

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Истратова Е. Е.

*Новосибирский государственный технический университет,
Новосибирск, Россия, istratova@mail.ru*

Аннотация. В статье приведены результаты разработки программного обеспечения для автоматизации мониторинга технического состояния помещений, что позволяет отслеживать все качественные и количественные изменения исследуемых объектов в режиме реального времени, прогнозировать и оперативно реагировать на них в случае необходимости. Практическая значимость работы заключается в снижении затрат на энергетические ресурсы и возможности перехода к автоматизированному регулированию параметров микроклимата.

Ключевые слова: микроклимат, автоматизация, программное обеспечение, техническое состояние.

Abstract. The article presents the results of software development for automating the monitoring of the technical condition of premises, which allows you to track all qualitative and quantitative changes in the objects under study in real time, predict and promptly respond to them if necessary. The practical significance of the work lies in reducing the cost of energy resources and the possibility of transition to automated regulation of microclimate parameters.

Key words: microclimate, automation, software, technical condition.

Проведение мониторинга технического состояния зданий, сооружений и инженерных систем осуществляется в соответствии с порядком и требованиями, указанными в нормативно-правовой базе. Современный спектр ИТ-решений, применяемых для мониторинга технического состояния помещений достаточно разнообразен и включает как отдельные достаточно простые программные продукты, автоматизирующие процессы сбора и хранения данных, поступающих с различных датчиков, так и более сложные платформы, позволяющие обрабатывать исходную информацию и на основе нее принимать решения или делать прогнозы [1; 2]. Выполненный анализ предметной области позволил сделать выводы об актуальности и востребованности темы, связанной с мониторингом технического состояния помещений [3]. Полученные результаты подтверждают, что данная тематика достаточно обширна и охватывает все уровни автоматизированной системы управления технологическими процессами, начиная с уровня оборудования, на котором осуществляется управление датчиками, и заканчивая уровнем операторских и диспетчерских

станций, на которых происходит обработка поступающей информации и принятие решений [4; 5]. Таким образом, цель работы заключалась в реализации программного обеспечения для мониторинга технического состояния помещений. Для реализации указанной цели в рамках работы были решены задачи, связанные с анализом предметной области, предварительным исследованием объекта автоматизации, определением воздействующих на него параметров, разработкой методики определения данных критериев и сопоставления их с требованиями нормативно-правовой документации, разработкой алгоритма работы программного обеспечения, программной реализацией данного алгоритма и тестированием полученного решения.

Исходя из цели и задач работы, функции программного обеспечения для мониторинга технического состояния зданий, сооружений и инженерных систем должны включать следующие действия: прогнозирование и предупреждение аварийных ситуаций путем контроля за параметрами процессов обеспечения функционирования объектов и определения отклонений их текущих значений от нормативных; непрерывность сбора, передачи, обработки информации о значениях параметров процессов обеспечения функционирования объектов; формирование и передачу формализованной оперативной информации о состоянии технологических систем и изменении состояния инженерно-технических конструкций объектов; автоматизированное или принудительное оповещение соответствующих специалистов, отвечающих за безопасность объектов; документирование и регистрацию аварийных ситуаций, а также действий сотрудников.

Работа была выполнена на базе Новосибирского государственного университета архитектуры, дизайна и искусств имени А. Д. Крячкова. В качестве объекта исследования были рассмотрены помещения, расположенные в здании университета. Предметом исследования являлось изучение воздействия совокупности факторов микроклимата помещения на качественные и количественные изменения в техническом состоянии данных площадей.

В результате реализации работы было спроектировано и исследовано программное обеспечение для проведения мониторинга технического состояния помещений университета в режиме реального времени. Научная новизна исследования заключается в разработке собственного математического алгоритма, учитывающего влияние параметров микроклимата внутренней среды на степень и скорость изменения технического состояния исследуемых объектов. Практическая значимость работы состоит в автоматизации мониторинга технического состояния помещений, которая позволяет отслеживать все качественные и количественные изменения исследуемых объектов в режиме реального времени, прогнозировать и оперативно реагировать на них в случае необходимости.

Разрабатываемое программное обеспечение планируется использовать для контроля технического состояния помещений, расположенных в здании университета, имеющего П-образную форму и состоящего из пяти этажей об-

щего назначения и одного подвального этажа, где расположены: складские помещения, электрощитовая, помещение с инженерными коммуникациями, серверная и гардероб. На основных пяти этажах преобладают помещения, предназначенные для проведения занятий. Классификации помещений по функциональному признаку показана на рис. 1.

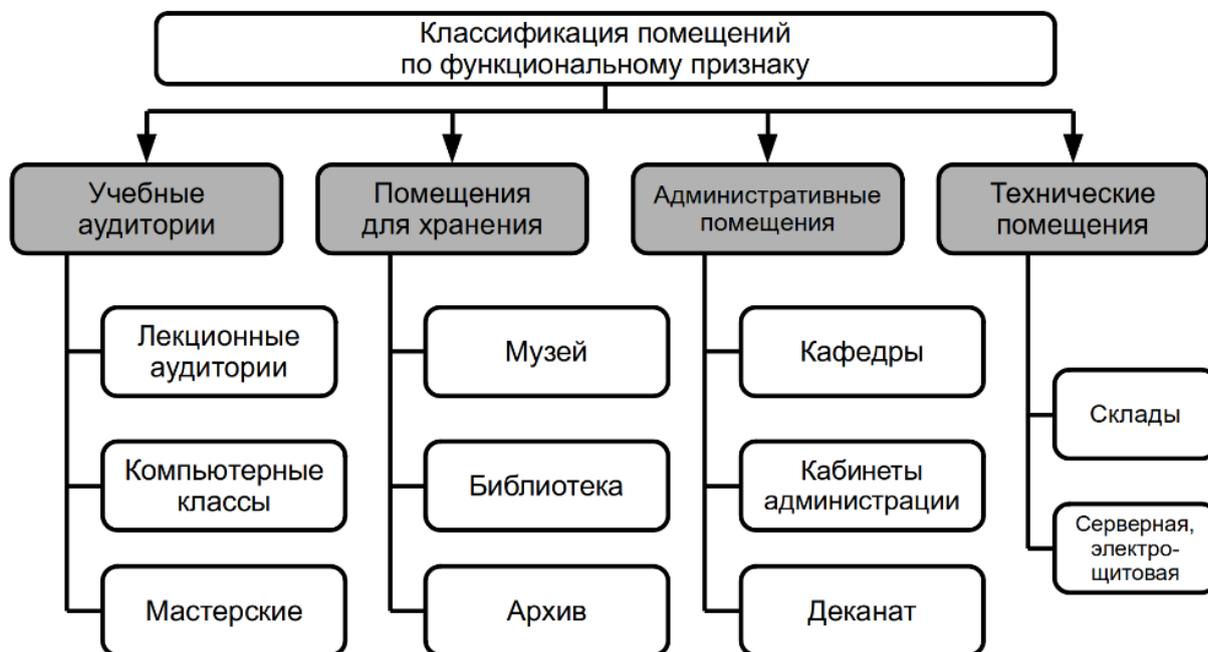


Рисунок 1 – Классификации помещений по функциональному признаку

Согласно функциональному признаку, все помещения университета можно разделить на следующие группы: учебные аудитории; помещения для хранения; административные помещения; технические помещения.

К первой группе относятся: лекционные аудитории, компьютерные классы и мастерские. Лекционные аудитории представляют собой большие по площади помещения с множеством посадочных мест. Данные площади оборудованы компьютером, проектором (телевизором или панелью) и акустической системой для демонстрации теоретического материала, системой отопления и иногда системой кондиционирования. В помещениях лекционного типа применяется комбинированное освещение, включающее в себя как естественное освещение от 3–4 больших окон, так и искусственное общее освещение от трубчатых люминесцентных ламп, равномерно распределенных по поверхности потолка. Система видеонаблюдения в помещениях, относящихся к данной группе, отсутствует. Помещения оборудованы системами кондиционирования воздуха.

Компьютерные классы – это помещения меньшего по площади размера, оборудованные персональными компьютерами в количестве от 10 до 20 единиц. Помещения, относящиеся к данной группе, предназначены для проведе-

ния лабораторных или практических занятий. К каждому рабочему месту подведена группа электрических розеток и одна сетевая розетка стандарта RJ-45. Есть проектор или телевизор. Все компьютерные классы оборудованы системой видеонаблюдения, а также системой кондиционирования для поддержания оптимальной температуры воздуха в летнее время.

В мастерских студенты работают с материалами для рисования и лепки, также в помещениях данного вида осуществляется хранение всех необходимых материалов (глина, краски, образцы скульптур и картин). Для обеспечения надлежащего состояния материалов и работ необходимо поддержание оптимальной влажности и температуры воздуха в мастерских. Также важна освещенность для комфортной работы студентов. В таких аудиториях имеется одно рабочее место с компьютером для работы преподавателя. Установка системы видеонаблюдения не предусмотрена. Помещения оборудованы системами кондиционирования воздуха.

Помещения для хранения включают в себя: музей, библиотеку и архив. Важнейшим условием правильного хранения музейных и библиотечных фондов является поддержание постоянной и необходимой температуры и относительной влажности воздуха в помещении. Категорически запрещается делать перерывы в отоплении и допускать резкие колебания температуры и влажности воздуха, поскольку резкие сезонные и высокие суточные колебания являются основной причиной старения музейных коллекций и архивных документов. Температура воздуха в помещениях для хранения должна быть в пределах от +18 до +20 °С, оптимальными считаются значения относительной влажности в пределах от 55 % до 65 %. Помещения оборудованы системами кондиционирования воздуха. Установка системы видеонаблюдения не предусмотрена.

Кабинеты кафедр и административного персонала, а также деканат оборудованы автоматизированными рабочими местами. На каждом рабочем месте имеется персональный компьютер. На один кабинет предусмотрено одно многофункциональное печатающее устройство, в некоторых случаях установлены дополнительные принтеры. В помещениях, относящихся к данной группе, наличие системы видеонаблюдения не предусмотрено. Для комфортной работы сотрудников в помещениях размещены системы кондиционирования.

К техническим помещениям относятся: серверная, электрощитовая, складские и подвальные помещения, помещения ввода и вывода коммуникаций. Мониторинг технического состояния серверного помещения и электрощитовой является задачей, реализуемой отдельно в целях обеспечения максимального уровня информационной и технической безопасности данных университета. Помещения серверной и электрощитовой оборудованы системами кондиционирования воздуха. Таким образом, на основе классификации помещений университета по функциональному признаку можно выделить основные критерии для оценивания их технического состояния, приведенные в табл. 1.

Таблица 1 – Критерии оценивания технического состояния помещений в зависимости от их категории

Помещения		Критерии				
Категории	Классы	Освещенность	Температура воздуха	Влажность воздуха	Кондиционирование	Видеонаблюдение
Учебные аудитории	Лекционные аудитории	+	+	+	+	-
	Компьютерные классы	+	+	+	+	+
	Мастерские	+	+	+	+	-
Помещения для хранения	Музей	+	+	+	+	-
	Библиотека	+	+	+	+	-
	Архив	+	+	+	+	-
Административные помещения	Кафедры	+	+	+	+	-
	Кабинеты администрации	+	+	+	+	-
	Деканат	+	+	+	+	-
Технические помещения	Склады	-	-	+	-	-
	Серверная, электрощитовая	-	+	+	+	-

Разрабатываемое программное обеспечение предназначено для осуществления мониторинга за техническим состоянием помещений, который достигается за счет контроля таких характеристик, как: температура воздуха в помещении, относительная влажность воздуха в помещении, состояние электропроводки и ее изоляции, уровень освещенности, исправность осветительных приборов, состояние кабель-каналов, работоспособность системы кондиционирования, состояние мебели и факт ее наличия, качество уборки помещения. Все перечисленные характеристики являются входными данными программного обеспечения и одновременно критериями оценки технического состояния помещений университета. Причем сбор и анализ указанных величин осуществляется двумя способами: путем автоматизации сбора данных с датчиков температуры и влажности воздуха, а также путем визуального осмотра пользователем с ролью Контролер. На рис. 2 показана схема обмена информационными потоками для реализуемого программного обеспечения.



Рисунок 2 – Контекстная диаграмма программного обеспечения

В качестве выходной характеристики выступает техническое состояние помещений университета. С точки зрения объективности его оценивания применяются две группы методов, связанные как с выводом результатов визуального осмотра, производимого человеком (субъективный метод), так и с работой различных технических датчиков (объективный метод). В результате оценивания каждым из методов каждому помещению выставляется определенное количество баллов от 0 до 5. Для аппроксимации полученных оценок применяется коэффициент технического состояния, показывающий на сколько субъективная оценка отличается от объективной. Расчет коэффициента осуществляется как отношение разности между количеством баллов, полученных в результате субъективной оценки объекта, и количеством баллов, полученных в результате объективной оценки объекта, к количеству баллов субъективной оценки. Данный коэффициент является комплексной величиной, позволяющей проводить ранжирование помещений университета для определения очередности их ремонта и устранения технических неисправностей.

Готовый программный продукт целесообразно реализовывать на базе клиент-серверной архитектуры. Это объясняется тем, что данная концепция позволит организовать параллельную работу сразу нескольких пользователей. При этом независимая работа сервера обеспечит постоянный доступ к хранимой информации о состоянии помещений. В качестве клиента будут осуществляться подключения со стороны контролера, аналитика и администратора. Ранее определенные роли пользователей подразумевают использование графического интерфейса с различным функционалом.

В структуре программного обеспечения можно выделить три модуля, отличающихся по своему функциональному назначению. Первый модуль реализуется на стороне клиента и отвечает за процессы, связанные с работой графического интерфейса пользователя и логикой работы, которые предоставляются приложением. Причем у каждой роли пользователей планируется реализация собственного функционала. Серверная часть представляет собой совокупность двух модулей: базы данных и сервера. Сервер отвечает за выполнение всех операций, обработку данных и хранение их в базе данных. В базе данных хранится вся необходимая для работы системы информация, в том числе присланные Контролером чек-листы и составленные Аналитиком отчеты. Связь

между клиентами и базой данных реализуется с помощью операций CRUD: CREATE, READ, UPDATE и DELETE, представляющих собой четыре основные операции, необходимые для работы системы управления базой данных. Операции CRUD используются для управления, чтения, вставки, удаления и редактирования данных в таблицах базы данных посредством применения графического интерфейса.

Взаимодействие клиента и сервера планируется реализовать с помощью архитектурного стиля REST, благодаря чему, данные могут быть переданы в качестве параметров REST-запросов. Кроме того, применение REST-запросов напрямую связано с использованием HTTP-методов для реализации процесса отправки данного запроса на сервер. В качестве ключевых HTTP-методов планируется использование следующих:

1. GET – базовый и самый популярный метод, предназначенный для запроса содержимого указанного ресурса.

2. POST – метод, применяемый для передачи пользовательских данных указанному ресурсу и вызываемый при создании новых ресурсов или данных.

3. PUT – метод, используемый для обновления данных.

4. DELETE – метод, применяемый для удаления данных.

В основе применения концепции HTTP лежит технология клиент-сервер, которая подразумевает наличие обязательных следующих компонентов: клиенты, которые иницируют соединение и отправляют запросы; сервер, который ожидает соединения для получения запроса, производит необходимые действия и возвращает сообщение с результатом. Таким образом, выбранная архитектура соответствует всем требованиям, предъявляемым к разработке программного обеспечения для мониторинга состояния помещений.

Хранение всей необходимой информации для функционирования программного обеспечения было выполнено при помощи базы данных. Процесс разработки базы данных включал в себя два основных этапа: проектирование структуры базы данных и ее реализацию. Цель проектирования базы данных заключалась в создании необходимой структуры таблиц для хранения информации о техническом состоянии помещений университета и отслеживании динамики данного процесса. Исходя из проведенного предпроектного исследования, основными функциями базы данных являются следующие: внесение, редактирование, вывод информации о сотрудниках университета, участвующих в процессе мониторинга технического состояния помещений; внесение, редактирование, вывод информации о помещениях университета, подлежащих осуществлению контроля за их техническим состоянием; внесение, редактирование, вывод информации о категориях помещений университета, в соответствии с разработанной классификацией; внесение, редактирование, вывод информации о критериях оценивания технического состояния помещений университета; формирование отчетов о техническом состоянии помещений.

Для реализации цели и функционала структуры базы данных были определены основные сущности, их атрибуты и домены. На основании анализа исходных данных была спроектирована база данных, физическая модель данных которой приведена на рис. 3.

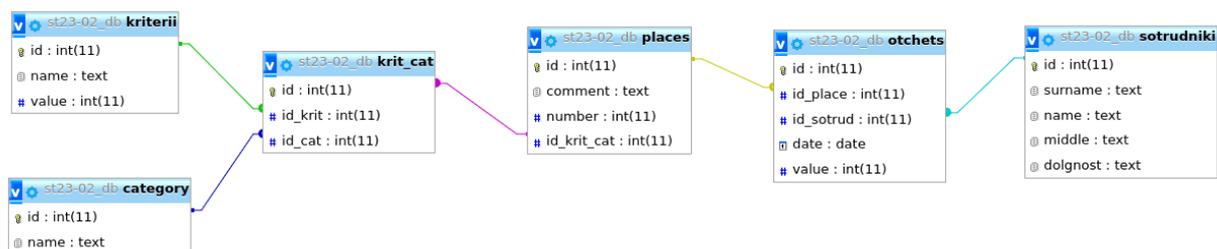


Рисунок 3 – Физическая модель данных

Готовая база данных содержит следующие основные таблицы. Таблица «Sotrudniki» включает информацию о фамилии, имени, отчестве и должности сотрудников, работающих с программным обеспечением. Также таблица содержит поле «Id», означающее, что каждая запись имеет свой уникальный порядковый номер.

В таблице «Places» хранится информация о номерах помещений, присвоенных им в процессе инвентаризации и комментариях к ним. Идентификатор «Id» в таблице выполняет функцию первичного ключа и применяется для связи таблиц между собой. Для связи с категориями и критериями применяется таблица «Krit_cat», позволяющая образовать зависимость между функционалом помещения и критериями для его оценивания.

Таблица «Otchets» содержит информацию о том, какой сотрудник в определенный день и время провел мониторинг технического состояния конкретного помещения.

В таблице «Kriterii» фиксируются наименования и значения оцениваемой характеристики.

Таблица «Category» включает данные о ее наименовании в соответствии с классификацией. Первичный ключ в данной таблице позволяет однозначно идентифицировать каждую запись.

Таким образом, в результате работы была создана база данных, позволяющая хранить и обрабатывать информацию, необходимую для работы программного обеспечения для мониторинга технического состояния помещений в достаточном объеме, а также разработан интерфейс на языке программирования PHP с использованием фреймворка Yii в качестве клиентской части.

Список использованных источников:

1. Брагинский, М. Я. Проектирование и моделирование системы мониторинга оборудования учебной лаборатории / М. Я. Брагинский, Д. В. Тараканов // Вестник кибернетики. – 2022. – № 2 (46). – С. 20–28.

2. Воробьев, В. С. Оценка технического состояния навесных фасадных систем как инструмент энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий / В. С. Воробьев, Н. П. Запашикова // Вестник евразийской науки. – 2021. – № 3 (28). – С. 11–21.

3. A complementary automation control for Internet of Things-based smart home assistance for elder adults [Electronic resource] / A. S. Alfakeeh [et al.] // Pers Ubiquit Compu. – 2021. – Mode of access: <https://doi.org/10.1007/s00779-021-01575-8>. – Date of access: 25.10.2023.

4. Абдрахманов, В. Х. Информационно-измерительная система дистанционного контроля параметров микроклимата / В. Х. Абдрахманов, К. В. Важдаев, Р. Б. Салихов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2022. – № 3. – С. 91–99.

5. Кузнецов, С. М. Обследование здания в рамках строительно-технической экспертизы / С. М. Кузнецов, Н. С. Воловник // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 3 (58). – С. 87–95.