

**Жарков Никита Игоревич**

*Магистрант 2 курса, факультет Институт информатики, математики и робототехники, Уфимский университет науки и технологий, РФ, г. Уфа*

**Ефремов Алексей Романович**

*Магистрант 2 курса, факультет Институт информатики, математики и робототехники, Уфимский университет науки и технологий, РФ, г. Уфа*

## **МОДУЛЬ РАСЧЕТА ТЕПЛОЗАТРАТ В ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ В ГИС**

**Аннотация:** в статье рассматривается разработка модуля для расчета теплотрат в отопительный период с использованием геоинформационных систем (ГИС) и цифровых моделей зданий. Особое внимание уделено методам анализа теплотрат и оптимизации энергопотребления на основе данных, полученных из цифровых моделей.

**Abstract:** the article discusses the development of a module for calculating heat consumption during the heating period using geographic information systems (GIS) and digital models of buildings. Special attention is paid to methods for analyzing heat consumption and optimizing energy consumption based on data obtained from digital models.

**Ключевые слова:** ГИС; ГИС-технологии; пространственная информация, атрибутивная информация, информационная поддержка, теплотраты, отопление.

**Keywords:** GIS; GIS technologies; spatial information, attributive information, information support, heat consumption, heating.

**Введение.** В современном мире наука и технология предоставляют широкий спектр инструментов и методов, оптимизирующих решение различных

задач. Среди них особое внимание заслуживает применение геоинформационных систем (ГИС) и цифровых моделей [6].

Эффективное управление энергоресурсами, особенно во время холодного зимнего сезона, является одной из ключевых задач для стран с суровым климатом. Эта проблема выходит за рамки экономических соображений и тесно связана с необходимостью обеспечения экологической устойчивости. В этой связи, разработка и внедрение инновационных подходов к оптимизации энергопотребления в зданиях приобретает особую актуальность, где ГИС и цифровые модели могут продемонстрировать свой потенциал [1].

Виртуальная копия реального объекта или процесса, называемая цифровой моделью, позволяет анализировать и прогнозировать его поведение в режиме реального времени [6]. Геоинформационные системы, оснащенные инструментами для сбора, обработки, анализа и визуализации геопространственной информации, будут использованы в данном исследовании для разработки и управления цифровыми моделями строений, а также для определения тепловых потерь в них.

Предметом данного исследования являются методы и алгоритмы, предназначенные для расчета тепловых потерь в отопительный период на основе системы отопления 7-го корпуса с использованием геоинформационных систем [6].

**Анализ предметной области.** В условиях постоянного роста цен на энергоресурсы и ухудшения экологической ситуации оптимизация потребления энергии в зданиях становится одной из ключевых задач в области архитектуры и строительства. Оценка тепловых потерь занимает центральное место в этом процессе, так как она позволяет выявить критические зоны, где происходит утечка тепла, и разработать эффективные меры по их снижению.

Процесс расчета тепловых потерь включает в себя анализ и оценку теплообмена через ограждающие конструкции, а также системы отопления и вентиляции. Анализ тепловых потерь помогает определить слабые места в

здании, где происходят наибольшие утечки тепла, что позволяет предпринять необходимые шаги для их устранения.

Существует несколько подходов к расчету тепловых потерь, которые могут быть использованы для повышения энергоэффективности зданий:

**Метод кондуктивной передачи:** Этот подход основывается на вычислении теплопроводности различных материалов и конструкций, что позволяет определить потери тепла через них.

**Метод конвективной передачи:** Учитывает движение воздуха внутри помещений, что помогает оценить теплотери через вентиляционные системы.

**Использование специализированных программ:** Современные программные решения позволяют создавать детализированные модели зданий для анализа тепловых потерь и оптимизации работы отопительных систем.

**Экономия ресурсов:** Путем точного расчета тепловых потерь можно существенно сократить затраты на отопление.

**Улучшение комфорта в помещениях:** Эффективная работа отопительных систем способствует поддержанию комфортной температуры в интерьере.

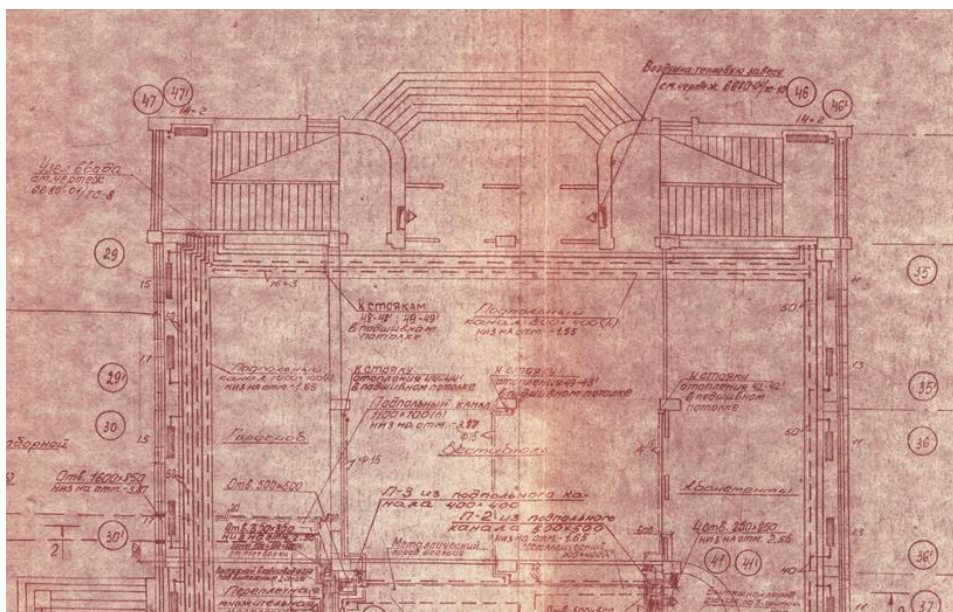
**Сохранение экологии:** Снижение энергопотребления помогает уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Расчет тепловых затрат является важным инструментом для повышения энергоэффективности зданий. Осознание основных зон утечек тепла позволяет разрабатывать стратегии по улучшению энергоэффективности и снижению затрат на отопление. Применение различных методов расчета дает возможность более точно определить потребности здания в отоплении и принять соответствующие меры для повышения его энергоэффективности.

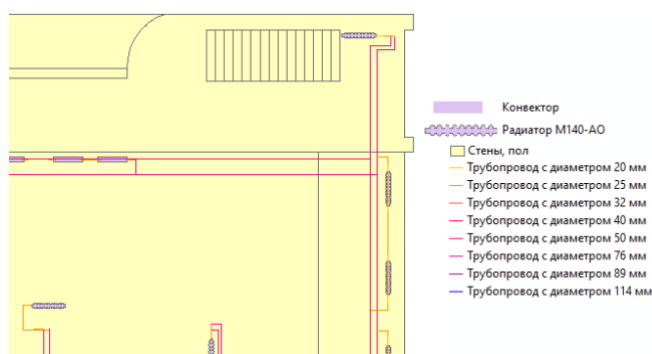
**Анализ исходных данных.** Перед тем как приступить к разработке алгоритма для модуля, необходимо визуализировать систему отопления. Мы планируем использовать схемы отопления в этом процессе. В ходе анализа было установлено, что расположение отопительных устройств, трубопроводов и источников тепла соответствует реальным данным [2]. Таким образом, можно с

уверенностью использовать схему отопления 7-этажного здания в качестве основы для дальнейшей работы. Все выявленные несоответствия будут исправлены на следующих этапах. К уже существующему проекту, который демонстрирует общую структуру здания, мы добавим файл подложки с помощью инструмента [6].

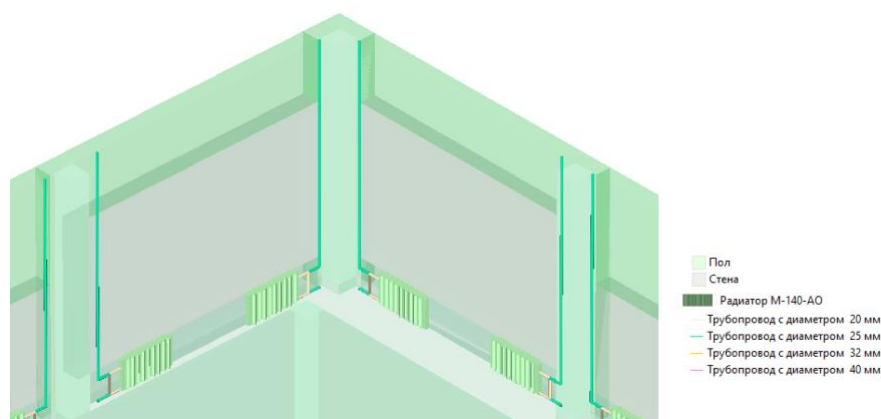
В качестве примера цифровой модели, созданной на основе описанных выше действий, можно представить результат векторизации данных для седьмого корпуса УУНиТ (см. рис. 1-3).



**Рис. 1. Фрагмент чертежа схемы отопления 7-го учебного корпуса**



**Рис. 2. Фрагмент векторизованных данных первого этажа 7-го учебного корпуса**



**Рис. 3. Визуализация элементов схемы отопления первого этажа 7-го учебного корпуса**

Таким образом была создана цифровая модель одного из учебных корпусов УУНиТ с различными объектами инженерных коммуникаций.

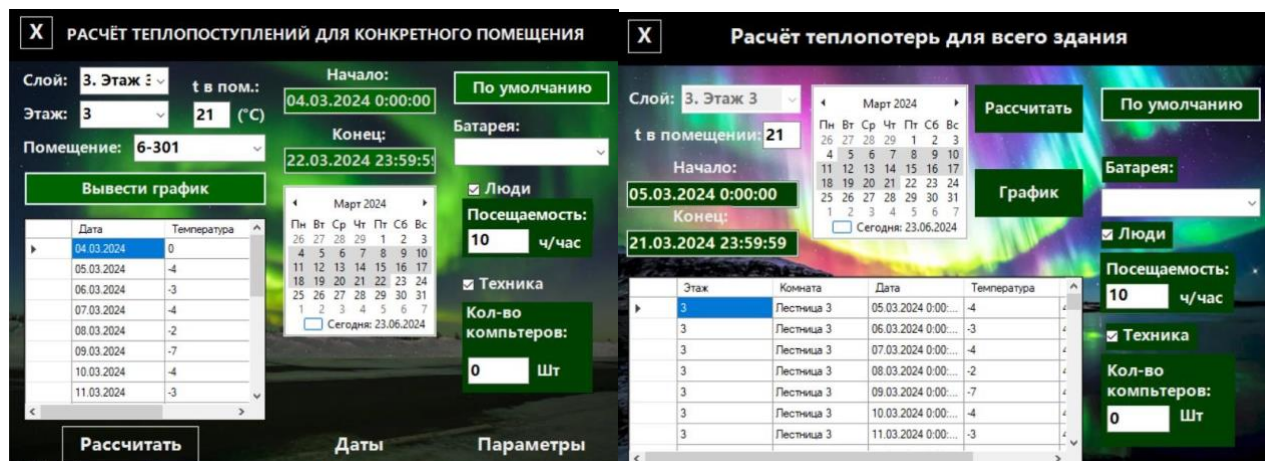
**Структура данных.** Согласно ГОСТ 30494-2011, в учебных помещениях температура должна поддерживаться на уровне 24 °С в холодный период года [4]. Для выявления несоответствий между фактической и рекомендованной температурой необходимо рассчитать тепловые затраты и тепловые потери.

Проектирование модуля включает определение необходимых данных, последовательности действий и функций. Ключевым элементом является база геоданных (БГД), которая формируется на основе информационной модели системы, состоящей из четырех классов объектов: трубопроводов, отопительного оборудования (радиаторы и конвекторы) [5], регулирующей арматуры (вентили и краны) и стен (ограждающие конструкции). Каждый класс включает точечные, линейные и полигональные объекты.

Графическое представление информационной модели обеспечивает высокую информативность. Диаграмма «Сущность-связь» демонстрирует сущности и их взаимосвязи, группируя объекты по характеристикам и описывая их свойства. Выделение актуальных сущностей цветом облегчает восприятие информации и помогает исследователям быстро идентифицировать ключевые компоненты для анализа теплопотерь и тепловых затрат. Структура данных представлена на (Рис. 4. Структура данных).



Эти элементы интерфейса обеспечивают пользователей всей необходимой информацией и инструментами для точного и эффективного расчета теплотрат в пределах одной комнаты. Визуализация интерфейса модуля расчета теплотрат представлена на (Рис. 5.).



*Рис. 5. Интерфейсы модуля расчета затрат*

**Заключение.** В результате исследования был разработан эффективный модуль расчета теплотрат, который интегрирует возможности геоинформационных систем и цифрового моделирования. Это не только позволяет точно определить основные области теплотерь в зданиях, но и способствует разработке стратегий по улучшению энергоэффективности. Применение данного модуля в образовательных учреждениях продемонстрировало значительное снижение энергопотребления и улучшение качества управления тепловыми ресурсами. Дальнейшее развитие технологии позволит расширить её применение и в других областях, что окажет позитивное влияние на экологическую ситуацию.

### Библиографический список

1. Подопригора Ю. В., Захарова Т. В., Кроза Д. «Современные университетские кампусы с использованием зеленых инноваций: зарубежный и российский опыт» // [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/>

[sovremennye-universitetskie-kampusy-s-ispolzovaniem-zelenyh-innovatsiy-zarubezhnyy-i-rossiyskiy-opyt](#) (Дата обращения: 24.9.2024).

2. Назарова В. «Современные системы отопления» / В.И. Назарова // 2011 [Электронный документ]. URL: [https://azbukatepla.by/wpcontent/uploads/2018/03/Uchebnik-Sovremennye-sistemy-otopleniya.pdf](https://azbukatepla.by/wpcontent/uploads/2018/03/Uchebник-Sovremennye-sistemy-otopleniya.pdf) (Дата обращения: 14.10.2024).

3. «Принцип работы отопительной системы» // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pech.ru/knowledge/boilers/printsip-raboty-otopitelnoy-sistemy/> (Дата обращения: 18.10.2024).

4. «ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» // [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095053> (Дата обращения: 28.12.2024).

5. «ГОСТ 8690-94 Радиаторы отопительные чугунные» // [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200000311> (Дата обращения: 13.10.2024).

6. Жарков, Никита Игоревич. Разработка модуля расчета теплотрат в отопительный период на основе цифровых двойников зданий в ГИС: выпускная квалификационная работа / Жарков Никита Игоревич; УУНиТ, Кафедра геоинформационных систем ; научный руководитель и консультант А. Ф. Атнабаев. — Уфа, 2024. — 92 с. — 09.03.02 Информационные системы и технологии. — ВО. — Бакалавриат. // [Электронный ресурс]. URL:[http://elibrary.ufa-rb.ru/dl/VKR/2024/Zharkov\\_NI\\_IST-414B\\_b\\_09.03.02\\_IST\\_06.2024.pdf](http://elibrary.ufa-rb.ru/dl/VKR/2024/Zharkov_NI_IST-414B_b_09.03.02_IST_06.2024.pdf). (Дата обращения: 21.01.2025).

© Жарков Н.И., Ефремов А.Р., 2025