



## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.389

### Доступное решение по автоматизации рабочего места комплектовщика на машиностроительном предприятии

*Н.А. Прудников, Д.В. Тринц*

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

**Аннотация.** Рассматривается проблема автоматизации рабочего места комплектовщика на машиностроительном предприятии и ее возможное решение на базе Arduino. Целью работы является исследование процесса комплектования заказов и его влияния на производительность и временные затраты в производственном процессе. Предложено создание полуавтоматизированной системы сборки по свету (Pick-to-Light) на Arduino UNO с возможностью работы со смартфоном.

**Ключевые слова:** Arduino UNO, Pick-to-Light, автоматизация, комплектование заказа.

### An Affordable Solution for Automation of a Picker's Workplace at a Machine-Building Enterprise

*Nikolay A Prudnikov, Dmitriy V Trints*

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

**Abstract.** The article deals with the problem of automation of a picker's workplace at a machine-building enterprise and its possible solution based on Arduino. The work objective is to study the problem of picking orders, and its impact on productivity and time costs in the production process. It is proposed to create a semi-automated light assembly system (Pick-to-Light) on Arduino UNO with the possibility to work with a smartphone.

**Keywords:** Arduino UNO, Pick-to-Light, automation, order picking.

**Введение.** В настоящее время активно развиваются малые предприятия, производящие сборку различных изделий из однотипных деталей или агрегатов. Большое значение на таких предприятиях придается быстрой сборке изделий. Для того чтобы ее обеспечить, нужно произвести комплектацию деталей и агрегатов на складе и передачу их на производственную линию в минимально возможные сроки. Кроме того, существуют компании-дистрибьюторы, которые обеспечивают такие предприятия комплектующими. И их растущие объемы продаж создают нагрузку на процесс комплектования заказов и, как следствие, на работу складского отдела предприятия, осуществляющего сборку. Поэтому исследование проблемы комплектования заказов, его влияния на производительность труда и временные затраты в производственном процессе является важной и актуальной задачей.

**Основная часть. Качественная комплектация и ее проблемы.** Своевременное обеспечение комплектующими ощутимо влияет на качество работы склада и предприятия в целом. Оно формирует имидж компании, её конкурентоспособность на том или ином уровне. И потому от того, насколько четко организован на производстве процесс комплектации, зависит качество обслуживания клиентов, а высокое качество вызывает еще большую лояльность у существующих клиентов, способствует привлечению новых и приводит к увеличению заказов и повышению прибыли.

Возрастающее число компаний-дистрибьютеров, увеличение трафика грузопотока и количества клиентов, требующих поставок мелких или крупных заказов частыми партиями, вынуждают предприятия искать способы повышения производительности данного процесса на складе и сокращение цикла заказа. Существующие проблемы — это время комплектации товара и несоблюдение точности подборки заказов, которые приводят к недостатку, пересортице и т. д. Большое количество ошибок чревато значительными издержками и потерей репутации предприятием. Согласно последним статистическим данным, стоимость одной ошибки оценивается примерно в \$ 100 [1].

Заказы клиента должны быть исполнены в минимальные сроки и с максимальной точностью — именно два этих показателя являются важнейшими критериями оценки процесса комплектации на складе. Особенно это актуально для компаний-дистрибуторов, осуществляющих как крупные оптовые отгрузки, так и большое количество мелких розничных, причем отгрузки могут осуществляться как партиями, так и поштучно [2].

**Комплектация в производственном процессе.** На производственном складе сборка заказа занимает больше половины времени осуществления всех операций, это можно увидеть на рис. 1.



Рис. 1. Распределение затрат на складе по операциям, % годовых эксплуатационных расходов

Если же рассматривать организацию процесса комплектации изнутри, то, как показывает практика, до 40 % времени и усилий комплектовщика уходит на перемещение между ячейками и отбор товара, а 30 % — на работу со сборочными листами (рис. 2).



Рис. 2. Распределение времени комплектовщика в течение рабочего дня, %

На данный момент большие заводы решили проблему с комплектацией, установив дорогостоящее оборудование на складах, окупая его объёмами производства и временем жизни предприятия.

Для малых компаний необходимы дешёвые и высокопроизводительные решения, чтобы можно было легко внедрить их в действующую систему, обучить персонал, получить быструю окупаемость.

Из всех представленных на рынке решений самой эффективной и легко внедряемой является система подборки по свету (Pick-to-Light).

**Решение проблемы.** Данная система создается на базе микроконтроллера Arduino с применением подборки комплектующих по системе Pick-to-Light и добавлением управления по смартфону или планшету, при помощи его будут выбираться изделия для сборки и выводиться сведения о наличии комплектующих в базе данных, для этого используются MySQL (рис. 3).

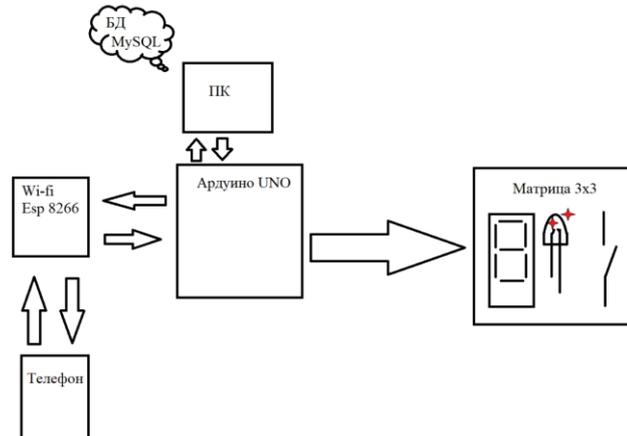


Рис. 3. Структурная схема предложенного решения

В структурной схеме данного решения под матрицей подразумевается стеллаж склада, он разбит на ячейки, в которых находятся комплектующие. В каждой ячейке матрицы находится семисегментный индикатор с общим катодом, показывающий необходимое количество комплектующих для заказа, нужная ячейка подсвечивается светодиодом, имеется также кнопка обратной связи для выключения ячейки после взятия комплектующих на Arduino UNO.

Как видно на принципиальной электрической схеме, изображенной на рис. 4, работа матрицы основана на динамической индикации, в основе которой лежит дешифратор, на него приходит сигнал с Arduino UNO и создает строб сигнал для индикатора и светодиода [3]. Обратная связь основана на делителе напряжения, к которому на нагрузку подключена кнопка с определённым резистором, при нажатии на неё будет выдаваться сигнал определенного уровня напряжения, этот сигнал считывается АЦП в Arduino UNO и меняет код для динамической индикации.

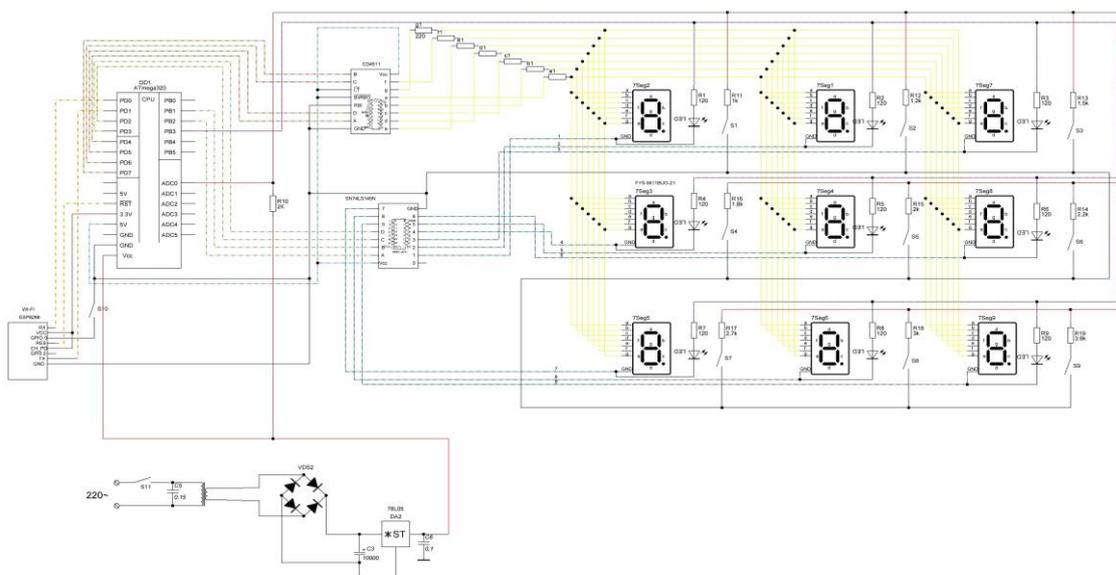


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема предложенного решения

База данных может быть выполнена как в «Облаке», так и на самом компьютере, для большей безопасности её лучше выполнять на самом компьютере, базу данных можно выбрать любую из тех, которые могут работать с микроконтроллером Arduino. В данном примере это MySQL.

Для работы Arduino UNO с телефоном используется Wi-Fi модуль Esp 8266, данный модуль распространён, он легок в обращении как со стороны программной, так и аппаратной части.

Смартфон, планшет можно использовать любые.

Arduino UNO можно заменить на любой другой микроконтроллер, который будет не хуже, чем AtMega 328.

**Заключение.** В результате изучения проблемы комплектации выявлено, что очень много времени занимает комплектация товаров с помощью сборочного листа. Зачастую она приводит к ошибкам со стороны сборщика. Для решения данной проблемы авторами предложена вариация системы, которая, в отличие от дорогих аналогов, обладает такими плюсами, как дешевизна, короткий срок окупаемости, легкость внедрения, возможность расширения и добавления функционала под конкретное производство.

#### Библиографический список

1. Пензев В. Средства комплектации при подборе заказов. *Журнал практической логистики «Склад&Техника»*. 2017;10. URL: <https://sitmag.ru/article/13795-podhody-k-komplektatsii-zakazov-i-sistemy-upravleniya-podborom-i-sortirovki-tovara-v-zakaz-sups-sredstva-komplektatsii-pri-podbore-zakazov-ch-1> (дата обращения: 02.12.2022).

2. Тенденции в технологиях комплектации. *Журнал практической логистики «Склад&Техника»*. 2006;12. URL: <https://sitmag.ru/article/10562-tendentsii-v-tehnologiyah-komplektatsii-light-i-voise-sorevnuyutsya> (дата обращения: 02.12.2022).

3. Динамическая индикация. Программирование микроконтроллеров AVR. *Diodov.net*. URL: <https://diodov.net/dinamicheskaya-indikatsiya-programmirovanie-mikrokontrollerov-avr/> (дата обращения: 02.12.2022).

*Об авторах:*

**Прудников Николай Андреевич**, студент кафедры «Электротехника и электроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [santab2013@yandex.ru](mailto:santab2013@yandex.ru)

**Тринц Дмитрий Викторович**, старший преподаватель кафедры «Электротехника и электроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [dtrinz@mail.ru](mailto:dtrinz@mail.ru)

*About the Authors:*

**Nikolay A Prudnikov**, student of the Electrical and Electronics Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [santab2013@yandex.ru](mailto:santab2013@yandex.ru)

**Dmitriy V Trints**, senior lecturer of the Electrical and Electronics Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [dtrinz@mail.ru](mailto:dtrinz@mail.ru)