

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБРАЗЦОВ НАРУЖНЫХ СТЕНОВЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

С.В. Федосов¹, П.Н. Муреев², В.Г. Котлов², А.Н. Макаров², А.В. Иванов²

¹ Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, РОССИЯ

² Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола, РОССИЯ

Аннотация: В статье обсуждается область гражданского строительства и объектом рассмотрения является теплопроводность наружных стен. Ключевая идея заключается в представлении автоматизированного лабораторного комплекса. Этот комплекс может производить непрерывный контроль изменения температуры по всей толщине стены в течение длительного времени. Для этого в каждый образец установлены термодатчики на разную глубину. Температурные данные регистрируются специальным прибором. Далее данные через адаптер интерфейса попадают в компьютер. Непрерывно поступающая информация формируется в базу данных. После этого они обрабатываются в виде таблиц и графиков. С помощью установки исследуют различные строительные материалы для наружных стен, которые представлены предприятиями Республики Марий Эл. Для обработки и анализа полученных данных был разработан математический алгоритм. С его помощью написана компьютерная программа. Она сделала обработку данных очень простой. Благодаря полученным данным были предложены новые конструктивные решения наружных стен. Также были открыты два физических эффекта. Данный комплекс разработан для научно-исследовательской работы. Разработка была представлена на различных международных выставках инноваций и изобретений. Исследования по данной теме важны для строительной и производственной отрасли Республики Марий Эл. Материал, представленный в статье, может открыть новые перспективы для дальнейших исследований. Этот материал будет интересен тем, кто работает в области архитектуры и проектирования зданий и сооружений.

Ключевые слова: гражданское строительство, наружные стены, проектирование зданий, автоматизация исследований, теплофизика, теплопроводность, математический алгоритм, компьютерное моделирование

AUTOMATION OF THERMOPHYSICAL RESEARCHES SAMPLES EXTERIOR WALL FENCES

*Sergej V. Fedosov¹, Pavel N. Mureev², Vitalij G. Kotlov²,
Aleksandr N. Makarov², Andrej V. Ivanov²*

¹ Ivanovo State Polytechnical University, Ivanovo, RUSSIA

² Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, RUSSIA

Abstract: The paper under discussion covers the area of civil engineering and deals with the object of thermal conductivity of exterior walls. The key idea is to present an automated laboratory complex. This complex can produce continuous monitoring of temperature changes over all wall thickness for a long time. For this, thermocouples are placed in each sample at different depths. A special device records temperature data. Further, the data through the interface adapter enters the computer. The continuously incoming information is generated in the database. After that, they are processed in the form of tables and graphs. With the help of the installation, various building materials for exterior walls, which are represented by enterprises of the Republic of Mari El, are examined. To process and analyze the data obtained, a mathematical algorithm was developed. With his help, a computer program written. She made the data processing very simple. Thanks to the received data, new design solutions for exterior walls were proposed. Two physical effects were also discovered. This complex is designed for research work. The development was presented at various international exhibitions of innovations and inventions. Research on this topic are important for the construction and production branches of the Republic of Mari El. The material presented can open new prospects for further research. this material to be interesting to those who work in the field of structural engineering and architecture.

Keywords: civil engineering; exterior walls, design of building, automation of research, thermophysics, thermal conductivity, mathematical algorithm, computer modeling

Применение вычислительной техники настолько прочно вошло в нашу жизнь, что уже не кажется чем-то необычным и новым. Почти во всех сферах деятельности человека она занимает важную и неотъемлемую часть. Это управление производственными процессами, транспортом, связью, строительством, лечением пациентов и многое другое. Современное общество настолько привыкло к компьютерам и другой мобильной технике, что уже не может отказаться от неё. Но еще каких-то 30-40 лет назад многие современные достижения казались нереальными, фантастическими, недостижимыми.

Говорить об изменениях в жизни людей, которые произошли с внедрением компьютерной техники, в лучшую или худшую сторону еще рано, но безусловно с точки зрения сбора, хранения и обработки массивов информации это огромное достижение. Благодаря созданию систем автоматизированного проектирования (САПР) в области строительства произошли огромные изменения, причем в лучшую сторону [1, 2, 5, 13]. В разы увеличилась скорость разработки проектной документации, 3D моделирование позволило улучшить качество проектирования и сделало его более информативным и реалистичным. Но это всё относится к области прямого проектирования. Нас интересует область теплофизических исследований ограждающих конструкций стен и автоматизация сбора и обработка полученных данных.

На сегодняшний день при возведении стеновых ограждающих конструкций используют как обычные однородные материалы, так и различные многослойные конструкции. Их спектр на строительном рынке очень велик. Производители предоставляют различные сертификаты о хороших теплозащитных качествах материалов, но на практике это не всегда так.

В связи с повышением требований в области энергоэффективности ограждающих кон-

струкций, возникает много вопросов при проектировании новых объектов и реконструкции уже существующих. Новые разработанные конструктивные решения не всегда эффективны. На начальном этапе первые два-три года после возведения, они могут соответствовать всем необходимым требованиям. Но в процессе эксплуатации здания стена накапливает влагу. Это приводит к оседанию и намоканию утеплителя, тем самым в разы снижая параметры по теплозащите здания. Такие воздействия могут привести к печальным последствиям, вплоть до разрушения конструкций. В результате необходимо проводить реконструкцию, затрачивая на это огромные денежные средства. Многие существующие постройки 60-90х годов не соответствуют современным требованиям по теплозащите. Поэтому необходимо проводить реконструкцию зданий, но без полного анализа существующей ситуации, происходящей в стенах, сложно сделать правильные выводы и провести грамотно и эффективно работу [11-12].

Цель исследования заключается в анализе теплозащитных свойств образцов стеновых ограждений при помощи разработанного лабораторного комплекса, который функционирует в климатических условиях Республики Марий Эл; разработке алгоритма обработки и анализа получаемых температурных данных; в написании с помощью разработанного алгоритма компьютерной программы; в разработке новых энергоэффективных конструктивных схем наружных стеновых ограждений, а также улучшении свойств существующих вариантов.

Данная разработка рассчитана в основном на научно-исследовательскую работу, а главным требованием является сбор данных с устройств, подключенных к сети Интернет, а также представление этих данных в виде отчетов и графиков, доступных в сети Интернет.

В поставленные задачи входит получение наиболее полной и достоверной информации по теплозащитным качествам наружных ограждений, проводя как можно более длительные натурные экспериментальные исследования; модернизация лабораторного комплекса, созданного на базе института

строительства и архитектуры ФГБОУ ВО «ПГТУ». Основная задача сделать его полностью автоматизированным и решить проблему, связанную с долгосрочностью проведения мониторинга изменения температур в толще ограждения (рис. 1).

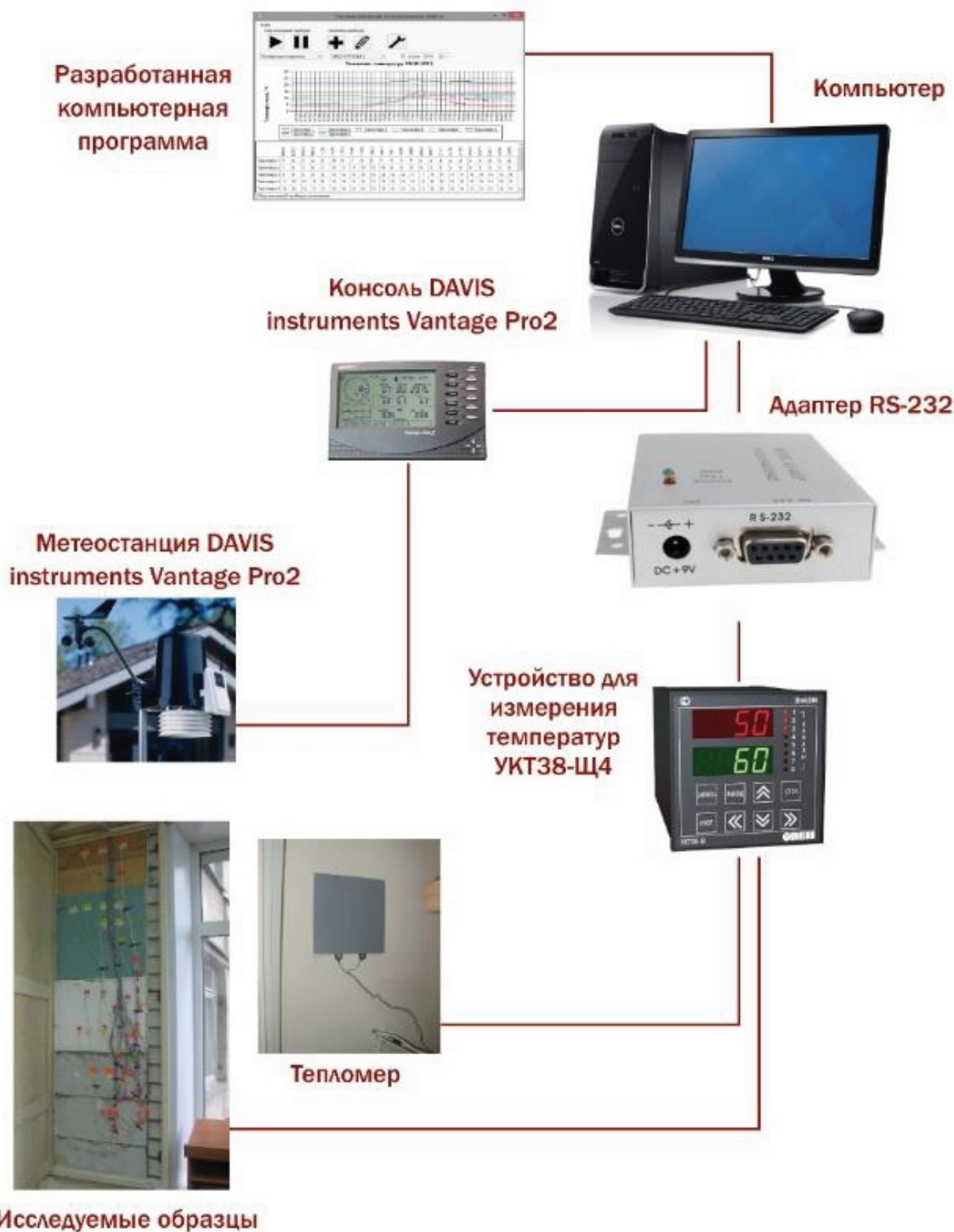


Рисунок 1. Развернутая схема автоматизированного лабораторного комплекса.

В лаборатории строительной физики установлен стенд с пятью образцами материалов стеновых ограждающих конструкций. В каждый из пяти материалов: деревянный брус, многослойная конструкция производство фирмы «Стезя», многослойная конструкция из бетона и утеплителя, газобетонные блоки фирмы «Bikton», кирпичная стена толщиной 640 мм., установлены термопары по всей толщине материала. С их помощью определяются данные об изменении температуры в стене. Образцы исследуемых ограждений установлены в специальных ячейках, оборудованных в ограждающей конструкции здания корпуса ПГТУ и допускающих возможность замены.

В течение нескольких лет лабораторный комплекс претерпевал ряд изменений и дополнений. Все модификации были защищены патентами [5-10]. Первые результаты эксперимента, полученные на лабораторной установке, подтвердили ее работоспособность. Непрерывно поступающая информация с приборов обрабатывается в виде таблиц и графиков.

В процессе разработки комплекса возникла проблема связанная с обработкой данных. На начальном этапе обработка значений производилась вручную. Сначала все значения необходимо было отсортировать из базы данных, а потом уже в программе Excel их обработать и получить необходимые графики и диаграммы. Процесс был долгий и трудоемкий. При этом могли возникнуть погрешности и неточности. В результате появилась необходимость автоматизировать исследования. Разработанный математический алгоритм стал основой для написания компьютерной программы. Она позволила автоматизировать комплекс и в режиме реального времени проводить круглогодичный мониторинг изменения температуры по всей толщине ограждений. В интерфейсе программы можно производить настройку термодатчиков, добавлять новые материалы. Данные

по изменению температуры в исследуемом образце в течении дня можно просматривать поочередно в режиме реального времени (рис. 2). Также есть возможность выбирать интересующий временной промежуток для анализа и более подробного изучения и наблюдения (рис.3). Имеется доступ ко всем данным, накопившимся за весь период создания комплекса. Это дает возможность анализировать процессы, происходившие в разные годы и сравнивать показания.

Благодаря полученным данным, были открыты два физических эффекта (рис. 4). Это «Способ оценки теплофизических характеристик ограждающих конструкций зданий и сооружений, выполненных из кирпича, в зимний период по результатам испытаний в натурных условиях» патент на изобретение №2454659 и «Способ определения внутри наружного стенового ограждения, выполненного из кирпича, зон, характеризующихся квазистационарными условиями теплопередачи при натурных экспериментальных исследованиях в зимний период» патент на изобретение №2618501.

Разработанная программа функционировала только на компьютере, который находился в лаборатории строительной физики ФГБОУ ВО «ПГТУ». Для того, чтобы посмотреть все графики изменения температуры и анализировать происходящие процессы, необходимо работать в данной аудитории. Рабочий компьютер только один, в результате чего возникла проблема с очередностью работы сотрудников лаборатории с базой данных. Из-за неудобства эксплуатации появилась необходимость дистанционного доступа к базе данных и графикам, независимо от местонахождения человека. Поэтому компьютерная программа была усовершенствована и доработана с целью передачи данных через сети Интернет, а также представление этих данных в виде отчетов и графиков, доступных в сети Интернет (рис. 5).

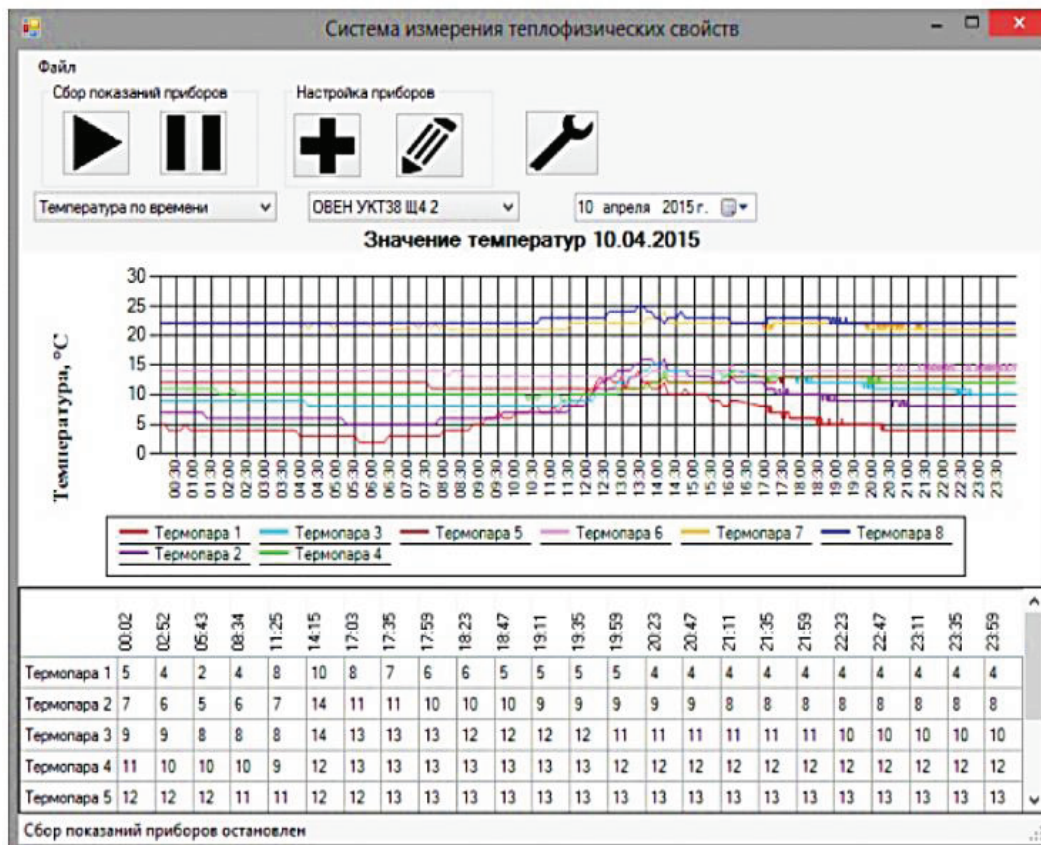


Рисунок 2. График распределения температур по толщине ограждения в течение дня.

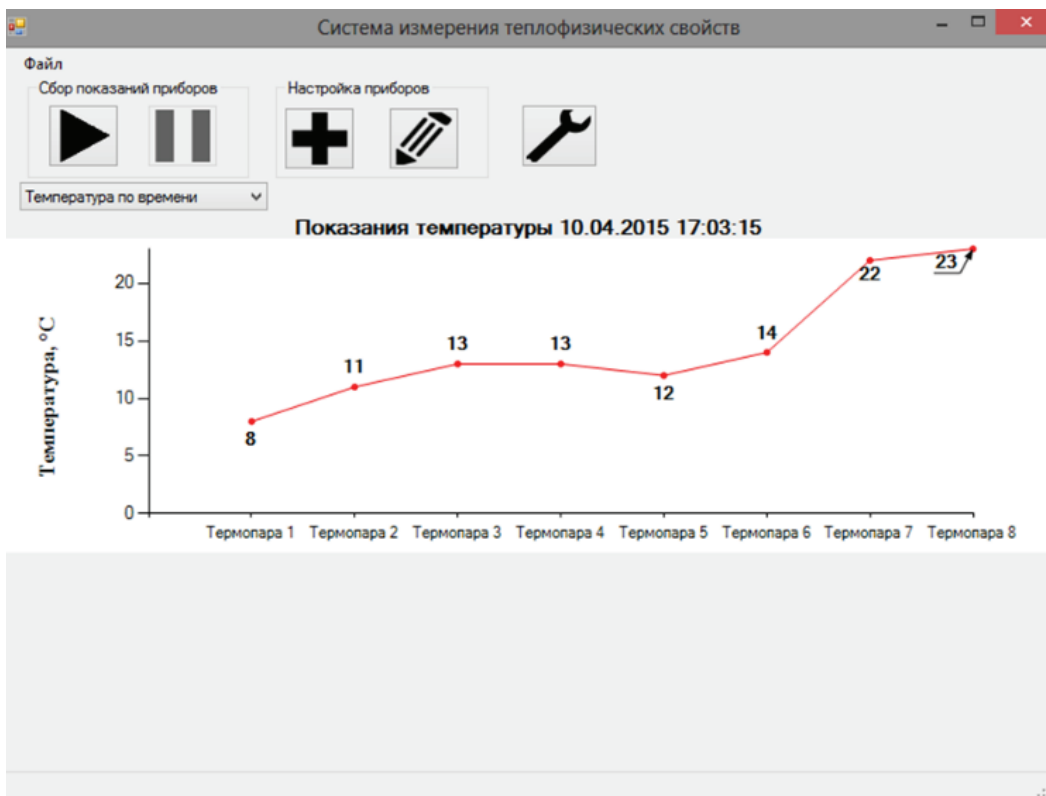


Рисунок 3. График изменения температуры по толщине стене в определенный момент времени.

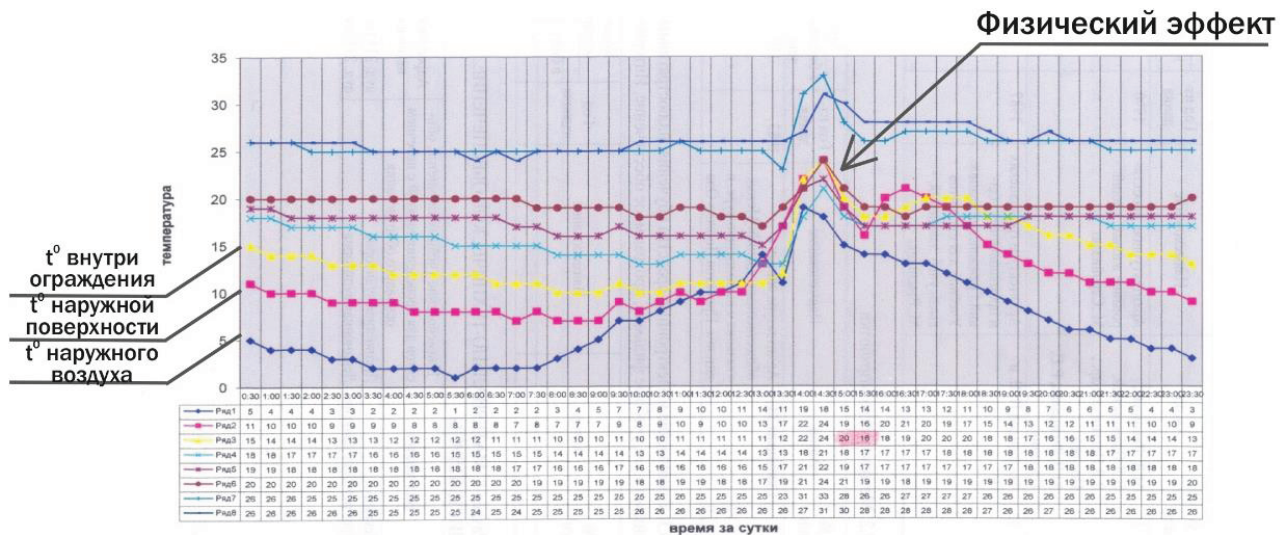


Рисунок 4. График изменения температуры в течение суток 08.04.2016 г. на котором наблюдается эффект встречных тепловых потоков.

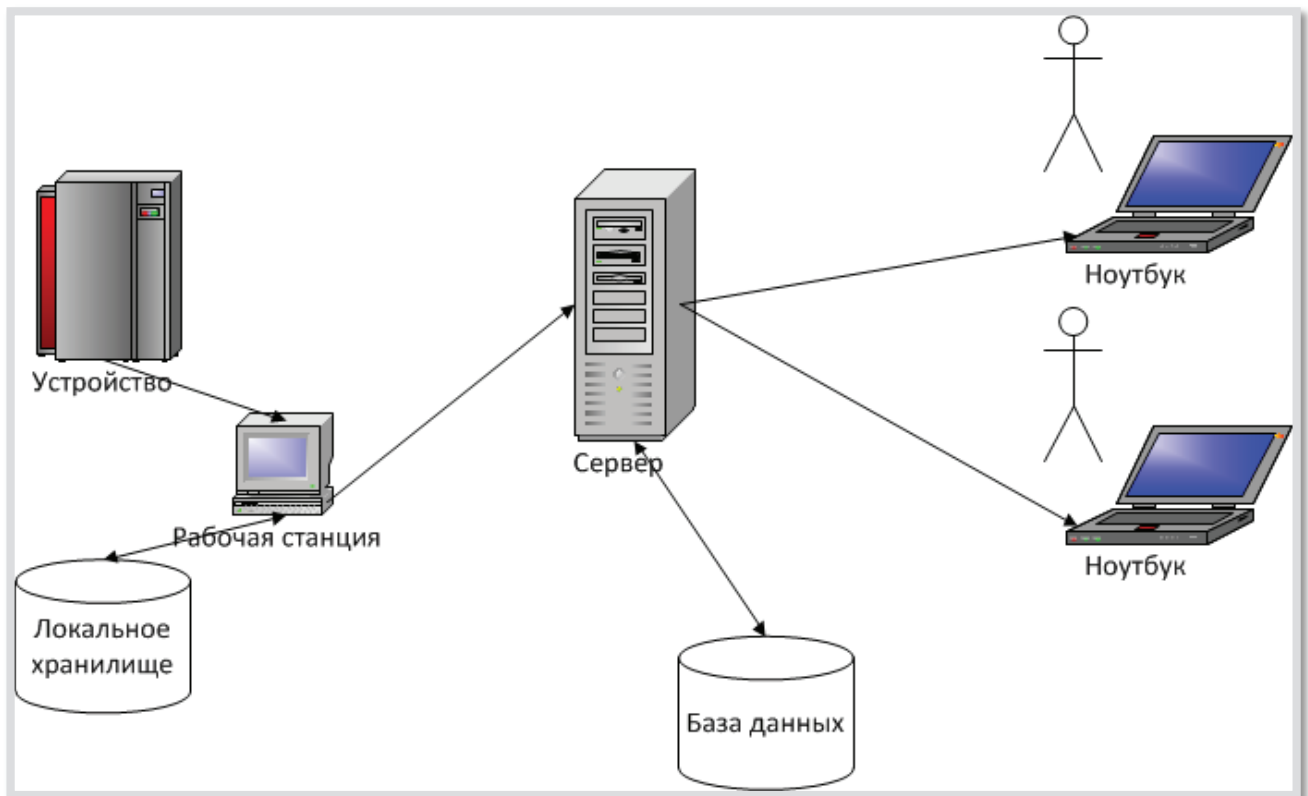


Рисунок 5. Принципиальная схема работы компьютерной программы.

Компьютерная программа включает в себя следующие модули (рис. 6):

- Клиентское приложение для сбора и анализа параметров установки
- Веб-сервис для сбора параметров установки с клиентского приложения и их хранение

- Веб-приложение для анализа отчетов и графиков

Основные функциональные требования, предъявляемые к разрабатываемой системе:

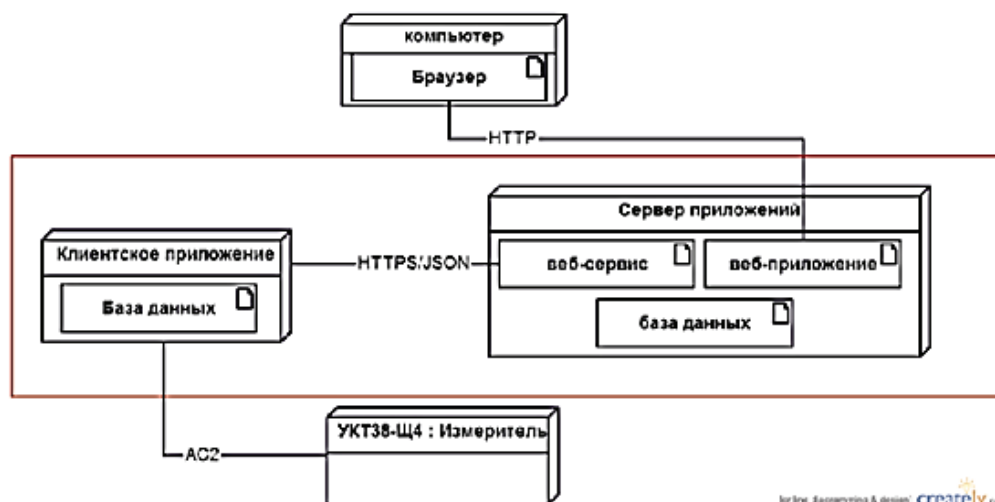


Рисунок 6. Диаграмма развертывания компьютерной программы.

- **Клиентскому приложению:** периодический сбор показаний установки и хранение их в локальной базе данных; периодическая отправка показаний на сервер; настройка периодичности сбора и отправки показаний; работа в offline режиме; отображение отчета о последних собранных данных; отображение графика изменения температуры в выбранный день; отображение графика изменения температура «по стене»; возможность сохранения графиков в форматах PDF, PNG, JPEG.

- **Веб-сервису:** сохранение параметров установок, полученных с авторизованных клиентских программ; уведомление владельцев о неактивности установки.

- **Веб-приложению:** показания температуры в выбранный день; среднемесячная температура в выбранный год; ежемесячный абсолютный минимум температуры в выбранный год; ежемесячный абсолютный максимум температуры в выбранный год; показания температуры за определенный период.

Данные с термопар поступают на один из 6 приборов УКТ38-Щ4 фирмы ОВЕН, подключенных к компьютеру с помощью адаптера сети АС-2. Адаптер сети АС-2 предназначен для подключения до 8

приборов к одному СОМ-порту персонального компьютера. Каждый прибор может иметь от 1 до 8 каналов измерения, таким образом, через 1 порт компьютера может считываться до 64 аналоговых параметров. Для работы с адаптером сети АС-2 фирма ОВЕН предоставляет открытую библиотеку на С++.

Для написания клиентского приложения был выбран язык С#, поскольку на нем удобно создавать графический интерфейс (в том числе различные графики) и среда разработки Visual Studio 2013. Системой управления локальной базой является Microsoft Access.

Веб-сервис написан на языке PHP, для отправки email сообщений используется сторонняя библиотека PHPMailer [3,4,]. PHPMailer — одна из самых популярных PHP библиотек с открытым исходным кодом, предназначенная для отправки email сообщений. Веб-приложение написано на языке PHP использованием Yii Framework.

Для взаимодействия с физической установкой в клиентском приложении реализованы следующие классы: InstalationReader, Ukt38Sh4TrpReader, OwenLibWrapper, InstalationReaderCreator (рис. 7).

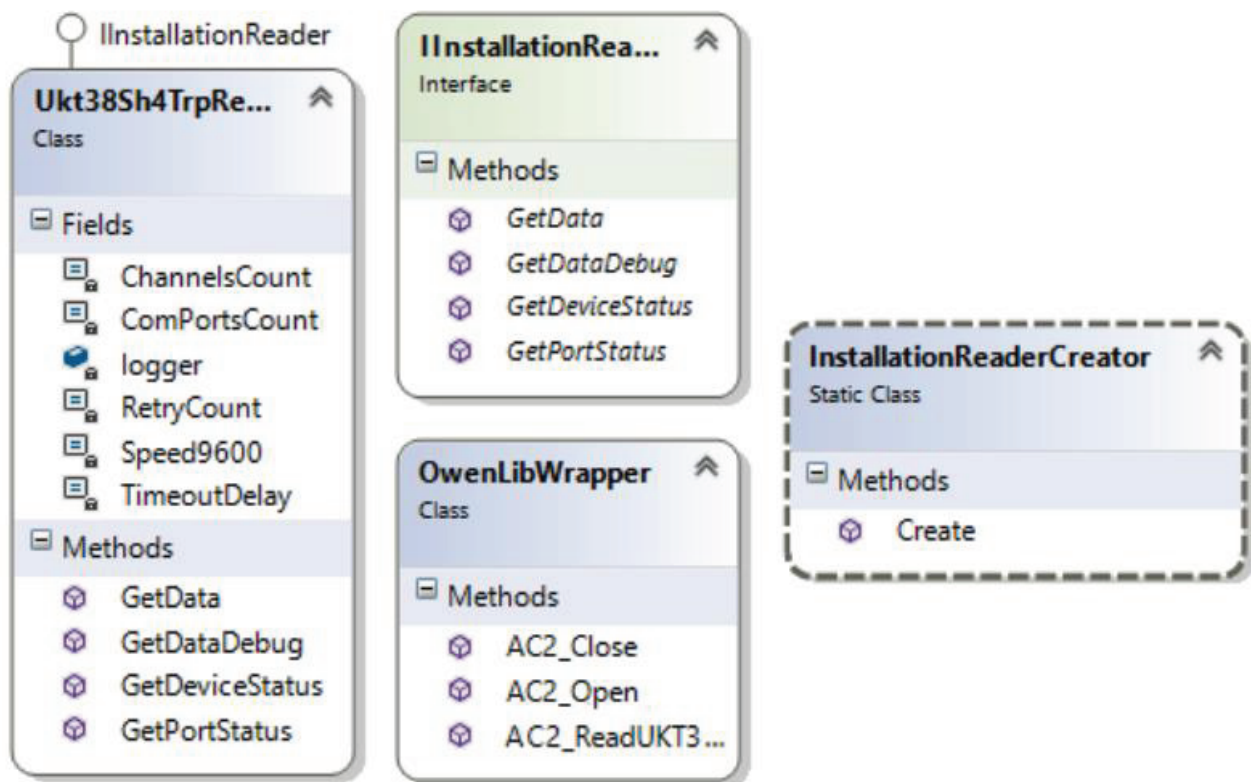


Рисунок 7. Диаграмма классов для взаимодействия с физическими приборами.

Клиентское приложение в фоновом потоке периодически опрашивает подключенные приборы. В случае возникновения каких-либо ошибок в статус бар выводится сообщение ошибки, если показания собраны успешно – показания записываются в базу данных.

Поскольку одним из основных требований является возможность работы в оффлайн режиме, то возникает необходимость не только собирать показания с установок, но и хранить их в локальной базе данных, чтобы во периода отсутствия Интернет-соединения поступающие с установки значения температур не были потеряны.

Также организация локальной базы данных позволяет клиентскому приложению не только собирать показания, но строить различные отчеты и графики по поступающим данным в режиме реального времени, позволяя производить анализ показаний приборов даже в offline режиме. Для хранения показаний приборов

используется MS Access с одной единственной таблицей.

Также организация локальной базы данных позволяет клиентскому приложению не только собирать показания, но строить различные отчеты и графики по поступающим данным в режиме реального времени, позволяя производить анализ показаний приборов даже в offline режиме.

Для отображения различных графиков в клиентском приложении используется класс Chart из пакета DataVisualization.Charting, появившийся в .NET Framework 4. Данный класс позволяет не только отображать графики, но и предоставляет широкие возможности для их настройки, включая использование в качестве точек значения даты и времени, увеличение отдельных областей, а также сохранение графика в формате PNG или PDF.

Для отправки показаний приборов на сервере используется API веб-сервиса, с клиентского приложения по протоколу HTTP, методом POST отправляется файл в JSON формате,

содержащие массив отчетов. Основой HTTP является технология «клиент-сервер», то есть предполагается существование потребителей (клиентов), которые инициируют соединение и посылают запрос, и поставщиков (серверов), которые ожидают

соединения для получения запроса, производят необходимые действия и возвращают обратно сообщение с результатом. За отправку показаний в клиентском приложении используются различные классы (рис. 8).

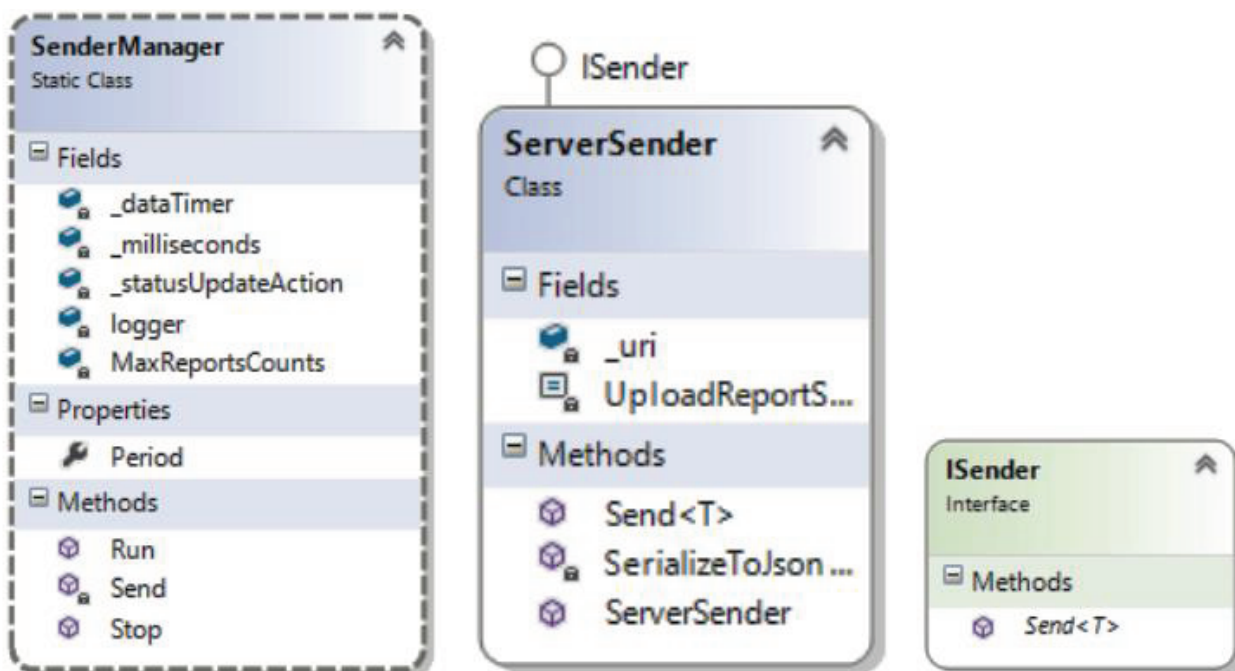


Рисунок 8. Диаграмма используемых классов для отправки показаний.

В качестве системы управления базами данных (СУБД) было решено использовать MySQL, а взаимодействия осуществляются с помощью php расширения mysqli. MySQL — свободная реляционная система управления базами данных. MySQL является решением для малых и средних приложений. Входит в состав серверов WAMP, AppServ, LAMP и в портативные сборки серверов Денвер, ХАМРР. При проектировании базы данных было решено использовать различные таблицы (рис. 9).

Основной задачей веб-сервиса является сбор, обработка и сохранение показаний приборов клиентских установок, которые поступают в виде JSON файла, в имени которого обязательно должен присутствовать токен установки. После получения, файл обрабатывается согласно схеме (рис. 10).

Для того чтобы войти в веб-приложение нужно перейти по следующему адресу: **tpms.team-force.ru/tpms**.

Типы пользователей и их возможности:

- **Гость** - Показания температуры сегодня
- **Зарегистрированный** — дополнительные графиков нет
- **Учащиеся** – все графики
- **Владельцы установок** – все графики, информация о своих установках
- **Администратор** – все графики, информация о пользователях

В рамках исследований была разработана и запатентована новая модификация автоматизированного лабораторного комплекса, дополненная метеостанцией DAVIS instruments Vantage Pro2, которая расширяет возможности теплофизических исследований ограждающих конструкций.

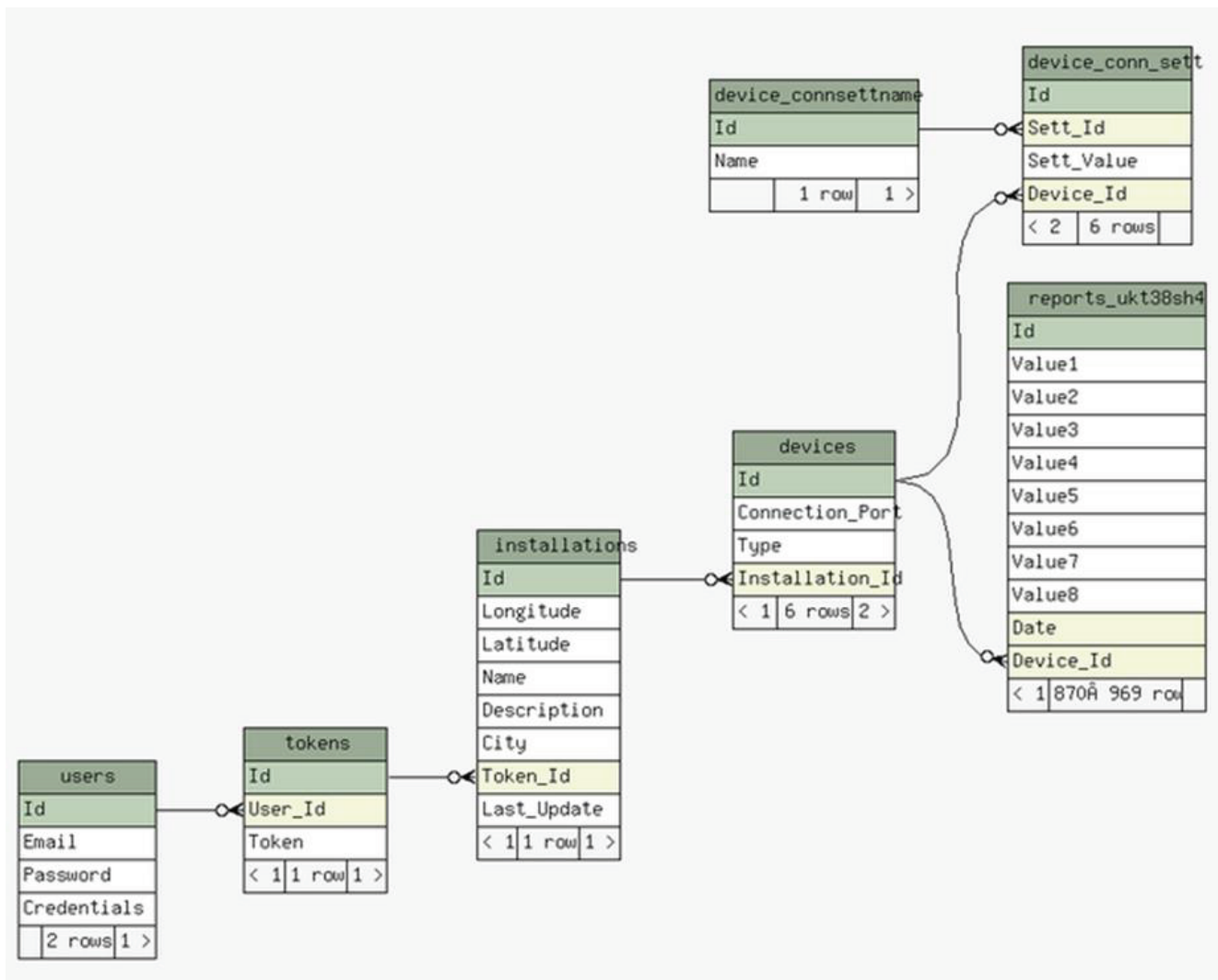


Рисунок 9. ER-диаграмма базы данных.

С помощью сформированной модели функционирования программы и математического алгоритма разработана компьютерная программа для обработки получаемых данных с лабораторной установки, которая позволяет дистанционно наблюдать за всеми изменяющимися параметрами через сеть Интернет. Она расширяет возможности для исследования. Её активно использую студенты института строительства и архитектуры ФГБОУ ВО «ПГТУ» во время научно-исследовательских проектов и выполнения лабораторных работ. Лабораторный комплекс представлен на Московском международном салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед» и Международ-

ном фестивале инноваций, знаний и изобретательства “Tesla Fest-2016”, на которых был удостоен золотых медалей. В 2015 году разработка включена в перечень важнейших научных достижений ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Авдоткин Л. Н.** Применение вычислительной техники и моделирования в архитектурном проектировании. – М.: Стройиздат, 1978. – 255 с.

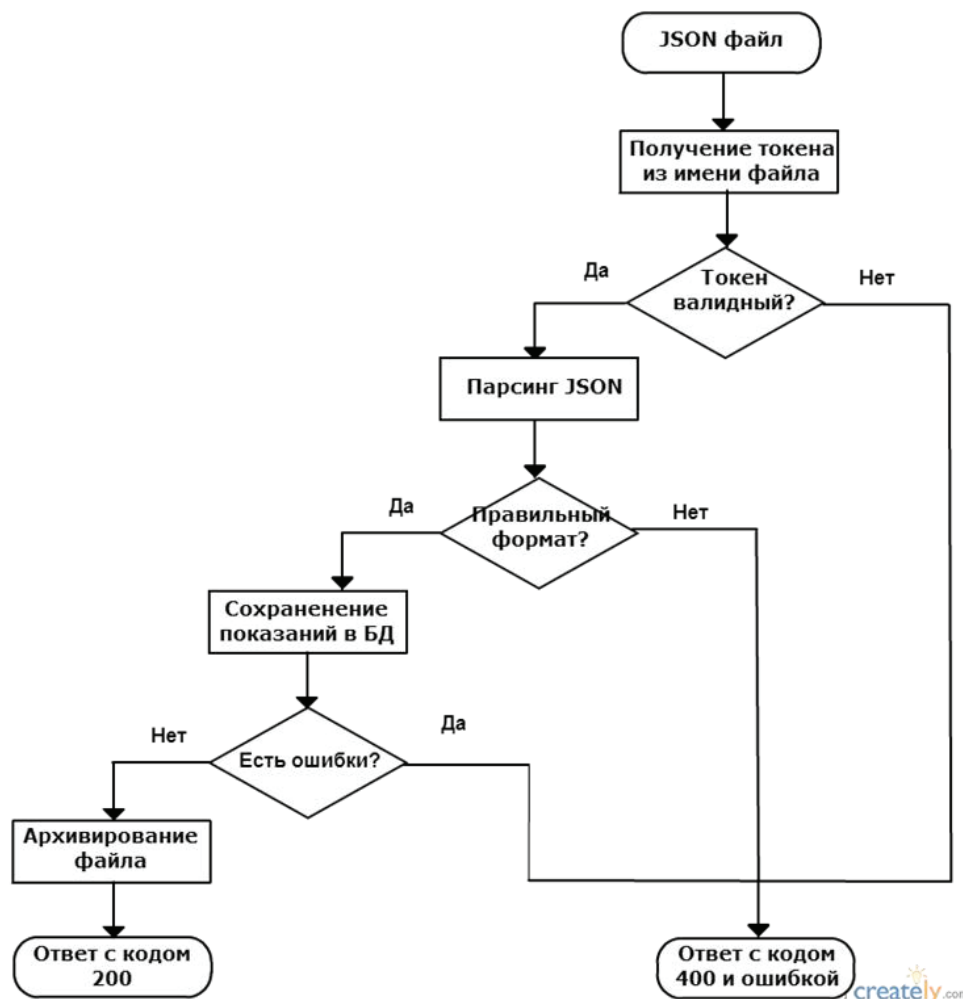


Рисунок 10. Диаграмма действий при обработке файла показаний установки.

2. **Алоян Р.М., Федосов С.В., Мизонов В.Е.** Теоретические основы математического моделирования механических и тепловых процессов в производстве строительных материалов: монография. – Иваново: Ивановский государственный архитектурно-строительный университет, 2011. – 256 с.
3. **Makarov A.** Web Application Development with Yii and PHP. Moscow, Packt Publishing, 2012.
4. **Фаулер М.** Рефакторинг. Улучшение существующего кода. – М: «Символ-Плюс», 2003.
5. **Павлов Г.Н.** Автоматизация архитектурно-строительного проектирования геодезических куполов и оболочек. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (строительство, архитектура)». – Нижний Новгород, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2007. – 245 с.
6. **Патент РФ** на изобретение №2454659. Опубликовано 27.06.2012 г. Бюл. №18. / Способ оценки теплофизических характеристик ограждающих конструкций зданий и сооружений, выполненных из кирпича в зимний период по результатам испытаний в натуральных условиях// Муреев П.Н. и др.
7. **Патент РФ** на полезную модель №124395. Опубликовано 20.01.2013 г. Бюл. №2. / Устройство для определения теплофизических качеств ограждающих конструкций зданий и сооружений в натуральных условиях// Муреев П.Н. и др.

8. **Патент РФ** на полезную модель №146848. Опубликовано 20.10.2014 г. Бюл. №29. / Измеритель тепловых потоков // Муреев П.Н. и др.
9. **Патент РФ** на полезную модель №153276. Опубликовано 10.07.2015 г. Бюл. №19. / Лабораторный комплекс для определения теплофизических характеристик образцов стеновых ограждений при длительных режимах испытаний год и более в натурных условиях // Муреев П.Н. и др.
10. **Патент РФ** на изобретение №2618501. Опубликовано 03.05.2017 г. Бюл. №13./ Способ определения внутри наружного ограждения, выполненного из кирпича, зон, характеризующих квазистационарными условиями теплопередачи при натурных экспериментальных исследованиях в зимний период // Муреев П.Н. и др.
11. **Фокин К. Ф.** Строительная теплотехника ограждающих частей здания. – М.: Стройиздат, 2007. – 319 с.
12. **Федосов С.В.** Тепломассоперенос в технологических процессах строительной индустрии. – Иваново: ИПК «ПресСто», 2010. – 364 с.
13. **Черепашков А.А., Носов Н.В.** Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении. – Новосибирск: ИнФолио, 2009. 642 с.
3. **Makarov A.** Web Application Development with Yii and PHP. Moscow, Packt Publishing, 2012.
4. **Fauler M.** Refactoring. Uluchshenie Sushchestvuyushchego Koda [Refactoring. Improvement of Existing Code]. Moscow, “Simvol-Plyus”, 2003.
5. **Pavlov G.N.** Avtomatizaciya Arhitekturno-Stroitel'nogo Proektirovaniya Geodezicheskikh Kupolov i Obolochek [Automation of Architectural and Structural Design of Geodesic Domes and Shells]. Dissemination for the degree of Doctor of Technical Sciences in specialty 05.13.12 – “Automation systems for design (construction, architecture)”. Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, 2007, 245 pages.
6. **Patent of the Russian Federation** for invention No. 2454659. Published on June 27, 2012 in Bulletin No. 18. Sposob Ocenki Teplofizicheskikh Harakteristik Ograzhdayushchih Konstrukcij Zdanij i Sooruzhenij, Vypolnennyh iz Kirpicha v Zimnij Period po Rezul'tatam Ispytanij v Naturnyh Usloviyah [A Method for Assessing the Thermophysical Parameters of the Enclosing Structures of Buildings and Facilities made of Bricks in Winter by the Results of Tests in Full-Scale Conditions (Mureev PN. and etc.).

REFERENCES

1. **Avdot'in L.N.** Primenenie Vychislitel'noj Tekhniki i Modelirovaniya v Arhitekturnom Proektirovanii [Application of Computer Technology and Modeling in Architectural Design]. Moscow, Strojizdat, 1978, 255 pages.
2. **Aloyan R.M., Fedosov S.V., Mizonov V.E.** Teoreticheskie Osnovy Matematicheskogo Modelirovaniya Mekhanicheskikh i Teplovyh Processov v Proizvodstve Stroitel'nyh Materialov [Theoretical Foundations of Mathematical Modeling of Mechanical and Thermal Processes in the Production of Building Materials]. Ivanovo, Ivanovo State University of Architecture and Civil Engineering, 2011, 256 pages.
7. **Patent of the Russian Federation** for Utility Model No. 124395. Published on January 20 in Bulletin No. 2. Ustrojstvo Dlya Opredeleniya Teplofizicheskikh Kachestv Ograzhdayushchih Konstrukcij Zdanij i Sooruzhenij v Naturnyh Usloviyah [Device for Determining the Thermophysical Qualities of the Enclosing Structures of Buildings and Facilities in Full-Scale Conditions (Mureev PN. and etc.).
8. **Patent of the Russian Federation** for Utility model No. 146848. Published on Octo-

- ber 20, 2014 in Bulletin No. 29. Izmeritel' Teplovyh Potokov [Meter of heat fluxes] (Mureev P.N. and etc.).
9. **Patent of the Russian Federation** for Utility Model No. 153276. Published on October 07, 2015 in Bulletin No. 19. Laboratornyj Kompleks Dlya Opredeleniya Teplofizicheskikh Harakteristik Obrazcov Stenovyh Ograzhdenij pri Dlitel'nyh Rezhimakh Ispytanij God i Bolee v Naturnyh Usloviyah [Laboratory Complex for Determining the Thermophysical Parameters of Specimens of Wall Fences Under Long Test Conditions for a Year or More Under Field Conditions] (Mureev P.N. and etc.).
 10. **The patent of the Russian Federation** for the Invention No. 2618501. Published on May 3, 2017 in Bulletin No. 13. Sposob Opredeleniya Vnutri Naruzhnogo Ograzhdeniya, Vypolnennogo iz Kirpicha, Zon, Harakterizuyushchih Kvazistacionarnymi Usloviyami Teploperedachi pri Naturnyh Eksperimental'nyh Issledovaniyah v Zimnij Period [The Method of Determining Inside an External Fence Made of Bricks, Zones Characterized by Quasistationary Heat Transfer Conditions in Full-Scale Experimental Studies in the Winter] (Mureev P.N. and etc.).
 11. **Fokin K.F.** Stroitel'naya Teplotekhnika Ograzhdayushchih Chastej Zdaniya [Building Heat Engineering of the Enclosing Parts of the Building]. Moscow, Strojizdat, 2007, 319 pages.
 12. **Fedosov S.V.** Teplomassoperenos v Tekhnologicheskikh Processah Stroitel'noj Industrii [Heat and Mass Transfer in the Technological Processes of the Construction Industry]. Ivanovo, IPK "PresSto", 2010, 364 pages.
 13. **Cherepashkov A.A., Nosov N.V.** Komp'yuternye Tekhnologii, Modelirovanie i Avtomatizirovannye Sistemy v Mashinostroenii [Computer technologies, modeling and automated systems in engineering]. Novosibirsk, InFolio, 2009, 642 pages.
- Федосов Сергей Викторович, академик РААСН, доктор технических наук, профессор, президент Ивановского государственного политехнического университета; 153037, Россия, г. Иваново, ул. 8 Марта, д. 20. E-mail: fedosov-academic53@mail.ru.
- Муреев Павел Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Проектирование зданий» Поволжского государственного технологического университета; 424000, Россия, г. Йошкар-Ола, ул. Панфилова, д.17; E-mail: pavel.mureev@yandex.ru.
- Котлов Виталий Геннадьевич, кандидат технических наук, профессор кафедры «Строительные конструкции и водоснабжение», директор института строительства и архитектуры Поволжского государственного технологического университета; 424000, Россия, г. Йошкар-Ола, ул. Панфилова, д.17; E-mail: kotlov.vitaliy@mail.ru.
- Макаров Александр Николаевич, главный инженер Поволжского государственного технологического университета; 424000, Россия, г. Йошкар-Ола, ул. Панфилова, д.17; E-mail: saha240164@mail.ru
- Иванов Андрей Владимирович, ассистент кафедры «Проектирование зданий» Поволжского государственного технологического университета; 424000, Россия, г. Йошкар-Ола, ул. Панфилова, д.17. E-mail: IvanovAVL@volgatech.net
- Sergey V. Fedosov, Full Member of RAACS, Doctor of Technical Sciences, Professor, President of Ivanovo State Polytechnic University; 20, 8 Marta Street, 153037, Ivanovo, RUSSIA. E-mail: fedosov-academic53@mail.ru.
- Pavel N. Mureev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Designing Buildings" Volga State University of Technology; 17, Panfilova Street, 424000, Yoshkar-Ola, RUSSIA. E-mail: pavel.mureev@yandex.ru
- Vitaliy G. Kotlov, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department "Building Structures and Water Supply", Director of the Institute of Construction and Architecture Volga State University of Technology; 17, Panfilova Street, 424000, Yoshkar-Ola, RUSSIA. E-mail: kotlov.vitaliy@mail.ru
- Aleksandr N. Makarov, Chief Engineer Volga State University of Technology; 17, Panfilova Street, 424000, Yoshkar-Ola, RUSSIA; E-mail: saha240164@mail.ru
- Andrey V. Ivanov, Assistant of the Department of Building Design Volga State University of Technology; 17, Panfilova Street, 424000, Yoshkar-Ola, RUSSIA. E-mail: IvanovAVL@volgatech.net.