

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.
Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"

Команда: Газировка

Авторы: Ляпер А.А.

Школа: Лицей 1523 Предуниверситария НИЯУ МИФИ

2025

1. Цель и задачи работы

Необходимо разработать устройство, позволяющее производить смешивание жидкостей с максимальной точностью и выдавать напиток пользователю.

Постановка задачи:

Главной задачей является разработка программно-аппаратного комплекса (ПАК), способного производить смешивание жидкостей по заданному рецепту с необходимой точностью и предоставлять возможность пользователям забрать напиток из определенной зоны. Предлагается разработать устройство любого конструктивного исполнения, со следующими требованиями:

1. При разработке могут использоваться как готовые аппаратные модули (Arduino, Raspberry и др.), так и разработана собственная электротехническая схема (изготовление печатной платы, пайка компонентов и др.).

2. Конструкция ПАК должна быть стационарной (без использования мобильных мехатронных платформ или готовых конструкторов) и обеспечивать устойчивость на ровной поверхности при работе.

3. Разрабатываемый ПАК должен состоять из следующих подсистем:

- a. подсистема смешивания жидкостей (ПСЖ);
- b. подсистема приема и выдачи заказов (ППВЗ).

4. ПАК должен иметь возможность смешивания жидкостей для выполнения заказов по 6 рецептам:

- a. Газированная вода (50 мл.)
- b. Мятный сироп (10 мл.)
- c. Апельсиновый сок (40 мл.)
- d. Лимонад “Мятный” (80 мл. газированной воды + 20 мл. мятного сиропа).
- e. Лимонад “Заводной апельсин” (30 мл. газированной воды + 50 мл. апельсинового сока).

f. Лимонад ‘Тройной’ (35 мл. газированной воды + 45 мл. апельсинового сока + 10 мл. мятного сиропа)

5. Подсистема ПСЖ должна представлять из себя комплексную конструкцию из трех секций: зоны установки емкостей с жидкостями, диспенсер для смешивания жидкостей и наливания жидкости в мерные стаканы, зона размещения мерных стаканов. К подсистеме ПСЖ предъявляются следующие требования:

a. Зона установки емкостей с жидкостями должна предоставлять возможность установки как минимум трех емкостей объем не менее 1 литра.

b. В качестве жидкостей для смешивания должны быть использованы три жидкости: газированная вода (прозрачного цвета), мятный сироп (зеленого цвета), апельсиновый сок (желтого цвета). Использование других жидкостей запрещается.

c. Емкости с жидкостями должны быть расположены в зоне установки емкостей строго вертикально, отверстием вниз.

d. Емкости должны иметь только одно отверстие (снизу) и были полностью герметичными (жидкость не должны выливаться из емкости после ее расположения в зоне установки). Жидкость может быть транспортирована только в диспенсер для смешивания жидкостей.

e. Емкости с жидкостями должны быть зафиксированы в зоне установки любым конструктивным способом. При этом должна обеспечиваться возможность замены емкости на другую.

f. Диспенсер должен предоставлять возможность смешивания жидкостей и наливания их в мерные стаканы. Также система должна предоставлять возможность наливания каждой жидкости по отдельности.

g. В качестве мерных стаканов должны использоваться строго мерные стаканы объемом 100 миллилитров. Запрещено использование мерных стаканов собственного производства.

h. Минимальное количество мерных стаканов, которые могут быть расположены в зоне размещения мерных стаканов – 4.

i. Диспенсер должен быть автоматизирован и предоставлять возможность наливания жидкостей во все мерные стаканы, которые в данный момент находятся в зоне размещения мерных стаканов. Диспенсер должен иметь возможность кинематического движения для позиционирования относительно конкретного мерного стакана.

j. Наливание каждой отдельной жидкости должно происходить поочередно, одновременно наполнение мерного стакана несколькими жидкостями должно быть исключено.

k. В момент работы диспенсера зона размещения мерных стаканов должна быть стационарной (стаканы не должны перемещаться).

l. Зона размещения мерных стаканов должна иметь возможность определения наличия мерных стаканов на своих позициях. Данное условие может быть реализовано в любом конструктивном исполнении (датчики веса, фотоэлементы, механические подсистемы и т.п.).

m. В случае, если в момент работы диспенсера мерный стакан перемещается из зоны расположения мерных стаканов, работа диспенсера должна быть остановлена. Работ диспенсера может быть возобновлена только после повторного появления мерного стакана в зоне расположения мерных стаканов.

n. Жидкости должны попадать только в мерные стаканы, пролитие жидкостей должно быть исключено.

6. К подсистеме ППВЗ предъявляются следующие требования:

a. Подсистема может быть реализована в любом конструктивном исполнении в соответствии с общими ограничениями к устройству.

b. Подсистема должна обеспечивать возможность приема заказа на смешивание жидкостей в соответствии с 6 рецептами, описанными выше.

c. Заказ должен состоять минимум из 1 напитка и максимум из 4 напитков.

d. Процедура добавления напитков в заказ может быть реализована любым способом (мобильное приложение, кнопочный ввод и т.п.), но

исключается подключение ПАК непосредственно к персональному компьютеру.

е. После окончания формирования заказа пользователем ПАК должен получить от пользователя команду о выполнении заказа. Команда может быть передана любым способом (голосовая команда, нажатие кнопки и т.п.), но исключается подключение ПАК непосредственно к персональному компьютеру.

ф. После получения ПАК команды от пользователя на выполнение заказа ППВЗ передает команду в ПСЖ о необходимости старта процедуры смешивания напитков.

г. После окончания ПСЖ и процедуры смешивания напитков, мерные стаканы должны быть последовательно перемещены в зону приема и выдачи заказов. Каждый следующий мерный стакан должен попадать в зону приема и выдачи заказов только после того, как предыдущий мерный стакан был изъят из зоны. Мерный стакан в зоне расположения мерных стаканов. Диспенсер Зона установки емкостей с жидкостями. Зона приема и выдачи заказов.

h. Конструкция ПАК должна подразумевать возможность изъятия только 1 мерного стакана из зоны приема и выдачи заказов одновременно (изъятие нескольких мерных стаканов одновременно должно быть исключено).

і. Перемещение мерных стаканов из зоны их расположения в зону приема и выдачи заказов должно происходить в автоматизированном режиме. Кинематическая модель перемещения мерных стаканов может быть реализована в любом конструктивном исполнении. Ручное перемещение мерных стаканов из зоны из расположения в зону выдачи должно быть исключено.

ј. После того, как все мерные стаканы из заказа была изъят из зоны приема и выдачи заказов, ПАК должен вернуться в состояние ожидания нового заказа.

к. Очередность выдачи мерных стаканов должна соответствовать порядку напитков в сформированном заказе (если в заказе на первом месте стоит “Мятный сироп”, первый мерный стакан на выдаче должен содержать именно этот напиток).

7. Погрешность в соблюдении рецепта по смешиванию жидкостей (объем каждой смешиваемой жидкости) и окончательном объеме напитка должен составлять не более ± 1 мл.

8. Предполагается, что разработанный ПАК должен работать в автоматическом режиме после подачи сигнала о начале работы. Сигнал о начале работы ПАК может подаваться любым способом (кнопочный ввод, голосовая команда, и т. п.). Дополнительно должна быть предусмотрена возможность аварийной остановки работы ПАК в ручном режиме (может быть реализована любым способом кроме ручного отключения питания).

9. Каждая подсистема ПАК должна иметь возможность тестирования для оценки результатов работы данной подсистемы вне полного цикла работы ПАК. Участникам необходимо предусмотреть возможность демонстрации работы каждой подсистемы в отдельности (без реализации связи с другими подсистемами).

10. Специальных требований к питанию ПАК и его подсистем не предъявляется.

11. Размер ПАК не должен превышать 1,5 метра по длине, ширине и высоте.

12. Исключается подключение ПАК или его подсистем к персональному компьютеру, ПАК должен работать полностью автономно (пользователь может осуществлять только включение и выключение ПАК, ручную загрузку и выгрузку мерных стаканов в зоне расположения мерных стаканов, а также аварийную остановку).

2. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.

Руководитель проекта:	А.А. Ляпер
Проектировщик-конструктор:	А.А. Ляпер
Сборщик:	А.А. Ляпер
Программист:	А.А. Ляпер
Докладчик:	А.А. Ляпер

3. Общее описание функций разработанного решения

Система состоит из следующих подсистем:

0. Модуль управления (Arduino и др. элементы).
1. Подсистема смешивания жидкостей (ПСЖ);
2. Подсистема приема и выдачи заказов (ППВЗ).

Сборка каркаса для крепления основных элементов собиралась «по месту» без изготовления чертежа в связи с нехваткой времени.

4. Схема решения, описание

Ниже изображена принципиальная схема, дано описание работы.

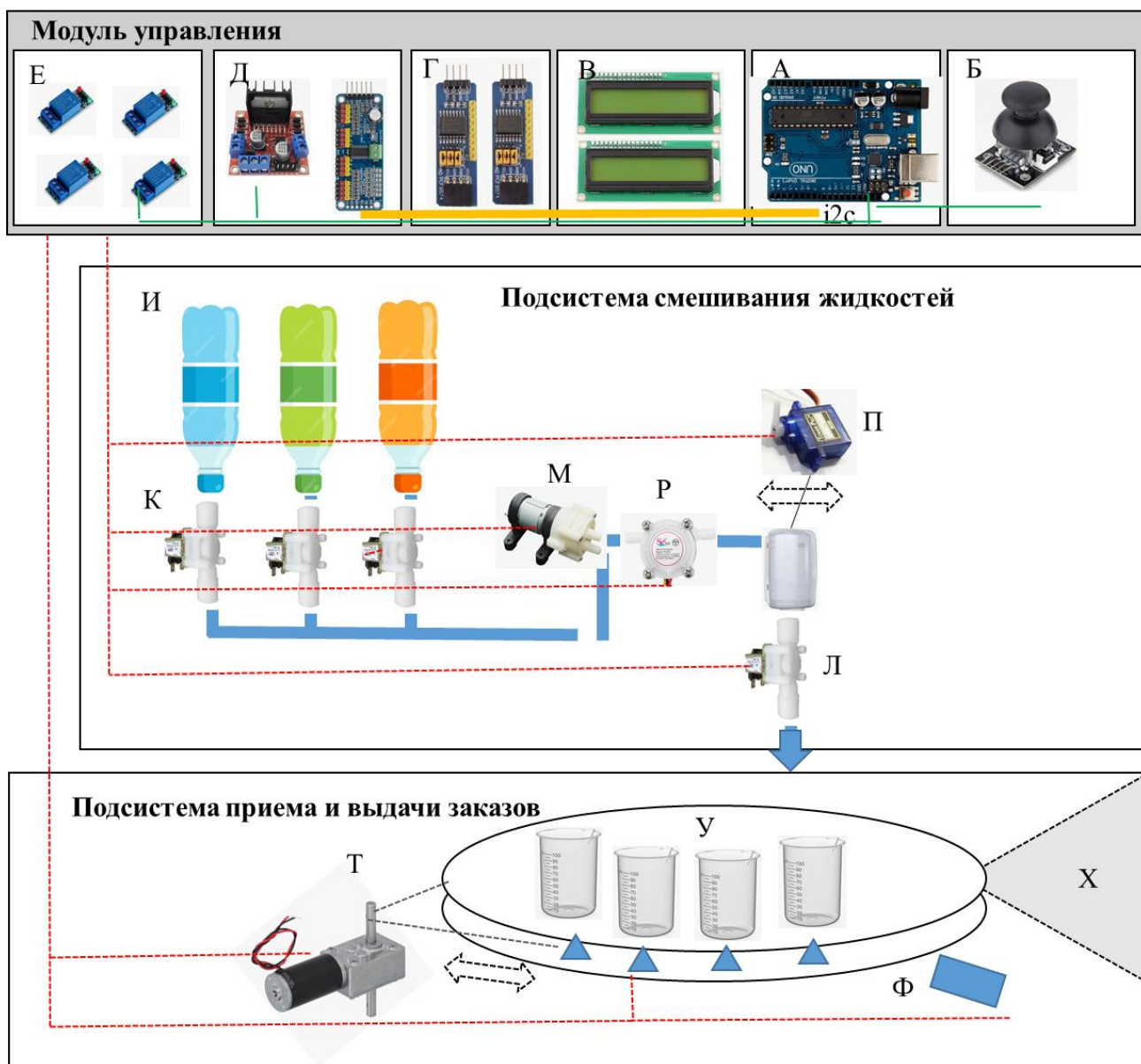


Рис. 4. Схема решения

Система состоит из следующих подсистем:

0. Модуль управления.

Состав.

А. Контролер Arduino UNO, через шину i2c присоединены:

В. экраны для выбора меню/вывода состояния системы,

Г. блоки ввода-вывода (для соединения с реле и датчиками),

Д. драйвер для поворотного мотора диспенсера.

Е. Кроме того, есть сами реле (для включения клапанов и насоса),

Д. драйвер мотора платформы.

Б. Для управления используется джойстик.

Питание: 9В для ардуино и 12В для клапанов и мотора.

Замечание. Блоки контактов для ввода/вывода плохо работают с реле, сейчас – реле управляются напрямую к Ардуино.

1. Подсистема смешивания жидкостей (ПСЖ);

Состоит из:

И. 3 ёмкости с жидкостями (бесцветная = газированная вода, зелёная – мятный сироп и жёлтая – сок).

К. К каждой ёмкости присоединён электрический клапан, управляется реле блока управления.

М. Далее – насос, управляется реле блока управления.

Р. Расходомер жидкости.

Л. Диспенсер с клапаном

П. Поворотный двигатель для перемещения диспенсера над стаканами. Жидкость после расходомера должна наливаться в диспенсер, который может двигаться (позиционироваться) над нужным стаканом, и выливаться в стакан по команде блока управления (открывается электрический клапан).

Замечание. Поворотный двигатель из набора Ардуино сломался. В качестве временной меры позиционирование сделано наоборот – перемещается платформа со стаканами из подсистемы приёма заказов. Носик диспенсера зафиксирован.

Замечание 2. Клапан на диспенсере тоже пришлось отключить, т.к. давления не хватает. В настоящее время жидкость после расходомера попадает в сразу в мерный стакан. Или не наливается, если стакана нет.

2. Подсистема приема и выдачи заказов (ППВЗ).

У. Поворотная круглая платформа, на которой располагаются 4 стакана.

Т. Мотор. Платформа вращается (посредством мотора) для передачи стаканов в зону выдачи.

Ф. На платформе установлены датчики

- ИК-датчики наличия стаканов (для поочерёдного изъятия, и для недопущения налива, если стакана на месте нет).

- магнитный для позиционирования платформы для начала каждой операции.

Х. Зона выдачи.

Замечание. Мерные стаканы – прозрачные. Нижние части мерных стаканов пришлось обмотать цветной изолентой. Иначе ИК датчик их плохо видит.

Замечание. Для позиционирования платформы после перемещений (в зону выдачи или перемещения стаканов под диспенсером) под платформой закреплён магнитный датчик для позиционирования при начале работы.

5. Общее описание функций разработанного решения

1. Действие 1. Выбор напитков. Осуществляется через модуль управления. На экране выводится меню. Нужно выбрать напиток в каждый стакан. Если напиток не выбран, в этот стакан ничего наливаться не будет. Если стакана нет на месте, ничего наливаться не будет.

2. Налив.

Выполняется по команде из меню.

- 2.1. Проверяем, что платформа в начальной точке (через магнитный датчик).
- 2.2. Если 1 стакан на месте, и напиток для него выбран, запуск налива в него.
- 2.3. Перемещение на стакан 2.
- 2.4. Если 1 стакан на месте, и напиток для него выбран, запуск налива в него.
- 2.5. Перемещение на стакан 3.
- 2.6. Если 3 стакан на месте, и напиток для него выбран, запуск налива в него.
- 2.7. Перемещение на стакан 4.
- 2.8. Если 4 стакан на месте, и напиток для него выбран, запуск налива в него.
- 2.9. Перемещение на начальную точку.

Запуск налива означает поочерёдное открытие клапанов к бутылкам, жидкости из которых есть в меню.

Т.е. если в меню была газированная вода, то откроется 1 клапан.

После открытия включается насос и расходомер.

После налива по расходомеру (или через 15 секунд, если что-то не сработало, например, бутылка опустела), насос отключается, клапан закрывается.

Переходим ко 2 клапану, потом к 3, по аналогии, наливаем, если мятный сироп или сок должны быть налиты.

Замечание. Расходомер ошибается, если есть подсос воздуха.

3. Выдача.

Выполняется по команде из меню.

3.1. Платформа поворачивается, стакан 1 достигает зоны выдачи.

3.2. Ждём, пока он не будет изъят (по ИК датчику).

3.3. После изъятия платформа чуть поворачивается, 2 стакан достигает зоны выдачи. По аналогии, ожидается изъятие для перемещения в зону выдачи 3 и потом 4 стакана.

3.4. После изъятия 4 стакана платформа возвращается в исходное состояние.

Замечание. Новый налив не возможен, т.к. мы изъяли стаканы. Нужно опять разместить их на платформе.

6. Ссылки на размещение

github

https://github.com/terdfs/res_limonad_2025

rutube

https://rutube.ru/video/private/de6af32556c8dbcdc78f67fabe18ae84/?p=ooLQwaSsIxIVt_i8UIoKPA