

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ЗАПАСОВ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ И ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Шамрило И.Г.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Швед Е.И. – ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается разработка программного обеспечения для автоматизации учета и контроля хранения опасных химических веществ. Описана архитектура приложения, реализованная на языке C++ с использованием фреймворка Qt. Особое внимание уделено алгоритмам проверки совместимости веществ при размещении на складе, контролю сроков годности и реализации системы отчетности. Предложенное решение направлено на снижение рисков аварийных ситуаций и повышение уровня промышленной безопасности.

Ключевые слова: автоматизация учета, опасные вещества, химическая безопасность, Qt, C++, PostgreSQL.

Введение. Обеспечение безопасного хранения химических веществ является важнейшей задачей для промышленных предприятий, научно-исследовательских лабораторий и образовательных организаций. Нарушение условий хранения, размещение несовместимых реагентов или использование веществ с истекшим сроком годности может привести к пожарам, выбросам токсичных веществ и другим чрезвычайным ситуациям [1].

Традиционные методы учета, основанные на бумажных журналах или универсальных электронных таблицах, не обеспечивают автоматизированного контроля совместимости и сроков годности. Отсутствие встроенных механизмов валидации увеличивает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.

Целью работы является разработка специализированной информационной системы мониторинга и контроля запасов опасных веществ, обеспечивающей централизованный учет, автоматическую проверку условий хранения и формирование отчетности.

Основная часть. Разработанная система представляет собой клиентское приложение, реализованное на языке программирования C++ с использованием фреймворка Qt [2]. Выбор данной технологической платформы обусловлен необходимостью создания производительного и устойчивого программного решения с удобным графическим интерфейсом. Для хранения и обработки данных применяется система управления базами данных PostgreSQL, обеспечивающая поддержку конкурентного доступа и разграничение прав пользователей. Использование PostgreSQL позволяет организовать централизованную структуру хранения информации и обеспечить одновременную работу нескольких сотрудников склада или лаборатории [3].

Информационная модель системы охватывает сведения о химических веществах, их партиях, местах хранения и операциях движения. В каталоге веществ фиксируются наименование, CAS-номер, класс опасности согласно глобальной гармонизированной системе классификации и маркировки химических веществ (GHS), а также дополнительные характеристики, влияющие на условия хранения [4]. Учет ведется по партиям, каждая из которых имеет уникальный идентификатор, дату поступления, срок годности, количество и серийный номер. Пространственная организация склада представлена иерархической структурой, включающей сектора, стеллажи и отдельные ячейки, для которых задаются допустимые параметры температуры, влажности и предельная вместимость.

Ключевым элементом системы является алгоритм приёма партии химического вещества на склад с автоматической проверкой совместимости, данный алгоритм представлен на рисунке 1. Алгоритм реализует многоуровневую систему контроля, охватывающую все этапы от ввода данных до окончательного размещения партии в ячейке хранения.

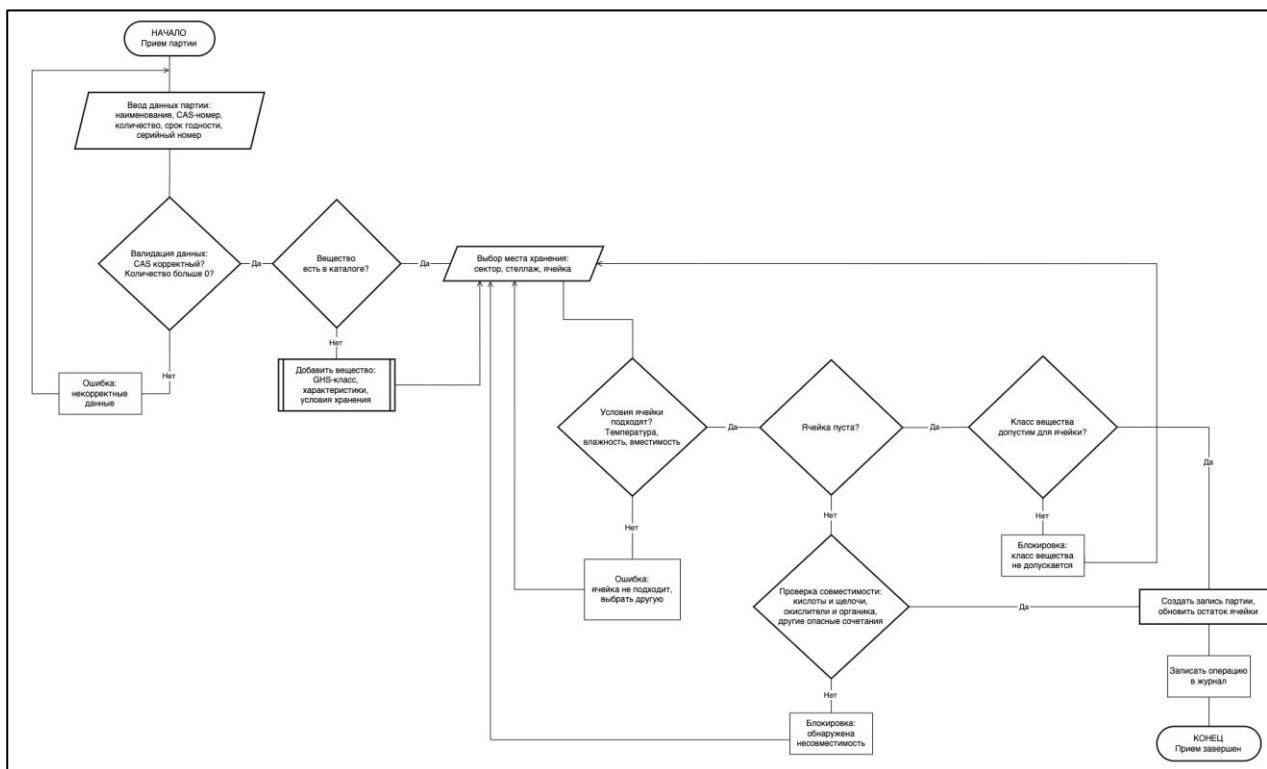


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма приёма партии химического вещества на склад с проверкой совместимости

На первом этапе оператор вводит данные поступающей партии: CAS-номер вещества, количество, срок годности и серийный номер. Система выполняет валидацию введённых данных, проверяя корректность формата CAS-номера, положительность количества и допустимость указанного срока годности. В случае обнаружения ошибок оператору предлагается повторить ввод.

Далее выполняется проверка наличия вещества в каталоге системы. Если вещество с указанным CAS-номером отсутствует, оператору предлагается создать новую запись с указанием класса опасности по GHS, физико-химических характеристик и требуемых условий хранения. После идентификации вещества оператор выбирает ячейку для размещения партии из иерархической структуры склада.

На следующем этапе система проверяет соответствие условий выбранной ячейки требованиям хранения данного вещества. Контролируются допустимые диапазоны температуры и влажности, а также свободная вместимость ячейки. Если условия не соответствуют требованиям, операция отклоняется с предложением выбрать альтернативную ячейку.

Центральным звеном алгоритма является проверка совместимости размещаемого вещества с уже хранящимися в ячейке реагентами. Если ячейка пуста, выполняется проверка допустимости класса вещества для данной ячейки в соответствии с заданными ограничениями хранения. Если в ячейке уже содержатся другие партии, система анализирует принадлежность добавляемого и имеющихся веществ к функциональным группам и сопоставляет их на предмет потенциально опасных сочетаний: кислот и щелочей, окислителей и органических соединений, а также иных опасных комбинаций. Анализ выполняется на основе формализованных правил, заложенных в базе данных, что позволяет гибко расширять перечень проверок без изменения общей архитектуры системы. При выявлении несовместимости операция блокируется, пользователю выводится предупреждение с указанием конкретных конфликтующих веществ, а факт попытки некорректного размещения фиксируется в журнале инцидентов. Таким образом, алгоритм обеспечивает не только контроль текущей операции, но и формирование базы данных потенциально опасных ситуаций.

При успешном прохождении всех проверок в базе данных создается запись о новой партии, обновляется информация о заполненности ячейки, а в журнал операций вносится запись о приеме с указанием ответственного сотрудника, даты и времени выполнения.

Все операции приема, отпуска, перемещения и списания фиксируются в журнале с указанием пользователя, даты и основания выполнения действия. Предусмотрено ведение журнала инцидентов, в котором регистрируются случаи нарушения условий хранения или попытки выполнения некорректных операций.

Заключение. Разработанная система мониторинга и контроля запасов опасных веществ представляет собой специализированное программное решение, ориентированное на обеспечение промышленной и лабораторной безопасности. Использование языка C++ и фреймворка Qt позволило создать производительное клиентское приложение, а применение PostgreSQL обеспечило надежное централизованное хранение данных и поддержку многопользовательского режима.

Внедрение системы способствует снижению риска аварийных ситуаций за счет автоматической проверки корректности размещения химических веществ, предотвращению использования просроченных реагентов и повышению прозрачности складских операций. Перспективы дальнейшего развития связаны с интеграцией системы с датчиками мониторинга микроклимата и расширением аналитических возможностей для прогнозирования потребности в химических реагентах.

Кроме того, разработанное решение может использоваться не только в промышленных условиях, но и в учебных лабораториях и научно-исследовательских центрах, где требуется строгий учет химических реагентов. Универсальность архитектуры и возможность масштабирования делают систему перспективной основой для построения комплексных платформ управления химической безопасностью.

Список литературы

1. Поляков, В. В. Основы безопасности труда и промышленной экологии : учебное пособие / В. В. Поляков. – Москва : КНОРУС, 2020. – 256 с.
2. Шлее, М. Qt 6. Разработка оконных приложений на C++ / М. Шлее. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. – 1024 с.
3. Моргунов, Е. П. PostgreSQL. Основы языка SQL : учебное пособие / Е. П. Моргунов. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. – 336 с.
4. ГОСТ 31340-2013. Предупредительная маркировка химической продукции. Общие требования. – М. : Стандартинформ, 2014. – 46 с.

UDC 004.9:661

SYSTEM OF MONITORING AND CONTROL OF STOCKS OF DANGEROUS SUBSTANCES AND CHEMICAL COMPOUNDS

Shamryla I.G.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shved E.I. – Assistant of the department of EPE

Annotation. The paper considers the development of software for automation of accounting and control of storage of hazardous chemicals. The architecture of the application, implemented in C++ using the Qt framework, is described. Special attention is paid to the algorithms for checking the compatibility of substances during storage, expiration dates and the implementation of a reporting system. The proposed solution is aimed at reducing the risks of emergency situations and increasing the level of industrial safety.

Keywords: accounting automation, hazardous substances, chemical safety, Qt, C++, PostgreSQL.