

УТВЕРЖДЕН

Генеральный директор

43178263. 425600.111.ИЗ.02




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

Наименование объекта автоматизации

аппаратно-программный комплекс управления вертикальной фермой Greenbar

Сокращенное наименование» IoT платформа 'Виртуальный агроном''

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

43178263. 425600.111.ИЗ.02

Класс программного обеспечения

01.02\62 Встроенные системные программы - операционные системы

01.04\62 Программное обеспечение интернета вещей, робототехники и сенсорики

01.05\62 Программное обеспечение, хранящееся в постоянной памяти и обеспечивающее работоспособность, и управление техническими (аппаратными) компонентами устройств (средств вычислительной техники для задач обучения и исполнения в сфере искусственного интеллекта)

08.01\62 Промышленное программное обеспечение: Средства управления жизненным циклом изделия (PLM)

12.03 \6263.11 Отраслевое прикладное программное обеспечение: Программное обеспечение для решения отраслевых задач в области сельского, лесного хозяйства, рыболовства

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата

Программного обеспечение		"IoT платформа "Виртуальный агроном"							
Производитель\право обладатель		ООО Малое инновационное предприятие «ГРИНЕБАР»							
Авторские права		2021680132 Нейросеть "Виртуальный агроном" BIGDATA рецептур выращивания овощей, зелени, ягод и фруктов при помощи искусственного интеллекта. 2021611881 IoT платформа "Виртуальный агроном" - цифровое управления растениеводством в системах гидропоника, аквапоника, биопоника, аэропоника при помощи искусственного интеллекта 2020613910 Мобильное приложение «GREENBAR»							
Дополнительное оборудование		Аппаратный комплекс «Экорепка»							
Под направления		1. Системное программное обеспечение и АСУТП (автоматизированные системы управления технологическими процессами).							
Фокусная тематика		Инструменты для анализа больших данных (Big Data)							
Приоритетный класс программного обеспечения		ПО-05.02 Предметно-ориентированные информационные базы данных (EDW)							
Функциональные характеристики		ПО-02.06.03 обеспечение поддержки принятия решений на базе машинного обучения, искусственного интеллекта							
Ключевые слова		нейросеть, искусственный интеллект, виртуальный агроном, робототехника, бигдата, bigdata, agrotech, ситифермерство, цифровое сельское хозяйство, IT-платформа, фуднет, цифровизация, агрономия							
Направление в рамках Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации		г. Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания							
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	43178263. 425600.111.ИЗ.02 IoT платформа "Виртуальный агроном" Руководство пользователя					
Име. № подл.	111	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.									
Пров.									
Н. контр.									
Утв.									
									

Содержание

1. Термины и сокращения	4
2. Аннотация	5
3. Сервер приложений	6
4. Область применения	7
5. Описание возможностей	8
6. Уровень подготовки пользователя	11
7. Перечень эксплуатационной документации, с которыми необходимо ознакомиться пользователю	14
8. Назначение и условия применения	15
9. Общесистемное и прикладное ПО	37
10. Методы и средства разработки программного обеспечения	40

[illegible]

1. Термины и сокращения

Термин	Определение
Вертикальная ферма (городское сельское хозяйство)	Общепринятое название высокоавтоматизированного многоярусного агропромышленного комплекса для выращивания культурных растений методами гидропоники или аэропоники в закрытых городских отапливаемых помещениях
Автоматизация	Применение программного обеспечения и технических средств, частично или полностью освобождающих людей от их непосредственного участия в процессах сбора, преобразования, передачи и хранения и аналитического вывода информации.
Внедрение (программного обеспечения)	Процесс настройки программного обеспечения под определённые условия использования, а также обучения пользователей работе с программным продуктом.
Большие данные	обозначение структурированных и неструктурированных данных огромных объёмов и значительного многообразия, эффективно обрабатываемых горизонтально масштабируемыми программными инструментами
Интеграция (ИТ)	Установление взаимосвязи между ранее разрозненными компонентами или осуществление обмена данными между системами с возможной последующей их обработкой.
Программный код	Набор слов и символов языка программирования.
Искусственный интеллект	свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подпись и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	43178263. 425600.111.ИЗ.02					4

1. Аннотация

Сбор технологий растениеводства и оцифровка. Работа дата-центра технологических карт по растениеводству и внедрение решений, позволяющих имитировать когнитивные функции человека, с возможностью анализа данных, самообучения и функциями управления растениеводческими комплексами, поиском по базе решений без заранее заданного алгоритма и получение при выполнении конкретных задач результатов, на порядок выше и качественнее чем ручное управление.

Исследование свойств растений, наполнение базы данных технологическими особенностями выращивания разного рода культур, тестирование гипотез выращивания и разработка технологических карт для коммерческого выращивания овощей, зелени и ягод в тепличных комплексах. Программное обеспечение «Виртуальный агроном» самообучается путем многократного повторного тестирования, и снятия результатов с помощью технологии машинного зрения и начинает самостоятельно принимать решения и задавать команды на местах.

«Виртуальный агроном» работает, как в составе оборудования для полной автоматизации растениеводства в виде закрытых модульных вертикальных ферм, так и в виде отдельного программного обеспечения (коробочного решения), обеспечивающего "облачное" обслуживание растений от семечка до урожая.

Разработка состоит из 3-х частей:

1. Механическая - прибор (вертикальная ферма закрытого типа) автоматизации выращивания растений в тепличных комплексах, системах гидропоники, аквапоники, биопоники, аэропоники.

2. Программный комплекс - искусственный интеллект, управляющий всеми системами вертикальной фермы. Создающий необходимые условия для выращивания урожая. Оценка состояния растений происходит с использованием технологии машинного зрения, получение данных по видеоизображению и физических датчиков, установленных в вертикальной ферме. Система должна определять и реагировать на заболевания и недостаток или переизбыток питательных веществ, контроль концентрации масел и питательных элементов.

3. Программный комплекс - сервер сбора и хранения данных, технологических карт и управления коммерческими и лабораторными объектами.

Практическое значение:

«Виртуальный агроном» отслеживает и поддерживает параметры необходимые для качественного и стабильного роста растений. Значительно удешевляет круглогодичное выращивание свежих овощей ягод, зелени, пряных и лекарственных растений.

Пользователь может автоматизировать сложный процесс выращивания, задавая рецепты выращивания для своего конкретного сорта растений.

Распределенное производство

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подпись и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	43178263. 425600.111.ИЗ.02					5

Все базы данных останутся на Российском сервере, что позволит собирать обратную связь пользователей и постоянно совершенствовать технологические карты выращивания растений.

Фермы подключены к единой облачной IT-системе управления.

Программно-аппаратный комплекс основан на технологии искусственного интеллекта (обученной нейронной сети), который позволит отслеживать и поддерживать до 120-ти параметров, необходимых для качественного и стабильного роста съедобных растений – овощи, ягоды, зелень - в городских условиях и без участия человека. Сеть имеет входной слой, вычислительные слои и выходной слой, анализируя входные данные с разных ферм, система складывает их в профили, анализирует и дает обратную связь на датчики и микроконтроллеры фермы. Так каждый запрос, который осуществляется ежесекундно, улучшает и обучает виртуального агронома новым и новым алгоритмам.

3 Сервер приложений

Сервер приложений	
Операционная система	Debian 11 bullseye
Программное обеспечение	Python 3.11.4, Jakarta Tomcat 4.1.31, Apache Cocoon 2.1.5, Exolab Castor 0.9.3
Назначение	Сервер приложений предназначен для размещения на нём программного обеспечения. Сервер приложений обрабатывает запросы от пользователей по протоколу HTTP/HTTPS, а так же обращается к сервисам, предоставляемым сервером базы данных.

Сервер баз данных

Сервер баз данных	
Операционная система	Debian 11 bullseye
Программное обеспечение	MariaDB
Назначение	На сервере базы данных расположена база данных

При создании информационной системы использовались следующие программные средства:

Программные средства

Программные средства	
Разработка программного кода сервера приложений	Средства разработки с использованием языка Python C++

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подпись и дата						Лист 6
					43178263. 425600.111.ИЗ.02					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Разработка программного кода сервера базы данных	Средства разработки для написания SQL запросов (SQL Query Analyzer)
Разработка программных кодов обработки пространственных данных	Средства разработки Geomedia, Intergraph

4 Область применения

Растениеводство. Коробочное решение полностью заменяет функции агронома на растениеводческом предприятии, теплице или вертикальной ферме (ситиферме). Комплекс технологических оцифрованных решений, позволит имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. «Виртуальный агроном» искусственный интеллект - комплекс решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений которые позволят более качественно и стабильно выращивать круглогодичные урожаи свежих ягод независимо от региона размещения фермы, погодных условий, внешних факторов

. Программное обеспечение самообучается путем многократного повторного тестирования, и снятия результатов с помощью технологии машинного зрения. Результат работы может коммерциализоваться, как в составе оборудования для полной автоматизации растениеводства, так и в виде отдельного программного обеспечения, обеспечивающего "облачное" обслуживание растений от семечка до урожая.

В проекте используется обученная нейронная сеть, которая, основываясь на результатах обработки фотографий растений, дает команды на растворные узлы по подаче (смешивании) того или иного объема жидкости и питательных элементов необходимых для роста, дает команду на системы фитосвета на увеличение того или иного вида света, дает команду на систему вентилирования запустить/выключить, увеличить/снизить интенсивность подачи воздуха, влажности температуры.

Система распознает на фотографии признаки болезней растения и формирует условия для устранения возможности их дальнейшего развития и распространения. В рамках проекта дорабатывается ПО на возможность распознавать в он-лайн режиме стадию роста растения (проращивание, наращивание зеленой массы, период цветения, плодоношения, созревания) и относительно стадии роста подавать необходимое питание, фитосвет и регулировать микроклимат, давать команду о сборе урожая.

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата	43178263. 425600.111.ИЗ.02					Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Инв. № подл.	Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	43178263. 425600.111.ИЗ.02 Лист 9
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	

	-Контроль содержания питательных веществ в питательном растворе; -Контроль содержания основных питательных элементов (Азот, Фосфор, Калий, Магний); -Стабилизация питательного раствора; -Контроль уровня кислорода в корневой системе; -Контроль уровня CO2 в воздухе; Основные элементы питания: Макроэлементы Азот (N) Калий (K) Кальций (Ca) Фосфор (P) Магний (Mg). Доработка для выращивания высокорослых ягодных культур: Выделены следующие принципы подключения датчиков и сенсоров: -Независимая логистическая сеть данных, возможность вывода информации по протоколам MODBUS, RS485, MQTT в единую передачу данных по собственному API; -Объединение и слияние данных с разных датчиков в единый график; -Отказоустойчивость, корректная работа при подключении датчиков; -Централизованное хранение истории показаний датчиков; - Возможность создания графиков, отчетов, запросов и других инструментов анализа на получаемых данных; -Защищенные безопасные соединения. При проведении исследований и сборе информации данные с датчиков экспортируются в реальном времени с помощью API, со встроенной системой защиты SSL. Внедрение машинного зрения для распознавания растений во время цветения и плодоношения. Функциональные свойства к проработке: -Автоматическое поддержание уровня pH и ЕС в диапазоне 0-14 -Поддержание уровня жидкости (LVL) в емкости; В диапазоне от 0 до 1000л -Контроль температуры 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
--	--

Име. № подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата	ПО «Виртуальный агроном»					распределительным узлом; -Хранение данных в «облаке». К системе предусмотрено подключение основных традиционных датчиков, в том числе: -Температура и влажность воздуха; -Температура и влажность субстрата; -Концентрация CO₂; -Концентрация ЕС -Уровень PH -Датчики освещённости. Общее описание функционала разработанного комплекса: -Контроль температуры и влажности воздуха; Контроль температуры и влажности субстрата; -Контроль концентрации CO₂; -Контроль содержания питательных веществ в питательном растворе; -Контроль и поддержание заданного уровня PH; -Полное управления циклами орошения. Виды и технологии выращивания культур, поддерживаемые системой: -Фильтрация систем биопоники; -Система глубоководных культур; -Система периодического затопления; -Система капельного полива; -Техника питательного слоя;	Лист 10
	Программный комплекс - искусственный интеллект, управляющий всеми системами жизни деятельности вертикальной фермы. Оценка состояния растений происходит с использованием технологии машинного зрения, получение данных по видеоизображению и физических датчиков, установленных в вертикальной ферме. Контроль состояния растений с помощью оценки фрагментов фото, полученных с ферм; -Удаленный доступ к управлению; -Возможность подключения к компьютеру, планшету или смартфону; -Хранение статистики на локальном сервере; -Возможности обслуживания производственной площади от 1-го метра до бесконечности; -Полное управление циклами орошения; -Контроль стабилизации питательного раствора; -Фильтрация системы подачи питательных растворов;						
	43178263. 425600.111.ИЗ.02						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Подпись и дата					способны импротозаместить европейские системы полу ручного управления контроля и питания на действующих тепличных хозяйствах, а та же масштабироваться в любые страны.	
Инв. № дубл.		6. Уровень подготовки пользователя				
Взам. инв. №		К работе с ПО «Виртуальный агроном» должны допускаться сотрудники, имеющие навыки работы на персональном компьютере, ознакомленные справками эксплуатации и прошедшие обучение по работе с подсистемами «Greenbar».				
Подпись и дата		Пользователь ПО «Виртуальный агроном» должен обладать следующими знаниями:				
Инв. № подл.		– знать типовые административные и технические процессы работы с аппаратной частей модулей ГРИНБАР – пройти обучение и иметь навыки работы в виде он-лайн курса, к которым имеет доступ пользователь согласно роли или подписки в этой системе; – знать порядок работы автоматического и ручного режима ПО «Виртуальный агроном»; – - исполнять инструкцию пользователя ПО «Виртуальный агроном»				
		Квалификация пользователя должна позволять:				
					43178263. 425600.111.ИЗ.02	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

	-Самообучаемая система на основе нейронных сетей, получающая данные Входных воздействий, необходимые для выполнения научно-техническим продуктом заданных параметров: вид растения, температура, влажность, освещенность, световой спектр, Уровень pH, CO₂; -Личный кабинет пользователя для подключения\продления лицензий и расширенного функционала ПО. Доработка внутреннего кабинета пользователя возможностью синхронизироваться с ПО системного, складского и бухгалтерского учета, что позволит вести учет урожайности в одном интерфейсе. Расширение сервера для сбора, хранения и передачи информации со всех наблюдаемых (обслуживаемых) объектах через мобильное приложение с удобным интерфейсом и кабинетом пользователя. ПО компоненты решения покрыты лицензиями типа open source, позволяющими неограниченное пере использование на любых действующих или открывающихся растениеводческих объектах в том числе способны импротозаместить европейские системы полу ручного управления контроля и питания на действующих тепличных хозяйствах, а та же масштабироваться в любые страны.
--	--

- наличие навыков работы на персональном компьютере с современными ~~операционными~~ системами, в том числе – в части доступа к сетевым ресурсам;
- понимание основ информационной безопасности и технологий защиты информационных и программных ресурсов от несанкционированного доступа;
- общее понимание архитектуры, назначения и использования инструментов сопровождения ПО «Виртуальный агроном»;
- умение работать с аппаратной частью и модулем ГРИНБАР;

Группа пользователей, количество	Сценарии использования продукта
Со стороны заказчика: Сотрудники фермы-Программисты, агротехнолог, лаборант	Доступ к мобильному приложению с ручным режимом управления. Журналу действий. Истории работы фермы Удаленный контроль и управление. 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. В приложении используются технологии машинного зрения, включающие требования по: • Анализу срока и качества роста растений; • Оценке состояния свежести и здоровья растений; • Анализу проблем роста и заболевания растений; • Выявление насекомых и вредителей на урожае; • Мониторинг зрелости и сроков сбора урожая. Устройство для обеспечения воспроизводимости в инфраструктуре искусственного интеллекта, состоит из одного или нескольких систем хранения и один или несколько серверов графических процессоров (Gal), устройство, содержащее процессор компьютера, память компьютера, оперативно связанную с процессором компьютера, компьютер память, содержащая в ней инструкции компьютерной программы, которые при исполнении процессором компьютера заставляют устройство выполнять следующие шаги: -идентификацию посредством унифицированной плоскости управления одного или нескольких преобразований, применяемых к набору данных инфраструктурой искусственного интеллекта, при этом применение одного или нескольких преобразований к набору данных заставляет инфраструктуру искусственного интеллекта генерировать преобразованный набор данных;

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
43178263. 425600.111.ИЗ.02				
				Лист
				12

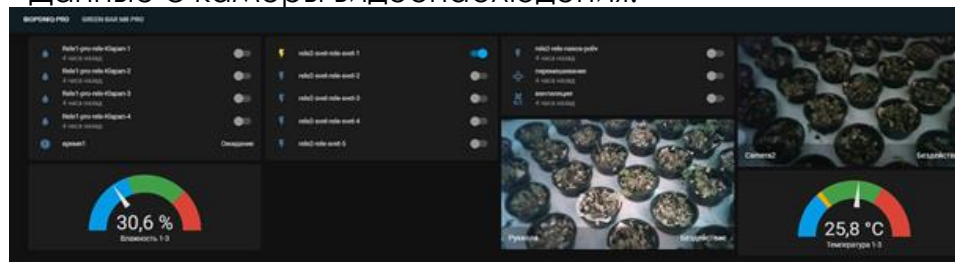
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

-хранение в одной или нескольких системах хранения информации, описывающей набор данных, одно или несколько преобразований, примененных к набору данных, и преобразованный набор данных; -идентификация унифицированной плоскостью управления одной или нескольких моделей машинного обучения, выполняемых инфраструктурой искусственного интеллекта, с использованием преобразованного набора данных в качестве входных данных; -хранение в одной или нескольких системах хранения информации, описывающей одну или несколько моделей машинного обучения, выполняемых с использованием преобразованного набора данных в качестве входных данных; -определение с помощью инфраструктуры искусственного интеллекта, следует ли разделять данные, относящиеся к ранее выполненной модели машинного обучения, из одной или нескольких систем хранения; - в ответ на определение того, что данные, относящиеся к ранее выполненной модели машинного обучения, должны быть распределены по уровням одной или нескольких систем хранения: хранение данных, относящихся к ранее выполненной модели машинного обучения, в хранилище нижнего уровня; и удаление из одной или нескольких систем хранения данных, относящихся к ранее выполненной модели машинного обучения. Аппарат управления и передачи данных дополнительно содержит инструкции компьютерной программы, которые при исполнении процессором компьютера заставляют устройство выполнять следующие шаги: -выявление с помощью единой плоскости управления различий между моделью машинного обучения и моделью машинного обучения, ранее выполнявшейся инфраструктурой искусственного интеллекта; -хранение в одной или нескольких системах хранения только той части модели машинного обучения, которая отличается от моделей машинного обучения, ранее выполняемых инфраструктурой искусственного интеллекта. Аппарат управления и передачи данных дополнительно содержит инструкции компьютерной программы, которые при исполнении процессором компьютера заставляют устройство выполнять следующие шаги: - генерирование инфраструктурой искусственного интеллекта, применяющей заданную хеш-функцию к одной или нескольким моделям машинного обучения, хеш-значения;

- хранение в одной или нескольких системах хранения хэш-значения.

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



Система в он-лайн режиме собирает данные и на основе этих данных корректирует своё поведение, подбирая оптимальные режимы выращивания растений. Предусмотрена возможность корректировки настроек по локальной сети или через мобильное приложение.

7. Перечень эксплуатационной документации, с которыми необходимо ознакомиться пользователю

- должностная инструкция
- техника безопасности
- инструкция ведение журналов
- руководство пользователя для работы с ПО «Виртуальный агроном»
- инструкция работы с модулем ГРИНБАР
- инструкция к посадке урожая и сбору урожая
- инструкция эксплуатации оборудования

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	43178263. 425600.111.ИЗ.02				
					Лист				14

8. Назначение и условия применения

Характеристика	Сведения
Функциональное описание продукта	Программно-аппаратный комплекс, основанный на технологии искусственного интеллекта (обученной нейронной сети), который позволит отслеживать и поддерживать до 120-ти параметров, необходимых для качественного и стабильного роста съедобных растений – овощи, ягоды, зелень - в городских условиях и без участия человека. Сеть имеет входной слой, вычислительные слои и выходной слой, анализируя входные данные с разных ферм, система складывает их в профили, анализирует и дает обратную связь на датчики и микроконтроллеры фермы. Так каждый запрос, который осуществляется ежесекундно, улучшает и обучает виртуального агронома новым и новым алгоритмам. Создав первичные алгоритмы работы, мы сможем установить комплекты оборудования на действующих фермах и получать данные в реальном времени с коммерческих объектов, проводить научно-исследовательскую деятельность для улучшения функционирования виртуального агронома. Пользование программой через единый сервис позволит использовать опыт агрономов, каждой подключенной фермы, анализировать данные и до обучать свой ИИ. В дальнейшем фермерам компаниям, которые занимаются растениеводством не придется нанимать опытного агронома в штат. Виртуальный агроном получит возможность использовать опыт глобальный опыт агрономии комплексно, прописывать самостоятельно алгоритмы улучшения и совершенствования технологических карт для разных видов и сортов растений, применять на всех подключенных к нему ферм.

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
43178263. 425600.111.ИЗ.02				Лист
				15

Характеристик а

Сведения

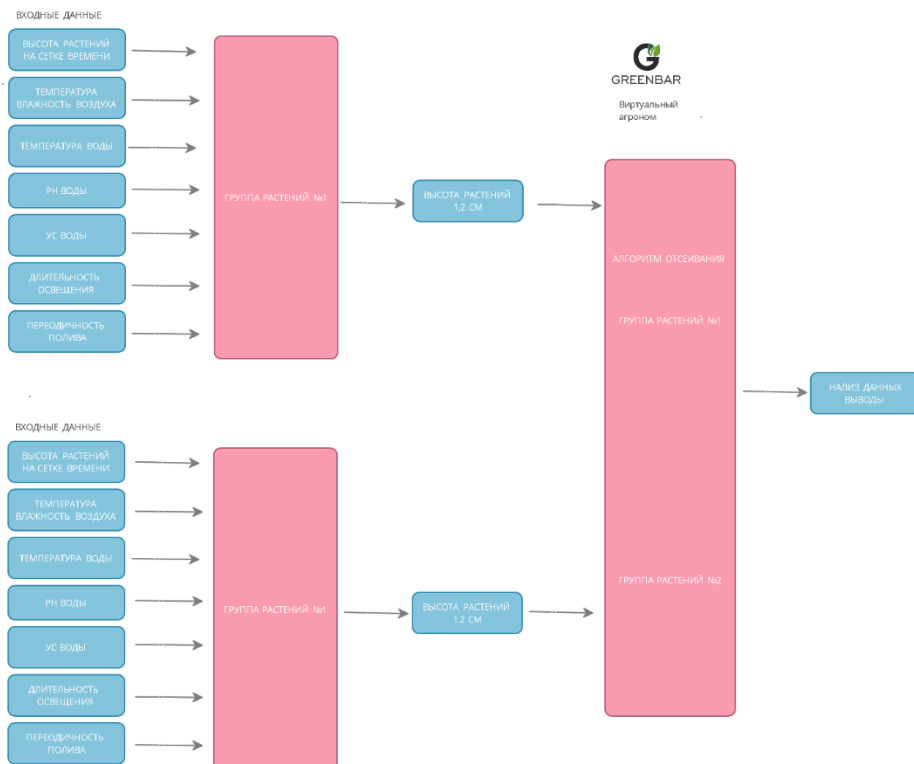
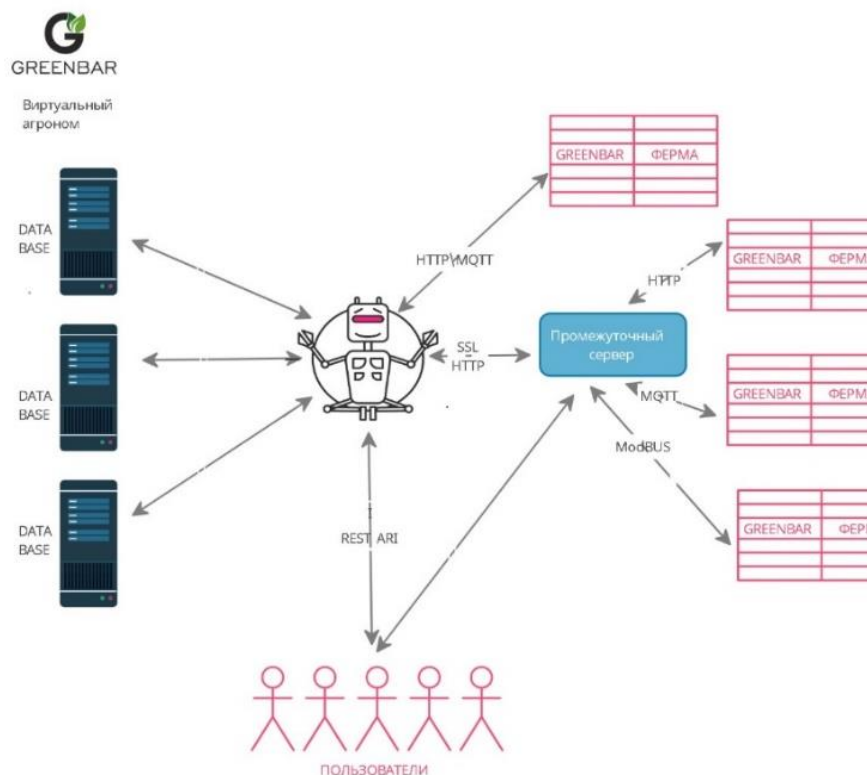


Схема подачи и сбора данных для анализа



Взаимодействия технической и виртуальной части

Формирование фильтрации и предложение идеальных алгоритмов под каждую культуру: автоматическое обнаружение и инициализация устройств путем сканирования сети, посылки широковестьельных

Ине. № подл.	Подпись и дата	Ине. № дубл.	Подпись и дата	Взам. ине. №	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

43178263. 425600.111.ИЗ.02

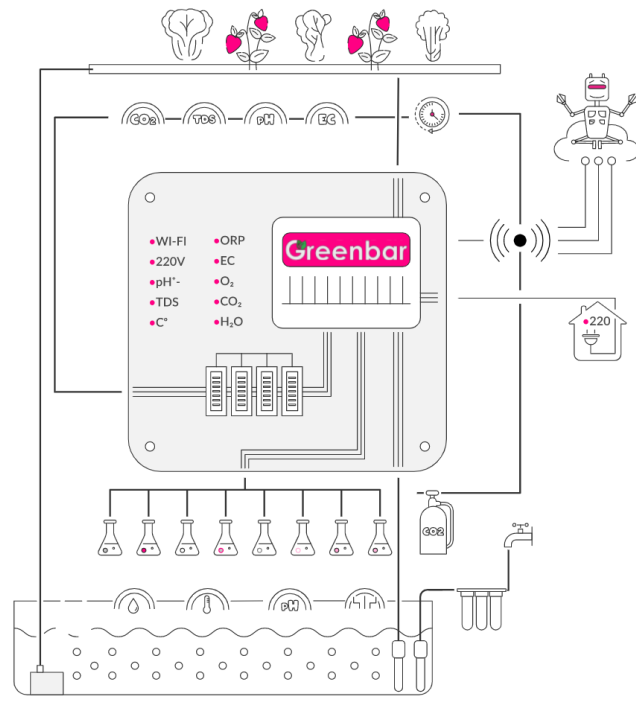
Ине. № подл. Подпись и дата Взам. инв. № Ине. № дубл. Подпись и дата	<table border="1"> <tr> <td colspan="5"> Изм. Лист № докум. Подп. Дата </td> </tr> <tr> <td colspan="5"> 43178263. 425600.111.ИЗ.02 </td> </tr> <tr> <td colspan="5"> Лист </td> </tr> <tr> <td colspan="5"> 17 </td> </tr> </table>					Изм. Лист № докум. Подп. Дата					43178263. 425600.111.ИЗ.02					Лист					17				
	Изм. Лист № докум. Подп. Дата																								
	43178263. 425600.111.ИЗ.02																								
	Лист																								
17																									
Ине. № подл.																									
Подпись и дата																									
Взам. инв. №																									
Ине. № дубл.																									
Подпись и дата																									

Характеристик а	Сведения
	сообщений и автоматической само регистрации устройств на стадии внедрения системы позволит быстро и оптимально получать готовые решения под конкретного пользователя: 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 сможет контролировать и управлять тепличными системами гидропоники, аквапоники, биопоники и аэропоники, всегда держать на контроле выращивание урожая, ежесекундно передавать данные на единый сервер, анализировать их и задавать команду для оптимизации процессов выращивания и контроля урожая. Пользователь может автоматизировать сложный процесс выращивания, задавая рецепты выращивания для своего конкретного сорта растений. Рецепты выращивания включают дозирование и концентрацию питательных веществ, баланс pH, водный цикл, температуру воздуха, влажность, освещение и другие переменные, которые меняются еженедельно до тех пор, пока растение не будет готово к уборке. Особенность проекта в том, что, создав первичные алгоритмы работы, мы сможем установить первичные комплекты оборудования на действующих фермах и получать данные в реальном времени с коммерческих объектов, проводить научно-исследовательскую деятельность для улучшения функционирования виртуального агронома. В дальнейшем фермерам не придется нанимать опытного агронома в штат. Виртуальный агроном получит возможность использовать опыт всех агрономов, со всех подключенных к нему ферм. Пользователь может автоматизировать сложный процесс выращивания, задавая рецепты выращивания для своего конкретного сорта растений. Рецепты выращивания включают дозирование и концентрацию питательных веществ, баланс pH, водный цикл, температуру воздуха, влажность, освещение и другие переменные, которые меняются еженедельно до тех пор, пока растение не будет готово к уборке. Для создания универсального прибора, работающего с распространёнными датчиками и исполнительными

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата

Характеристика	Сведения
	устройствами, был разработан API, позволяющий работать с датчиками и исполнительными устройствами по протоколам MODBUS, MQTT, RS-485 и HTTP. Прописана таблица запросов и ответов для каждого датчика. В API указано какие GET запросы и ответы может передавать исполнительное устройство.
Средства разработки продукта	Аппаратная часть состоит из основного прибора управления системами растениеводства и подачи информации на внутренний сервер для анализа и хранения. Оборудование, в котором было собрано возможно техническое оснащение для содержания растений— это система подачи и регулировки питания датчики для передачи данных, целевые микроконтроллеры, система подачи CO2, вентиляция, фитосвет, влажностный режим, режим проветривания, регуляторы роста растений при помощи видео наблюдения, узел подготовки питательных составов (растворный узел). Растворный узел способен взять анализ питательной смеси и добавить необходимые элементы, которые отсутствуют в питательном растворе, ускорить набор массы и объема растений, контролировать процесс по 50-ти параметрам. Является одним из базовых приборов работы системы обслуживания растений. Все приборы технического оснащения соединяются с плата управления исполнительными устройствами. Плата управления исполнительными устройствами является посредником между программным обеспечением и техническим.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	43178263. 425600.111.ИЗ.02	Лист
						18

Характеристик а	Сведения
	 Принцип работы узла управления и передачи данных через управление исполнительными устройствами. Выделены следующие принципы подключения датчиков и сенсоров: -Независимая логистическая сеть данных Возможность вывода информации по протоколам MODBUS, RS485, MQTT. В единую передачу данных по собственному API; -Объединение и слияние данных с разных датчиков в единый график; -Отказоустойчивость, корректная работа при подключении датчиков; -Централизованное хранение истории показаний датчиков; - Возможность создания графиков, отчетов, запросов и других инструментов анализа на получаемых данных; -Высокая масштабируемость; -Подключение не требует специальных навыков и профессиональных знаний; -Защищенные безопасные соединения. При проведении исследований и сборе информации данные с датчиков экспортируются в реальном времени с помощью API, со встроенной системой защиты SSL.
Методы алгоритмы, заложенные в разработку продукта	Методики: -Идентификация посредством унифицированной плоскости управления одного или нескольких преобразований, применяемых к набору данных инфраструктурой искусственного интеллекта, при этом применение одного или нескольких преобразований к набору данных заставляет инфраструктуру

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

43178263. 425600.111.ИЗ.02

Лист

19

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата

Характеристика	Сведения
	искусственного интеллекта генерировать преобразованный набор данных; -Хранение в одной или нескольких системах хранения информации, описывающей набор данных, одно или несколько преобразований, примененных к набору данных, и преобразованный набор данных; -Определение с помощью инфраструктуры искусственного интеллекта, следует ли разделять данные, относящиеся к ранее выполненной модели машинного обучения, из одной или нескольких систем хранения; и в ответ на определение того, что данные, относящиеся к ранее выполненной модели машинного обучения, должны быть распределены по уровням одной или нескольких систем хранения. 1.Методика сбора и обработки информации: вариации набора алгоритмов, используемых в рамках тестирования и анализа технологий: При этом хранение в одной или нескольких системах хранения информации, описывающей одну или несколько моделей машинного обучения, выполняемых с использованием преобразованного набора данных в качестве входных данных, дополнительно включает в себя: генерирование с помощью инфраструктуры искусственного интеллекта, применяющей заранее заданную хеш-функцию к одной или нескольким моделям машинного обучения и преобразованному набору данных, хеш-значения; и хранение в одной или нескольких системах хранения хэш-значения. 2.Инфраструктура искусственного интеллекта претензия дополнительно сконфигурирована для выполнения следующих шагов: - выявление с помощью единой плоскости управления различий между моделью машинного обучения и моделью машинного обучения, ранее выполнявшейся инфраструктурой искусственного интеллекта; - хранение в одной или нескольких системах хранения только той части модели машинного обучения, которая отличается от моделей машинного обучения, ранее выполняемых инфраструктурой искусственного интеллекта. 3. Устройство для обеспечения воспроизводимости в инфраструктуре искусственного интеллекта, состоит из одного или нескольких систем хранения и один или несколько серверов графических процессоров (Gal), устройство, содержащее процессор компьютера, память компьютера, оперативно связанную с процессором компьютера, компьютер память,

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата

Характеристика	Сведения
	содержащая в ней инструкции компьютерной программы, которые при исполнении процессором компьютера заставляют устройство выполнять следующие шаги: -идентификацию посредством унифицированной плоскости управления одного или нескольких преобразований, применяемых к набору данных инфраструктурой искусственного интеллекта, при этом применение одного или нескольких преобразований к набору данных заставляет инфраструктуру искусственного интеллекта генерировать преобразованный набор данных; -хранение в одной или нескольких системах хранения информации, описывающей набор данных, одно или несколько преобразований, примененных к набору данных, и преобразованный набор данных; -идентификация унифицированной плоскостью управления одной или нескольких моделей машинного обучения, выполняемых инфраструктурой искусственного интеллекта, с использованием преобразованного набора данных в качестве входных данных; -хранение в одной или нескольких системах хранения информации, описывающей одну или несколько моделей машинного обучения, выполняемых с использованием преобразованного набора данных в качестве входных данных; -определение с помощью инфраструктуры искусственного интеллекта, следует ли разделять данные, относящиеся к ранее выполненной модели машинного обучения, из одной или нескольких систем хранения; - в ответ на определение того, что данные, относящиеся к ранее выполненной модели машинного обучения, должны быть распределены по уровням одной или нескольких систем хранения: хранение данных, относящихся к ранее выполненной модели машинного обучения, в хранилище нижнего уровня; и удаление из одной или нескольких систем хранения данных, относящихся к ранее выполненной модели машинного обучения. 4. Аппарат управления и передачи данных дополнительно содержит инструкции компьютерной программы, которые при исполнении процессором компьютера заставляют устройство выполнять следующие шаги: -выявление с помощью единой плоскости управления различий между моделью машинного обучения и

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

43178263. 425600.111.ИЗ.02

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Характеристика	Сведения
	моделью машинного обучения, ранее выполнявшейся инфраструктурой искусственного интеллекта; - хранение в одной или нескольких системах хранения только той части модели машинного обучения, которая отличается от моделей машинного обучения, ранее выполняемых инфраструктурой искусственного интеллекта. Аппарат управления и передачи данных дополнительно содержит инструкции компьютерной программы, которые при исполнении процессором компьютера заставляют устройство выполнять следующие шаги: - генерирование инфраструктурой искусственного интеллекта, применяющей заданную хеш-функцию к одной или нескольким моделям машинного обучения, хеш-значения; - хранение в одной или нескольких системах хранения хэш-значения.
Обучение моделей ¹	Алгоритм нейросети (классификаторов) для определения проблем с ростом, отклонений при подаче питания и микроклимата. Определение и локализация аномалий на листах. Обучение классификаторов.
Тестирование продукта	В рамках выполнения разработки и тестирования было разработано техническое задание с указанием перечня необходимых условий, требуемых к решению в части программного обеспечения, в том числе со стороны использования технологии машинного зрения, включающее требования по: • Анализу срока и качества роста растений; • Оценке состояния свежести и здоровья растений; • Анализу проблем роста и заболевания растений; • Выявление насекомых и вредителей на урожае; • Мониторинг зрелости и сроков сбора урожая; Для сбора и анализа данных было разработано программное обеспечение «Виртуальный агроном» и ресурсное оборудование, которое необходимо для выращивания растений в вертикальных фермах и факторы его влияния на урожайность: • Фитосвет – двух основных спектров (BICOLOR и WiteFull) • Климатический модуль - создает необходимую температуру и влажность. • Прибор подачи питания, удобрений и воды – растворный узел

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

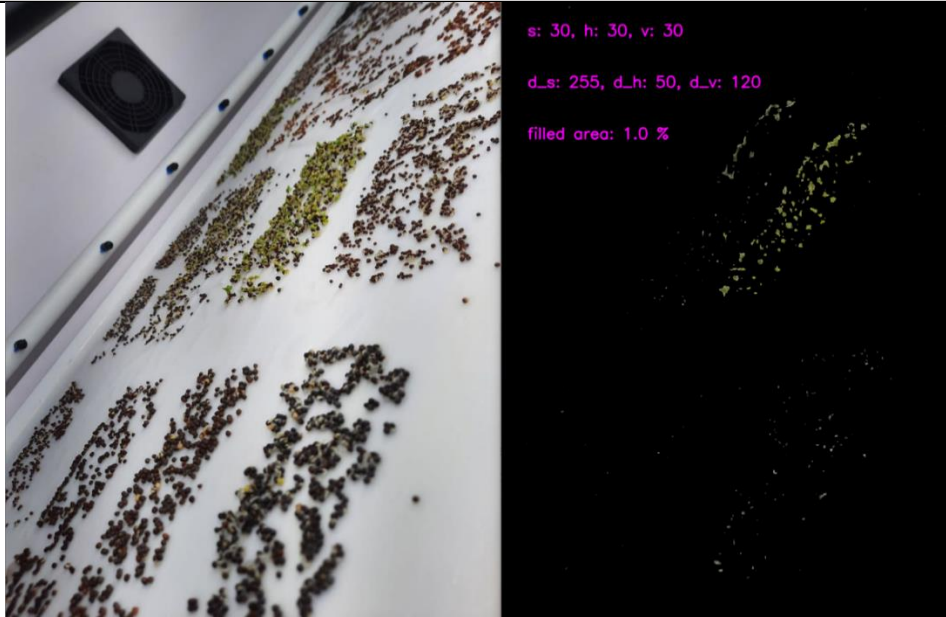
43178263. 425600.111.ИЗ.02

Лист

22

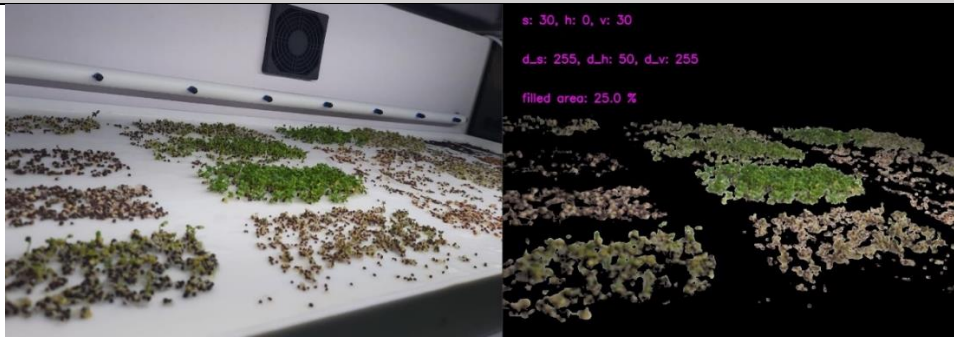
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата

Характеристика	Сведения
	- Видео камеры- машинное зрение для постоянного мониторинга, анализа состояния растений и определение степени роста и созревания. - Плата с датчиками для сбора информации. О климате и питании растений - Блок программного обеспечения, который собирает и передает данные. Были выявлены алгоритмы хранения и обработки входных и выходных данных. Исследования проводились на группе растений. Для чистоты эксперимента, были собраны несколько вариантов фито освещения и разделены на группы. Расчёт эффективности проводится по 10 бальной шкале и выводится в % эффективности по показателям: - Срока роста растений; - Энергетическая масса растений; - Объём зелени на выходе; - Вкусовые качества; - Внешний вид; - Плотность зеленой массы Остальные параметры за исключением влажности идентично. В процессе исследований было произведено выращивание в разных условиях одной и той же культуры от одного производителя и одной партии для выявления алгоритма сбора информации. В процессе роста сравниваются показания с датчиков и результат с камеры и за лучший вариант выбирается тот где развитие растений по физическим показателям лучше. Произведено несколько экспериментов для создания алгоритма сбора информации и её оценки. Анализ данных роста на основе машинного зрения. В рамках подготовки дата сета для обучения нейронной сети сделано порядка 10000 фотографий, снятых ежечасно с указанием критериев подачи питательных веществ: Нормализация данных проходила с учетом разметки времени. Общий объем обучающей выборки превышает 10 000 циклов вводных данных в промежутках один час. Пример собираемых данных на основе технологии машинного зрения для эталонной посадки растений приведен на рисунках 5-9.

Характеристики	Сведения
	 Рис. 6. Определение скорости роста культур при помощи технологии машинного зрения. Этап 0 – 24 часа с посадки.
	 Рис. 7. Определение скорости роста культур при помощи технологии машинного зрения. Этап 1 – 48 часов с посадки.
	 Рис. 8. Определение скорости роста культур при помощи технологии машинного зрения. Этап 2 – 96 часов с посадки.

Ине. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	
Ине. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Характеристика	Сведения
	 Рис. 9. Определение скорости роста культур при помощи технологии машинного зрения. Этап 3 – 128 часов с посадки.  Рис. 10. Определение скорости роста культур при помощи технологии машинного зрения. Этап 4 – 256 часов с посадки. Эксперименты проводились в режиме автоматической подготовки питательного раствора, прибор сначала выводит уровень ЕС (концентрацию удобрений) до заданного значения, а затем, при необходимости, регулирует pH (кисотно-щелочной баланс) раствора. Уровень pH регулируется с помощью двух реагентов: «pH+» и «pH-», далее сверяются заданные показатели среды с реальными, на основании этого увеличивается или уменьшается разовое дозирование. При помощи аналитических данных, полученных в ходе тестирования, прибор самостоятельно управляет подготовкой питательного раствора и задает комфортные технические параметры для выращивания растений. Все настройки задаются, как по локальной сети, так и с помощью удаленного доступа через интернет. База данных имеет распределённую структуру и делится на: • Простые (лёгкие данные) температура, влажность, триггер работы того или иного канала нагрузки, длительность работы каждого канала. • Сложные данные (тяжёлые): фотографии растений на разной стадии развития

Име. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

43178263. 425600.111.ИЗ.02

Характеристика	Сведения
	Таким образом получилось снизить нагрузку на сервер и увеличить его пропускную способность не увеличивая мощность железа. Результатом стал выпуск коммерческой версии ПО для выращивания зеленых и салатных культур. Стали очевидны не ограниченные возможности по оцифровке агрономических данных многообразия разного рода культур в том числе редких исчезающих видов и лекарственных растений, перспективах внедрения в коммерческие объекты.
Свойства открытости ПО	Виртуальный агроном предоставляет RESTful API на том же порту, что и веб-интерфейс (порт по умолчанию — порт 8123). Если вы не используете <u>frontend</u> в своей настройке, вам нужно добавить <u>api интеграцию</u> в свой <code>configuration.yaml</code> файл. • <code>http://IP_ADDRESS:8123/</code> представляет собой интерфейс для управления Виртуальным агрономом. • <code>http://IP_ADDRESS:8123/api/</code> является RESTful API. API принимает и возвращает только объекты в кодировке JSON. Все вызовы API должны сопровождаться заголовком <code>Authorization: Bearer TOKEN</code>, который <code>TOKEN</code> заменяется вашим уникальным токеном доступа. Вы получаете токен («Долгоживущий токен доступа»), войдя в интерфейс с помощью веб-браузера и перейдя в <u>свой профиль</u> <code>http://IP_ADDRESS:8123/profile</code>. Будьте осторожны, чтобы скопировать весь ключ. Существует несколько способов использования Виртуальный агроном Rest API. Один с <code>curl</code>: <pre>curl \ -H "Authorization: Bearer TOKEN" \ -H "Content-Type: application/json" \ http://IP_ADDRESS:8123/ENDPOINT</pre> Другой вариант — использовать Python и модуль <u>Requests</u>.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата

Характеристика	Сведения
	<pre> from requests import get url = "http://localhost:8123/ENDPOINT" headers = { "Authorization": "Bearer TOKEN", "content-type": "application/json", } response = get(url, headers=headers) print(response.text) </pre> Другой вариант — использовать <u>интеграцию RESTful Command</u> в автоматизацию или скрипт Виртуальный агроном <pre> turn_light_on: url: http://localhost:8123/api/states/light.study_light method: POST headers: authorization: 'Bearer TOKEN' content-type: 'application/json' payload: '{"state":"on"}' </pre> Успешные вызовы вернут код состояния 200 или 201. Другие коды состояния, которые могут возвращаться: - ошибка 400, неверный запрос) 401 (Неавторизованный) 404 Не Найдено) 405 (метод не разрешен) API поддерживает следующие действия:

Ине. № подл.	Подпись и дата
Ине. № инв.	Ине. № дубл.
Взам. инв. №	Подпись и дата
Ине. № подл.	Подпись и дата

Характеристика	Сведения
	Получить /api/ Получить /api/config Получить /api/events Получить /api/services Получить /api/history/period/<timestamp> Получить /api/logbook/<timestamp> Получить /api/states Получить /api/states/<entity_id> Получить /api/error_log Получить /api/camera_proxy/<camera_entity_id> Получить /api/calendars Получить /api/calendars/<calendar_entity_id> Почта /api/states/<entity_id> Почта /api/events/<event_type> Почта /api/services/<domain>/<service> Почта /api/template Почта /api/config/core/check_config Почта /api/intent/handle
Дополнительная информация (при наличии)	
Технические требования к продукту	1) Программное обеспечение для прибора, отвечающее за управление растениеводческой фермой; 2) Пользовательский интерфейс, позволяющий следить и управлять за показателями датчиков и прогнозами системы; 3) IT платформа, отвечающая за обработку запросов от прибора анализ и управление функционалом. Интерфейс платформы управления состоит из коммуникационной панели управления системами контроля анализа и управления процессами

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата

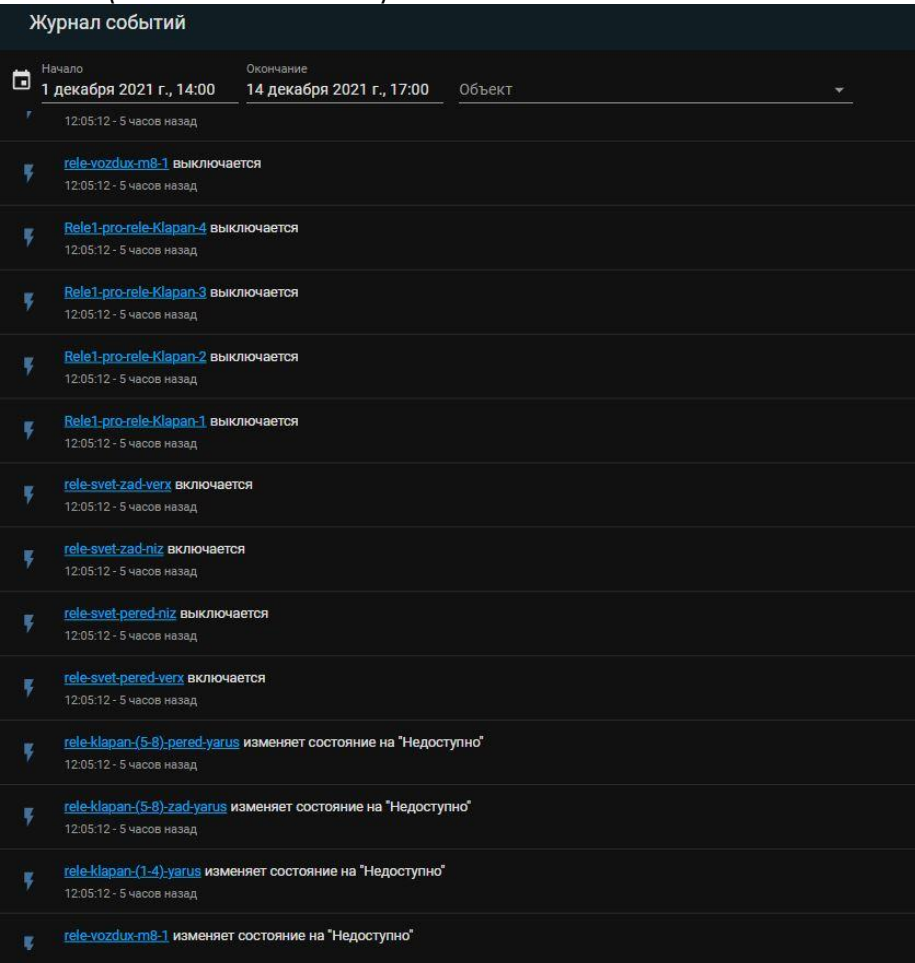
Характеристика	Сведения
	выращивания. В которой содержится информация о конечные исполнительные устройства, данные с датчиков: • Автоматическое поддержание уровня pH и ЕС; • Поддержание и контроль уровня жидкости в первом резервуаре; • Сбор данных и контроль за поддержанием температурного режима питательного 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». 4) Нейронная сеть, отвечающая за анализ и принятие решений касемо выращивания пряных трав на основе заложенного опыта: -Управление беспроводной сенсорной сетью (WSN); -Объединение и слияние данных и технологических карт; -Отказоустойчивость, корректная работа при ненадежном подключении датчиков; -Централизованное хранение истории показаний датчиков; -Оповещения, графики, отчеты, и прочие варианты и инструменты для анализа данных.
Обоснование заложенных в разработку методов и алгоритмов, сравнение с конкурентными решениями	Машинное зрение для определения зрелости -Независимая сеть данных (разнесение архивов данных по разным базам данных) -Объединение и слияние данных и технологических карт -Отказоустойчивость, корректная работа при ненадежном подключении датчиков -Централизованное хранение истории показаний датчиков -Оповещения, графики, отчеты, интегрированный язык запросов и другие инструменты анализа данных. Сбор обработка, управление и фильтрация данных применяется следующим образом: Система собирает данные с датчиков, привязанных к устройствам и собирает в базу данных с временным интервалом от 1-60 минут; Записанные данные можно отсмотреть в виде графиков на единое поле замера. То-есть показать все условия на отрезке времени по всем датчикам и по зонам.

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата

Характеристика	Сведения
	Система позволяет настроить реакции и сохранить их в исполнительный файл. То-есть в зависимости от заданных параметров корректировать. С помощью встроенного API Система может отслеживать датчики, сравнивать показания с заложенными в программу, и автоматически запускать конечные исполнительные устройства для коррекции показаний и привода их к заданным параметрам. Систему можно настроить как в ручном, так и в автоматическом режиме. В автоматическом режиме в систему можно загрузить файл с уже готовыми настройками под ту или иную культуру. Либо задать в ручном режиме все необходимые условия для их соблюдения. Система может работать как локально, так и через сеть Internet. При локальной работе, пользователь может только самостоятельно задавать параметры для роста растений. Так же при локальном использовании не исключены провалы в обслуживании фермы из-за отсутствия электричества. Так же в локальном режиме нет возможности подгрузить готовые решения для той или иной культуры. 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 и 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 50 показателям датчиков. При помощи алгоритмов запроса и ответа система «Виртуальный агроном» может самостоятельно выбирать самые удачные опыты выращивания при различных

Характеристика	Сведения
	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 также управление аппаратной частью с помощью заложенных алгоритмов. Сервер позволяет удалённо и на основании заложенных алгоритмов осуществлять контроль микроклимата, контролировать уровень РН, ЕС. И состав питательного раствора, а также собирать статистику. Вести видео контроль, контроль влажности и температуры субстрата (грунта). Такая технология позволяет настроить оборудование на обслуживание конкретной культуры: салат, базилик, помидор, огурец и т.д.
Информация о методиках и протоколах тестирования, а также проведенном независимом тестировании	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 графике показаны изменения в данных. В основном перепады происходят при посадке растений и/или когда в оборудование отрывает дверь или выключается электричество. В рамках проекта в модулях создавались разного рода экстремальные условия для сбора данных и обучения системы оперативной коррекции внутренних параметров.  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

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Характеристика	Сведения
	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).  Рис. 18 Страница журнала событий.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взам. ине. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата

Характеристика	Сведения
	В рамках проекта был сформирован готовый к коммерческому масштабированию удобный интерфейс управления и контроля роста растений. 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°С WiFi подключено, IP: 192.168.83.3 Добавлено А: 26.5мл, В: 26.5мл, С: 25мл, рН: 0.7мл, H2O: 7.9л Ошибки --- Состояние перемешивание 00:56:56 Пропустить Целевые значения pH 5.7 6.8 ON OFF ЕС, uSm/cm 1200 1500 ON OFF Уровень, л 60 65 ON 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.

Характеристика	Сведения
	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 A B C pH+/D, pH- pH+/D pH- мл Вода, +, - долив слив л Старт Сброс Программа питания (на 10л воды, до EC=2мСм/см) A, B, C 6 6 6 pH+/D, pH- 0 0 мл Конц. pH+ 40 % Параметры воды EC воды 40 uSm/cm pH- на 10л 1 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 EC 1 раз в минуту.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

43178263. 425600.111.ИЗ.02

Лист

34

Характеристика	Сведения
	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 60 мин До долива 45 мин Доливы через 720 мин Фильтр pH, ЕС 1 мин Защита pH min 3 pH max 8 Рис. 21. Страница параметров задержки Калибровка 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.

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	
Име. № подл.	Подпись и дата

Характеристика	Сведения
	Калибровка уровня, пределы (Raw = 1106 mV) Минимум 10 772 Запомнить Максимум 64 1209 Запомнить Калибровка pH (Raw = 46 mV) Точка 1 4 164 Запомнить Точка 2 7.01 0 Запомнить Калибровка ЕС (Raw = 622 Ом) Точка 1 1095 778 Запомнить Точка 2 3013 254 Запомнить Калибровка температуры (Raw = 12042 Ом) Точка 1 21.3 10638 Запомнить Рис. 22. Страница калибровки датчиков уровня воды pH, ЕС и температуры.
Наличие полной документации продукта, в том числе source codes	Для аппаратных комплексов предоставляются: • сборочные чертежи продукции; • спецификации на продукцию; • схемы продукции функциональные и электрические принципиальные; - технические условия; - инструкция по эксплуатации; - программы и методики испытаний продукции; - протоколы испытаний продукции. Для программных комплексов предоставляются: - научно-технические отчеты; - алгоритмы работы программы; - инструкция для пользователя; - протоколы испытаний (тестирования) программы. Для разрабатываемых технологий предоставляются: - научно-технические отчеты; - технические условия на продукт, изготавливаемый по технологии; - документация на разработанное технологическое оборудование; - технологическая документация (технологические схемы, карты и т.п.);

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	
Ине. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

43178263. 425600.111.ИЗ.02

Лист

36

Характеристика	Сведения
	- протоколы испытаний продукции, изготовленной в соответствии с разработанной технологией
Информация об уже выпущенных релизах (версиях) продукта и результаты их использования (тестирования)	ПО «Виртуальный агроном» и мобильное приложение версия 1.0 для выращивания микрозелени. Год выпуска 2018. Продается с готовыми модулями и витринами для выращивания микрозелени. Коммерчески успешный продукт. ПО «Виртуальный агроном» и мобильное приложение 2.6 для выращивания зелени, салатов, пряных трав и цветов. Год выпуска 2019. В 2022г. Вышла новая версия с расширенным функционалом. Коммерческий продукт, продается с модулями для выращивания. Имеются продажи страны Азии и Европы. База технологических карт на 600 наименований растений.
Сервисы по поддержке продукта в процессе использования	Все подключенные версии – коммерческие имеют поддержку 24\7 на едином сервере управления. Имеют возможность дистанционного анализа, контроля регулирования и управления через системного администратора. Обновления и передачи данных для Базы. Все подключенные системы модулей и витрин для выращивания передают данные о работе, сбоях в работе, системных ошибках или удачных алгоритмах на единый сервер, таким образом постоянно само обновляют и пополняют базу данных и взаимно улучшают свою работу. Для технического сервиса работает единый сервисный телеграмм канал для прямого общения с клиентами. Приводятся видео консультации по необходимости и по запросу клиента дистанционного обслуживания.

9. Общесистемное ПО

Общесистемное ПО включает в себя следующие компоненты:

- операционную систему: MS Windows 2003 Server,
- систему управления базами данных: Oracle9,
- WEB-сервер Jakarta Tomcat 4.1.31,
- Географическая информационная система – Geomedia (Intergraph)

Прикладное ПО

- Подсистема администрирования БД
- Подсистема ввода/вывода
- Подсистема импорта/экспорта
- Подсистема качества
- Подсистема ведения классификаторов и справочников
- Подсистема администрирования доступа
- Подсистема предоставления услуг

Процессы, выполняемые под управлением различных подсистем, реализуются на основе системных процедур, которые являются составной

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
43178263. 425600.111.ИЗ.02				Лист
				37

частью функций пользователей системы. Системные процедуры группируются в соответствии с их назначением:

- Занесение данных;
- Поиск данных
- Редактирование БД
- Анализ данных

Функции частей программного обеспечения

Подсистема администрирования БД

Администрирование БД предполагает реализацию процессов, связанных с управлением БД РИПД, и включает следующие функции:

- Создание базы данных
- Создание резервных копий
- Проверка целостности БД
- Проверка работоспособности БД
- Разграничение доступа к БД

Подсистема ввода/вывода

Данная подсистема объединяет процессы, направленные на создание информационного ресурса узла РИПД, выполнение его актуализации и обеспечение доступа к данным. Подсистема управляет процессами:

- ввода БПД в БД;
- поиска и предоставления БПД;
- редактирования БД БПД (обновление, удаление).
- ввода метаданных;
- поиска и предоставления метаданных;
- редактирования базы метаданных (обновление, удаление)

Подсистема обеспечивает:

1. Сохранение истории, что может предполагать сохранение информации:
 - о координатном описании удаляемого объекта или изменяемого
 - замещаемые данные об идентификаторе, адресное описание, описание связей
2. Хранение описания одного и того же базового пространственного объекта с разной точностью и с учетом двух подходов:
 - разный тип локализации, что предполагает разные правила описания пространственного объекта;
 - один тип локализации, но точность координатного описания разная (разная точность на разных участках описания)

Данная подсистема взаимодействует с подсистемой администрирования доступа, подсистемой ведения базы метаданных и выполняет функции интерфейса между всеми категориями производителей и обладателей ПД и указанными подсистемами.

Подсистема направлена на выполнение следующих функций:

- Занесение и хранение БПД
- Редактирование БПД;
- Удаление БПД;
- Просмотр БПД;
- Занесения и хранение метаданных;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	• редактирование базы метаданных (обновление, удаление) Подсистема обеспечивает: 1. Сохранение истории, что может предполагать сохранение информации: ▪ о координатном описании удаляемого объекта или изменяемого ▪ замещаемые данные об идентификаторе, адресное описание, описание связей 2. Хранение описания одного и того же базового пространственного объекта с разной точностью и с учетом двух подходов: ▪ разный тип локализации, что предполагает разные правила описания пространственного объекта; ▪ один тип локализации, но точность координатного описания разная (разная точность на разных участках описания) Данная подсистема взаимодействует с подсистемой администрирования доступа, подсистемой ведения базы метаданных и выполняет функции интерфейса между всеми категориями производителей и обладателей ПД и указанными подсистемами. Подсистема направлена на выполнение следующих функций: • Занесение и хранение БПД • Редактирование БПД; • Удаление БПД; • Просмотр БПД; • Занесения и хранение метаданных;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	43178263. 425600.111.ИЗ.02	Лист
						38

- Редактирование метаданных;
- Удаление метаданных
- Просмотр метаданных

Подсистема импорта/экспорта данных

Подсистема должна позволять производить конвертацию (импорт и экспорт) в следующие форматы:

- shape,
- mif/mid,
- dxf,
- GML3.0,

Метаданные должны представляться в общедоступных форматах в соответствии с ISO 19115..

Подсистема качества

Подсистема предназначена для автоматизации процессов проверки БПД, включая:

- Установление соответствия БПД установленным требованиям
- Оценка топологической непротиворечивости БПД БПО со смежными БПО
- Формирование отчетных документов на соответствие данных действующим стандартам, нормативным документам и требованиям и модели пространственных данных РИПД

Подсистема администрирования доступа

Функции подсистемы администрирования доступа объединяют функционал системы по обеспечению функций ограничения доступа и сохранности информационных ресурсов системы.

Система должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- Заведение пользователя
- Удаление пользователя
- Редактирование принадлежности пользователя к группам доступа
- Функция определения возможности доступа заданного пользователя к заданному объекту по требуемому способу доступа (просмотр, редактирование, удаление, право security)
- Функция задания возможности доступа заданного пользователя к заданному объекту по требуемому способу доступа (просмотр, редактирование, удаление, право security)

Подсистема предоставления услуг

Данная подсистема взаимодействует с подсистемой администрирования доступа, подсистемой ведения базы метаданных, порталом и выполняет функции установления связи Пользователя в соответствии с определенными правами. Подсистема реализует внутренние функции системы управления ресурсами, обеспечивая взаимодействие пользователя (интерфейса) с подсистемой администрирования доступа, подсистемой баз данных, а так же включает в себя функции по подготовке выходных материалов. Подсистема обеспечивает выполнение следующих функций:

- Поиск и предоставление метаданных;
- Поиск данных
- Просмотр метаданных

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	сохранения информации о ресурсах системы.									
					Система должна обеспечивать выполнение следующих функций:									
					• Заведение пользователя • Удаление пользователя • Редактирование принадлежности пользователя к группам доступа • Функция определения возможности доступа заданного пользователя к заданному объекту по требуемому способу доступа (просмотр, редактирование, удаление, право security) • Функция задания возможности доступа заданного пользователя к заданному объекту по требуемому способу доступа (просмотр, редактирование, удаление, право security)									
					Подсистема предоставления услуг									
					Данная подсистема взаимодействует с подсистемой администрирования доступа, подсистемой ведения базы метаданных, порталом и выполняет функции установления связи Пользователя в соответствии с определенными правами. Подсистема реализует внутренние функции системы управления ресурсами, обеспечивая взаимодействие пользователя (интерфейса) с подсистемой администрирования доступа, подсистемой баз данных, а так же включает в себя функции по подготовке выходных материалов. Подсистема обеспечивает выполнение следующих функций:									
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	• Поиск и предоставление метаданных; • Поиск данных • Просмотр метаданных									
					43178263. 425600.111.ИЗ.02					Лист				
										39				
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

10. Методы и средства разработки программного обеспечения

- GeoMedia, Intergraph;
- Интегрированная среда разработки IDE - Eclipse 3.0;
- Дополнительные средства разработки JSDK 1.4.2;
- Компиляция и сборка приложения - Ant 1.6;
- Система управления базами данных - Oracle 9;
- Средство отладки SQL-запросов - SQL Query Analyzer;
- Сервер приложений Application Server - Jakarta Tomcat 4.1.31.

Применение данных инструментальных систем и языков программирования обеспечит высокую гибкость и масштабируемость информационной системы.

Единая облачная система управления: микроклиматом, питанием, стерильностью контролем и профилактикой заболеваний растений, подачей регулировка полезными свойствами растений и химическим составом растений, концентрацией масел и питательных элементов растений в закрытых вертикальных фермах систем гидропоника, аквапоника, биопоника, аэропоника, и груубокс.

Виртуальный сервис сбора, анализа, хранения и обработки данных управление микроклиматом, питанием, стерильностью контролем и профилактикой заболеваний растений, подачей регулировка полезными свойствами растений и химическим составом растений, концентрацией масел и питательных элементов растений в закрытых вертикальных фермах систем гидропоника, аквапоника, биопоника.

ПО «Виртуальный агроном» заменяет когнитивные функции человека - профессиональные навыки агронома, технологий круглогодичного растениеводства, создание и регулирование условий выращивания

(микроклимат, питание, усиление и ускорение урожайности) и перевод их в цифровой формат.

Программное обеспечение снижает себестоимость круглогодичного выращивания получение свежих овощей, ягод и зелени.

в. Условия, при соблюдении (выполнении, наступлении) которых обеспечивается применение средства автоматизации в соответствии с назначением (например, вид ЭВМ и конфигурация технических средств, операционная среда и общесистемные программные средства, входная информация, носители данных, база данных, требования к подготовке специалистов и т. п.)

ПО «Виртуальный агроном» работает с перечнем оборудования:

Цифровое оборудование для выращивания содержания микрозелени, пряных трав, ягод, овощей и цветов:

«Модульная вертикальная ферма Greenbar GHJ2\8 FHN08»

«Модульная вертикальная ферма Greenbar GJT12\5 JGHE05»

Производственные модели:

Модуль для выращивания зелени Greenbar- LUX3

ЦИФРОВАЯ МОБИЛЬНАЯ ВЕРТИКАЛЬНАЯ ФЕРМА GREENBAR PRO-35

Ситиферма витрина автоматизированная Greenbar LUX-53

Научно образовательная лаборатория Цифровая "Ситиферма Биопоник-4"

Научно-учебная лаборатория Биопоник-124 для клонирования и черенкования на базе программного обеспечения "Виртуальный агроном"

СИТИФЕРМА-ЛАБОРАТОРИЯ БИОПОНИК - 2 ДЛЯ РАСТЕНИЙ ПО ПРИНЦИПУ БИОПОНИКА С МОБИЛЬНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ "ВИРТУАЛЬНЫЙ АРОНОМ"

Цифровая овощная биолaborатория Ситиферма БиопониQ-ТО3\1 для научно-исследовательской работы

Цифровая ситиферма для выращивания микрозелени Greenbar- MZ2

ЦИФРОВАЯ МОБИЛЬНАЯ ВЕРТИКАЛЬНАЯ ФЕРМА GREENBAR PRO-55

Витрина для выращивания зелени и пряных трав Greenbar PRO-5

Цифровая ситиферма-витрина для выращивания микрозелени Greenbar-MZ4

Модульная ситиферма для выращивания микрозелени Greenbar Про-8

Цифровая ситиферма-витрина для выращивания микрозелени Greenbar-MZ6

Витрина Greenbar для зелени LUX-5

Витрина для выращивания зелени и пряных трав Greenbar PRO-5

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. име. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	БИОПОНИКА С МОБИЛЬНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ "ВИРТУАЛЬНЫЙ АРОНОМ" Цифровая овощная биолaborатория Ситиферма БиопониQ-ТО3\1 для научно-исследовательской работы Цифровая ситиферма для выращивания микрозелени Greenbar- MZ2 ЦИФРОВАЯ МОБИЛЬНАЯ ВЕРТИКАЛЬНАЯ ФЕРМА GREENBAR PRO-55 Витрина для выращивания зелени и пряных трав Greenbar PRO-5 Цифровая ситиферма-витрина для выращивания микрозелени Greenbar-MZ4 Модульная ситиферма для выращивания микрозелени Greenbar Про-8 Цифровая ситиферма-витрина для выращивания микрозелени Greenbar-MZ6 Витрина Greenbar для зелени LUX-5 Витрина для выращивания зелени и пряных трав Greenbar PRO-5
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

43178263. 425600.111.ИЗ.02

Лист
41

Операционная система

В качестве операционной системы центральной подсистемы автоматизированной системы Виртуальный агроном предполагается использование ОС Debian 11 ,

Установленная ОС должна обеспечивать нормальное функционирование системного программного обеспечения, приведённого в пункте 1.

В качестве операционной системы периферийных подсистем Debian 11

Средства, расширяющие возможности операционной системы

В рамках развертывания операционной системы Debian 11 установлены следующие пакеты и ПО:

- Docker CE >= 20.10.17
- Systemd >= 239
- NetworkManager >= 1.14.6
- udisks2 >= 2.8
- AppArmor == 2.13.x (built into the kernel)
- Python >= 3.2

Так же установлены вспомогательные пакеты

- Jq
- Wget
- Curl
- Dbus

Пакет Docker CE используется для кластеризации отдельных функций Виртуального агронома и позволяет использовать дополнительные возможности программного обеспечения, такие как видеонаблюдение, Брокер MQTT и прочие.

Пакет Systemd подсистема инициализации и управления службами в Linux

Программа NetworkManager для управления сетевыми соединениями в Linux

Пакет `udisks2` D-Bus-интерфейс для `udev` и соответствующий демон для управления накопителями, как съёмными, так и, например, жесткими дисками

Программа AppArmor программный инструмент упреждающей защиты, основанный на политиках безопасности (известных также как профили), которые определяют, к каким системным ресурсам и с какими привилегиями может получить доступ то или иное приложение. В AppArmor включён набор стандартных профилей, а также инструменты статического анализа и инструменты, основанные на обучении, позволяющие ускорить и упростить построение новых профилей

Пакет `jq` используется для нарезки, фильтрации, сопоставления и преобразования структурированных данных.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
возможности программного обеспечения, такие как видеонаблюдение, Брокер MQTT и прочие. Пакет Systemd подсистема инициализации и управления службами в <u>Linux</u> Программа NetworkManager для управления сетевыми соединениями в <u>Linux</u> Пакет <u>udisks2 D-Bus-интерфейс</u> для <u>udev</u> и соответствующий демон для управления накопителями, как съемными, так и, например, <u>жесткими дисками</u> Программа AppArmor программный инструмент упреждающей защиты, основанный на <u>политиках безопасности</u> (известных также как профили), которые определяют, к каким системным ресурсам и с какими привилегиями может получить доступ то или иное приложение. В AppArmor включён набор стандартных профилей, а также инструменты статического анализа и инструменты, основанные на обучении, позволяющие ускорить и упростить построение новых профилей Пакет <u>jq</u> используется для нарезки, фильтрации, сопоставления и преобразования структурированных данных.				
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
43178263. 425600.111.ИЗ.02				Лист
				42

Ине. № подл.	Подпись и дата				Ине. № дубл.	Подпись и дата				Взам. инв. №	Подпись и дата														
													цветение, плодоношение) для ягодных культур 2.Доработка пользовательского интерфейса для управления всеми новыми (п.1) исполняемыми устройствами. 3.Обучение системы самостоятельному сбору статистики на основе которых корректировать своё поведение, подбирая оптимальные режимы выращивания и распознавания растений. 4.Обучение системы самостоятельному распознаванию стадии роста растений (цветение, плодоношение) 5.Доработка ПО встроенными пакетами подписки на разного рода лицензии. 6.Интеграция модулей синхронизации с по СТОРОННИХ РАЗРАБОТЧИКОВ. 7.Сбор данных для формирования технологических карт выращивания ягод по разным техническим условиям, сбор ошибок, рисков и погрешностей. 8.Сбор и анализ новых данных созревания ягод дистанционные управления микроклиматом, питанием, стерильностью												
Изм.					Лист					№ докум.					Подп.					Дата					
43178263. 425600.111.ИЗ.02													Лист												
													43												

	контролем и профилактикой заболеваний растений, подачей регулировкой химического состава питательной среды по разным протоколам и технологическим картам, разным режимам, климатическим данным рецептурам кормления. Оценка состояния растений по видеоизображению, определение заболеваний и недостатка или избытка питательных веществ, контроль концентрации масел и питательных элементов ягодных растений. 9.Доработка Data узла передатчика управления процессами растениеводства по всем заданным внешним и внутренним параметрами не менее чем по 60 показателям датчиков. 10 Доработка ПО разработка интерфейса личного кабинета с несколькими правами доступа сотрудникам компании
--	--

12. Взаимодействие продукта с другими системами

Система	Исходящие взаимодействия (из продукта в другие системы)	Входящие взаимодействия (из других систем в продукт)
CRM Склад 1С	Учет рабочего времени сотрудников Количество посаженных растений Обе собранного урожая	Рабочее время сотрудников на основании полученных данных об урожае и необходимом объеме продукции. Планирование посадок и сбора урожая.
Склад 1с	Учет расхода и закупок расходных материалов на ферме: горшки, рассада, семена, питательные смеси, упаковка. Планирование закупок расходных материалов. Учет расходов на закупку материалов.	Поставка комплектующих на основании расходования питательных смесей, горшков и упаковки.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подпись и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	43178263. 425600.111.ИЗ.02					44