

Функционал

«IoT платформа "Виртуальный агроном" - цифровое управления растениеводством в системах гидропоника, аквапоника, биопоника, аэропоника при помощи искусственного интеллекта»

Комплектация и функциональный модули:

- 1) Программное обеспечение прибора, отвечающее за управление вертикальной фермой;
 - 2) Пользовательский интерфейс, мобильное приложение, позволяющее следить и управлять датчиками, строить прогнозы;
 - 3) IoT-платформа, отвечающая за обработку запросов от прибора, анализ и управление функционалом.
 - 4) Искусственный интеллект, отвечающий за анализ и принятие решений касательно выращивания растений на основе заложенного опыта. В том числе функции:
 - Управление беспроводной сенсорной сетью (WSN);
 - Подключение датчиков и базовых станций, использующих стандартные или пользовательские драйвера протоколов связи
 - Независимая логистическая сеть данных;
 - Объединение данных и технологических карт
 - контроль за отказоустойчивостью, контроль корректной работы при ненадежном подключении датчиков
 - Централизованное хранение истории показаний датчиков
 - Оповещение, графики, отчеты, интегрированный язык запросов и другие инструменты анализа данных.
- Процесс работы системы:
1. Система собирает данные по климатическому режиму;
 2. Система сама подбирает технологическую карту к каждому растению и периодически проводит анализ роста и корректирует данные.
 3. Система анализирует здоровье растений и самостоятельно запускает программу лечения, при необходимости
 4. Система предлагает наиболее подходящие варианты подкормки, фитосвета, время роста;
 5. Система подстраивается автоматически под предпочтения

пользователя – рассчитывает объем урожая, и сроки поставки готовой продукцию дает сигнал к посадке и сбору.

Решение будет завернуто в "облаке". Основными преимуществами "облачности" решения можно считать то, что распределённая система не имеет единой точки отказа, имеет одну точку входа (общий интерфейс) для доступа к функционалу.

За счёт этого обеспечивается доступность сервиса; надёжность хранения данных; удобство его эксплуатации за счёт использования общего интерфейса и отсутствия необходимости настройки.

Оценка состояния растений происходит с помощью технологии машинного зрения, по видеоизображению. Серверная часть представляет собой физический сервер с предустановленным программным обеспечением. Задачей сервера является сохранение поступающей информации, анализ поступающих данных.

Аппаратная часть состоит из основного прибора «Экорепка» и дополнительных, в зависимости от требований клиента, приборов.

Базовые датчики:

- датчик уровня раствора, прибор следит за уровнем раствора в баке и автоматически пополняет недостаток воды.
- датчики температуры, устройство оценивает температуру раствора и окружающей среды, добавляет питательные компоненты стабилизаторы и противобактериальные средства при необходимости в нужных пропорциях и объемах.
- датчики уровня ЕС, pH раствора.

Дополнительный функционал:

- Удаленная настройка оборудования и двухсторонняя синхронизация
- Управление несколькими устройствами и их настройка, мониторинг устройств в реальном времени.
- Настраиваемые уведомления, тревоги с многочисленными типами оповещения (звук, всплывающие окна, электронная почта, СМС и т.д.)
- Планировщик урожайности для периодического выполнения системных задач и функций по управлению устройствами.

- Репликация настроек между схожими объектами и устройствами. Конфигурация может быть растиражирована даже на устройства, использующие различные версии прошивок. Через эти алгоритмы комплекс – «программа - оборудование» сможет контролировать и управлять тепличными комплексами и системами гидропоники, аквапоники, биопоники и аэропоники, используя мобильные приложения.

Коллаборативная фильтрация применяется следующим образом:

- Система собирает климатический режим относительно внешних условий;
 - Система сама подбирает технологическую карту к каждому растению периодически проводит анализ роста и корректирует данные.
 - Система анализирует здоровье растений и самостоятельно запускает программу лечения при необходимости
 - Система предлагает наиболее подходящие варианты подкормки, фитосвета, срок роста;
 - Система подстраивается автоматически под предпочтения пользователя – рассчитывает объем урожая, и сроки поставки готовой продукции дает сигнал к посадке и сбору. Основными преимуществами облачного решения можно считать то, что распределённая система не имеет единой точки отказа, имеет одну точку входа (общий интерфейс) для доступа к функционалу. За счёт этого обеспечивается доступность сервиса; надёжность хранения данных; удобство его эксплуатации за счёт использования общего интерфейса и отсутствия необходимости настройки.
- Искусственный интеллект IoT платформа: управление микроклиматом, питанием, стерильностью контролем и профилактикой заболеваний растений, подачей регулировкой химического состава питательной среды. Оценка состояния растений по видеоизображению, определение заболеваний и недостатка или избытка питательных веществ, контроль концентрации масел и питательных элементов растениях в закрытых вертикальных фермах систем гидропоника, аквапоника, биопоника, аэропоника и микро-капельный метод. Data узел передатчик управления процессами растениеводства

по всем заданным внешним и внутренним параметрами не менее чем по 70 показателям датчиков. Но-Хару системы заключается в создание единой нейро сети. При помощи алгоритмов запроса и ответа система «Экорепка» может самостоятельно выбирать самые удачные опыты выращивания при различных условиях и настраивать исполнительные модули на максимальную производительность и стабильный урожай. Серверная часть представляет собой физический сервер с предустановленным программным обеспечением. Задачей сервера является сохранение поступающей информации, анализ поступающих данных и принятие решения об изменении настроек, а так же управление аппаратной частью с помощью заложенных алгоритмов. Сервер позволяет удалённо и на основании заложенных алгоритмов осуществлять контроль микроклимата, контролировать уровень PH, ЕС. И состав питательного раствора, а так же собирать статистику. Вести видео контроль, контроль влажности и температуры субстрата (грунта).

- Удаленная настройка оборудования и двухсторонняя синхронизация
- Управление устройствами и их настройка, мониторинг устройств в реальном времени.
- Гибкие возможности по управлению фермами включающие фильтрацию, агрегацию, дедупликацию, максимовку, корреляцию, подтверждение, а также поиск первопричины. Группировка и групповые операции доступны для различных типов системных ресурсов (аккаунты пользователей, тревоги, фильтры агрокарт, запросы и т.д.) и аппаратных устройств. Настраиваемые тревоги с многочисленными типами оповещения (звук, всплывающие окна, электронная почта, СМС и т.д.) Планировщик урожайности для периодического выполнения системных задач и функций по управлению устройствами. Репликация настроек между схожими объектами и устройствами.

Меню настройки интерфейса содержит:

1. Данные состояния растений и управления:
Состояние

Целевые значения
Управление насосами
Программа питания
Настройки WiFi
Настройки Thingspeak
Настройки MQTT
Калибровка уровня, пределы
Калибровка pH
Калибровка ЕС
Калибровка температуры
Калибровка насосов
Задержки
Защита
Об устройстве
+ график отклонения роста растений

2. Данные профиля:

Синхронизация данных и параметров
Коллаборативная фильтрация данных
Анализ и контроль питательной среды
Контроль микроклимата
Оборот данных между системой ферм

3. Личный кабинет пользователя содержит:

Данные об наличие материалов, семян, питательных смесей
Прямой канал сервисного центра и поддержки
Данные о состоянии фермы
Базу выращиваемых культур
Историю работы фермы
Журнал действий
Аналитику и графики

Интерфейс платформы управления состоит из:

1. Коммуникационной панели управления системами контроля анализа и управления процессами выращивания.

В которой содержится информация о конечные исполнительные устройства, данные с датчиков:

- Автоматическое поддержание уровня рН и ЕС;
- Поддержание и контроль уровня жидкости в первом резервуаре;
- Сбор данных и контроль за поддержанием температурного режима питательного раствора и воздуха;
- Калибровка дозирующих насосов
- Аварийная информация о выходе из строя датчика или исполнительного устройства.
- Калибровка датчика уровня воды под любую ёмкость.
- Удаленный доступ к управлению распределительным узлом;
- Хранение данных в «облаке».

К системе предусмотрено подключение основных традиционных датчиков, в том числе:

- Температура и влажность воздуха;
- Температура и влажность почвы (субстрата);
- Концентрация CO₂;
- Концентрация ЕС
- Уровень РН
- Датчики освещённости.

Общее описание функционала разработанного комплекса:

- Контроль температуры и влажности воздуха;
- Контроль температуры и влажности субстрата (почвы);
- Контроль концентрации CO₂;
- Контроль содержания питательных веществ в питательном растворе;
- Контроль и поддержание заданного уровня РН;

- Полное управления циклами орошения;
- Данные с камеры видеонаблюдения.

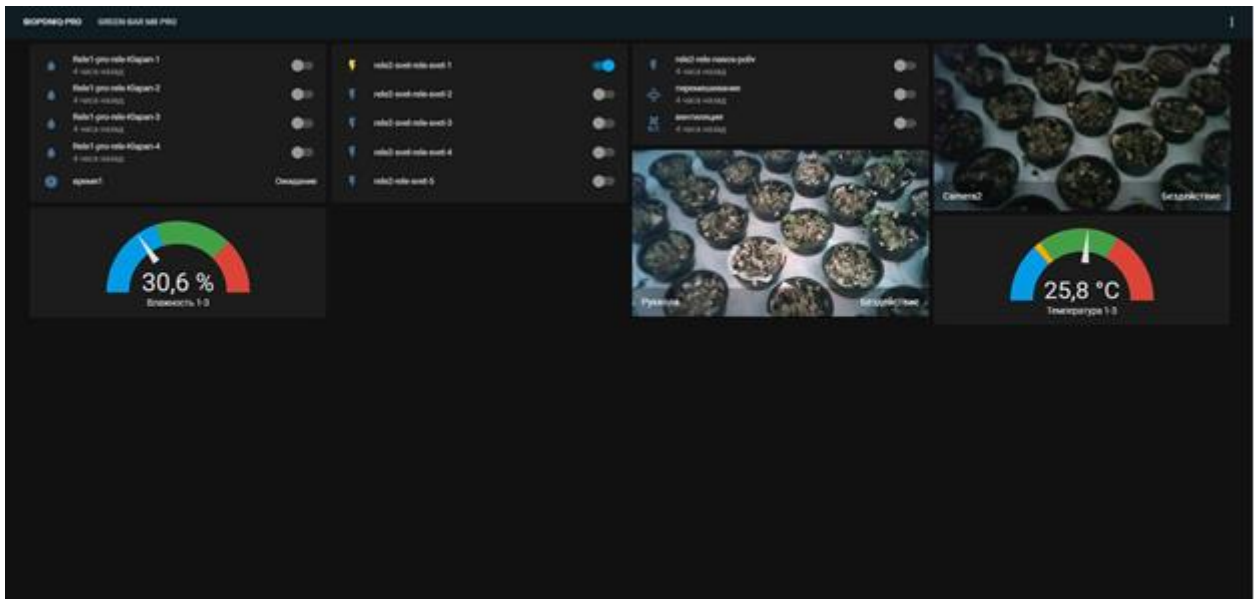


Рис. 15. Интерфейс платформы управления

В период 10-30 минут, согласно заданным параметрам, система проводит сбор информации внутри установки и передает ее на сервер, сверяет данные и задает необходимые корректировки внутри лабораторного модуля.

На рисунке 14 показаны изменения в данных. В основном перепады происходят при посадке растений и\или когда в

оборудование отрывает дверь или выключается электричество.



Рис. 16. График изменения суточных показателей

Также в интерфейсе платформы предусмотрено отображение журнала событий, в котором фиксируются все проведенные действия с оборудованием и внутренние коммуникации по обслуживанию растений вне зависимости от автоматизированного управления или ручного изменения условий.

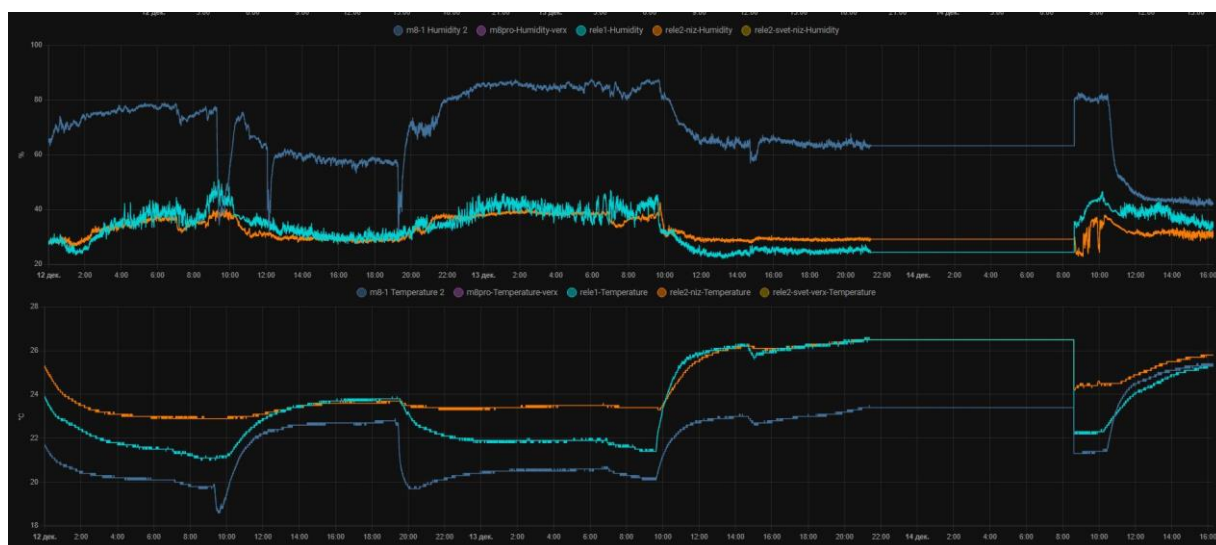


Рис. 17. График изменений основных параметров в течение недели

В интерфейсе платформы отображаются все автоматические и ручные действия управления с пульта, отслеживается кем, когда и какие изменения, корректировки или настройки вносились в работу систем (Рис. 15 и Рис. 16).

Начало	Окончание	Объект
1 декабря 2021 г., 14:00	14 декабря 2021 г., 17:00	
12:05:12 - 5 часов назад		
12:05:12 - 5 часов назад		rele-vozdух-m8-1 выключается
12:05:12 - 5 часов назад		Rele1-pro-rele-Klapан-4 выключается
12:05:12 - 5 часов назад		Rele1-pro-rele-Klapан-3 выключается
12:05:12 - 5 часов назад		Rele1-pro-rele-Klapан-2 выключается
12:05:12 - 5 часов назад		Rele1-pro-rele-Klapан-1 выключается
12:05:12 - 5 часов назад		rele-svet-zad-verx включается
12:05:12 - 5 часов назад		rele-svet-zad-niz включается
12:05:12 - 5 часов назад		rele-svet-pered-niz выключается
12:05:12 - 5 часов назад		rele-svet-pered-verx включается
12:05:12 - 5 часов назад		rele-klapan-(5-8)-pered-yarus изменяет состояние на "Недоступно"
12:05:12 - 5 часов назад		rele-klapan-(5-8)-zad-yarus изменяет состояние на "Недоступно"
12:05:12 - 5 часов назад		rele-klapan-(1-4)-yarus изменяет состояние на "Недоступно"
12:05:12 - 5 часов назад		rele-vozdух-m8-1 изменяет состояние на "Недоступно"

Рис. 18 Страница журнала событий.

Интерфейс IT платформы позволяет в реальном времени отслеживать и контролировать следующие целевые значения:

- pH;
- ЕС;

- Уровень воды;
- Температура;
- Подключение к сети Интернет (WiFi, LAN);
- Добавка питательных смесей;
- Ошибки;
- Состояние питания.

Состояние

pH	6.16
ЕС	1475мкСм/см
Уровень	52.1л
Т р-ра	18.7°C
WiFi	подключено, IP: 192.168.83.3
Добавлено	A: 26.5мл, B: 26.5мл, C: 25мл, pH-: 0.7мл, H2O: 7.9л
Ошибки	---
Состояние	перемешивание 00:56:56

Целевые значения

pH	<input type="text" value="5.7"/>	<input type="text" value="6.8"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF
ЕС, uSm/cm	<input type="text" value="1200"/>	<input type="text" value="1500"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF
Уровень, л	<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="65"/>	<input type="checkbox"/> ON	<input checked="" type="checkbox"/> OFF

Рис. 19. Страница показаний тестового стенда (в режиме реального времени)

Система поддерживает значения в рамках целевых значений и отображает их в реальном времени. Система коррекции работает автоматически с запросами на сервер раз в 10 минут, сверяя показания и алгоритмы, заданные в технологических картах и в реальном лабораторном практическом исполнении.

Также для специалистов в целях расширения возможностей профессионального использования оборудования Интерфейс IT платформы позволяет использовать ручное управление (Рис. 18) установку параметров в ручном режиме. Это дает возможность проводить ручную коррекцию, тестировать систему и задавать неординарные решения, не прописанные в системе, что позволяет, при помощи сбора новых алгоритмов, расширять возможности работы виртуального агронома на коммерческих объектах. На основании новых данных система самостоятельно выстраивает новые логические цепочки.

Управление насосами

A, B, C

pH↑/D, pH↓ мл

Вода, +/- л

Программа питания (на 10л воды, до ЕС=2мСм/см)

A, B, C

pH↑/D, pH↓ мл

Конц. pH↑↓ %

Параметры воды

ЕС воды uSm/cm

pH↓ на 10л мл

Рис 20. Страница ручного управления

Система проводит проверку работоспособности 1 раз в 60 минут. Долив и обновления воды производится раз в 45 минут, в случае нехватки доливается.

Доливы, анализ и проверка системы питания, состояния питательной среды, фильтрации и подачи воды производится 1 раз в 20 минут задержка производится с учетом сроков фильтрации воды, подачи питания и употребления питания растениями в зависимости от их роста, вида сорта процесса вегетации. Фильтрация pH и ЕС 1 раз в минуту.

Также выставлена защита при минимальном pH 3 и максимальном pH 8. Когда система выходит за пределы, то ПО уходит в ошибку и присылает уведомление на приборную доску

о необходимости вмешательства специалиста. Сбой работы системы возможен при нехватке реагентов, и необходимых питательных элементов. Также сбой может происходить из-за неправильной работы программного обеспечения, и ошибки в программном коде. Во время тестирования оборудования сбоев не происходило.

Задержки

Перемешивание	<input type="text" value="60"/>	МИН
До долива	<input type="text" value="45"/>	МИН
Доливы через	<input type="text" value="720"/>	МИН
Фильтр рН, ЕС	<input type="text" value="1"/>	МИН

Защита

рН min	<input type="text" value="3"/>
рН max	<input type="text" value="8"/>

Рис. 21. Страница параметров задержки

Колебровка датчиков питательных растворов.

Возможна только ручная калибровка, при помощи калибровочных растворов. Данная операция производится 1 раз в месяц. Это необходимо для более точного приема и анализа показателей и в целом для работы оборудования.

Калибровка уровня, пределы ($R_{aw} = 1106 \text{ mV}$)

Минимум	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="772"/>	<input type="button" value="Запомнить"/>
Максимум	<input type="text" value="64"/>	<input type="text" value="1209"/>	<input type="button" value="Запомнить"/>

Калибровка pH ($R_{aw} = 46 \text{ mV}$)

Точка 1	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="164"/>	<input type="button" value="Запомнить"/>
Точка 2	<input type="text" value="7.01"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="button" value="Запомнить"/>

Калибровка ЕС ($R_{aw} = 622 \text{ Ом}$)

Точка 1	<input type="text" value="1095"/>	<input type="text" value="778"/>	<input type="button" value="Запомнить"/>
Точка 2	<input type="text" value="3013"/>	<input type="text" value="254"/>	<input type="button" value="Запомнить"/>

Калибровка температуры ($R_{aw} = 12042 \text{ Ом}$)

Точка 1	<input type="text" value="21.3"/>	<input type="text" value="10638"/>	<input type="button" value="Запомнить"/>
---------	-----------------------------------	------------------------------------	--

Рис. 22. Страница калибровки датчиков уровня воды pH, ЕС и температуры.

УПРАВЛЕНИЕ РАСТВОРНЫЙ УЗЕЛ

Ручной полив

- полить 1 ярус 8 часов назад
- полить 2 ярус 17 минут назад
- полить 3 ярус 17 минут назад
- полить 4 ярус 18 часов назад
- полить 5 ярус 18 часов назад

Авто полив

- 1 ярус 3 дня назад [ЗАПУСТИТЬ](#)
- 2 ярус 21 час назад [ОТМЕНИТЬ](#)
- 3 ярус 21 час назад [ОТМЕНИТЬ](#)
- 4 ярус 3 дня назад [ЗАПУСТИТЬ](#)
- 5 ярус 3 дня назад [ЗАПУСТИТЬ](#)

nasos

pump

UF

УПРАВЛЕНИЕ РАСТВОРНЫЙ УЗЕЛ

Ручное управление

- Свет-1 18 часов назад
- Свет-2 11 часов назад
- Свет-3 11 часов назад
- Свет-4 18 часов назад
- Свет-5 18 часов назад

Автоматическое

- 1 ярус 3 дня назад
- 2 ярус 3 дня назад
- 3 ярус 3 дня назад
- 4 ярус 3 дня назад
- 5 ярус 3 дня назад

Полив ручной и автоматический режим

Home Assistant Журнал событий

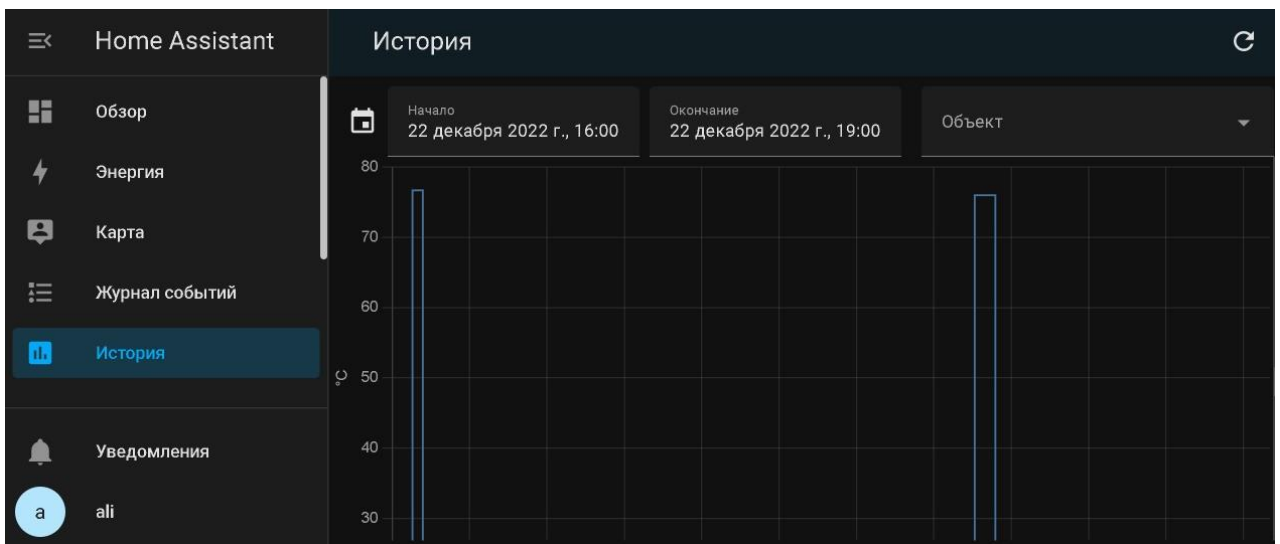
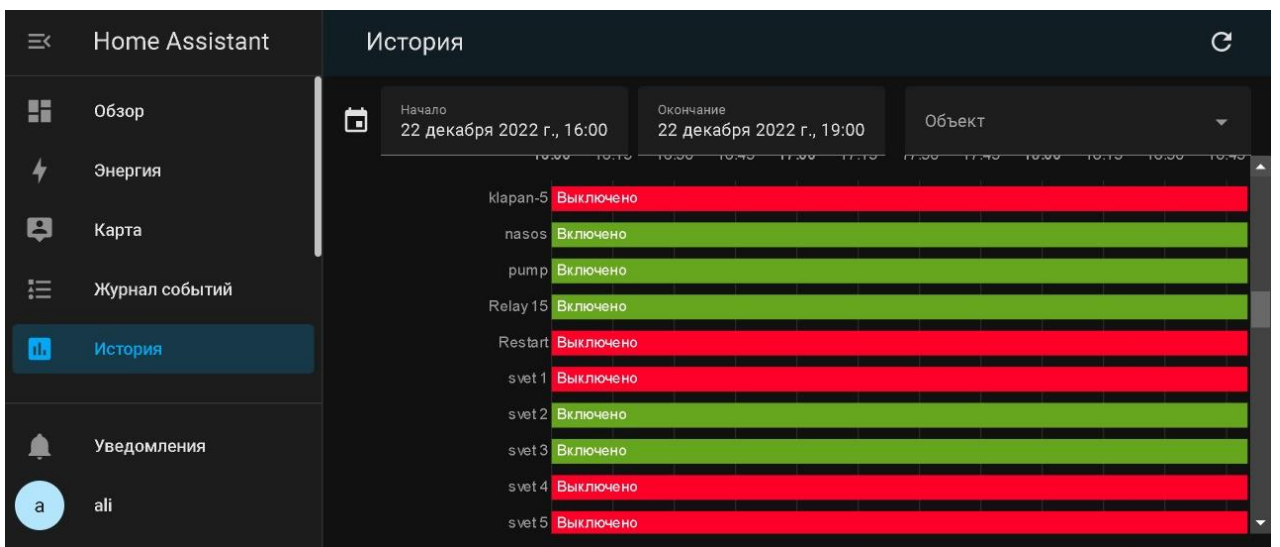
Начало
22 декабря 2022 г., 18:00

Окончание
22 декабря 2022 г., 21:00

Объект

22 декабря 2022 г.

- klapan-3 выключается запущено службой switch.turn_on
19:02:08 - 20 минут назад - user
- klapan-3 включается запущено службой switch.turn_on
19:01:58 - 20 минут назад - user
- klapan-2 выключается запущено службой switch.turn_on
19:01:56 - 20 минут назад - user
- klapan-2 включается запущено службой switch.turn_on
19:01:46 - 20 минут назад - user



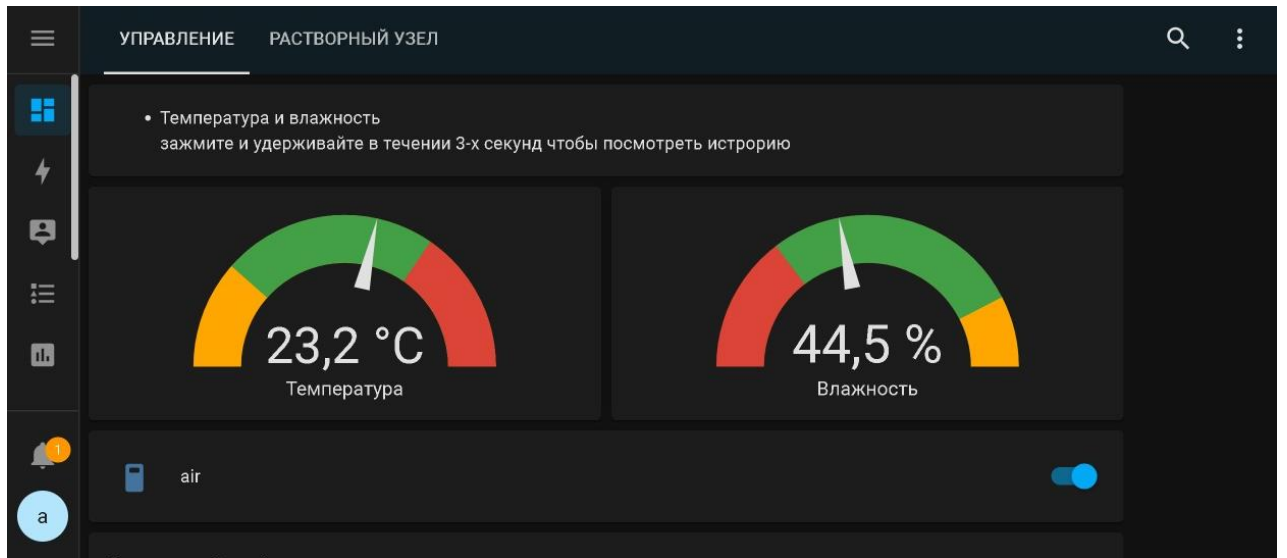
УПРАВЛЕНИЕ РАСТВОРНЫЙ УЗЕЛ

• Температура и влажность
зажмите и удерживайте в течении 3-х секунд чтобы посмотреть историю

23,2 °C
Температура

44,5 %
Влажность

air

The image shows a dark-themed control interface for a 'РАСТВОРНЫЙ УЗЕЛ' (Dissolving Node). At the top, there is a header with a menu icon, the text 'УПРАВЛЕНИЕ РАСТВОРНЫЙ УЗЕЛ', a search icon, and a three-dot menu icon. Below the header, a notification bubble contains the text '• Температура и влажность зажмите и удерживайте в течении 3-х секунд чтобы посмотреть историю'. The main area features two large semi-circular gauges. The left gauge shows a temperature of 23.2 °C, with a needle pointing to the green section of the scale. The right gauge shows a humidity of 44.5%, with a needle pointing to the green section. Below these gauges is a control bar with a smartphone icon, the label 'air', and a blue toggle switch that is currently turned on. A vertical sidebar on the left contains several icons: a blue square with a white grid, a lightning bolt, a speech bubble, a list icon, a bar chart, a bell with an orange notification dot, and a circular profile icon with the letter 'a'.