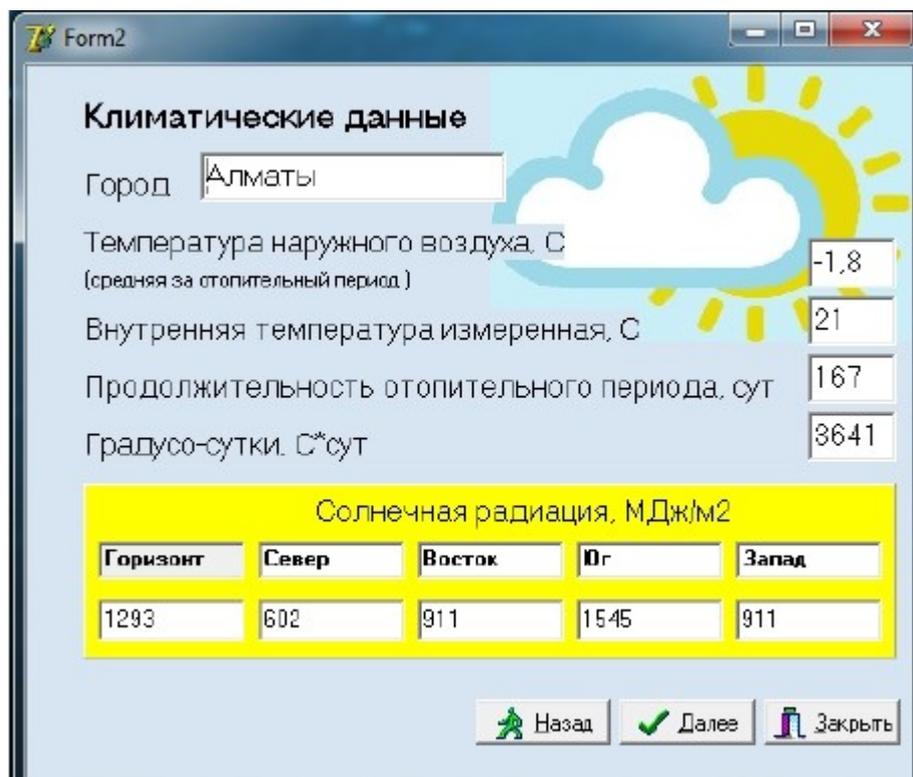


Рисунок 2.16 – Климатические данные

Далее в окне «Параметры здания» (см. рисунок 2.17) пользователь выбирает из предложенного списка типологию и задает параметры здания:

площадь окон, стен, крыши, пола; высоту здания; количество этажей; метаболическое тепло; средняя мощность освещения; средняя мощность прочего оборудования. При нажатии на кнопку «Расчет» выводятся значения кондиционированной площади, объема и теплоемкости здания.

Рисунок 2.17 – Параметры здания

При нажатии на кнопку «Далее» пользователь переходит в окно «Расчет инфильтрации» (см. рисунок 2.18). В этом окне от датчиков автоматически заносятся значения: расход подаваемого воздуха механической вентиляции, расход вытяжного воздуха механической вентиляции, расход воздуха через ограждения при разнице давлений 50 Па. А также пользователю необходимо выбрать тип ветрозащиты здания и количество подверженных ветру фасадов. При нажатии на кнопку «Расчет» выводится значение кратности инфильтрации.

Кратность инфильтрации – это количество перемещенного за 1 час воздуха через ограждающие конструкции из окружающей среды в помещение за счет ветрового и теплового напоров. Значение согласно СНиПу РК равняется 0,5 м³/ч. Как видно из формы расчета инфильтрации, рассчитанное значение 0,68 м³/ч превышает нормативное, что означает наличие неплотностей в ограждающих конструкциях здания, а в следствии и вызванные теплопотери.

Form4

Расчет инфильтрации

Расход подаваемого воздуха механической вентиляции, м³/ч: 630

Расход вытяжного воздуха механической вентиляции, м³/ч: 480

Расход воздуха через ограждения при разнице давлений 50 Па, м³/ч: 49000

Ветрозащита здания

- Здание на открытой местности, высотное здание в центре города
- Загородный дом, дом с деревьями или другими зданиями вокруг
- Здание средней высоты в центре города или в лесном районе

Количество подверженных ветру фасадов

- Больше одного фасада, подверженного воздействию ветра
- Один фасад, подверженный воздействию ветра

Расчет Кратность инфильтрации, м³/ч: 0,68

Назад **Далее** **Закрыть**

Рисунок 2.18 – Расчет инфильтрации

Чтобы перейти к энергетическим расчетам, необходимо вначале описать ограждающие тепловые конструкции здания (наружные стены, окна, двери, кровля и перекрытия).

Данное окно «Ограждающие конструкции здания» (см. рисунок 2.19) предназначено для ввода данных теплопроводности материала ограждающих конструкций и толщины выбранного слоя. Количество слоев, состоящих из различных материалов, для стены, кровли и пола может быть несколько. Программой предусмотрено ввод данных теплопроводности и толщины слоя для определения сопротивления теплопередаче стен, кровли и пола до 5 слоев каждой ограждающей конструкции.

При формировании слоев и определении сопротивления теплопередаче необходимо выбрать из выпадающих списков значения «категории 1», «категории 2» и «материала» для определения теплотехнических показателей строительных материалов и конструкций, которые хранятся в базе данных в Таблице «Материалы». Автоматически определяются поля плотность, теплопроводность. При желании можно ввести свое значение теплопроводности материала по паспортным данным и толщину – согласно проекта и техпаспорта здания.

После ввода значений в поля «теплопроводность» и «толщина» для конкретного материала и слоя необходимо нажать кнопку «вставить».

Путем последовательного выбора различных материалов и указания толщины с последующим нажатием на кнопку «вставить» происходит заполнение слоев для каждой ограждающей конструкции. Переход для определения сопротивления теплопередачи следующих ограждающих конструкций (кровли и пола) осуществляется щелчком мыши на поле «КРОВЛЯ» или «ПОЛ».

Только после формирования всех слоев всех ограждающих конструкций следует нажать кнопку «Далее» для перехода к следующему окну.

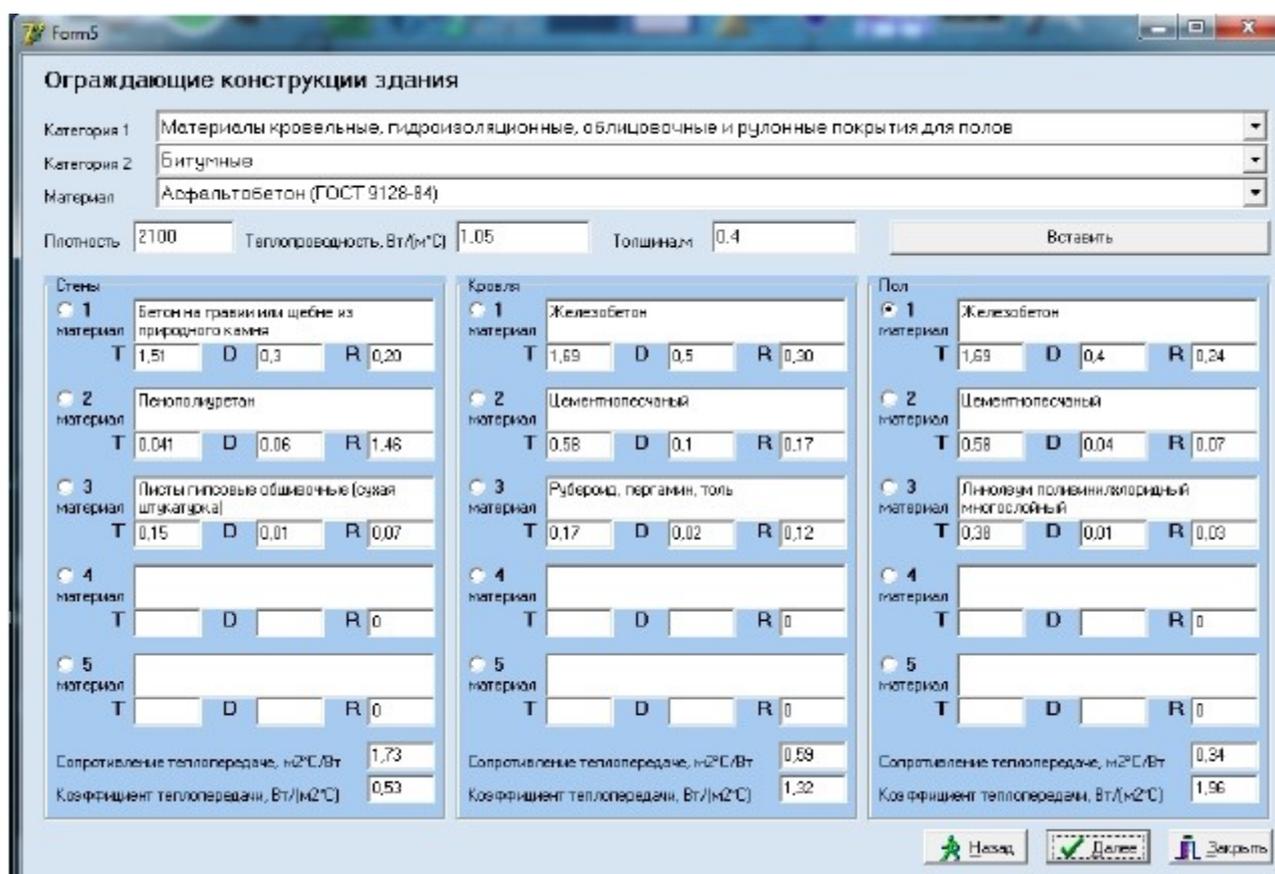


Рисунок 2.19 – Ограждающие конструкции здания

Окно «Ограждающие конструкции здания - окна» (см. рисунок 2.20). В верхней части окна имеется раскрывающийся список для определения светового проема. Ниже, также указывается вид переплета (деревянный, ПВХ или алюминиевый). При нажатии на кнопку «Расчет» выдаются результаты эффективной площади элементов остекления и коэффициента теплопередачи окон. Сопротивление теплопередаче, поправочный коэффициент затенения и коэффициент пропускания солнечной радиации автоматически заносятся из таблицы базы данных «световые проемы».

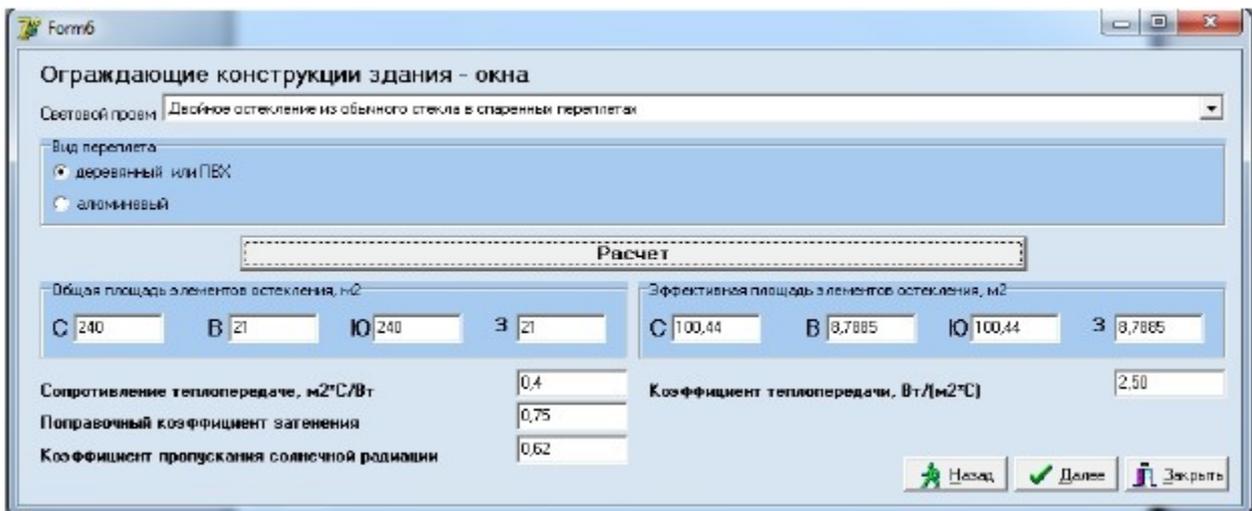


Рисунок 2.20 – Ограждающие конструкции здания-окна

В итоговой форме (см. рисунок 2.21), в первой колонке перечислены наиболее важные Параметры, влияющие на энергопотребление на нужды отопления. Для каждого параметра в соседней колонке в качестве эталонных данных указываются значения **по СНиПу**. В данном примере стандартные значения выбраны для жилого здания в соответствии с Казахстанскими строительными нормами.

В следующей колонке **“По Факту”** описываются существующие условия в рассматриваемом здании. На основании этих данных рассчитывается энергопотребление, и выдается результат (109,84 кВтч/м²год).

В следующей колонке **«Мероприятия по энергосбережению»**, пользователю представлена возможность изменять значения тех параметров, по которым он предполагает провести мероприятия по энергосбережению, тем самым подгоняя параметры к значениям **по СНиПу**. При нажатии кнопки «Рассчитать потребность в энергии после мероприятий по энергосбережению», программой выдается значение потребности в энергии жилого здания после энергосберегающих мероприятий. Таким образом, пользователь виртуально может подобрать подходящий вариант мероприятий по энергосбережению с рассчитанным для данного варианта значения потребности в энергии, близкого к значению потребности в энергии по СНиПу. Данные значения в программе задаются автоматически согласно СНиПам РК или же пользователь исходя из возможности проведения отдельных мероприятий по энергосбережению может изменять эти значения.

В данном примере при реализации всех предложенных мероприятий, энергопотребление для «Отопления» для жилого здания составит 76,70 кВт ч/м²год. Результаты в столбце «Мероприятия по энергосбережению» взаимосвязаны. Изменение любого числа скажется на всех вычислениях.

Form8

Параметры энергопотребления		По СНиПу	По факту	Мероприятия по энергосбережению
U - стен	Вт/(м ² °C)	0,37	0,53	0,4
U - окон	Вт/(м ² °C)	2,36	2,50	2,36
U - крыши	Вт/(м ² °C)	0,28	1,32	0,7
U - пола	Вт/(м ² °C)	0,28	1,96	1,5
Инfiltrация	1/ч	0,5	0,68	0,5
Внутр. температура	°C	21	21	21

Потребность в энергии по СНиПу: кВт*ч/м²
 Потребность в энергии по факту: кВт*ч/м²
 кВт*ч/м²

Рисунок 2.21 – Итоговая форма

По завершению всех расчетов в итоговой форме у пользователя есть возможность распечатать отчет по энергоаудиту, при помощи нажатия на кнопку «Печать». В отчет (см. рисунок 2.22) заносятся основные параметры здания, влияющие на энергопотребление и выдается результат по потребности в энергии.

Отчет по энергоаудиту

Город	Алматы		
Тип здания	Жилой дом		
Параметры здания			
Отапливаемая площадь, м ²	2880		
Отапливаемый объем, м ³	7200		
Теплоемкость здания, Вт/К	400320		
Параметры энергопотребления			
	По смету	По факту	Мероприятия по энергообрезке
Кoeffициент теплопередачи стен, Вт/(м ² С)	0,37	0,53	0,4
Кoeffициент теплопередачи кровли, Вт/(м ² С)	2,36	2,50	2,36
Кoeffициент теплопередачи пола, Вт/(м ² С)	0,28	1,32	0,7
Кoeffициент теплопередачи окон, Вт/(м ² С)	0,28	1,96	1,5
Кратность инфильтрации, м ³ /ч	0,5	0,68	0,5
Внутренняя температура	21	21	21
Потребность в энергии, кВт·ч/м²	58,33	109,84	76,70



Дата " _ " _ 20 _ г.

Рисунок 2.22 – Отчет по энергоаудиту

3 Безопасность жизнедеятельности

3.1 Анализ условий труда сотрудника учебно-научной лаборатории «Энергосбережение и нетрадиционные возобновляемые источники энергии»

Задачей дипломного проекта является разработка автоматизированной системы энергоаудита.

На пятом этаже Алматинского Университета Энергетики и Связи находится учебно-научная лаборатория «Энергосбережение и нетрадиционные возобновляемые источники энергии», в которой будет задействована автоматизированная система энергоаудита. Размеры помещения составляют: длина 8 м, ширина 7 м, высота 3 м. Общая площадь равна 56 кв.м. Лабораторное помещение с одной дверью и одним окном направленным на север, площадь окна 4 м². В данном помещении потолок выбелен (коэффициент отражения $\rho=0,7$), стены покрашены в светло-бежевый цвет ($\rho = 0,5$), напольный кафель светлого цвета ($\rho = 0,3$).

Схема лабораторного помещения изображена на рисунке 3.1.

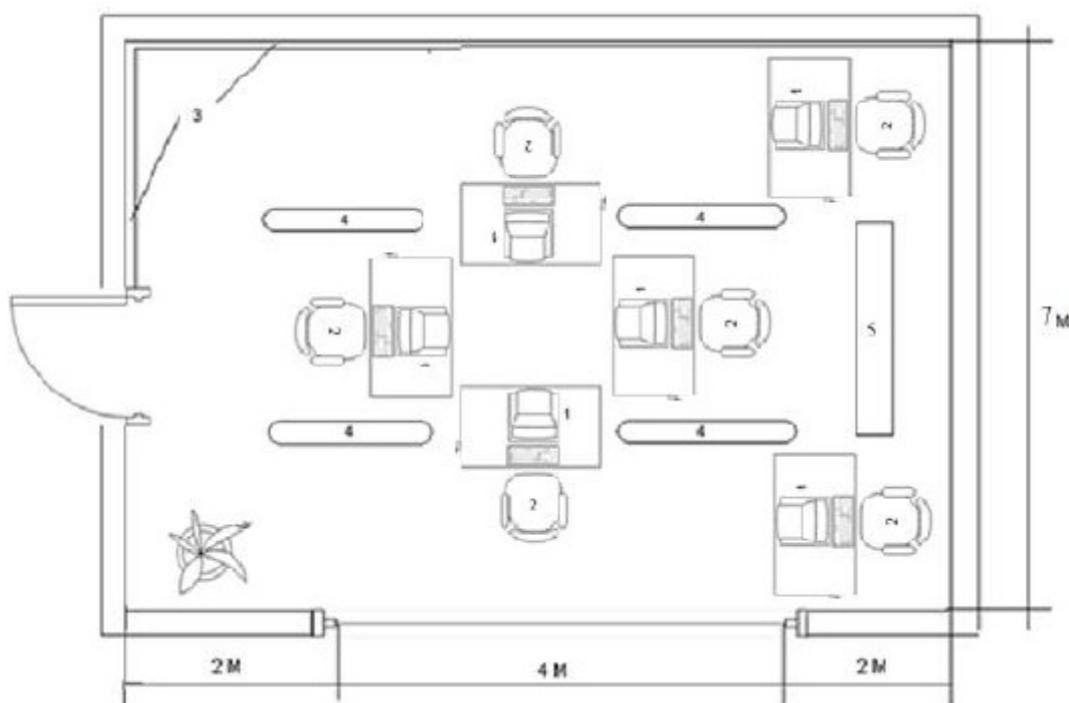


Рисунок 3.1 – Схема лаборатории

Обозначения на рисунке 3.1: 1- компьютер; 2 - рабочее место специалиста; 3 - кабельный короб; 4 - светильники; 5 – шкаф.

В лаборатории работают шесть человек, но энергоаудитор один. Работа энергоаудитора непосредственно связана с автоматизированной системой. Энергоаудитор изучает энергетический паспорт здания, снимает показания с

датчиков и заносит данные в программу. Система автономно проводит все расчеты по энергоэффективности объекта. А также выдает список возможных энергосберегающих мер. Задача энергоаудитора выбрать наиболее выгодные меры и обосновать на этой базе бизнес-план приведения энергопотребления объекта в энергоцелесообразный вид.

Для энергоаудитора созданы комфортные условия труда, такие как рабочее место и состояние внутренней среды помещения, обеспечивающие оптимальную динамику работоспособности, хорошее самочувствие и сохранение их здоровья.

Важным моментом организации рабочего места является определение занимаемой работником площади, которая позволяет удобно производительно проводить трудовой процесс. В данном помещении на одно рабочее место приходится 8 м² рабочего пространства, а объем составляет 24 м³. Для обеспечения оптимальных условий труда, необходимо, чтобы на одного работающего площадь помещения составляла не менее 6м², а объем не менее 19.5м³, следовательно, нормы по размерам помещения на одного работника в данном помещении выполнены.

Освещение рабочего места

Работа, выполняемая с использованием вычислительной техники, имеют следующие недостатки:

- вероятность появления прямой блескости;
- ухудшенная контрастность между изображением и фоном;
- отражение экрана.

В соответствии со СНиП РК 2.04-05-2002 работу энергоаудитора можно отнести к работе со средней точностью (наименьший размер объекта различения от 0,5 до 1 мм) IV -го разряда зрительной работы, со средней контрастностью объекта различения символов на экране дисплеев (подразряд зрительной работы Б). Отсюда следует, что минимальная освещенность светильника должна быть равна 200 лк. В лаборатории установлено 8 ламп в 4 светильниках, с типом ламп - ЛБ-40Вт которые создают тепlopоступление в размере 0,192 кВт.

Опасность повышенного уровня напряженности электромагнитного поля.

Электромагнитные поля, характеризующиеся напряженностями электрических и магнитных полей, наиболее вредны для организма человек. Основным источником этих проблем, связанных с охраной здоровья людей, использующих в своей работе автоматизированные информационные системы на основе персональных компьютеров, являются дисплеи (мониторы). Они представляют собой источники наиболее вредных излучений, неблагоприятно влияющих на здоровье энергоаудитора.

ПЭВМ являются источниками таких излучений как:

- мягкого рентгеновского;
- ультрафиолетового 200-400 нм;

- видимого 400-700 нм,
- ближнего инфракрасного 700-1050 нм;
- радиочастотного 3 кГц-30 МГц;
- электростатических полей;

Ультрафиолетовое излучение полезно в небольших количествах, но в больших дозах приводит к дерматиту кожи, головной боли, рези в глазах. Инфракрасное излучение приводит к перегреву тканей человека (особенно хрусталика глаза), повышению температуры тела. Уровни напряженности электростатических полей должны составлять не более 20 кВ/м. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500В. При повышенном уровне напряженности полей следует применять защитные экраны. Защитный экран, изготовляемый из мелкой сетки или стекла, собирает на себе электростатический заряд. Для снятия заряда экран монитора заземляют.

В лаборатории на все ПЭВМ поставлен защитный экран “ERGON”, защищающий организм человека от электромагнитных полей. Каждый защитный экран, установленный на мониторе, заземлен.

Электробезопасность. Статическое электричество.

Помещение лаборатории по опасности поражения электрическим током можно отнести к 1 классу, т.е. это помещение без повышенной опасности (сухое, с нормальной температурой воздуха, изолированными полами и малым числом заземленных приборов).

На рабочем месте энергоаудитора из всего оборудования металлическим является лишь корпус системного блока компьютера, но здесь используются системные блоки, отвечающие стандарту фирмы IBM, в которых кроме рабочей изоляции предусмотрен элемент для заземления и провод с заземляющей жилой для присоединения к источнику питания. Заземление корпуса ЭВМ обеспечено подведением заземляющей жилы к питающим розеткам.

Одним из важнейших факторов обеспечения труда энергоаудитора является *оптимальный микроклимат в помещении*. Работа энергоаудитора относится к категории 1а (легкая физическая работа), то есть производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением, поэтому должны соблюдаться следующие требования:

- оптимальная температура воздуха - 20° С (допустимая – 18-23° С),
- оптимальная относительная влажность – 45-30% (допустимая - не более 60%) ,
- оптимальная скорость движения воздуха не более 0.2 м/с (допустимая – не более 0.3 м/с) [15].

Все эти показатели влияют на теплообмен организма с окружающей средой. Для создания и автоматического поддержания в лаборатории независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года

используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха.

Оптимальный микроклимат в помещении поддерживается при помощи системы кондиционирования. Ниже приведён подробный расчёт системы обеспечения оптимального микроклимата с выбором конкретного оборудования.

3.2 Расчет кондиционирования и вентиляции помещения

Вентиляция помещения разрабатывается для учебной лаборатории, целью которой является обеспечение комфортных условий труда для сотрудников и обучающихся. В производственных помещениях воздух загрязняется различными посторонними примесями: вредными веществами, пылью, избыточным теплом. Тепловыми источниками данной исследовательской лаборатории является человек, источники освещения, тепловые трубы, электротехника, а также солнце. Источник вредных веществ в воздухе, человек.

В общем виде процесс вентиляции сводится к удалению из помещений загрязненного и нагретого воздуха и замене его - свежим. Воздухообмен в помещениях может происходить в результате естественного проветривания за счет плотностей ограждений и разности давлений снаружи и внутри зданий и при помощи специальной вентиляции, называемой механической.

В учебной лаборатории объемом 168 м³ работает 6 человек т.е. в помещение должен подаваться следующий объем наружного воздуха: если кубатура помещения на одного работающего от 20 до 40 м³, то подача наружного воздуха должна быть не менее 20 м³/ч на каждого работающего[12].

Контроль состояния микроклимата в производственных помещениях позволяет поддерживать условия труда, близкие к оптимальным, что увеличивает производительность и комфортность труда, снижает заболевание работающих.

При расчёте системы кондиционирования нужно исходить из необходимости удаления из производственного помещения всех вредных факторов, т. е. избытков тепла, влаги, паров, газов и пыли.

Необходимо найти требуемую кратность воздухообмена, которая вычисляется по формуле

$$n = \frac{L}{V_n}, \quad (3.1)$$

где L_v – количество воздуха поступающего в помещение, м³/час;

V_n – объем помещения, м³.

Определим объем помещения по исходным данным

$$V_n = 8 \cdot 7 \cdot 3 = 168 \text{ м}^3 .$$

L_v рассчитывается из следующей формулы

$$L_v = \frac{Q_{\text{изб}}}{c_v \cdot \Delta t \cdot \gamma_v} , \quad (3.2)$$

где c_v – теплоемкость воздуха, равная 0,24 ккал/кг·°С;
 γ_v – удельная масса приточного воздуха, равна 1,206 кг/м³;
 Δt – разность температур выходящего и входящего воздуха: $\Delta t = t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}$, °С.

Δt берется из следующих значений, если $Q_{\text{напр}} < 20$ ккал, то $\Delta t = 6$ °С, иначе $\Delta t = 8$ °С.

$Q_{\text{напр}}$ находится по формуле

$$Q_{\text{напр}} = \frac{Q_{\text{изб}}}{V_n} , \quad (3.3)$$

где $Q_{\text{изб}}$ – избыточное тепло, определяемое как сумма тепlopоступления от различного вида источников.

$Q_{\text{изб}}$ находится по формуле

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{рад}} + Q_{\text{я}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{орг}} - Q_{\text{отд}} , \quad (3.4)$$

где $Q_{\text{рад}}$ – тепlopоступления от солнечной радиации (излучения);
 $Q_{\text{я}}$ – тепlopоступления от людей;

$Q_{\text{осв}}$ – тепlopоступления от осветительных установок;

$Q_{\text{орг}}$ – тепlopриитоки, возникающие за счет находящейся оргтехники;

$Q_{\text{отд}}$ – тепловая отдача (потери тепла).

Определим все слагаемые из формулы (3.4) .

Тепlopоступления от солнечной радиации (излучения) – $Q_{\text{рад}}$, рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{рад}} = (q_{\text{вп}} + q_{\text{вр}}) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \beta \cdot n \cdot F_0 , \quad (3.5)$$

где $q_{\text{вп}}$, $q_{\text{вр}}$ – тепловые потоки от прямой и рассеянной радиации, Вт/м².
 Для ориентации С: $q_{\text{вп}} = 0$ Вт/м², $q_{\text{вр}} = 59$ Вт/м² [12];

K_1 – коэффициент затемнения остекления двойное в деревянных переплетах по таблице 6 [11] $K_1 = 0,6$;

K_2 – коэффициент загрязнения остекления незначительное по таблице 7 [11] $K_2 = 0,95$;

β – коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств – светлые внутренние шторы из тонкой ткани по таблице 4[11] $\beta=0,54$;

n – количество окон, всего 1 окно;

F_0 – площадь окна, $4 \times 1 = 4$ м².

Подставим все значения в формулу (3.5) получим

$$Q_{rad} = (0 + 59) \cdot 0,6 \cdot 0,95 \cdot 0,54 \cdot 1 \cdot 4 = 72,64 \text{ Вт} = 0,0726 \text{ кВт} .$$

Теплопоступления от людей $Q_{\text{л}}^{\text{я}}, Q_{\text{л}}^{\text{о}}$, рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{ял}} (Q_{\text{ол}}) = q_{\text{явн}} (q_{\text{общ}}) \cdot n_{\text{муж}} + 0,85 \cdot q_{\text{явн}} (q_{\text{общ}}) \cdot n_{\text{жен}} , \quad (3.6)$$

где $q_{\text{явн}}$ – тепловыделения человека во внешнюю среду, Вт.

Находим по таблице 8 [11]:

- летом при температуре в помещении 22^оС $q_{\text{явн}}=76$ Вт; $q_{\text{общ}}=102$ Вт;

- зимой при температуре в помещении 20^оС $q_{\text{явн}}=82$ Вт; $q_{\text{общ}}=103$ Вт.

где $n_{\text{муж}}, n_{\text{жен}}$ – количество мужчин и женщин работающих в помещении.

Таким образом, тепловыделения от людей равно

$$\text{Летом } Q_{\text{ял}} = 76 \cdot 3 + 0,85 \cdot 76 \cdot 3 = 421 \text{ Вт} = 0,421 \text{ кВт} .$$

$$Q_{\text{ол}} = 102 \cdot 3 + 0,85 \cdot 102 \cdot 3 = 566 \text{ Вт} = 0,566 \text{ кВт} .$$

$$\text{Зимой } Q_{\text{ял}} = 82 \cdot 3 + 0,85 \cdot 82 \cdot 3 = 455 \text{ Вт} = 0,455 \text{ кВт} .$$

$$Q_{\text{ол}} = 103 \cdot 3 + 0,85 \cdot 103 \cdot 3 = 571 \text{ Вт} = 0,571 \text{ кВт} .$$

Теплопоступление от осветительных устройств (ламп) - $Q_{\text{осв}}$, рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{осв}} = N_{\text{осв}} \cdot F_{\text{пол}} \cdot n , \quad (3.7)$$

где $N_{\text{осв}}$ – удельная мощность 8 ламп ($N_{\text{осв}} = \frac{40 \cdot 8}{56} = 5,71 \text{ Вт/м}^2$);

$F_{\text{пол}}$ - площадь пола. ($F_{\text{пол}} = 8 \cdot 7 = 56 \text{ м}^2$);

n – коэффициент перехода электрической энергии в тепловую (для люминесцентных ламп $n=0,5-0,6$).

Подставим все значения в формулу (4.7) получим

$$Q_{\text{осв}} = 5,71 \cdot 56 \cdot 0,6 = 192 \text{ Вт} = 0,192 \text{ кВт} .$$

Тепловая отдача (потери тепла) $Q_{\text{отд}}$. Летом $Q_{\text{отд}}=0$ кВт. Зимой определяется по формуле

$$Q_{\text{отд}} = V_n \cdot X_0 (t_{\text{внут}} - t_{\text{наруж}}) , \quad (3.8)$$

где X_0 – удельная тепловая характеристика равная 0,42 Вт/м³, °С;
 V_n – объем помещения 168 м³;
 $t_{\text{наруж}}$, $t_{\text{внут}}$ – внешняя и внутренняя расчетные температуры, $t_{\text{наруж}} = -25^\circ\text{C}$ для Алматы, $t_{\text{внут}} = 20^\circ\text{C}$.

Подставим все значения в формулу (3.8) получим

$$Q_{\text{отд}} = 168 \cdot 0,42 \cdot (20 - (-25)) = 3175 \text{ Вт} = 3,175 \text{ кВт}.$$

Теплопритоки, возникающие за счет находящейся в помещении оргтехники $Q_{\text{орг}}$, в среднем составляют 300Вт на 1 компьютер в полной комплектации или 30% мощности установки и вычисляются по формуле

$$Q_{\text{орг}} = 300 \cdot n, \quad (3.9)$$

где n – количество компьютеров.

$$Q_{\text{орг}} = 300 \cdot 6 = 1800 \text{ Вт} = 1,8 \text{ кВт}$$

Подставим все полученные значения в уравнение (3.4) и определим суммарное тепlopоступление от различных видов источников

$$\text{Летом: } Q_{\text{изб}} = 0,0726 + 0,421 + 0,192 + 1,8 - 0 = 2,48 \text{ кВт}.$$

$$\text{Зимой: } Q_{\text{изб}} = 0,0726 + 0,455 + 0,192 + 1,8 - 3,175 = -0,65 \text{ кВт}.$$

Для нахождения $Q_{\text{напр}}$ по формуле (3.3) выбираем максимальное значение $Q_{\text{изб}} = 2,48$ кВт.

$$Q_{\text{напр}} = \frac{2,48 \cdot 860}{189} = 11,28 \text{ ккал} < 20 \text{ ккал}, \text{ значит } \Delta t = 6^\circ\text{C}.$$

Теперь по формуле (3.2) рассчитаем количество воздуха поступающего в помещение

$$L_v = \frac{2,48 \cdot 860}{0,24 \cdot 6 \cdot 1,206} = 1230 \approx 1300 \text{ м}^3 / \text{час}.$$

Требуемая кратность воздухообмена по формуле (3.1) равна

$$n = \frac{1230}{168} = 7,3 \approx 8.$$

3.2.1 Выбор кондиционера

По количеству воздуха необходимого для подачи в помещение выбираем прецизионный кондиционер с водяным охлаждением конденсатора Liebert S05, его характеристики приведены ниже.

Технические характеристики Liebert S05

- Мощность охлаждения	5.70 кВт
- Воздухообмен	1350.00 м3/час
- Площадь	55 м2
- Уровень шума	46 дБ
- Питание	220-230/50/1 в/Гц/Ф
- Масса	170.00 кг
- Используемый хладагент	R407
- Габариты	750x400x1950 мм

3.3 Электробезопасность

Электробезопасность разрабатывается как для защиты электрооборудования, так и для людей, работающих на этих установках. Электробезопасность может осуществляться по-разному - заземление, зануление, изоляция, предупреждения и др.

В нашем случае электробезопасность разрабатывается для учебной лаборатории. Устройства, которые необходимо обезопасить – компьютерная техника и другие электрические устройства.

Электробезопасность помещения обеспечивается техническими способами и средствами защиты, а также организационными и техническими мероприятиями в соответствии с ГОСТ 12.1.030 - 81. Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Рассмотрим основные причины поражения человека электрическим током на рабочем месте:

- Прикосновение к металлическим нетоковедущим частям (корпусу, периферии компьютера), которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции.
- Нерегламентированное использование электрических приборов.

Кроме того, при неисправности каких-либо блоков компьютера корпус может оказаться под током. Для устранения этого, кроме рабочей изоляции в лаборатории предусмотрен элемент для заземления и провод с заземляющей жилой для присоединения к источнику питания. Заземление корпуса ЭВМ обеспечено подведением заземляющей жилы к питающим розеткам.

3.3.1 Расчет заземления

Защитное заземление - преднамеренное соединение нетоковедущих

частей электрооборудования, которые могут случайно оказаться под напряжением, с заземляющим устройством.

Защитное заземление представляет собой систему металлических заземлителей, помещенных в землю и электрически соединенных специальными проводами с металлическими частями электрооборудования, нормально не находящимися под напряжением.

В зависимости от расположения заземлителей относительно заземляемого электрооборудования различают заземления выносное и контурное. При выносном заземлении (рис. 3.2) заземлители размещаются в стороне от заземляемого оборудования, и в этом случае корпуса оборудования находятся вне зоны растекания токов в земле. Следовательно, при выносном заземлении человек, касаясь его, оказывается под полным напряжением корпуса относительно земли и защитное действие такого заземления обусловлено только достаточно малым его сопротивлением.

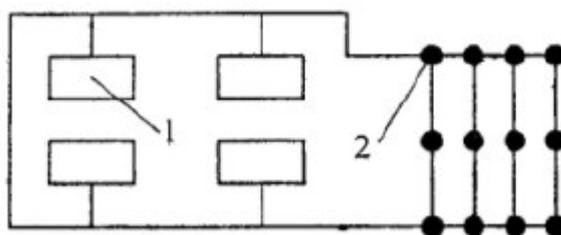


Рисунок 3.2 – Схема выносного заземления

Обозначения на рисунке 3.2: 1 – Заземляющее оборудование; 2 – Заземлители.

При контурном заземлении (см. рисунок 3.3), применяемом обычно в открытых распределительных устройствах, заземлители располагаются вокруг заземляемого оборудования, вблизи от него. При этом из-за небольшого расстояния между отдельными электродами-заземлителями внутри контура заземления любая точка поверхности грунта имеет значительный потенциал в случае замыкания на корпус заземленного оборудования. Напряжение прикосновения будет меньше, чем при выносном заземлении.

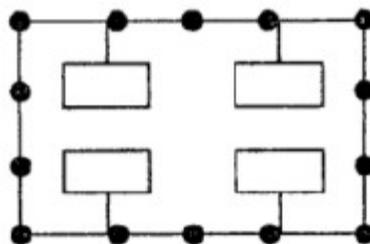


Рисунок 3.3 – Схема выносного заземления

Защитное заземление предназначено для обеспечения безопасности человека при прикосновении к нетоковедущим частям оборудования, случайно оказавшимся под напряжением, и при воздействии напряжения шага. Эти величины не должны превосходить длительно допустимых.

В лаборатории источником опасности является электрическая часть ПЭВМ, а именно входные цепи блока питания, которые подключены к сети напряжением 220 В. частотой 50 Гц. Выходные цепи блока питания составляют $\pm 15, \pm 5$ В. Следовательно, согласно ПУЭ 1.7.98 устройство относится к установкам с рабочим напряжением до 1000 В. В ПУЭ нормируются сопротивления заземления в зависимости от напряжения электроустановок. В электроустановках напряжением до 1000 В сопротивление заземляющего устройства должно быть не выше 4 Ом [17].

Таким образом, расчет заземления сводится к определению числа заземлителей и длины соединительной полосы исходя из допустимого сопротивления заземления.

Исходные данные:

Заземлитель стальная труба диаметром $d=55$ мм, а соединительный элемент – стальная полоса шириной $b = 50$ мм.

Таблица 3.1 – Исходные данные

Вид заземления	выносное
Длина заземлителя l , м	2,7
Расстояние между заземлителями a , м	2,7
Глубина заложения заземлителя в грунт h , м	0,65
Коэффициент сезонности K_c	2,0
Удельное сопротивление грунта ρ , Ом·м	70
Диаметр заземлителя d , мм	55
Ширина соединительное полосы b , мм	50
Допускаемое сопротивление системы заземления по ПУЭ РЭ.Н., Ом.	4

Определяем значение электрического сопротивления растеканию тока в землю с одиночного заземлителя по формуле

$$R_c = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t + l}{4t - l} \right), \quad (3.10)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом·м;

K_c - коэффициент сезонности;

l – длина заземлителя, м;

d – диаметр заземлителя, м;

$t = h + 0,5l = 0,65 + 0,5 \cdot 2,7 = 2 \text{ м}$ – расстояние от поверхности земли до середины стержня, м.

Подставив все значения в формулу, получим

$$R_c = 0,366 \frac{70 \cdot 2}{2,7} \left(\lg \frac{2 \cdot 2,7}{0,055} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2 + 2,7}{4 \cdot 2 - 2,7} \right) = 40,62 \text{ Ом}$$

Рассчитываем число заземлителей без учета взаимных помех, оказываемых заземлителями друг на друга, так называемого явления взаимного “экранирования”

$$n = \frac{R_c}{R_{н.э.}} = \frac{40,62}{4} = 10,15 \approx 10 \quad (3.11)$$

Рассчитываем число заземлителей с учетом коэффициента экранирования

$$n = \frac{n}{\eta_c} = \frac{10}{0,58} = 17,24 \approx 18 \quad (3.12)$$

где $\eta_c = 0,58$ - коэффициент экранирования заземлителя (табл.1.22)[18].

Определяем длину соединительной полосы

$$l_n = 1,05 \cdot n \cdot a = 1,05 \cdot 18 \cdot 2,7 = 51 \text{ м} \quad (3.13)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

Рассчитываем полное значение сопротивления растеканию тока с соединительной полосы

$$R_n = 0,366 \frac{\rho \cdot K_c}{l_n} \lg \frac{2 \cdot l_n}{b \cdot h} = 0,366 \frac{70 \cdot 2}{51} \lg \frac{2 \cdot 51}{0,05 \cdot 0,65} = 5,2 \text{ Ом} \quad (3.14)$$

Рассчитываем полное значение сопротивления системы заземления

$$R_{сз} = \frac{R_c \cdot R_n}{R_c \cdot \eta_n + R_n \cdot \eta_c} = \frac{40,62 \cdot 5,2}{40,62 \cdot 0,51 + 5,2 \cdot 0,58} = 2,82 \text{ Ом} \quad (3.15)$$

где $\eta_n = 0,51$ - коэффициент экранирования соединительной полосы (табл 1.23)[18].

Сопротивление $R_{сз} = 2,82 \text{ Ом}$ меньше допускаемого сопротивления,

равного 4 Ом. Следовательно, диаметр заземлителя $d = 55$ мм при числе заземлителей $n = 18$ является достаточным для обеспечения защиты при выносной схеме расположения заземлителей.

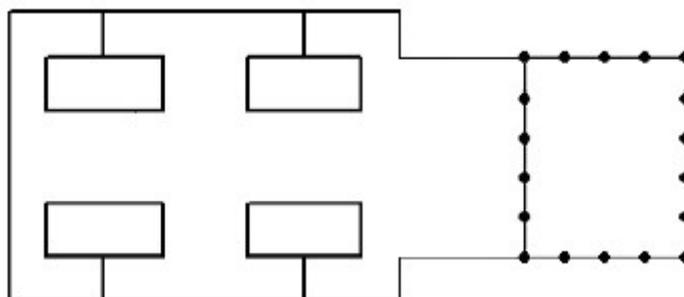


Рисунок 3.4 - Схема полученного выносного заземления

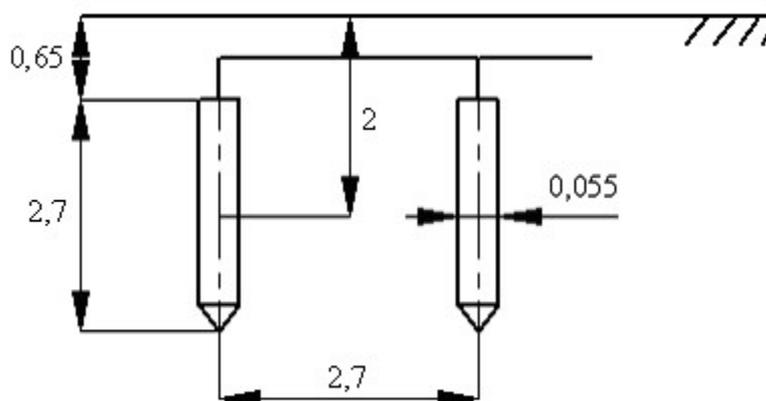


Рисунок 3.5- Схема расположения заземлителей

3.4 Вывод по разделу безопасность жизнедеятельности

В данном разделе дипломного проекта рассматривалась система кондиционирования и вентиляции в лаборатории, которая находится на пятом этаже Алматинского университета энергетики связи.

Одним из важнейших факторов обеспечения труда энергоаудитора является оптимальный микроклимат в помещении. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 основными показателями, характеризующими микроклимат являются: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения – все эти показатели влияют на теплообмен организма с окружающей средой. В данном разделе были определены внутренние и наружные тепловые нагрузки в помещении, по ним определено количество воздуха необходимого для подачи в помещение $L_v = 1230 \text{ м}^3 / \text{час}$. Используя данное значение подобрали прецизионный кондиционер Liebert S05, так как он обрабатывает большие объемы воздуха и равномерно распределяют его в помещении. Прецизионные кондиционеры

представляют собой разновидность шкафных кондиционеров. Они оборудованы различными типами систем микропроцессорного управления и способны поддерживать в помещении не только точные параметры по температуре, но и по влажности для комфортных условий рабочей атмосферы для сотрудников.

А также в данной работе было рассмотрено обеспечение лаборатории электробезопасностью. По степени поражения электрическим током помещение можно отнести к помещениям без повышенной опасности, т.к. оно с нормальной температурой, сухое, без пыли, пол паркетный (изолирующий). Был осуществлен расчет заземления корпуса ПЭВМ в лаборатории, т.е. необходимо использовать 18 заземлителей и соединительную полосу длиной 51 м, что обеспечит безопасность работ в помещении.

4 Технико-экономическое обоснование

4.1 Технологическое описание процесса

Основная проблема огромного потребления энергоресурсов жилыми зданиями состоит в том, что здания находятся на низком уровне энергоэффективности (нет термоизоляции, отсутствуют приборы учета тепловой энергии, не установлено современное энергосберегающее оборудование и т.д.). Согласно Концепции модернизации и развития жилищно-коммунального хозяйства Республики Казахстан и Комплексного плана по ее реализации на 2010-2014 годы, необходимо проведение энергетического обследования с применением тепловизионного неразрушающего контроля в целях паспортизации объектов жилищно-коммунального хозяйства. С вступлением в силу СН РК 2.04.21-2004 «Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий» существенно ужесточились требования к энергетической эффективности зданий. Одним из них стала необходимость заполнения «Энергетического паспорта здания», официального документа, подтверждающего факт проведения энергетического аудита на стадии разработки проекта, после окончания строительства здания и в процессе его эксплуатации. Энергетический паспорт здания должен включать некоторые контрольные величины: полученные по результатам аудита, они должны позволить потребителю сравнить и оценить энергоэффективность здания. При этом главным фактором, стимулирующим потребителя к выбору в пользу энергоэффективных зданий, является возможность существенно снизить эксплуатационные платежи.

Энергетический аудит здания делится на две части:

- 1) энергетическое обследование зданий;
- 2) составление проекта по энергосбережению и энергопаспортизация зданий.

Энергетическое обследование заключается в сборе полной информации о здании

Техническая документация здания (технический паспорт, схемы теплоснабжения, договора на поставку тепло и электроэнергии), данные по потреблению тепловой и электрической энергии зданием, тарифы города где находится здание. анализ технической документации, выявление деформаций, дефектов и повреждений;

Визуальное обследование ограждающих конструкций, кровли, подвального помещения, разводки трубопровода отопления, замеры площадей окон, теплового узла (замер характеристик ТУ: давление, температура), проведение тепловизионных снимков фасада, кровельного перекрытия, тепловых пунктов и угловых квартир/кабинетов здания.

Составление проекта по энергосбережению и энергопаспортизация зданий

Составление проекта по энергосбережению и энергопаспортизация включает в себя индивидуальную подборку и расчет мероприятий по энергосбережению и определение класса энергоэффективности здания. Отчет по энергоаудиту содержит: перечень и описание мероприятий по повышению энергоэффективности, экономические показатели энергетических мероприятий: инвестиции, срок окупаемости, процент экономии, рентабельность [20]. На рисунке 4.1 представлено оборудование, используемое для энергетического обследования.



Рисунок 4.1 – Оборудование, используемое для энергетического обследования

Этапы проведения энергетических обследований:

- Встречи и обсуждения условий проведения энергоаудита с руководителями органа управления.
- Сбор технической информации и основных сведений о здании.
- Сбор статистических данных об энергопотреблении за предыдущие годы.
- Обследование здания:
 - 1) измерение толщины наружных стен, оценка их состояния;
 - 2) измерение площади остекления, площади дверных проемов;
 - 3) оценка состояния инженерных систем и теплового пункта здания;

- 4) обследование технических помещений здания (цокольные этажи, чердачные помещения);
- 5) проведение тепловизионных снимков фасада, кровельного перекрытия, тепловых пунктов и угловых квартир/кабинетов здания;
- 6) определение средней температуры в помещениях.
 - Проведение энергетических и экономических расчетов.
 - Разработка рекомендаций по энергосберегающим мероприятиям.
 - Составление отчетов по энергоаудиту.
 - Заполнение энергетического паспорта.

4.2 Определение затрат при проведении энергоаудита жилого здания

В данной работе будут рассчитаны затраты на проведение энергетического обследования в частном двухэтажном доме

$$Z = (Z_{\text{пр}}^{\text{прод}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{пнр}}) * N_{\text{ао}} + Z_{\text{зп}} + Z_{\text{эл}} + Z_{\text{проч}}, \quad (4.1)$$

где $Z_{\text{пр}}^{\text{прод}}$ – затраты на создание программного продукта;
 $Z_{\text{об}}$ – затраты на оборудование для проведения энергоаудита;
 $Z_{\text{пнр}}$ – затраты на пуско-наладочные работы;
 $N_{\text{ао}}$ – норма амортизационных отчислений;
 $Z_{\text{зп}}$ – заработная плата, работающих над проектом, энергоаудиторов;
 $Z_{\text{эл}}$ – затраты на электроэнергию;
 $Z_{\text{проч}}$ – прочие расходы.

Произведем расчет основных производственных фондов. Основные фонды участвуют в процессе производства длительное время и переносят свою стоимость на себестоимость выпускаемой продукции постепенно, по частям в виде амортизационных отчислений.

В работе основными производственными фондами являются затраты на создание программного продукта $Z_{\text{пр}}^{\text{прод}}$, затраты на оборудование автоматизации $Z_{\text{об}}$, и затраты на пусконаладочные работы $Z_{\text{пнр}}$.

Определим затраты на создание программного продукта

$$Z_{\text{пр}}^{\text{прод}} = Z_{\text{об}}^{\text{оф}} + Z_{\text{зп}} \quad (4.2)$$

где $Z_{\text{об}}^{\text{оф}}$ – затраты на офисное оборудование;

$Z_{зп}^п$ – заработная плата на создание программного продукта.

Таблица 4.1 – Определение стоимости офисной техники

Наименование	Тип/марка	Стоимость за единицу, тыс.	Количество, шт.	Общая стоимость, тыс.
Системный блок	DELL Inspiron 660 MT	64,925	1	64,925
Монитор	Philips 196V4LSB2	16,8	1	16,8
Клавиатура	Sven Keyboard Standard 303 USB black	0,805	1	0,805
Мышь	Genius NS6000	1,59	1	1,59
ИБП	Volta Active LED 1500VA	24,39	1	24,39
Принтер	SAMSUNG ML-2165W	15,99	1	15,99
Итого				124,5

Согласно таблице 4.1 *затраты на офисное оборудование* составляют 124,5 тыс.тг.

Произведем расчет заработной платы на создание программного продукта.

Программу для проведения быстрых расчетов энергоаудита в лаборатории «Энергосбережение и нетрадиционные возобновляемые источники энергии» в среде Delphi создает 1 программист в течение 1 месяца .

$$Z_{зп}^п = Ч * М * Z_y * 1,21, \quad (4.3)$$

где Ч – количество человек, которое было задействовано в написании программного продукта;

М – количество месяцев необходимое для написания программного продукта;

Z_y – заработная плата программиста;

1,21 – отчисления в пенсионный фонд и социальный налог.

$$Z_{зп}^п = 1 * 1 * 50 * 1,21 = 60,5 \text{ тыс. тг.}$$

Затраты на создание программного продукта

$$Z_{\text{пр}}^{\text{прод}} = Z_{\text{об}}^{\text{оф}} + Z_{\text{зп}}^{\text{п}} = 124,5 + 60,5 = 185 \text{ тыс. тг.}$$

Определим затраты на оборудование для проведения энергоаудита.

Таблица 4.2 – Определение стоимости оборудования для проведения энергоаудита

Наименование	Тип/марка	Изготовитель	Стоимость за единицу, тыс. тг.	Количество, шт.	Общая стоимость, тыс. тг.
Анализатор качества электроэнергии для диагностики трехфазной сети	Fluke 434	Fluke Industrial (США)	1165	1	1165
Портативный расходомер	Акрон-01	Сигнур (Россия)	545	1	545
Комплект газоанализатора	Testo 327-1-Complekt	Testo (Германия)	412	1	412
Инфракрасный термометр	Комбинированный Fluke 566	Fluke Industrial (США)	104,5	2	209
Люксметр	Testo 545	Testo (Германия)	124,5	1	124,5
Термоанемометр	Testo 425	Testo (Германия)	110	1	110
Термогигрометр	Testo 608-N1	Testo (Германия)	19,5	1	19,5
Портативный тепловизор	Testo 875-2	Testo (Германия)	110	1	110
Итого					2695

Затраты на оборудование для проведения энергоаудита согласно таблице 4.2 составляют

$$Z_{\text{об}} = 2695 \text{ тыс. тг.}$$

Произведем расчет затрат на пусконаладочные работы.
 Пусконаладочные работы — это комплекс мероприятий по вводу в эксплуатацию смонтированного на объектах строительства оборудования.

Затраты на инсталляцию (пуско -наладочные работы) принимаем в размере 5% от затрат на оборудование для проведения энергоаудита

$$Z_{\text{пнр}} = Z_{\text{об}} * 0,05 = 2695 * 0,05 = 134,75 \text{ тыс. тг.} \quad (4.4)$$

Произведем расчет издержек на амортизационные отчисления.
 Финансовым выражением износа и старения фондов является ежегодное списание части его стоимости в амортизационный фонд. Амортизационные отчисления входят в себестоимость и налогом не облагаются. Амортизация – денежное возмещение износа фонда путём включения части его стоимости в затраты на выпуск продукции. Амортизация есть денежное выражение физического и морального износа оборудования, и осуществляется в целях полной его замены при выбытии.

$$I_{\text{ао}} = (Z_{\text{пр}}^{\text{прод}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{пнр}}) * N_{\text{ао}}, \quad (4.5)$$

где $N_{\text{ао}}$ – норма амортизационных отчислений. Принимается равной 15%.

$$I_{\text{ао}} = (185 + 2695 + 134,75) * 0,15 = 452,21 \text{ тыс. тг.}$$

Определим заработную плату сотрудников с учетом работы по восемь часов в день. Принимая во внимание, объём работы по установке датчиков и снятию показаний с них, ограничимся двумя инженерами. Также необходим один энергоаудитор для работы с программой и составления бизнес-плана приведения энергопотребления здания в энергоцелесообразный вид.

Таблица 4.3 – Определение среднемесячной заработной платы

Должность	Количество рабочих	Количество занимаемых ставок	Стоимость 1 ставки в мес. тыс., тг	Заработ-ная плата в мес. тыс., тг
Энергоаудитор	1	1	80	80
Инженер	2	1	60	60

Зарплату сотрудников посчитаем по формуле (4.3)

$$Z_{\text{зп.аудитор}} = Ч * М * Z_{\text{у}} * 1,21 = 1 * 1 * 80 * 1,21 = 96,8 \text{ тыс. тг.}$$

$$Z_{\text{зп.инженер}} = Ч * М * Z_{\text{у}} * 1,21 = 2 * 1 * 60 * 1,21 = 145,2 \text{ тыс. тг.}$$

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{зп.аудитор}} + Z_{\text{зп.инженер}} = 242 \text{ тыс. тг.}$$

Определим затраты на электроэнергию

$$Z_{эл} = P_y * T_m * 15,19 \frac{\text{тг}}{\text{кВт*ч}} , \quad (4.6)$$

где P_y – потребляемая мощность компьютера;
 T_m – число часов использования установленной мощности;
 $15,19 \frac{\text{тг}}{\text{кВт*ч}}$ – стоимость одного кВт*ч

По паспортным данным компьютера мощность составляет 0,8 кВт.
 Определим число часов использования установленной мощности

$$T_m = 22 * 8 = 176 \text{ ч} . \quad (4.7)$$

Таким образом затраты на электроэнергию составят

$$Z_{эл} = 0,8 * 176 * 15,19 = 2,14 \text{ тыс. тг.}$$

Произведем расчет *прочих расходов*, которые составляют 30% от заработной платы сотрудников, необходимых для обслуживания оборудования

$$Z_{проч} = 0,3 * Z_{зп.инженер} = 0,3 * 145,2 = 43,56 \text{ тыс. тг.} \quad (4.8)$$

Как и любое оборудование, оборудование для проведения энергоаудита подвержено износу. Для поддержания работоспособности оборудования проводится ремонт. Задачи ремонта – поддержание оборудования в рабочем состоянии с сохранением его нормальных эксплуатационных характеристик.

Затраты на ремонт составляют 15% от издержек на амортизационные отчисления

$$Z_{рем} = I_{зо} * 0,15 = 452,21 * 0,15 = 67,83 \text{ тыс. тг.} \quad (4.9)$$

Для реализации проекта в банке берутся первоначальные инвестиции на сумму численно равную затратам на основные производственные фонды ($Z_{пр}^{прод} + Z_{об} + Z_{пнр}$)

Кредит берется на 8 лет, который необходимо вернуть.

$$Z_{\%} = \frac{\sum I_0}{8} + 12\% , \quad (4.10)$$

где $\sum I_0$ – сумма затрат на основные производственные фонды;
 12% - годовая процентная ставка банка.

$$Z_{\%} = \frac{3014,75}{8} + 12\% = 422 \text{ тыс. тг.}$$

Таким образом, подставив все полученные значения в формулу (4.1) получим эксплуатационные затраты на проведение одного энергетического обследования

$$Z = I_{\text{ао}} + Z_{\text{зп}} + Z_{\text{эл}} + Z_{\text{рем}} + Z_{\text{проч}} + Z_{\%}$$

$$Z = 452,21 + 242 + 2,14 + 67,83 + 43,56 + 422 = 1229,74 \text{ тыс. тг.}$$

4.3 Вывод технико-экономического обоснования

Первым шагом на пути повышения энергоэффективности является проведение энергоаудита. И хотя результат энергоаудита носит всего лишь рекомендательный характер, и реализация энергосберегающих мероприятий – это следующий шаг, главное – чтобы энергетические обследования были проведены специалистами, и заключение о состоянии объекта было верным.

После проведения Энергоаудита заказчик получает определенные преимущества:

- сокращение удельного потребления электрической и теплоэнергии;
- снижение установленной мощности, благодаря использованию технологий из разряда энергосберегающих;
- минимизация потерь энергетических ресурсов до размеров, которые обоснованы экономически, с целью достижения в итоге заметного сокращения энергосоставляющей в себестоимости готового товара, и в следствии – повышение конкурентоспособности данной продукции на рынке;
- возможность использования итоговых данных аудита с целью обоснования и защиты тарифов, повышения уровня их объективности и прозрачности (для организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности).

Процедура энергоаудита сейчас получает все более и более широкое распространение в Казахстане.

Заключение

В данном дипломном проекте «Разработка автоматизированной системы энергоаудита» достигнута поставленная цель: разработан программный комплекс «Энергоаудит жилого здания» автоматизированной системы энергоаудита в среде программирования Delphi и решены следующие задачи:

1. Проведен обзор существующих программных средств по автоматизированному энергоаудиту, таких как «ENSI EAB» (Норвегия) и «Энергоаудит зданий, строений и сооружений» (Россия).

2. Разработан программный комплекс «Энергоаудит жилого здания»:

- Разработан алгоритм расчета потребления тепловой энергии для жилого здания, состоящий из четырех основных этапов: расчет потребности в энергии для покрытия общих тепловых потерь, расчет суммарных тепlopоступлений, расчет коэффициента утилизации и расчет потребности в энергии для отопления.

- Разработана База Данных в SQL Server, состоящая из 9 таблиц: климатические данные, виды переплетов, виды световых проемов, световые проемы, материалы, категории, подкатегории, промежуточная таблица, промежуточная таблица 2.

- Разработан программный комплекс АСЭ в среде программирования Delphi, состоящий из 8 форм общим размером 1,80 мб.

3. В части БЖД был проведен расчет системы кондиционирования и электробезопасности. Результаты расчетов:

- количество воздуха необходимого для подачи в помещение

$L_v = 1230 \text{ м}^3 / \text{час}$. Используя данное значение подобрали прецизионный кондиционер Liebert S05.

- необходимо использовать 18 заземлителей и соединительную полосу длиной 51 м, что обеспечит безопасность работ в помещении.

4. В технико-экономическом обосновании рассчитаны эксплуатационные затраты на проведения одного энергетического обследования, которые составили сумму 1229,74 тыс. тг.

Перечень сокращений

Сокращение	Расшифровка
АУЭС	Алматинский Университет Энергетики и Связи
АСЭ	Автоматизированная система энергоаудита
ЭВМ	Электронная вычислительная машина
ПЭВМ	Персональная электронная вычислительная машина
ТЭР	Топливо-энергетические ресурсы
ПК	Программный комплекс
СН	Строительные нормы
СНиП	Строительные нормы и правила
СанПиН	Санитарные правила и нормы
ГСОП	Градусо - сутки отопительного периода
СУБД	Система управления базами данных
БД	База данных
ТУ	Тепловой узел
ГВС	Горячее водоснабжение
ПУЭ	Правила устройства электроустановок
ПВХ	Поливинилхлорид
ENSI	Energy saving International
EAB	Energy auditing of buildings
ISO	International organization for standardization
SQL	Structured query language
NI	National instruments
PCI	Peripheral component interconnect
IBM	International Business Machines
XML	eXtensible Markup Language

Список литературы

1. СН РК 3.0 –06–2011 «Здания жилые многоквартирные». – Астана: МИИТ РК, 2011.-59с.
2. СН РК 2.04-21-2004 «Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий».-Астана: МИИТ РК, 2006.-76с.
3. СНиП РК 4.02-42-2006 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».-Астана: МИИТ РК, 2007.-54с.
4. МСН 2.04-02-2004 «Тепловая защита зданий».- Астана: МИИТ РК, 2005.-23с.
5. СНиП РК 3.02 – 01 – 2001 «Жилые здания».-Астана: МИИТ РК, 2004.-35с.
6. СНиП РК 2.04-03-2002 «Строительная теплотехника».-Астана: МИИТ РК, 2002.-54с.
7. EN ISO (Международная Организация по Стандартизации) 13790: 2004 Тепловое исполнение зданий – Вычисления использования энергии для обогреваемого пространства.
8. Закон Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» от 13 января 2012г.
9. Закон Республики Казахстан «Об электроэнергетики» от 9 июля 2004г.
10. «Стратегии индустриально – инновационного развития на период 2003-2015 годы» Правительства Республики Казахстан от 17 июня 2003г.
11. Хакимжанов Т.Е. Расчет аспирационных систем. Дипломное проектирование. Для студентов всех форм обучения всех специальностей. – Алматы: АИЭС, 2002. – 30 с.
12. СН и П 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
13. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы.
14. Н.И. Баклашов, Н.Ж. Китаев, Б.Д. Терехов. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды: Учебник для вузов - М.: Радио и связь, 1989 г.
15. ГОСТ 30494-2011 - Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата.
16. ГОСТ 12.1.030 – 81 - ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
17. ПУЭ - Правила устройства электроустановок. - Астана, 2003г.
18. П.А. Долин. Справочник по технике безопасности. - М.: "Энергоиздат", 1982.
19. Интернет ресурс: <http://www.e-v-t.ru/articles/energoaudit/>
20. Интернет ресурс: http://zhkh.kz/utilities/energy_audit_of_buildings/

21. Дукенбаев К. Энергетика Казахстана. Условия и механизмы ее устойчивого развития.-Алматы, 2004.-604с.
22. Далсвен Т., Борисова Н.Г., Семенова Л.А. Учебное пособие. Научно-технические проблемы теплоэнергетики и теплотехники. Энергоаудит в зданиях: Введение в методы и инструменты.-Алматы: АИЭС, 2008.-111с.
23. Троицкий-Марко Т.Е., Будадин О.Н., Михалков С.А. Научно - методические принципы энергосбережения и энергоаудита . – М.: Наука , 2005.-540с.
24. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита.-М.: Машиностроение-1, 2006.-256с.
25. Вьейра Р. Программирование баз данных Microsoft SQL Server 2005. Базовый курс.- Вильямс, 2008г.-832с.
26. Интернет ресурс: <http://www.microsoft.com/ru>
27. Интернет ресурс: <http://www.ensi.no/>
28. Интернет ресурс: <http://www.guildenergo.ru/>