**Полное текстовое описание решения инженерной задачи**

**Слайд 1: Приветствие, информация о команде.**

Добрый день! Я - (ФИО) капитан инженерной команды **Вихрь.** Мы разрабатываем и внедряем инженерное решение, целью которого является создание **наземной станции для заправки агро дронов.** Мы работаем на базе **Финансового Университета** и в рамках проекта решаем задачу, которая будет способствовать повышению эффективности работы агро дронов.

**Нашей задачей являлось** - разработка автоматизированной системы дозированной заправки агро дронов жидкими химическими растворами, которая синхронизируется с процессом замены аккумуляторов.

**Состав нашей команды и распределение задач:**

1. **Вечерук Илья Вадимович** - компиляция и структурирование информации, программная часть, сборка установка.
2. **Гаевский Денис Игоревич** - сбор информации по аппаратной части, разработка схем и абстракций, сборка установки.
3. **Климов Артем Дмитриевич** - сбор данных для программной части, разработка схем и абстракций, разработка ПО.
4. **Шиляев Алексей Дмитриевич** - сборка установки.
5. **Алексеев Даниил Владимирович** - сборка установки.

**Наставник:** Сурова Надежда Юрьевна.

**Слайд 2: Описание задачи и технические требования.**

**Целью нашей задачи:** являлось создание системы, которая позволит **быстро и точно заправлять агро дроны жидкими химическими растворами**, минимизируя время простоя и ускоряя подготовку дронов к вылету.

**Проблема:** заключалась в несинхронных циклах замены аккумуляторов и заправки агро дронов. Что приводило к простоям персонала и дополнительным затратам времени.

**В рамках гипотезы:** рассматривалось внедрение автоматизированной системы заправки, позволяющей синхронизировать циклы заправки и замены аккумуляторов, сократив время простоя тем самым повысив производительность системы.

**Решением:** послужила разработка интегрированной системы дозированной заправки, которая будет работать синхронно с системой возврата дронов. Вследствие чего система обеспечит ускоренную заправку и уменьшит время на подготовку дронов.

**Слайд 3: Описание решения инженерной задачи.**

Мы использовали различные аппаратные компоненты для решения инженерной задачи такие как:

1. **Насосные системы с контролем давления (помпа)** - обеспечивает стабильную дозированную подачу жидкости с минимальным отклонением по объему.
2. **Электродвигатель постоянного тока (на 12 вольт)** - применяется для привода насосов, рассчитан на непрерывный режим работы.
3. **Программируемая плата на платформе ESP 32** - выполняет функции центрального управляющего блока, обеспечивает обработку входных сигналов и управление исполнительными устройствами.
4. **LCD-дисплей с I2C интерфейсом** - используется для управления и отображения состояния системы.
5. **Светодиодная подсветка (RGB лента)** - используется для работы в условиях недостаточного освещения, позволяет регулировать цвет и интенсивность.
6. **Материалы конструкции** - рабочие элементы выполнены из ПВХ и полиэтилена, что гарантирует устойчивость к воздействию химически активных жидкостей.
7. **Датчики уровня жидкости:**

* **аналоговые** (потенциометрического типа) для непрерывного измерения;
* **цифровые** (NPN/PNP) для дискретного контроля.

1. **Релейные модули** - служат для коммутации насосов и датчиков уровня, рассчитаны на работу в цепях постоянного и переменного тока.

**В процессе** сборки инженерного решения были задействованы следующие инструменты:

* Шуруповерт, отвертки, плоскогубцы, зажимы, изолента, скотч а также лазерный станок.

**В качестве** расходуемых материалов можно считать следующие позиции:

* Хомуты металлические, макетная плата пайки, шланги силиконовые, электромагнитные клапаны, тумблеры, кнопки управления, системы тройников, переходники, потенциометр, провода, брус, листы фанеры и комплекты кабелей для Arduino.

**Слайд 4: Технологии решения инженерной задачи.**

Программирование ведется на языке **C++** в среде **VS Code + PlatformIO**. Это позволяет использовать множество библиотек и стандартов, которые ускоряют разработку.

**Описание блока кода (Фаза А - наполнение микс - бака)**

Этот участок программы реализует **фазу А технологического процесса** — автоматическое наполнение микс-бака (резервуара для смешивания жидкости) с контролем объема и защитой от перелива. Код написан под микроконтроллер ESP 32 с использованием датчиков уровня и таймеров.

**Логика работы:**

1. Проверка, активна ли фаза А.

if (unit.fillingMix) {

Переменная fillingMix является флагом состояния. Если он true, значит система в режиме наполнения микс-бака.

1. Считывание состояния датчика перелива.

bool mixOverflow = digitalRead(unit.mixMoisturePin) == HIGH;

* Используется цифровой датчик уровня (NPN/PNP).
* Если бак полон, датчик подает сигнал HIGH.
* Этот параметр служит защитой от переполнения.

1. Расчет оставшегося времени до окончания фазы А.

int remainingL = max((int)((unit.pumpStopTime - millis()) / MS\_PER\_LITER), 0);

* pumpStopTime хранит момент времени, когда помпа должна быть остановлена.
* millis() - встроенная функция ESP 32, возвращающая текущее время работы контроллера в миллисекундах.
* MS\_PER\_LITER - калибровочный коэффициент (300 мс ~ 1 литр).
* Таким образом, система пересчитывает “Оставшееся время” в литры.

1. Обновление информации на LCD-дисплее

if (remainingL != unit.currentLiters) {

unit.currentLiters = remainingL;

updateStatusLine(unit, 2, "mix <- " + String(unit.currentLiters));

}

* Если количество оставшихся литров изменилось, строка состояния обновляется.
* На дисплей выводится информация определенного вида.

1. Условия завершения фазы А

if (millis() >= unit.pumpStopTime || mixOverflow) {

Фаза А завершается в двух случаях:

* если истекло рассчитанное время работы помпы (нужный объем достигнут);
* если датчик уровня зафиксировал перелив.

1. Корректировка данных при переливе

if (mixOverflow) unit.batchLiters = MIX\_TANK\_CAPACITY;

* Если сработал датчик, считается, что бак наполнился до максимума (например, 20 литров).

1. Остановка насосов и переход к фазе В

stopFillingMix(unit);

startPumpingDrone(unit);

* Вызывается функция stopFillingMix(), которая отключает помпу №1 и закрывает клапаны.
* Сразу же запускается фаза В — перекачка жидкости из микс-бака в целевой бак (бак дрона).

**Слайд 5: Результаты испытаний решения инженерной задачи.**

**Контрольная точка №1**  
**Дата**: 04.09.2025  
**Место**: Лаборатория филиала Финансового Университета, пр. Ленина, 54  
**Задача**:

* Сборка и отладка основной аппаратной части системы.
* Подключение насосов, контроллеров и датчиков к микроконтроллеру ESP32.
* Проверка работоспособности компонентов на стадии первичной сборки.
* Проведение первых тестов на корректность взаимодействия аппаратной части (датчики уровня, насосы) с программной логикой.

**Результат**:

* На этом этапе успешно были подключены все основные аппаратные компоненты.
* Обнаружены и устранены мелкие технические ошибки в подключении датчиков, что позволило приступить к более детальной настройке системы.

**Контрольная точка №2**  
**Дата**: 05.09.2025  
**Место**: Лаборатория филиала Финансового Университета, пр. Ленина, 54  
**Задача**:

* Завершение финальной сборки установки, включая все механические и электрические компоненты.
* Тестирование работы как аппаратной, так и программной части.
* Проведение функциональных тестов, в том числе на регулировку уровня жидкости и корректную работу насосов.
* Проверка синхронизации системы с процессами заправки и замены аккумуляторов агро дронов.

**Результат**:

* Установка успешно прошла финальную сборку, и была проведена интеграция всех компонентов в единую систему.
* Программная часть настроена для работы с насосами и датчиками, проведены тесты на корректность дозировки и управления насосами.
* Выявлены небольшие недочеты в настройке отображения данных на дисплее, которые были оперативно исправлены.

**Контрольная точка №3**  
**Дата**: 06.09.2025  
**Место**: Лаборатория филиала Финансового Университета, пр. Ленина, 54  
**Задача**:

* Демонстрация работы всей установки в условиях реального времени.
* Запись видео для наглядной демонстрации функционирования системы и всех этапов работы установки.
* Окончательная проверка точности дозирования жидкости, работы всех датчиков и систем безопасности.
* Проведение «полевых» тестов с симуляцией работы системы на агро дронах.

**Результат**:

* Установка продемонстрировала стабильную работу, все системы функционировали согласно техническим требованиям.
* Видео с тестированием было записано, и процесс работы установки был полностью зафиксирован для дальнейшего анализа и улучшений.
* В результате испытаний было подтверждено, что система дозированной заправки работает с необходимой точностью и в заявленные сроки.

**Слайд 6: Сравнение полученного решения инженерной задачи.**

**В рамках анализа решения** на соответствие требованиям заказчика была проведена детальная проверка по ключевым категориям.

Наше решение в целом соответствует большинству требований заказчика.

По условиям эксплуатации система полностью отвечает заявленным параметрам: выдерживает температурный диапазон, защищена от внешних факторов, устойчива к агрессивной химической среде и пригодна для полевых условий. Массогабаритные параметры также оптимальны для транспортировки.

Функциональность реализована в полном объёме: одновременное обслуживание более двух единиц, заправка бака за менее чем 5 минут, контроль уровня, подсветка и взлётно-посадочная площадка. Конструктивные элементы соответствуют — бак и материалы выполнены в соответствии с требованиями.

В эксплуатации система проста в настройке и запуске, обеспечивает высокую точность дозирования, возможность обслуживания, работу с растворами и регулировку параметров подачи. Итоговые испытания подтвердили корректность работы.

Основные несоответствия выявлены в параметрах давления и расхода раствора.

1. **Давление и раствор.**

* Несоответствие связано с тем, что на текущем этапе не проведена полная калибровка системы. Расход и давление пока фиксированы и не подлежат точной настройке в широком диапазоне. Это связано с ограничениями испытательного стенда и будет устранено на следующем этапе доработки.

2. **Тип используемых химикатов и условия применения.**

* Несоответствие вызвано тем, что решение тестировалось только на базовых растворах. Проверка работы с более агрессивными или нестандартными химическими составами пока не проводилась. Это требует расширенной программы испытаний и подбора дополнительных материалов/уплотнителей.

**Слайд 7: Расчет экономической эффективности решения инженерной задачи. (Алексей)**

Для оценки трудозатрат и финансовых затрат на проект, была проведена **расчетная модель заработной платы** для ключевых участников.

**Должности и расчет заработной платы**:

* **Программист**:
  + Оклад: 80,000 руб/мес
  + Часовой тариф: 434,7 руб
  + Трудоемкость: 25 человеко-часов
  + Основная з/п: 13,041 руб
* **Инженер**:
  + Оклад: 90,000 руб/мес
  + Часовой тариф: 489,1 руб
  + Трудоемкость: 45 человеко-часов
  + Основная з/п: 26,411.4 руб

**Разбивка затрат**:

* Программист: 13,041 руб
* Инженер: 26,411.4 руб
* Прочее (смета): 13,627 руб

**Итого затрат: 53 079 руб. Экономия в процентах от бюджета: 24,2 %.**

**Слайд 8: Рефлексия результата решения инженерной задачи. (Денис)**

**Проблемы, которые не удалось решить**:

* **Устойчивость к агрессивной химической среде**: Для обеспечения долгосрочной эксплуатации системы в условиях агрессивных химикатов потребуется доработка материалов.
* **Настройка объема и точности подачи**: Необходимо улучшить калибровку системы для более точного дозирования жидкости.

**Возможные пути доработки**:

* **Доработка архитектуры программного кода** (в данный момент он является монолитным).
* **Улучшение защиты от внешних факторов** (разработка новых герметичных уплотнителей и защитных оболочек).

**Перспективы проекта**:

* При наличии большего времени на доработки проекта, проект смог бы встать на массовое производство. Что позволит значительно улучшить эффективность работы агро дронов и сделать заправочные станции доступными для более широкого круга пользователей.

**Слайд 9: Техническая документация.**

### **Техническая документация проекта**

**Автоматизированная станция заправки агро дронов**

* **Задача:** ускорить подготовку агро дронов за счет автоматизации дозированной заправки.
* **Технологии:** ESP 32, насосы, датчики уровня, LCD-дисплей, RGB-индикация.
* **Программная часть:** C++ (VS Code + PlatformIO), двухфазный алгоритм (А — наполнение, B — заправка).  
  **Испытания:** подтверждена точность дозирования, отработана защита от перелива.
* **Итог:** система соответствует ключевым требованиям, требует доработки калибровки и тестов с агрессивными растворами.
* **Экономика:** общие затраты — 53 тыс. руб., экономия бюджета — 24,2 %.  
  **Перспективы:** улучшение материалов, модульная архитектура ПО, масштабирование до серийного производства.

**Схема алгоритма работы программы.**

loop()

├─ handleUnitSwitch()

├─ Режим ожидания

│ └─ чтение потенциометра → LCD

├─ Запуск цикла (START)

│ └─ startFillingMix()

├─ Фаза A (mix tank)

│ └─ stopFillingMix() →

└─ startPumpingDrone()

├─ Фаза B (to drone)

│ └─ stopPumpingDrone()

│ ├─ overflow? → авария

│ └─ иначе: deliveredLiters ↑

├─ Пауза → ready again

└─ RGB-индикация прогресса

Эта схема описывает алгоритм работы программы на ESP 32 для заправочной станции.

* loop() — основной цикл программы.
* handleUnitSwitch() — переключение между станциями (если их несколько).
* Режим ожидания — система ждёт команды, считывает потенциометр и показывает целевой объём на дисплее.
* Запуск цикла (START) — по кнопке запуска начинается процесс заправки.
* Фаза А (mix tank) — насос наполняет микс-бак раствором. Когда бак заполнен или достигнут объём — фаза завершается.
* Фаза B (to drone) — жидкость перекачивается из микс-бака в бак дрона.
  + Если датчик фиксирует перелив (overflow) → аварийная остановка.
  + Если всё нормально → увеличивается счетчик заправленных литров.
* Пауза — короткая задержка перед новой заправкой.
* RGB-индикация — световая подсветка показывает прогресс заправки (от синего к красному).

**Слайд 10: Контактные данные команды.**

На данном слайде представлена контактная информация с членами команды.

Email: vecheruk.99@gmail.com  
Qr - код члена отвечающего за коммуникацию: 