

УДК 632.9:631.15:51

DOI 10.30679/2219-5335-2020-1-61-161-172

## **ИННОВАЦИИ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ**

Васильченко Анфиса Витальевна  
младший научный сотрудник  
лаборатории защиты  
и токсикологического мониторинга  
многолетних агроценозов  
e-mail: plantprotecshion@yandex.ru

*Федеральное государственное  
бюджетное научное учреждение  
«Северо-Кавказский федеральный  
научный центр садоводства,  
виноградарства, виноделия»,  
Краснодар, Россия*

В работе представлен обзор литературы по цифровым технологиям и платформенным решениям в сфере защиты растений, которые переводят отрасль на новый уровень развития. Первым шагом к цифровизации является широкое внедрение в производство различных сенсоров, датчиков, станций оперативного контроля. Повседневной реальностью становится использование в хозяйствах GPS-навигаторов, контролирующих электронные системы, установленные на технике, метеостанции в поле. Следующим этапом, данные поступающие с устройств, включённые в единую сеть в режиме реального времени, обрабатываются, и специалисту предоставляются результаты анализа множественных факторов и обоснование для последующих действий. Это помогает вести мониторинг, дифференцировать элементы технологий и вносить необходимые корректировки по каждому участку. Удобные в пользовании приложения содержат справочные материалы, определяют вредителей, болезни и сорняки, помогают выбрать необходимый пестицид и рассчитать его количество, подобрать

UDC 632.9:631.15:51

DOI 10.30679/2219-5335-2020-1-61-161-172

## **INNOVATION AND DIGITALIZATION IN PLANT PROTECTION**

Vasilchenko Anfisa Vitalievna  
Junior Research Associate  
of Laboratory of Protection  
and Toxicological Monitoring  
of Perennial Agrocenoses  
e-mail: plantprotecshion@yandex.ru

*Federal State Budget  
Scientific Institution  
«North Caucasian Federal  
Scientific Center of Horticulture,  
Viticulture, Wine-making»,  
Krasnodar, Russia*

The paper presents a literature review for digital technologies and platform solutions in the field of plant protection, which take the industry to a new level of development. The first step towards digitalization is the wide use in the production of various sensors, data units, and operational monitoring stations. The everyday reality is the use in farms of GPS-navigators, controlling the electronic systems installed on technic, and weather stations in the field. In the next step, data coming from devices connected to a unit network in real time are processed and the specialist is provided with the results of the analysis of multiple factors as well as the reason for subsequent actions. This helps to monitor, differentiate technology elements and make the necessary adjustments for each plot. Easy-to-use applications contain the reference materials, identify the vermins, diseases and weeds and help you to choose the pesticide you need and calculate its amount, select and adjust the nozzles for spraying.

и настроить насадки для распыления. Разработка и использование электронных сервисов для систем «умного» сельского хозяйства активно развивается за рубежом, ведущие компании отрасли стремятся наладить свои IoT-платформы. Среди «интернета вещей», позволяющих осуществить переход к цифровизации, особо выделяются беспилотные летательные аппараты. Основная цель дрона в защите растений – мониторинг и опрыскивание. В странах ЕС, США, Китае, Японии беспилотники активно применяются для обработки посевов, в то время как в России только в мае 2019 года Правительство утвердило Правила учёта и использования беспилотных летательных аппаратов. Роботные технологии также являются составляющей «цифрового мира», они занимают большую нишу применения в сельском хозяйстве, их использование в мире достигает 38 %. В сфере защиты растений разрабатываются технологии ультрамалообъёмного внесения пестицидов, распознавания и учёта вредных объектов.

*Ключевые слова:* ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ, ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ, БЕСПИЛОТНИК, РОБОТ

The development and use of electronic services for «smart» agricultural systems are actively developing abroad, the leading companies in the industry strive to adjust for their IoT platforms. Among the «Internet of things» allow to make the transition to digitalization, unmanned aerial vehicles stand out. The main goal of the drone in plant protection is monitoring and spraying. In the EU, USA, China, Japan, the drones are actively used for crops processing, while in Russia only in May 2019, the Government approved the Rules for the accounting and use of unmanned aerial vehicles. Robotic technologies are also a component of the «digital world», they occupy a large niche of application in the agriculture, their use in the world reaches 38 %. In the field of plant protection, the technologies are being developed for ultra low-volume application of pesticides, recognition and registration of harmful objects.

*Key words:* INFORMATION SYSTEMS, MOBILE APPLICATION, DIGITAL TECHNOLOGIES, PLANT PROTECTION, UAV, ROBOT

**Введение.** К 2050 году 10 миллиардам человек потребуется увеличение мирового производства продуктов питания в размере 70 % [1]. По этой причине сельскохозяйственные технологии являются одним из наиболее интересных секторов для инвестиций, а новации в науке и технике, доступность современных технологий и оборудования позволяют сделать сельскохозяйственное производство высокотехнологичным бизнесом. В настоящее время в отрасли идёт активное движение информации, которая собирается с различных датчиков, станций, расположенных в саду, на технике. Сведения посту-

пают с информационных сервисов поставщиков, партнёров и т.д. Поток информации, поступающий с различных платформ производственной цепочки и собранный в одном месте, позволяет получать информацию нового качества, находить закономерности, применять современные научные методы обработки и на их основе принимать правильные решения [2].

**Обсуждение.** По оценке Агрофизического НИИ Санкт-Петербурга, российские аграрии только начинают внедрять технологии точного земледелия, сейчас те или иные элементы цифровых технологий используют около 5-10 % производителей. В странах Евросоюза их применяют примерно 80 % фермеров, в США – 60 %. Согласно данным исследований НТЦ «РобоПРОБ» (научно-исследовательский центр, участник проекта «Сколково»), в России площадь пашни, обрабатываемой с использованием оборудования, оснащённого системами точного земледелия, ежегодно увеличивается на 3,5 %. В мире этот показатель превышает 5 % [3].

Для технологического прорыва в АПК, увеличения производительности на сельхозпредприятиях и обеспечения эффективного управления отраслью в Минсельхозе России разработан ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» на 2019-2024 годы, целью которого является внедрение цифровых технологий и платформенных решений в сельское хозяйство.

В марте 2018 года было проведено исследование Всероссийским центром изучения общественного мнения (ВЦИОМ), в котором приняли участие руководители или главные агрономы 100 сельскохозяйственных предприятий, представляющих Центральный, Приволжский, Южный федеральных округа и юг Сибири. Наиболее популярной областью применения новых методов и технологий была названа защита растений (51 %), далее следуют удобрения (49 %) и селекция семян (48 %). Результаты опросов предыдущих лет также показали, что наибольшее количество агропромышленных

компаний планировали внедрять новые методы и технологии в защиту растений: в 2016 г. – 63 %, 2017 г. – 56 % [4].

Ранее методология защиты растений основывалась на постоянном мониторинге, визуальном контроле и анализе складывающейся ситуации, при которой основным действующим лицом производственного процесса являлся человек. Сегодня ситуация меняется кардинально, и на первое место выходит интернет вещей, что предполагает взаимодействие по схеме «машина – машина» с минимальным участием человека. Первым этапом в цифровизации отрасли является широкое внедрение в производство различных сенсоров, датчиков, станций оперативного контроля.

Медленно, но уверенно в отрасль входит видеомониторинг, осуществляемый спутниками, коптерами, посредством гиперспектральной, инфракрасной, тепловой съёмки. Он информирует о биофизических параметрах растений: площади листовой поверхности, стрессовом состоянии растений при повреждении вредными объектами, о сорняках – видовом составе и густоте стояния. Происходит своевременное выявление участков с риском возможного повреждения или гибели посевов, а также картографирование зоны поражения. По данным ВЦИОМ, 14 % респондентов используют для мониторинга дроны и спутники.

Широко распространено применение датчиков и метеостанций для сбора данных о погоде и прогнозе погоды на несколько суток вперёд, 22 % опрошенных ВЦИОМ подтвердили их использование. В возможности метеостанций входит измерение ряда показателей, которые при добавлении их в электронные программы заранее выдают информацию о возможном развитии вредных организмов на данном участке.

На сегодняшний день использование GPS-навигаторов в большинстве хозяйств уже стало привычным делом: мониторинг скорости, направление движения техники, учёт эффективности выполнения работ и расход рабочей жидкости. При этом производительность агрегатов увеличивается

на 13-20 %. По опросу ВЦИОМ, 58 % респондентов подтверждают использование управления и контроля за работой техники.

На опрыскивателях устанавливаются контролирующие и исполнительные электронные системы, которые дают возможность полностью автоматизировать управление работой агрегата, они обеспечивают необходимое количество внесения рабочего раствора и поддержание его в пределах агротехнических требований независимо от рельефа участка, скорости движения техники, давления в гидросистеме. При обработке садов они автоматически регулируют высоту опрыскивания деревьев, в зависимости от их размеров, и выполняют обработку только в тех местах, где находятся деревья. Такие агрегаты, в среднем, расходуют на 10 % меньше пестицидов по сравнению с обычными опрыскивателями [5].

Следующий этап цифровизации – это подключение многочисленных датчиков, сенсоров и полевых контроллеров в единую информационную сеть, способную предоставить больше полезной информации для пользователя. Обработка информации производится в режиме реального времени, и предоставляет результаты анализа множества факторов, а также обоснование для последующих действий. Такие данные помогают корректировать технологии по каждому участку.

Как это выглядит на практике? Мобильное приложение в телефоне у агронома. В приложении отображаются участки, которые необходимо осмотреть по расписанию. При осмотре агроном выполняет последовательность простых действий – отмечает фазу развития растения и обнаруженные вредные объекты, по необходимости добавляет комментарии, фотографии. GPS-датчик определяет положение специалиста на поле, и собранные данные автоматически привязываются к данному участку и культуре, помечаются координатами и временем. Полученную информацию можно выгружать в компьютер для анализа, пересылать коллегам, консультантам, производителям и дистрибьюторам СЗР.

Ниже приводятся наиболее интересные разработки в этой области.

Немецкая компания разработала приложение Plantix для диагностики болезней сельхозкультур [6]. Пользователи загружают фотографии поражённых растений через приложение, которое анализирует изображения и выдаёт название и причину болезни. Американская программа Simplot Spray Guide позволяет быстро и точно рассчитать количества препаратов, необходимые для приготовления комплексных средств защиты растений. Программа облегчает приготовление баковых смесей, а также хранит заметки. Пользователь может документировать свои действия, информацию о продуктах, месте их применения и погодных условиях [7]. SpraySelect (США) облегчает правильный выбор и настройку насадок для распыления препаратов. Результатом работы программы является список рекомендуемых для данных условий насадок [8].

Мобильное приложение seeCrop (Великобритания) с помощью технологий спутниковой навигации позволяет точно локализовать и идентифицировать заболевания растений, положение вредителей и сорняков. Эти данные встраиваются в схему обработки участка, и агрегаты, используя разбрызгиватели со встроенными GPS-приёмниками, включают подачу пестицидов в нужных местах [9].

Литовская Агробаза содержит каталог вредителей, болезней и сорняков, СЗР и калькулятор опрыскивания (калибровку, смешительную ёмкость распылителя, скорость потока сопел, скорость смешивания в баке, скорость распыления) [10].

Голландская фирма «Копперт» работает над созданием приложения, которое значительно облегчит учёт популяции вредителей и энтомофагов в теплицах. В настоящее время это приложение проходит практическую проверку в тепличных хозяйствах. Это приложение способно идентифицировать белокрылку, трипса, грибных комариков-сциарид, а также энтомофагов *Nesidiocoris tenuis* и *Macrolophus pygmaeus* [11].

Наиболее крупные компании отрасли – Bayer, Syngenta, John Deere – стремятся наладить производство своих электронных платформ для сельского хозяйства. Основные разделы их программ: продукция компании, проверка аутентичности продуктов, агрономические калькуляторы, справочная информация.

В России формирование системы Agro IoT находится на ранней стадии. Её элементы зарождаются в крупных агропромышленных комплексах с частным капиталом и государственной поддержкой. В 2016 году был запущен продукт Газпромэнергохолдинга – пилотный проект сервис «АНТ» на базе предприятия холдинга «Агрокомплекс имени Н. И. Ткачёва». Приложение сервиса «Снимки» предназначено для выявления зон неоднородности (гиперспектральные снимки NDVI), программа позволяет заблаговременно идентифицировать болезни, вредителей, сорняки. Приложение «БПЛА» загружает в систему снимки с коптеров и с их помощью вовремя фиксирует распространение заболеваний растений для целенаправленного внесения фунгицидов [12].

В «Сколково» разработан сервис ExactFarming, с удобным для пользователя интерфейсом и бесплатным базовым уровнем до 500 га, которым уже пользуются более 4000 хозяйств в 10 странах мира [13].

Ещё один элемент, позволяющий осуществить переход к точному земледелию, – это беспилотные летательные аппараты. Основная цель дрона в защите растений – мониторинг и опрыскивание. Преимущества этой техники: работает в воздухе и не зависит от рельефа, отдалённое управление и избегание контакта с пестицидами, высокая эффективность и низкая стоимость. Использование БПЛА в мире составляет 6 %. Среди стран, где сейчас происходит активное использование «сельскохозяйственных» беспилотников, можно выделить США, Китай, Японию, Бразилию, страны ЕС. В 2017 году 2.5 тыс. дронов компании Yamaha обрабатывали 42 % рисовых полей Японии [14]. По прогнозам аналитиков, к 2021 году агропромышленный сектор станет вторым по величине в использовании дронов.

В Японии создан Agri Drone, который борется с вредителями, ведущими ночной образ жизни. Беспилотник совершает вылет в ночное время суток, в автоматическом режиме, при помощи инфракрасных и тепловых камер он определяет места с повышенной численностью насекомых и уничтожает их небольшими дозами инсектицида. Так же, беспилотник может использовать светоловушки. Agri Drone способен автономно патрулировать, обнаруживать и уничтожать 50 различных видов вредных насекомых [15].

Японский беспилотник Skyrobot защищает участки от диких животных. С помощью камеры с ИК-датчиком и системы с искусственным интеллектом он выявляет приближающихся к полям животных и отпугивает их с помощью высокочастотного сигнала или звуков разрыва петард [16].

Китайская фирма DJI в конце 2017 года представила БПЛА сельскохозяйственного назначения MG-1S Advanced с системами, повышающими эффективность и точность работы дрона, они уже работают в садах на севере Китая, в провинции Шаньси. За 10 минут они проводят обработку всего садового участка и работают в 15 раз быстрее фермеров. Ежедневно оператор может обрабатывать пестицидами площадь около 40 гектаров [17].

В России рынок БПЛА для агрокомплекса развивается медленными темпами из-за сложностей в нормативно-правовом регулировании. Только в мае 2019 года Правительство РФ своим постановлением от 25.05.2019 № 658 утвердило Правила учёта и пользования беспилотными гражданскими воздушными судами с максимальной взлётной массой от 0,25 до 30 килограммов, ввезённых в Российскую Федерацию или произведённых в Российской Федерации. Документ вступает в силу через 120 дней после официального опубликования, то есть с 27 сентября 2019 г.

Более активно применяются в сельском хозяйстве роботные технологии, их использование в мире достигает 38 %. Разрабатываются технологии ультрамалообъёмного внесения, которые снижают использование пестицидов.

В Швейцарии тестируется робот-пропольщик ecoRobotix. Система на солнечных батареях перемещается по заданной территории, с помощью камеры сканирует побеги, выявляет среди них сорную растительность и опрыскивает её небольшой дозой гербицидов. Благодаря селективному подходу робот способен в 20 раз сократить использование гербицидов в хозяйстве. Выход этой системы на массовый рынок планируется в 2019 году [18]. Подобные машины разрабатываются в Австралии, Германии. В дальнейшем разработчики планируют вместо гербицидов использовать лазерный луч, чтобы полностью отказаться от использования химии. Представитель робототехнического биржевого фонда Robo Global Ричард Лайтбоунд (Richard Lightbound) заявил, что точечная обработка гербицидами с помощью роботов не только будет очень востребована среди фермеров, но на определённом этапе может стать обязательной [19].

Робот Ladybird или «Божья коровка», созданная в Сиднейском университете, автономно перемещается по рядам, собирая данные с помощью датчиков, лазеров, камер. Робот способен проводить картирование, обнаружение и классификацию вредных организмов для различных культур, в дальнейшем планируется использовать его для сбора урожая [20].

Робот RIPPA разработан Австралийским центром полевой робототехники для овощеводов. Источником энергии RIPPA служат солнечные батареи, робот перемещается по зерновым или овощным культурам точно так же, как комбайн, и, используя встроенные датчики и нейронные сети, сканирует находящиеся под ним растения на предмет наличия сорняков или других нежелательных тел: от насекомых до кусочков пластика. Обнаружив сорняк, робот прицельно выстреливает в него микродозами гербицида (аналогичным способом он может уничтожать насекомых). Если применение пестицидов недопустимо, робот оснащён специальным ножом, и механически уничтожает сорняки. При необходимости этим же ножом робот проводит рыхление почвы. RIPPA может использоваться и для сверхточного вне-

сения удобрений. В этом случае робот определяет уже не сорняки, а культурные растения, доставляя микродозы питательных веществ непосредственно к их корневой системе[21].

Канадские компании Semios, Spensa и TrapView из Словении наладили производство систем, которые контролируют численность вредителей в саду. Система представляет собой сеть ловушек с видеокамерами, которые позволяют отслеживать численность и идентифицировать вредителей на участке. Далее компьютерные программы сопоставляют полученные данные с информацией о погоде и выводят результаты пользователям через мобильное приложение OpenScout. Разработано 35 фенологических моделей-событий для контроля за популяциями вредителей [22].

**Заключение.** Вышеописанное производство становится реальностью нашего времени. Интернет вещей быстро набирает популярность, поэтому столь важны доступ и реализация «интеллекта» в повседневной практике ведения сельского хозяйства. Безусловно, электронные платформы и мобильные приложения никогда полностью не заменят агронома, но набор удобных и понятных цифровых инструментов упрощает ежедневное и сезонное управление фитосанитарным состоянием возделываемых культур, при этом действия корректируются точно по каждому участку. В результате выполняется главная задача «умных» технологий – повышение производительности сельскохозяйственного производства.

#### Литература

1. Trajkovska B. Agtech disruptors: 10 European startups innovating in agricultural technology // EU-Startups. - URL: <https://www.eu-startups.com/2019/08/agtech-disruptors-10-european-startups-innovating-in-agricultural-technology/>. (дата обращения: 27.08.2019).
2. ИТ в агропромышленном комплексе России // TAdviser. - URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/>. (дата обращения: 18.06.2019).
3. Кулистикова Т. Технологии «умного» сельского хозяйства позволяют повысить эффективность работы и снизить издержки // Агроинвестор. - URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/news/28325-vnedrenie-interneta-veshchey-prineset-apk-469-mlrd-rublej/>. (дата обращения: 06.08.2019).
4. Индекс развития сельхозтоваропроизводителей России 2018: оценки, тенденции и прогнозы // Агробизнес. - URL: <http://www.agbz.ru/articles/indeks-razvitiya-selhzotovaroproizvoditeley-rossii-2018--otsenki--tendentsii-i-prognozyi>. (дата обращения: 08.07.2019).

5. Марченко В., Синько В. Контролирующие и исполнительные электронные системы опрыскивателей // Агротехнологии. - URL: <http://agrotechnology.com/tochnoe-zemledelie/teoriya/kontroliruyushchie-i-ispolnitelnye-elektronnye-sistemy-opryskivateley>. (дата обращения: 10.11.2019).

6. Новое мобильное приложение диагностирует более 60 болезней растений по фото // AGRONEWS. - URL: <https://agronews.com/by/ru/news/technologies-science/2018-07-24/29073>. (дата обращения: 24.07.2019).

7. SPRAY GUIDE APP // THE J.R. SIMPLOT COMPANY. - URL: [http://www.simplot.com/farmers/products/specialty\\_products/spray\\_guide\\_app](http://www.simplot.com/farmers/products/specialty_products/spray_guide_app). (дата обращения: 24.11.2019).

8. Hopkins M. TeeJet SpraySelect App Simplifies Tip Selection // PrecisionAg. - URL: <https://www.precisionag.com/market-watch/teejet-sprayselect-app-simplifies-tip-selection/>. (дата обращения: 10.11.2019).

9. Спутники помогают фермерам точно бороться с вредителями // Вестник глонасс. - URL: <http://vestnik-ghonass.ru/news/tech/sputniki-pomogayut-fermeram-tochechno-borotsya-s-vreditelyami/>. (дата обращения: 28.10.2019).

10. Data analysis in agriculture-agristats // URL: <http://www.agristats.eu/en/agrobase/>.

11. Новое приложение облегчает мониторинг вредителей и энтомофагов в теплицах // EASTFRUIT. - URL: <https://east-fruit.com/article/novoe-prilozhenie-oblegchaet-monitoring-vreditelnykh-i-entomofagov-v-teplitsakh>. (дата обращения: 07.05.2019).

12. Система управления сельхозпроизводством AgroNetworkTechnologies - URL: <https://ant.services/website/sections/35>. (дата обращения: 21.11.2019).

13. Будущее рядом! Россия вошла в топ-15 стран по уровню технологий развития в сельском хозяйстве // Группа компаний Простор. - URL: <http://prostor-group.ru/news/28/>. (дата обращения: 27.02.2019).

14. Бойко А. Опрыскивание растений с беспилотников // RoboTrends. - URL: <http://robotrends.ru/robopeedia/opryskivanie-rasteniy-s-bespilotnikov>. (дата обращения: 15.12.2019).

15. Hardiman M. Japan's pest-zapping drone // Atlas of the Future. - URL: <http://atlasofthefuture.org/project/agri-drone/>. (дата обращения: 19.07.2019).

16. Yano S. Drones to protect farms from wildlife - and wildlife from us // Nikkei Asian Review. - URL: <https://asia.nikkei.com/Tech-Science/Tech/Drones-to-protect-farms-from-wildlife-and-wildlife-from-us>. (дата обращения: 11.09.2019).

17. Chen S. China's pesticide drones 'a godsend' for struggling farmers amid labour shortage // South China Morning Post. - URL: <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2091150/chinas-pesticide-drones-godsend-struggling-farmers-amid-labour>. (дата обращения: 27.05.2019).

18. Burger L., Polansek T. Robots fight weeds in challenge to agrochemical giants // REUTERS. - URL: <https://www.reuters.com/article/us-farming-tech-chemicals-insight/robots-fight-weeds-in-challenge-to-agrochemical-giants-idUSKCN1IN0IK>. (дата обращения: 22.06.2019).

19. Как роботы заменяют людей // TADVISER. - URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F%D0%9A%D0%B0%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%8B%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8F%D1%8E%D1%82%D0%BB%D1%8E%D0%B4%D0%B5%D0%B9>. (дата обращения: 10.11.2019).

20. Colin Jeffrey. "Ladybird" autonomous robot to help out down on the farm // NEV ATLAS. - URL: <https://newatlas.com/ladybird-autonomous-intelligent-farm-robot/32776/>. (дата обращения: 02.07.2019).

21. Петухова Т., Хайрутдинов Д. Боты для фермера // ERAZVITIE. - URL: [http://erazvitie.org/article/boti\\_dlya\\_fermera](http://erazvitie.org/article/boti_dlya_fermera). (дата обращения: 01.02.2019).

22. Schrimpf P. Technology Takes Field Scouting To The Next Level // PrecisionAg. - URL: <https://www.precisionag.com/in-field-technologies/connectivity/technology-takes-field-scouting-to-the-next-level/>. (дата обращения: 30.04.2019).

## Reference

1. Trajkovska B. Agtech disruptors: 10 European startups innovating in agricultural technology // EU-Startups. - URL: <https://www.eu-startups.com/2019/08/agtech-disruptors-10-european-startups-innovating-in-agricultural-technology/>. (дата обращения: 27.08.2019).

2. IT v agropromyshlennom komplekse Rossii // TAdviser. - URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/>. (дата обращения: 18.06.2019).

3. Kulistikova T. Tekhnologii «umnogo» sel'skogo hozyajstva pozvolyayut povysit' effektivnost' raboty i snizit' izderzhki // Agroiinvestor. - URL: <https://www.agroiinvestor.ru/technologies/news/28325-vnedrenie-interneta-veshchey-prineset-apk-469-mlrd-rubley/>. (data obrashcheniya: 06.08.2019).
4. Indeks razvitiya sel'hoztovaroizvoditelej Rossii 2018: ochenki, tendencii i prognozy // Agrobiznes. - URL: <http://www.agbz.ru/articles/indeks-razvitiya-sel'hoztovaroizvoditeley-rossii-2018--otsenki--tendentsii-i-prognozyi>. (data obrashcheniya: 08.07.2019).
5. Marchenko V., Sin'ko V. Kontroliruyushchie i ispolnitel'nye elektronnye sistemy opryskivatelej // Agrotekhnologii. - URL: <http://agrotechnology.com/tochnoe-zemledelie/teoriya/kontroliruyushchie-i-ispolnitelnye-elektronnye-sistemy-opryskivateley>. (data obrashcheniya: 10.11.2019).
6. Novoe mobil'noe prilozhenie diagnostiruet bolee 60 boleznej rastenij po foto // AGRONEWS. - URL: <https://agronews.com/by/ru/news/technologies-science/2018-07-24/29073>. (data obrashcheniya: 24.07.2019).
7. SPRAY GUIDE APP // THE J.R. SIMPLOT COMPANY. - URL: [http://www.simplot.com/farmers/products/specialty\\_products/spray\\_guide\\_app](http://www.simplot.com/farmers/products/specialty_products/spray_guide_app). (data obrashcheniya: 24.11.2019).
8. Hopkins M. TeeJet SpraySelect App Simplifies Tip Selection // RrecisionAg. - URL: <https://www.precisionag.com/market-watch/teejet-sprayselect-app-simplifies-tip-selection/>. (data obrashcheniya: 10.11.2019).
9. Sputniki pomogayut fermeram tochechno borot'sya s vreditelyami // Vestnik glonass. - URL: <http://vestnik-glonass.ru/news/tech/sputniki-pomogayut-fermeram-tochechno-borotsya-s-vreditelyami/>. (data obrashcheniya: 28.10.2019).
10. Data analysis in agriculture-agristats // URL: <http://www.agristats.eu/en/agrobase/>.
11. Novoe prilozhenie oblegchaet monitoring vreditel' i entomofagov v teplicah // EASTFRUIT. - URL: <https://east-fruit.com/article/novoe-prilozhenie-oblegchaet-monitoring-vreditel' i-entomofagov-v-teplitsakh>. (data obrashcheniya: 07.05.2019).
12. Sistema upravleniya sel'hozproduktom AgroNetworkTechnologies - URL: <https://ant.services/website/sections/35>. (data obrashcheniya: 21.11.2019).
13. Budushchee ryadom! Rossiya voshla v top-15 stran po urovnyu tekhnologij razvitiya v sel'skom hozyajstve // Gruppy kompanij Prostor. - URL: <http://prostor-group.ru/news/28/>. (data obrashcheniya: 27.02.2019).
14. Bojko A. Opryskivanie rastenij s bespilotnikov // RoboTrends. - URL: <http://robotrends.ru/robopedia/opryskivanie-rastenij-s-bespilotnikov>. (data obrashcheniya: 15.12.2019).
15. Hardiman M. Japan,s pest-zapping drone // Atlas of the Future. - URL: <http://atlasofthefuture.org/project/agri-drone/>. (data obrashcheniya: 19.07.2019).
16. Yano S. Drones to protect farms from wildlife - and wildlife from us // Nikkei Asian Review. - URL: <https://asia.nikkei.com/Tech-Science/Tech/Drones-to-protect-farms-from-wildlife-and-wildlife-from-us>. (data obrashcheniya: 11.09.2019).
17. Chen S. China's pesticide drones 'a godsend' for struggling farmers amid labour shortage // South China Morning Post. - URL: <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2091150/chinas-pesticide-drones-godsend-struggling-farmers-amid-labour>. (data obrashcheniya: 27.05.2019).
18. Burger L., Polansek T. Robots fight weeds in challenge to agrochemical giants // REUTERS. - URL: <https://www.reuters.com/article/us-farming-tech-chemicals-insight/robots-fight-weeds-in-challenge-to-agrochemical-giants-idUSKCN1IN0IK>. (data obrashcheniya: 22.06.2019).
19. Kak roboty zamenyayut lyudej // TADVISER. - URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9A%D0%B0%D0%BA\\_%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%8B\\_%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8F%D1%8E%D1%82\\_%D0%BB%D1%8E%D0%B4%D0%B5%D0%B9](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9A%D0%B0%D0%BA_%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%8B_%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8F%D1%8E%D1%82_%D0%BB%D1%8E%D0%B4%D0%B5%D0%B9). (data obrashcheniya: 10.11.2019).
20. Colin Jeffrey. "Ladybird" autonomous robot to help out down on the farm // NEV ATLAS. - URL: <https://newatlas.com/ladybird-autonomous-intelligent-farm-robot/32776/>. (data obrashcheniya: 02.07.2019).
21. Petuhova T., Hajrutdinov D. Boty dlya fermera // ERAZVITIE. - URL: [http://erazvitie.org/article/boti\\_dlya\\_fermera](http://erazvitie.org/article/boti_dlya_fermera). (data obrashcheniya: 01.02.2019).
22. Schrimpf P. Technology Takes Field Scouting To The Next Level // RrecisionAg. - URL: <https://www.precisionag.com/in-field-technologies/connectivity/technology-takes-field-scouting-to-the-next-level/>. (data obrashcheniya: 30.04.2019).