

ПИЩИН О. Н., ОТУЗОВ А. О., НИКУЛИН В. В.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ**

Аннотация. В статье проанализированы возможности применения и предложен вариант реализации технологии интернета вещей в сельском хозяйстве в сфере растениеводства. Внедрение проекта с применением данной технологии поможет значительно снизить потери урожая.

Ключевые слова: NB-IoT, интернет вещей, растениеводство, Астраханская область.

PISCHIN O. N., OTUZOV A. O., NIKULIN V. V.

USING THE INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY

TO INCREASE THE EFFICIENCY OF AGRICULTURAL LANDS USE

Abstract. The article analyzes the possibilities of application and proposes an option for implementing the Internet of things technology in agriculture in the field of crop production. The implementation of a project using this technology will help to significantly reduce crop losses.

Keywords: NB-IoT, Internet of things, crop production, Astrakhan region.

В настоящее время растениеводство в Астраханской области широко представлено выращиванием овощей (томатов, огурцов, картофеля и др.), бахчевых культур и риса. На полях области ежегодно выращивается и реализуется около 350 тыс. тонн томатов, перца, баклажан, кабачков, огурцов, моркови, свёклы, лука и капусты. Астраханская область является одним из крупнейших производителей томатов в России. В области выращивается более 25 сортов томатов. Климатические условия области позволяют получать два урожая картофеля в год. Выращивание бахчевых культур для Астраханской области является традиционным видом сельскохозяйственной деятельности. Возделывание риса – одно из приоритетных направлений. Потребительское качество риса достаточно высокое, что позволяет всячески развивать его дальнейшее производство [1]. Однако текущие потери урожая практически всех культур могут достигать 40% за счёт неравномерности отдачи (урожайности) сельскохозяйственных угодий (отдельных участков, отличающихся по качественным характеристикам от типовых норм выращивания культур). Обширные территории, используемые для выращивания овощей, ягод или фруктов невозможно обеспечить требуемым качеством обслуживания при физическом осмотре, контроле состояния грядок. Вручную невозможно везде оценить глубину просыхания почвы, достаточность удобрений, необходимость начала полива.

Одним из способов решения этих проблем и повышения качества и количества сельскохозяйственной продукции является использование умных технологий, которые смогут сделать сельскохозяйственные предприятия более «интеллектуальными» и более эффективными с помощью так называемого «Умного фермерства» [2]. Целью работы, проводимой на кафедре «Связь» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» совместно с кафедрой инфокоммуникационных технологий и систем связи ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», является исследование возможности применения и разработка варианта реализации технологии NB-IoT в сельскохозяйственной сфере.

Технология интернет вещей (NB-IoT – Narrowband Internet of Things) представляет собой отличный инструмент, который может помочь в управлении сельскохозяйственными угодьями и решить некоторые сложные задачи, с которыми сталкиваются фермеры. Она может использоваться для сбора данных с электронных сенсоров [3; 4], установленных на угодьях. С их помощью можно отслеживать изменения погодных условий, влажности почвы, уровня удобрений и прочие измеряемые параметры, контроль которых обеспечивает урожайность той или иной сельскохозяйственной культуры.

Информация с участков выращивания культур, получаемая с датчиков, размещаемых определенным образом, поможет фермерам выявить причины возможного неурожая или болезней растений и своевременно принять меры для их предотвращения, так как по статистике при неблагоприятных погодных условиях хозяйства теряют до 25–40% урожая. В свою очередь внедрение технологии интернета вещей поможет снизить эти потери до 15–30% или устранить полностью [2].

В качестве объекта исследования выбран участок в Астраханской области площадью 2 гектара, предназначенный для выращивания риса. Ставится задача на примере этого объекта создать систему контроля качественных характеристик земельного участка, окружающего воздуха и объектов обеспечения функционирования сельскохозяйственного предприятия. Определить количество необходимого оборудования для снятия параметров, для сбора и передачи информации, тип канала связи для трансляции качественных характеристик, транслируемых датчиками и тип канала для передачи магистральной информации, определить требуемую пропускную способность системы и подобрать оборудование, обеспечивающее бесперебойную работу каналов сбора информации и управления.

На поле и системах полива будут размещаться датчики температуры, влажности, уровня воды и, при необходимости, других параметров. Датчики могут быть как умными, цифровыми, так и простыми аналоговыми. Информация с датчиков будет собираться устройством сбора и трансляции информации (контроллером) и через сеть оператора сотовой связи передается в центр обработки, где и принимаются управляющие решения (рис. 1).

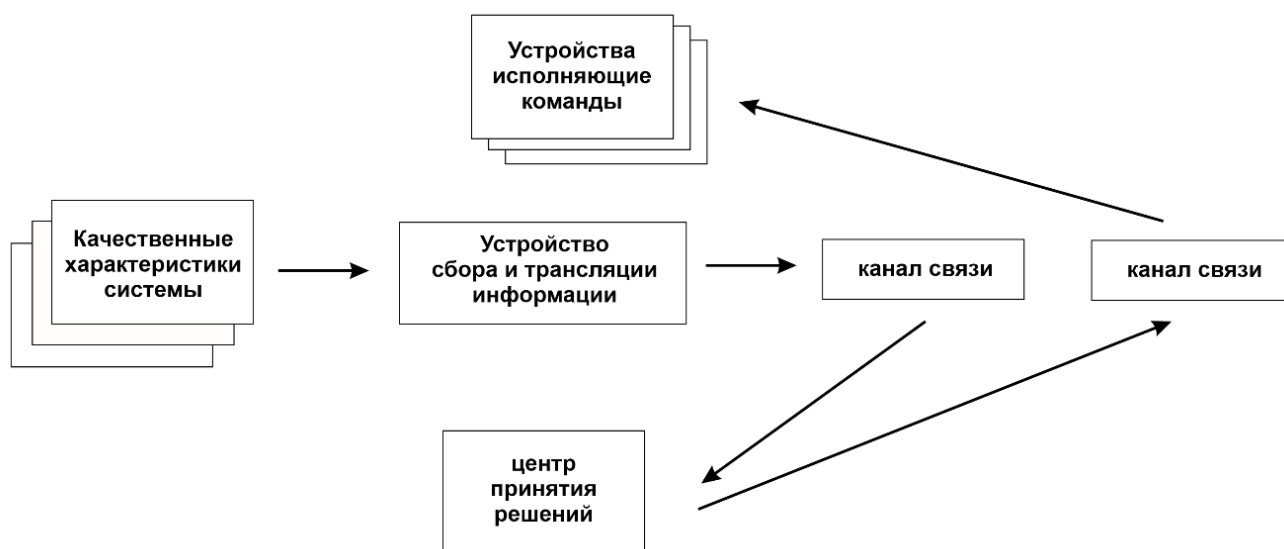


Рис. 1. Функциональная схема системы контроля и управления качественными характеристиками сельскохозяйственной площадки.

В качестве партнера для проведения данного исследования выбрана компания ПАО «МТС», которая ведет разработки аппаратно-программных комплексов в области интернета вещей и имеет хорошее покрытие сети на территории Астраханской области. Поэтому оборудование выбиралось преимущественно от этой компании, что позволяет устранить проблему совместимости и тем самым упростить разработку и настройку системы.

Исходя из проектируемой площади обслуживания и рельефа местности, было принято решение о необходимости 20 датчиков на 1 гектар посевов, а также 4 датчика на 4 цистерны с водой, 20 датчиков на зерновые баки и 7 датчиков на 7 производственных помещений. Общее количество необходимых для реализации проекта датчиков составляет 71.

Выбор оборудования был начат с контроллера интернета вещей. Он должен получать информацию от датчиков или сенсоров, проводить сравнение (анализ) информации с установленными в памяти базы данных нормами и передавать проанализированную информацию для принятия решений (или обработки информации в облачные сервисы или на пункт управления оператору).

Контроллер будет размещаться в поле или вблизи него, поэтому должен быть надежно защищен от вредных воздействий внешней среды (воды и пыли). Степень защиты контроллеров классифицируется по международному стандарту IPXX (International Protection Marking). Максимально защищена в настоящее время модель IoT-контроллера с маркировкой IP68, однако для исследуемых условий достаточной является степень защиты не более IP65.

Характеристики наиболее распространенных контроллеров управления представлены в таблице 1.

Контроллеры управления

Характеристики устройств	SAURES R8, NB-IoT, 4 канала, SIM-чип МТС	SAURES R7, NB-IoT, 4 канала + 32 RS-485, SIM-чип МТС	УСПД ПУМА 30.04.01 NB-IoT
Диапазон частот	800–1900 МГц	800–1900 МГц	800–1900 МГц
Число входов	4 аналоговых	4 аналоговых и 32 цифровых	5 аналоговых
Класс защиты	IP54	IP65	IP65
Тип SIM карты	Sim-чип	Sim-чип (Встроен от МТС)	Mini SIM
Тип батареи	AA 1,5В (щелочная)	ER26500M/EHR-2 3.6В (литиевая)	ER18505M/T-3.6В(литиевая)

Выбор контроллера сделан в пользу SAURES R7 по причине наличия у него встроенного сим-чипа от МТС, достаточного класса защиты и наличия как аналоговых, так и цифровых входов.

Для подключения 71 датчика потребуется не менее 3 контроллеров. Получившееся общее число входов (96 цифровых и 12 аналоговых) позволит решать вопросы по дальнейшему расширению системы.

Датчиков параметров воздуха для систем интернета вещей на рынке представлено большое количество, но не все они предназначены для работы в открытом поле. В таблице 2 приведены примеры наиболее подходящих по характеристикам датчиков, необходимых для получения информации о температуре и влажности воздуха.

Таблица 2

Датчики параметров воздуха (температуры и влажности)

Наименование/технические характеристики	ICB310	DTV-10PNB
Диапазон измеряемых температур	-30...+85°C	-40 до + 70°C
Диапазон измеряемой влажности	0...90%	0...90%
Точность измерения температуры	±0.3°C	±0.3°C
Точность измерения влажности	±2%	±2%
Частота канала связи	2G/3G/4G	2G/3G/4G

Выбран датчик ICB310 ввиду его большей защищённости и широкому диапазону измеряемых температур. Этот датчик может использоваться как в помещениях, теплицах, так и на открытой местности.

Для получения информации об уровне воды для полива в водоеме (емкостях) необходим датчик, который следит за уровнем воды и периодически сообщает текущие значения, а также отправляет тревожный сигнал в случае резкого изменения уровня. В таблице 3 приведены примеры датчиков мониторинга воды.

Датчики мониторинга уровня воды

Наименование/технические характеристики	GoodWAN	TD-L05	VRPWLD601
Частотный диапазон	900–1900 МГц	868–900 МГц	850–900 МГц
Технология	NB-IoT	NB-IoT	NB-IoT
Диапазон рабочих температур	–40 до +60	–20 до +70	–40 до +60
Вероятность недоставки сообщения	0,001%	0,001%	0,001%
Точность значений измерения уровня воды	5 мм	7 мм	5 мм

На основании сравнения характеристик принято решение использовать датчик «GoodWAN», работающий в большем диапазоне частот и имеющий большую точность измерения.

Датчик влажности и температуры почвы должен обеспечивать надежность измерений в течение всего времени выращивания сельскохозяйственной культуры, поскольку от него в большей степени зависит обеспечение растений влагой. Одним из вариантов, может быть, датчик ICB520-01. Его корпус выполнен из нержавеющей стали. Штырь датчика вставляется в почву для быстрого измерения влажности и температуры. Измерение влажности основано на принципе FDR (принцип электромагнитного импульса) путем измерения диэлектрической постоянной почвы для расчета объемного содержания в ней влаги. Измерение температуры выполняется при помощи высокоточного платинового элемента сопротивления. Устройство имеет встроенную калибровку дрефта и цепь для температурной компенсации. Датчик ICB520-02 имеет компенсацию температуры для обеспечения точности измерения. Он может постоянно находиться в земле и подключаться к регистратору данных для неограниченной во времени проверки. Выбор сделан в пользу ICB520-02 так как он позволяет считывать, влагу температуру и ЕС (электропроводность) почвы (табл. 4).

Таблица 4

Датчики влажности почвы, температуры и потока воздуха

Характеристики					
Элемент	ICB520-01		ICB520-02		
	Спецификация		Спецификация		
	Влага (г/м ³)	Температура	Влага (г/м ³)	Температура	ЕС
Диапазон	0–100%	–30°C до +70°C	0–100%	–30°C до +70°C	0–20 м/с
Точность	±3%	±0,2°C	±3%	±0,2°C	±2%
Рабочая температура	–40°C до +80°C		–40°C до +80°C		
Защита от внешних воздействий	IP67		IP67		
Материал датчика	Нержавеющая сталь 316L		Нержавеющая сталь 316L		
Питание	5 В, 12–24 В		5 В, 12–24 В		

Ввиду необходимости соблюдения санитарных норм на территории, вверенной пользователю земель и угодий неотъемлемым требованием, является удаление отходов предприятия с целью их правильной утилизации. Таким образом, необходимо оснащение «умными» датчиками устройств для сбора мусора и отходов производства. Так, например, датчик наполненности мусорных баков DigiCity предназначен для определения уровня заполнения емкостей, используемых для сбора твердых отходов (табл. 5).

Таблица 5

Датчики на бак сбора мусора

Характеристики датчика DigiCity	
Внутренняя батарея	Аккумуляторная батарея
Беспроводной интерфейс	NB-IoT
Частота	2G/3G/4G
Рабочая температура	-45°C до +65°C
Уровень защиты	IP65
Установка на емкости вместимостью	1,1 до 36 м ³

Средняя скорость передачи данных технологии интернет вещей – 0,2 Мбит/с. Основными передатчиками будут выступать три контроллера. Таким образом, требуемая пропускная способность будет составлять всего 0,6 Мбит/с. Пропускная способность базовых станций ПАО «МТС» на исследуемой территории в среднем составляет до 450 Мбит/с. Следовательно, суммарная нагрузка от контроллеров разрабатываемой системы будет создавать крайне низкую нагрузку на сеть. Поэтому единственной критической задачей, которую необходимо решить при внедрении системы, будет обеспечение полной доступности сети ПАО «МТС» для всех контроллеров.

С учетом выбранных элементов схема разрабатываемой системы контроля и управления обслуживанием сельскохозяйственных территорий имеет вид, показанный на рисунке 2.

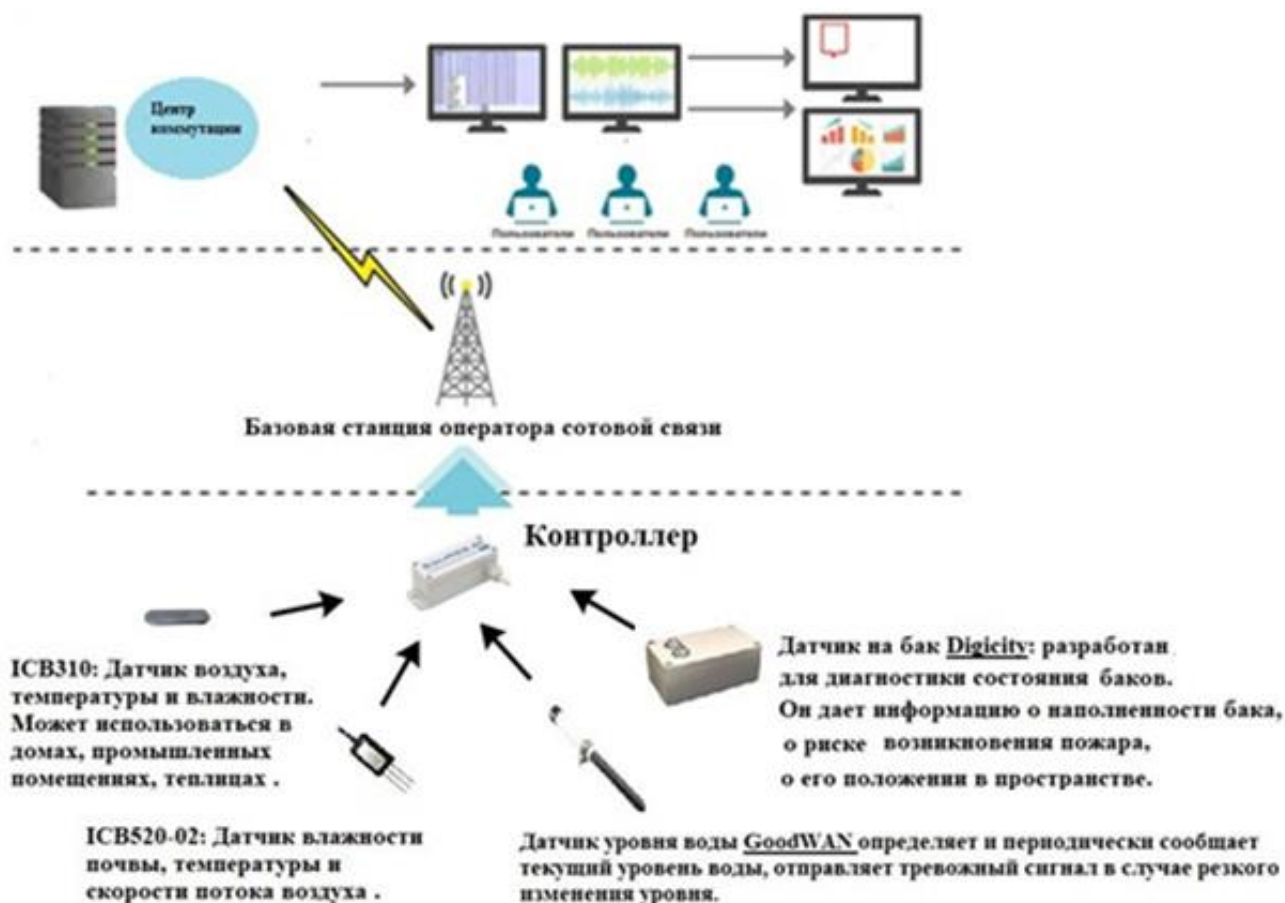


Рис. 2. Система контроля и управления обслуживанием сельскохозяйственных территорий.

Таким образом, существующие технологии инфокоммуникаций, в частности, интернет вещей, имеют возможности по организации умной помощи для получения максимальной отдачи при выращивании сельскохозяйственных культур. Благодаря этому возможно достичь снижения потерь урожая, не расширяя штата сотрудников, занятых в непосредственном обеспечении условий выращивания урожая.

Технологии интернета вещей могут оказать значительный вклад в оптимизацию производства, как минимум, позволят снизить потери сельскохозяйственных предприятий и, как максимум, добиться увеличения урожайности до максимально возможных объемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экспертно-аналитический центр агробизнеса. Сельское хозяйство Астраханской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyaystvo-astrahanskoj-oblasti> (дата обращения 10.09.2023).

2. Интернет вещей (IoT) в Умном сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intelvision.ru/blog/smartfarmblog?ysclid=lm4vkq9hzs607471697> (дата обращения 30.05.2023).
3. Никулин В. В., Попкова С. С. Применение технологии интернета вещей для интеграции в охранно-пожарные системы сигнализации // Огарёвские чтения: материалы научной конференции: в 3 ч.: Ч. 3. – Саранск, 2021. – С. 292–297.
4. Никулин В. В., Бухаркин В. Г. Анализ угроз безопасности интернета вещей // Вопросы информационной безопасности. Материалы межрегионального вебинара. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. – С. 4–8.