

УДК 004.3

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ

**Онуфриева Татьяна Александровна,**

кандидат технических наук кафедры «Информационные системы и сети»,

Калужский филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»

[golandroser@gmail.com](mailto:golandroser@gmail.com)

**Голубев Андрей Сергеевич,**

студент 4-го курса бакалавриата,

Калужский филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»

**Разумов Владислав Алексеевич,**

студент 4-го курса бакалавриата

Калужский филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»

### Аннотация

---

Автоматизация производственных процессов на предприятии помогает максимально результативно организовать работу производства, существенно снизив нагрузку на рабочих, за счет правильной организации и планирования производственных процессов и площадей, приведения данных процессов в соответствие с современными требованиями к информационно-измерительным системам. Основным назначением разработки является создание автоматизированной системы хранения инструментов(компонентов). Основой системы является шкаф с набором полок с ячейками. В данной статье рассматривается концепция создания автоматизированной системы хранения инструментов, описываются основные составляющие системы, рассматриваются принципы их взаимодействия, приводится алгоритм работы пользователя с ячейками системы хранения при выполнении операции внесения инструмента по ранее введенным данным технологической карты, определены режимы работы системы. Также рассматриваются вопросы защиты хранения инструментов от кражи. Разработанная система хранения инструментов применима на промышленных предприятиях различного профиля.

---

**Ключевые слова:** автоматизированная система хранения инструментов, технология SPA, back-end, front-end.

---

## **DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED STORAGE SYSTEM**

### **Tatiana A. Onufrieva**

Candidate of Technical Sciences of the Department of Information Systems and Networks, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University» (Kaluga Branch)

[golandroser@gmail.com](mailto:golandroser@gmail.com)

### **Andrey S. Golubev**

4th year undergraduate student,

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University» (Kaluga Branch)

### **Vladislav A. Razumov**

4th year undergraduate student,

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University» (Kaluga Branch)

---

### **ABSTRACT**

---

Automation of production processes at an enterprise helps to organize the work of production as efficiently as possible, significantly reducing the workload on workers, due to the correct organization and planning of production processes and areas, bringing these processes in line with modern requirements for information and measurement systems. The main purpose of the development is to create an automated storage system for tools (components). The basis of the system is a cabinet with a set of shelves with cells. This article discusses the concept of creating an automated tool storage system, describes the main components of the system, considers the principles of their interaction, provides an algorithm for the user's work with the storage system cells when performing the tool insertion operation according to the previously entered data of the flow chart, and defines the operating modes of the system. It also addresses the issues of protecting the storage of tools from theft. The developed tool storage system is applicable at industrial enterprises of various profiles.

---

**Keywords:** automated tool storage system, SPA technology, back-end, front-end.

---

**Введение.**

Автоматизированная система хранения компонентов в общем смысле представляет собой технологическое оборудование, с помощью которого реализуется принцип «goods to man», что в переводе на русский язык означает «товары к человеку»: всё необходимое оборудование выдаётся непосредственно человеку, исчезает потребность поиска и перемещения по производственному участку предприятия.

Автоматизированная система хранения инструмента является одной из разновидностей автоматизированных систем хранения компонентов, основным элементом хранения которой, как следует из названия, выступают инструменты [2].

Применение такой системы на производственном участке приводит к следующим преимуществам:

1. Существенно увеличивается полезное производственное пространство, так как все необходимые компоненты будут структурированно храниться внутри.
2. Такая система может вести учёт количества выданного и введённого инструмента, что позволяет достаточно эффективно организовать контроль за логистикой инструмента в пределах какого-либо производственного помещения, склада. Ведение учёта также может защитить от «кражи» инструмента, так как система хранит записи о том, кому и когда выдан инструмент.
3. Такая система работает круглосуточно, с её помощью можно в любое время контролировать расход и дозаказ инструмента.
4. Существует возможность интеграции с системами бухгалтерского учёта, это позволяет синхронизировать отчётность автоматизированной системы хранения с общей отчётной базой предприятия [1;2].

#### **Основная часть.**

Разрабатываемая система представляет собой комплекс, в составе которого можно выделить следующие части:

- Аппаратная часть;
- Программная часть [4].

*Аппаратная часть* представляет собой непосредственно шкаф – систему хранения. Шкаф состоит из полок, внутри которых располагаются ячейки. Каждая полка оснащена электромеханическими замками, защищающими систему от несанкционированного доступа. Каждая ячейка оснащена индикаторами, которые показывают точное расположение требуемого инструмента. Имеется возможность оборудования ячеек замками. Каждое место хранения имеет проводную связь с компьютером посредством кабеля Ethernet. Время открытия полок и ячеек можно устанавливать.

Внешний вид системы - шкафа разработанной на базе предприятия ООО «Автоматизированные микропроцессорные системы» города Калуги представлен на Рисунок 1.



**Рисунок 1.** Внешний вид АСХ. © Голубев Андрей Сергеевич

Управление системой (УУ) реализовано на базе программируемого микроконтроллера STM32 [3].

Программная часть разрабатываемой системы необходима для организации управления. Программная часть представляет собой Web – приложение, состоящее из трёх составных компонентов: back-end и front-end, клиентская часть взаимодействия с приложением.

*back-end* – это серверная часть приложения, её основные компоненты – модуль взаимодействия с базой данных и модуль взаимодействия с аппаратной частью.

С помощью первого модуля приложение может «обмениваться» информацией с базой данных, выполняя основные CRUD – операции (создание, чтение, обновление, удаление данных). База данных должна хранить все сведения, необходимые для корректной работы всей системы в целом:

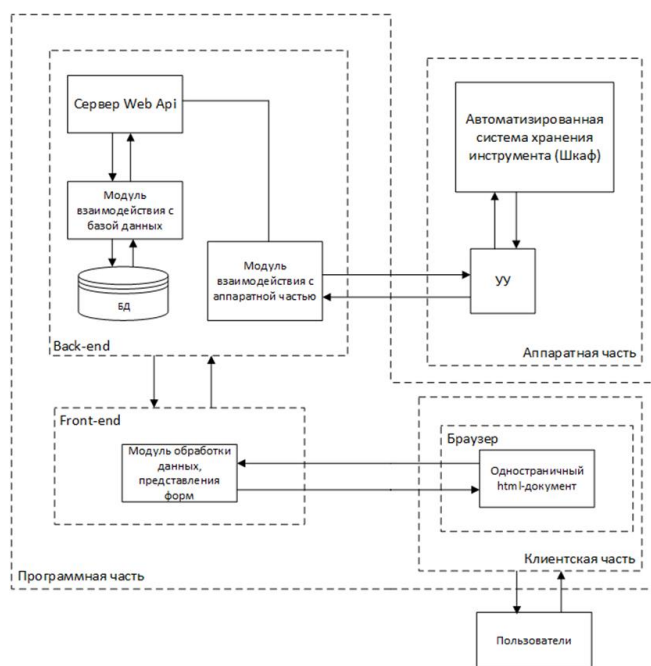
- это информация об инструментах;
- о деталях, которые обрабатываются с помощью инструментов;
- об изделиях, в которые входят детали;
- содержать информацию о пользователях-персонале системы;
- иметь данные, хранящие информацию о времени выдачи или внесении инструмента и т.д.

Второй важной компонентой back-end является модуль (протокол) взаимодействия с аппаратной частью. С его помощью происходит передача управляющих действий на аппаратную часть системы [6].

*front-end* - клиентская сторона пользовательского интерфейса, отвечает за логику отображения данных на странице приложения. Любые действия пользователей на странице первоначально обрабатываются на стороне front-end, а лишь потом идёт обращение к серверной части приложения. front-end взаимодействует с back-end посредством запросов.

В состав ПО клиентской части приложения включается браузер, внутри которого в качестве вкладки открыта web – страница приложения.

Обобщенная структурная схема разработанной нами системы представлена на Рисунок 2.



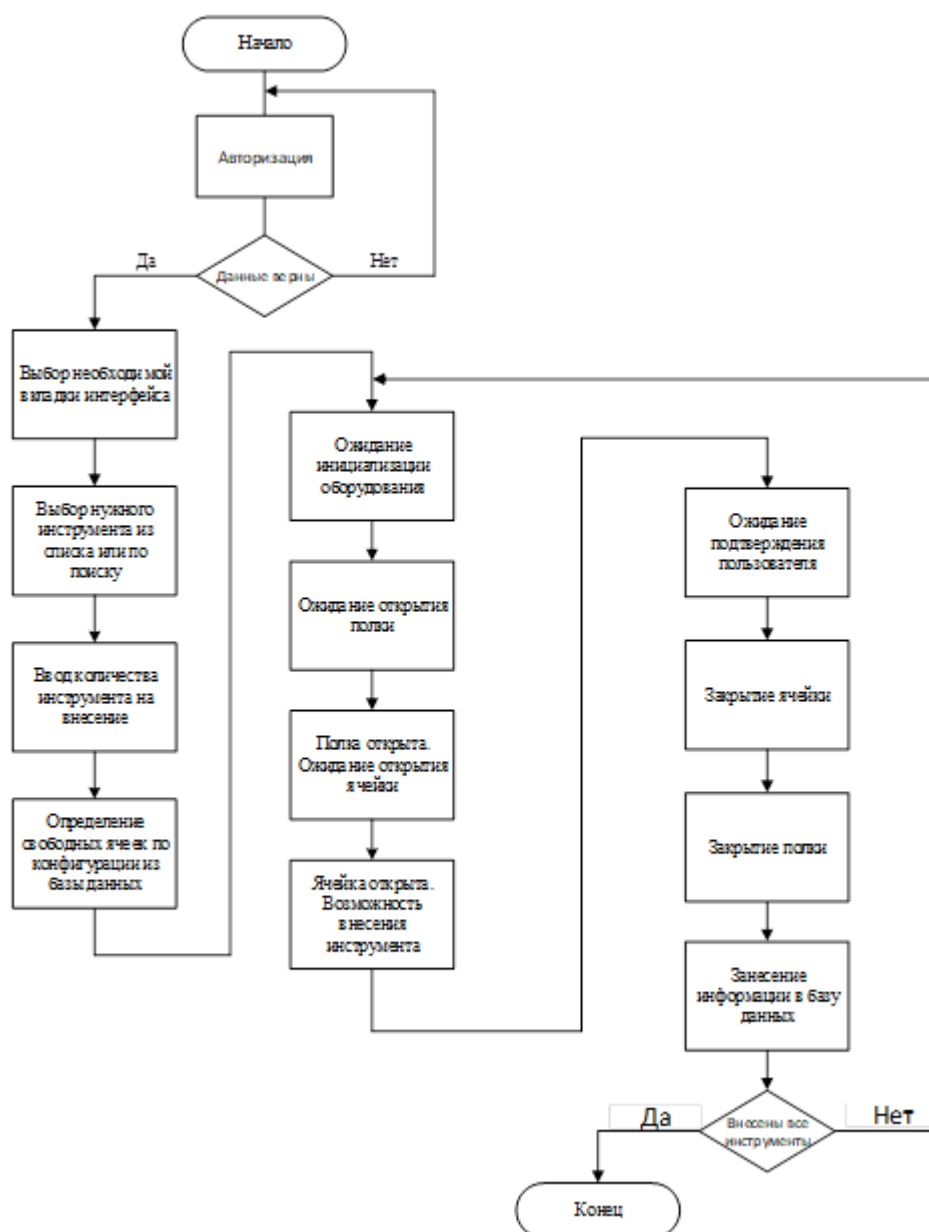
**Рисунок 2.** Структура автоматизированной системы хранения инструментов

Для обеспечения максимального быстродействия и организации с точки зрения структуры неделимого вида приложения была выбрана технология SPA – технология одностраничных Web – приложений [5].

В систему хранения были интегрированы «роли», позволяющие разграничить доступ к системе, защитить дорогостоящий инструмент от несанкционированного доступа. В структуре персонала, осуществляющего работу с автоматизированной системой, выделено несколько основных «ролей»:

- *Администратор.* Администратор у системы один. В задачи администратора входит формирование базы пользователей, определение ролей пользователей, определение конфигурации оборудования, составление номенклатурной базы изделий, деталей, операций, инструментов, возможность настройки синхронизации с базой бухгалтерского учёта.
- *Планировщик сменного задания.* В обязанности человека, отмеченного этой ролью, входит формирование сменного задания на определённую дату. По составленному сменному заданию системой должны быть определены инструменты, необходимые к выдаче.
- *Кладовщик.* В задачи кладовщика входит внесение и выдача инструмента на руки персонала. Для кладовщика также предусмотрена возможность получения отчётной информации об инструментах на руках определённых пользователей.
- *Рабочий.* Пользователи, имеющие эту роль, могут получать инструменты по заданному для них сменному заданию, по изделию или непосредственно по наименованию инструмента.

В качестве примера приведен разработанный нами алгоритм работы «кладовщика» для операции внесения инструмента. Алгоритм представлен на рисунке 3.



**Рисунок 3.** Алгоритм действий «кладовщика» при внесении инструмента

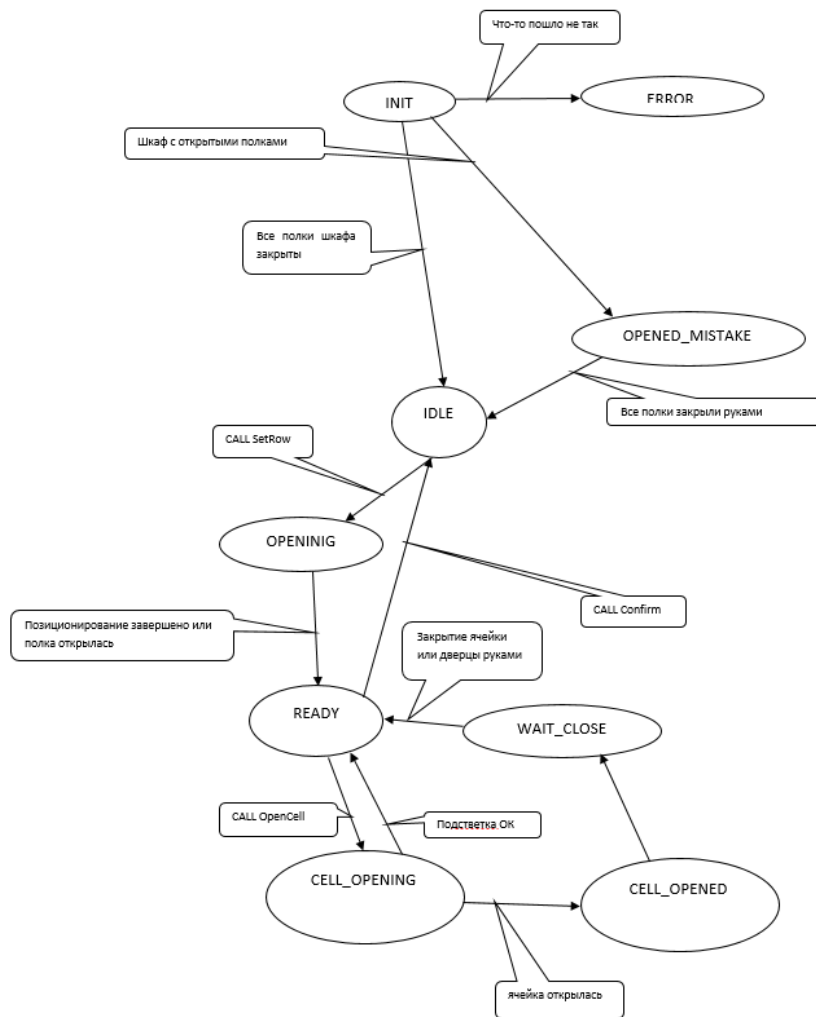
Как видно из Рисунок 3, для работы пользователю необходимо авторизоваться.

Этап авторизации предполагает ввод логина и пароля или сканирование карты с кодом доступа в систему. Если данные введены неверно или считан недопустимый авторизационный код, то пользователь не сможет войти в систему.

Для выполнения операции по внесению инструмента необходимо выбрать соответствующий пункт интерфейсного меню. С помощью контекстного поиска можно найти нужный инструмент, необходимо указать количество инструмента на внесение или можно выбрать программу изготовления детали (монтажной платы) и программа выдаст каталог деталей и последовательность действий в соответствии с технологической картой.

Системой (по данным из базы данных) определяются свободные ячейки внутри шкафа, после чего начинается процедура работы непосредственно со шкафом.

Условно шкаф может находиться в состояниях, указанных на **Ошибка! Источник ссылки не найден.**



**Рисунок 4.** Состояние системы (шкафа хранения)  
Состояния и их описание приведены в Таблица 1.

**Таблица 1.** Состояния системы и их описание

Состояние	Описание
INIT	установка связи, инициализация
OPENED_MISTAKE	ошибочное состояние полки. В исходном состоянии должны быть закрыты все полки и ячейки
ERROR	иные ошибки оборудования
IDLE	нормальное исходное состояние оборудования, готовность выполнять пользовательские команды

OPENINIG	процесс открытия полки
READY	полка открыта
CELL_OPENING	процесс открытия ячейки
CELL_OPENED	ячейка открыта, возможность внесения (или выдачи) инструмента
WAIT_CLOSE	ожидание закрытия ячейки пользователем

Условное обозначение методов для взаимодействия представлено в

Таблица 2.

**Таблица 2.** Методы взаимодействия с оборудованием

Метод	Описание
SetRow	начать сеанс работы с оборудованием (открыть полку)
OpenCell	открыть (подсветить ячейку) полки
Confirm	Закончить сеанс работы с единицей оборудования

Для открытия ячейки, в которую можно будет вложить инструмент, необходимо выполнение следующих шагов:

- Оборудование из состояния INIT должно перейти в состояние IDLE (при этом в случае возникновения ошибок система может перейти в два состояния – ERROR и OPENED\_MISTAKE). Второе состояние ошибки не является критическим, так как пользователю необходимо будет произвести ручную операцию закрытия полок, после чего система автоматически в состоянии IDLE. Первое состояние ошибки критическое и сигнализирует о неисправности системы в целом.
- Из состояния IDLE с помощью метода SetRow происходит открытие одной из необходимых полок шкафа.
- Когда полка будет полностью выдвинута, система должна перейти в состояние READY. Методом OpenCell производится открытие ячейки, когда ячейка будет открыта, система перейдет в состояние CELL\_OPENED, об этом сигнализирует подсветка.
- Именно на этом этапе возможно внесение инструмента.
- Ячейку, а потом и полку необходимо закрыть, подтвердив окончание действия с оборудованием методом Confirm.

Если были внесены все необходимые инструменты, то алгоритм по внесению инструмента считается законченным, иначе же внесение нового инструмента соответствует выполнению шагов алгоритма, описанного выше.

#### **Заключение.**

В ходе выполнения исследования была разработана и реализована автоматизированная система хранения инструментов в виде функционирующей модели,

ориентированной на эффективное управление производством, для решения задачи хранения разных типов компонентов оснастки и расходных материалов для производства монтажных плат. Данная система была опробована на базе предприятия ООО «Автоматизированные микропроцессорные системы» города Калуги.

В рамках данной статьи были определены основные элементы системы, этапы разработки, дано краткое описание элементов, определены выполняемые ими функции. В структуре персонала, осуществляющего работу с автоматизированной системой, выделены основные роли пользователей системы, определено их назначение. Дальнейшее совершенствование системы связано с возможностью интеграции с системами бухгалтерского учета.

Практическое значение предлагаемой разработки состоит в возможности реализации на её основе автоматизированных систем хранения для предприятий различного профиля.

### Список литературы.

1. Голобоков К. Автоматизация хранения комплектующих на производстве [Текст] / К. Голобоков // Электроника: Наука, Технология, Бизнес – 2016. – №9. – С. 158–161.
2. Тукфеев Р. Автоматизированные системы хранения. Новая реальность складской логистики [Текст] / Р. Тукфеев // Технологии в электронной промышленности – 2018. – №7. – С. 68–71.
3. Герасимов А.В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами : учебное пособие / Герасимов А.В.. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. – 123 с.
4. Гутгарц, Р. Д. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления : учебное пособие для академического бакалавриата / Р. Д. Гутгарц. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 304 с.
5. Сычев, А.В. Перспективные технологии и языки веб-разработки / А.В. Сычев. - М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 494 с.
6. Тузовский, А. Ф. Проектирование и разработка web-приложений : учебное пособие / А. Ф. Тузовский. – Томск : ТПУ, 2014. – 219 с.

### References.

1. Golobokov K. Automation of storage of components in production [Text] / K. Golobokov // Electronics: Science, Technology, Business - 2016. - №9. - p. 158-161.
2. Tukfeev R. Automated storage systems. New reality of warehouse logistics [Text] / R. Tukfeev // Technologies in the electronics industry - 2018. - №7. - p. 68-71.
3. Gerasimov A.V. Design of automated control systems for technological processes: textbook / Gerasimov A.V. - Kazan: Kazan National Research Technological University, 2016. - 123 p.
4. Gutgartz, R.D. Designing automated information processing and control systems: a textbook for academic bachelor's degree / R.D. Gutgartz. - Moscow: Yurayt Publishing House, 2019. - 304 p.

5. Sychev, A.V. Advanced technologies and languages of web development / A.V. Sychev. - М.: National Open University "INTUIT", 2016. - 494 p.
6. Tuzovskiy, AF Design and development of web-applications: a tutorial / AF Tuzovskiy. - Tomsk: TPU, 2014.- 219 p.