DOI 10.28983/asj.y2021i5pp99-102 УДК 631.358

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ПЛОДОВО-ЯГОДНОЙ ПРОДУКЦИИ

СМИРНОВ Игорь Геннадьевич, *ФГБНУ ФНАЦ ВИМ*
ВОРОНКОВ Илья Владимирович, *ФГБНУ ФНАЦ ВИМ*

В статье рассматриваются вопросы создания и внедрения автоматизированной системы управления производством плодово-ягодной продукции. Определены задачи разрабатываемой системы и типы собираемых данных. На основании этого сформирована оптимальная архитектура системы. Также определены этапы внедрения системы и их правильная последовательность.

Введение. Количество данных, постоянно генерируемых сельскохозяйственным производством, значительно и с каждым годом увеличивается. Это связано с развитием техники и датчиков, применяемых на полях. Поэтому одним из основных перспективных направлений развития сельского хозяйства является внедрение цифровых технологий, обеспечивающих объективный оперативный контроль и эффективное управление при производстве продукции [1–5].

Цель исследования – обоснование структуры и разработка архитектуры автоматизированной системы управления производством плодово-ягодной продукции.

Методика исследований. Исследования проводили в Орловской области на опытных участках ФГБНУ ВНИИСПК. В рамках исследования была сформирована структура управления агротехнологиями, оперативного управления продукционным процессом с онлайн сервисом и мобильными приложениями, позволяющие анализировать информацию, поступающую от датчиков и регистрирующих приборов и вырабатывать оптимальные управляющие решения при построении и управлении технологией с целью минимизации потерь урожая, вызванных отклонением факторов погодно-климатических условий от их оптимальных значений [6–11].

Результаты исследований. Для внедрения цифровых технологий должны быть созданы и внедрены аппаратно-программные комплексы, обеспечивающие измерение параметров почвы, атмосферы и растений; передачу в режиме реального времени по проводным или беспроводным каналам связи регистрируемых данных в базу данных; обработку и анализ результатов измерений; принятие и реализацию управленческих решений, основанных на результатах анализа.

Совокупность указанных аппаратно-программных комплексов представляет собой автоматизированную систему управления производством (АСУП), которая при выращивании плодово-ягодных культур должна решать следующие задачи.

Сбор данных по конфигурации и состоянию садов. Наполнение электронных полевых журналов.

Сбор данных по технологическому процессу производства плодово-ягодной продукции.

Сбор данных с метеостанций и датчиков, установленных на них.

Сбор данных по осмотрам садов.

Формирование автоматических тревог при изменении параметров производственного процесса.

Автоматическая корректировка технологических карт при изменении метеоусловий.

Рассмотрим подробно задачи сбора данных.

Типы собираемых данных и технические средства их измерения в целях контроля конфигурации и состояния садов: общая площадь сада, расположение деревьев, состояние деревьев. Данные обновляются с заданной периодичностью и переносятся в электронный полевой журнал.

Типы собираемых данных и технические средства их измерения при контроле параметров выполняемых технологических процессов выращивания плодово-ягодной продукции: обработанная техникой площадь, даты и время работы техники.

Типы данных, измеряемых метеостанциями и установленными на них дополнительными датчиками: температура и влажность воздуха, температура и влажность листа, скорость ветра, влажность почвы, интенсивность света, CO_2.

Типы собираемых данных и технические средства их измерения при проведении осмотров садов: состояние деревьев, болезни/сорняки/вредители, состояние почвы.

Все указанные данные поступают по каналам связи для комплексной обработки, анализа и формирования управляющих воздействий в АСУП, функциональная схема которой представлена на рис. 1

Аппаратно-программно данная АСУП может быть реализована как в виде офисной системы, так и в виде облачного сервиса, рассматриваемого в данной статье.

Общая архитектура облачного сервиса представлена на рис. 2.

Элементы АСУП имеют следующее назначение:

ядро системы – обрабатывает информацию,

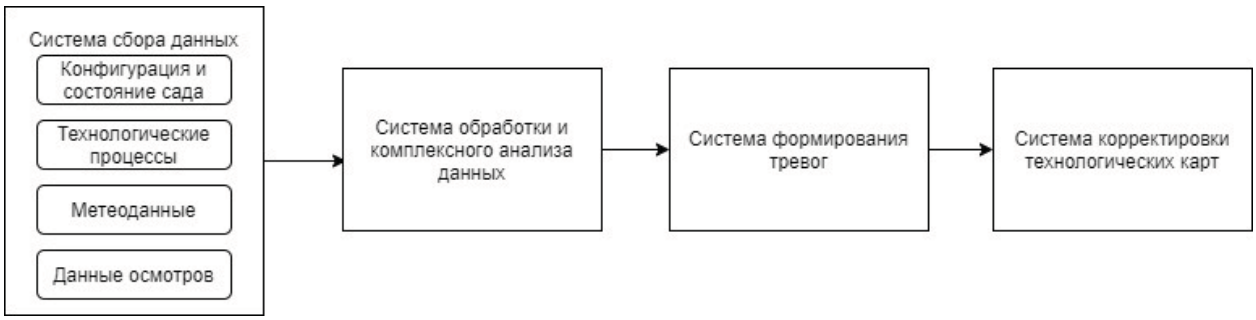

Рис. 1. Общая функциональная схема АСУП плодово-ягодной продукции

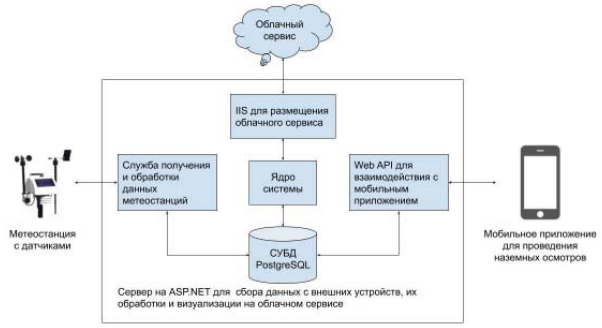

Рис. 2. Архитектура системы управления производством плодово-ягодных культур

поступающую из базы данных и отображает ее в облачном интерфейсе;

служба обработки данных с метеостанций – собирает информацию с внешних метеостанций и передает ее в универсальном протоколе в базу данных;

СУБД PostgreSQL – систематизирует и хранит всю информацию, поступающую и генерируемую в АСУП;

WebAPI – собирает информацию с приложений, установленных на мобильных телефонах пользователей, и передает ее в универсальном протоколе в базу данных;

IIS для размещения облачного сервиса – набор сервисов, обеспечивающих работу облачного сервиса и его доступность из внешних сетей интернета.

Такая конфигурация системы обеспечивает максимальное удобство работы пользователей в ней, так как отсутствует необходимость в установке дополнительного программного обеспечения на компьютеры пользователей, при этом все они работают в единой системе с единой базой данных, что позволяет одному пользователю в реальном времени видеть все результаты работы другого пользователя. Для входа в систему пользователю достаточно зайти на ее сайт и ввести свои логин и пароль, после чего он получает доступ ко всем данным. Такая простота использования системы и независимость от характеристик компьютеров особенно важны для сельского хозяйства, в связи с недостаточным уровнем информационной грамотности специалистов отрасли.

Специалист (как правило, это агроном), осуществляющий ввод данных через интерфейсы, является источником основного массива информации в системе, касающегося конфигурации и состоянию садов и технологического процесса производства.

Сбор данных с метеостанций осуществляется путем периодического измерения текущих значений метеопараметров и их загрузки в базу данных.

Мобильное приложение применяется для работы непосредственно в саду, оно работоспособно независимо от наличия доступа в Интернет, и позволяет агрономам сохранять результаты своих осмотров на мобильном телефоне в виде фотографий, таблиц количественных и качественных характеристик плодовых деревьев с привязкой каждого отдельного массива данных к географическим координатам места их сбора. После вхождения мобильного устройства в зону покрытия Интернет, вся собранная информация передается в базу данных АСУП.

В случае если измеряемые текущие параметры технологического процесса отклоняются от запланированных значений, АСУП формирует тревожные сообщения, оповещающие пользователей-операторов АСУП о необходимости принятия управленческих решений. Контроль проводится с периодичностью 1 раз в 15 мин, при этом анализируются на соответствие заданным текущие значения всех параметров технологического процесса. В результате этого все производственные процессы будут постоянно находиться под автоматическим контролем.

При формировании определенных тревог также автоматически корректируются технологические карты работ в садах, что позволяет практически в реальном времени сформировать и реализовать необходимое управляющие воздействие, устраняющее возникшую проблему.

АСУП реализована в виде облачного сервиса, размещенного на сервере и взаимодействующего с пользователями через браузер и интернет канал.

Следует отметить, что описанная система спроектирована на основании принципов масштабирования и информационной гибкости. Это позволяет: быстро адаптировать сервис к управлению садами практически любых размеров, путем изменения настроек параметров облачного сервиса, вводить новые программные модули в систему, без необходимости внесения существенных изменений в уже используемое программное обеспечение.

Вследствие этого созданный сервис может быть легко адаптирован для автоматизации управления выращиванием плодовых или ягодных культур

практически при любой площади сада и количестве плодовых деревьев, либо кустов в нем.

Внедрение систем управления производством. На практике внедрение систем управления производством плодово-ягодной продукции состоит из следующих этапов:

создание и загрузка электронных карт садов (рис. 3);

заполнение справочных данных и журналов агрономов;

подключение метеостанций;

подключение мобильных приложений;

сбор информации по осмотрам садов, включение автоматических тревог.

Электронные карты создаются по спутниковым снимкам или снимкам с беспилотных летательных аппаратов. После создания и загрузки электронных карт в АСУП, появляется возможность автоматизировано собирать всю информацию и перевести журналы агрономов в электронный вид.

Для подключения метеостанции необходимо указать: адрес сервера, тип подключения, логин и пароль для доступа к данным. После этого в систему начнет поступать информация с метеостанции и дополнительных датчиков. Частота получения данных зависит от настроек метеостанции. Все метеоданные будут автоматически сохраняться в базе данных с возможностью их просмотра с привязкой к заданному участку сада по запросам пользователей (рис. 4).

Результаты проведения наземных осмотров с помощью мобильного приложения также загружаются в базу данных АСУП и могут быть визуализированы с указанием точных координат мест, в которых они были проведены (рис. 5).

По мере накопления в АСУП данных становится возможным проведение их анализа, в частности, выявления отклонений величин параметров развития растений от расчетных значений и формирования на этой основе автоматических тревог – оповещения об обнаружении сорняков, вредителей, болезней и др. с последующей корректировкой выполняемых технологических операций в саду.

Заключение. Разработанная АСУП обеспечивает оперативную обработку в реальном времени данных, определяющих особенности роста и состояния растений в критические фазы их развития от современных регистрирующих приборов (метеостанции, пробоотборники, анализаторы), оптимизацию машинных технологий возделывания кустарниковых ягодных культур по биологическим (реализация потенциальной биологической продуктивности культур) и экономическим (повышение эффективности использования производственных ресурсов) критериям. Внедрение АСУП в производство плодово-ягодной продукции позволяет повысить точность и скорость получения данных с полей и за счет этого повысить точность и качество принимаемых управленческих решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Артюшин А.А., Смирнов И.Г.* Научно-техническое обеспечение применения ГЛОНАСС в сельскохозяйственном производстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 1. – С. 8–11.

2. *Валге А.М., Папушин Э.А., Пакскина Е.Г.* Использование информационных технологий при проектировании процессов производства продукции растениеводства // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 3. – С. 17–18.

3. *Зыков А.В., Юнин В.А., Захаров А.М.* Модель оптимизации состава машинно-тракторного парка на основе применения адаптивных технологий производства сельскохозяйственной продукции в условиях северо-западного региона РФ // International research journal. – 2018. – № 11. – С. 47–51.

4. *Личман Г.И., Смирнов И.Г., Беленков А.И.* Использование мобильного телефона в системах точного земледелия // Нивы России. – 2017. – № 2(146). – С. 58–61.

5. Особенности разработки интеллектуальной системы управления в садоводстве / А. Артюшин [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2. – С. 148–153.

6. *Хорт Д.О., Филиппов Р.А.* Особенности функционирования системы автоматизированного управления

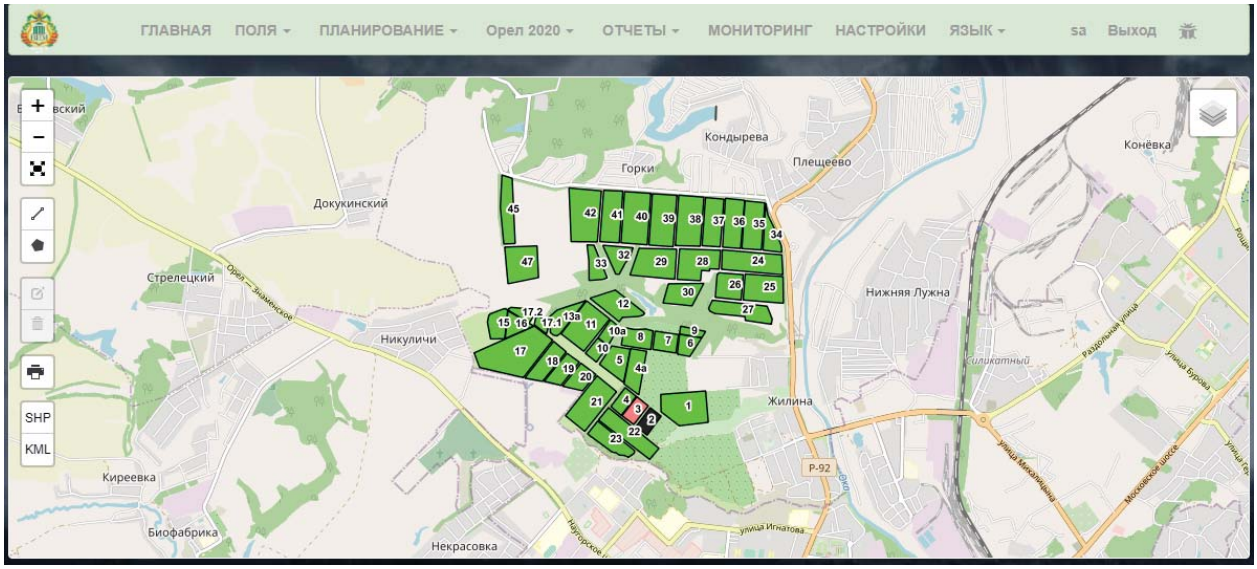

Рис. 3. Электронная карта садов, раскрашенная по культурам

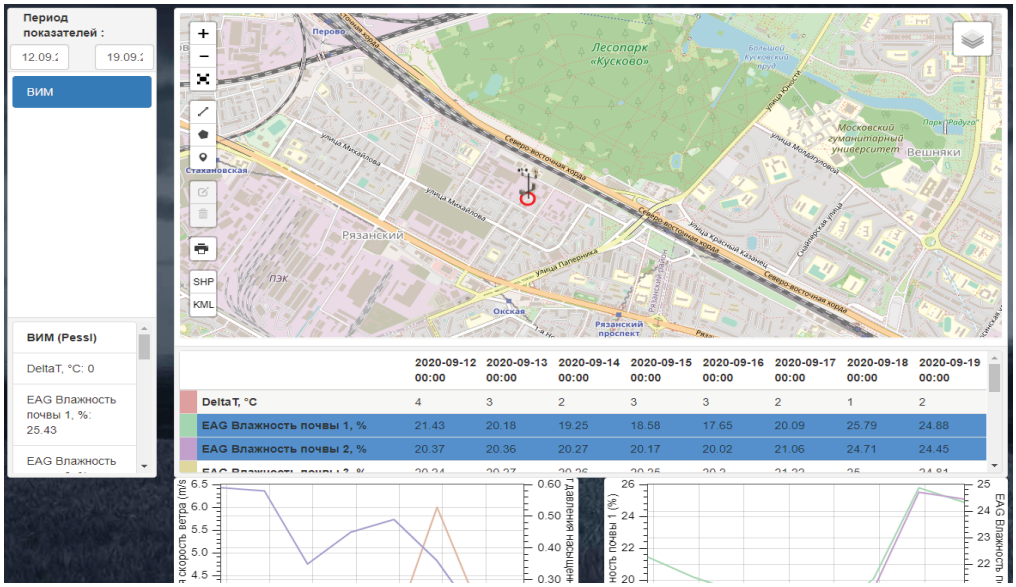

Рис. 4. Отображение данных с подключенной метеостанции

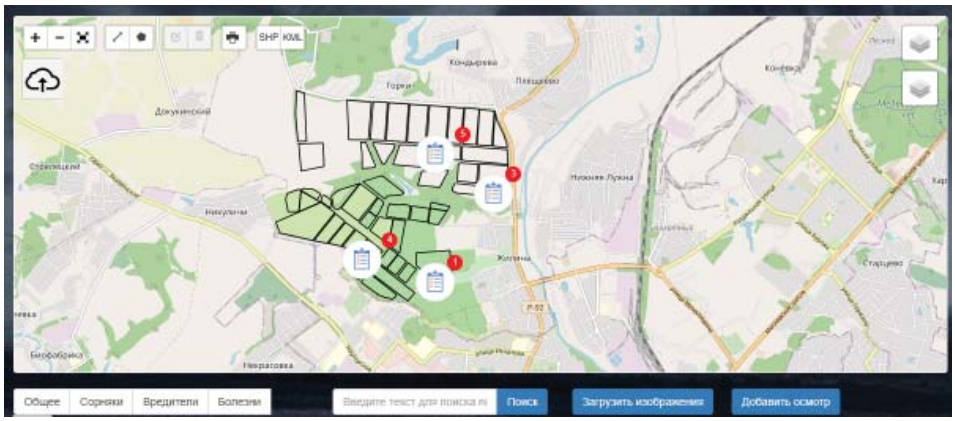

Рис. 5. Проведенные наземные осмотры садов

продукционными процессами (АСУПП) в садоводстве // Инновации в сельском хозяйстве. – 2013. – № 2(4). – С. 70–74.

7. *Цымбал А.А., Хорт Д.О.* Освоение принципов программирования урожая при автоматизированном проектировании агротехнологий возделывания черной смородины // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина. – 2013. – № 1(57). – С. 27–29.

8. *Mosa A.S. M., Yoo I., Sheets L.*A systematic review of healthcare applications for smartphones // BMC Medical Informatics and Decision Making, 2012, Vol. 12, No. 1(67).

9. *Habib M.A., Mohktar M.S., Kamaruzzaman S.B., Lim K.S., Pin T.M., Ibrahim F.* Smartphone-based solutions for fall detection and prevention: challenges and open issues // Sensors, 2014, Vol. 14, No. 4, 7181–7208.

10. *Cheung W. S., Hew K. F.* A review of research methodologies used in studies on mobile handheld devices in K-12 and higher education settings // Australasian Journal of Educational Technology, 2009, Vol. 25, No. 2, P. 153–183.

11. *Milrad M., Spikol D.* Anytime, anywhere learning supported by smart phones: experiences and results from the musis project // Educational Technology and Society, 2007, Vol. 10, No. 4, P. 62–70.

Смирнов Игорь Геннадьевич, *д-р техн. наук, зав. отделом, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Россия.*

Воронков Илья Владимирович, *канд. техн. наук, младший научный сотрудник, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Россия.*

Ключевые слова: *система управления сельскохозяйственным производством; автоматизация производства плодово-ягодной продукции; метеокомплексы; мобильное приложение для проведения наземных осмотров; электронные карты полей.*

DEVELOPING OF FARM MANAGEMENT SYSTEM OF FRUIT AND BERRY PRODUCTION

Smirnov Igor Gennadevich, *Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department Federal Scientific Agroengineering Center VIM. Russia.*

Voronkov Ilya Vladimirovich, *Candidate of Agricultural Sciences, Younger Researcher, Federal Scientific Agroengineering Center VIM. Russia.*

Keywords: *farm management system; automation of fruit and berry production; meteorological complexes; mobile application for field ground surveys; electronic maps of fields.*

The article reviews the creation and implementation of farm management system of fruit and berry production. The objectives of the developing system and the types of collecting data are determined. Based on this, the optimal system architecture is designed. The stages of system implementation are also defined.