УДК 004.02 : 634.1

DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-95-108

**ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ
ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В САДОВОДСТВЕ**

Карпушина Марина Владимировна
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
лаборатории питомниководства

Руссо Дмитрий Эдуардович
канд. с.-х. наук, научный сотрудник
зав. проектно-изыскательским
технологическим и конструкторским бюро

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

Внедрение цифровых технологий в сельском хозяйстве становится актуальным, как и в других отраслях производства. Цифровые технологии необходимы садоводам для оптимизации продуктивности, повышения управляемости садоводческими операциями и увеличения доходности. В настоящее время в России только 10 % земель обрабатывается с применением цифровых технологий, неиспользование новых технологий приводит к потере до 40 % урожая. Учитывая необходимость преодоления технологического отставания от развитых стран, предполагается, что доля рынка цифровых технологий в сельском хозяйстве будет расти с каждым годом, и к 2026 году рынок информационно-компьютерных технологий в отрасли должен вырасти, как минимум, в пять раз. Минсельхоз рассчитывает утвердить на уровне правительства программу «Цифровое сельское хозяйство» для её включения в программу «Цифровая экономика». Все достижения в мире в области цифровых технологий, от роботов-фермеров

UDC 004.02 : 634.1

DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-95-108

**APPLICATION OF MODERN
DIGITAL TECHNOLOGIES
IN HORTICULTURE**

Karpushina Marina Vladimirovna
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of Nursery Laboratory

Russo Dmitriy Eduardovich
Cand. Agr. Sci., Research Associate
Head of Design and Research
Technological and Design Bureau

*Federal State
Budgetary Institution
«North-Caucasian Federal
Scientific Center for Horticulture,
Viticulture, Winemaking»,
Krasnodar, Russia*

The introduction of digital technologies in agriculture is becoming relevant, as well as in other industry branches. Digital technology is essential for gardeners to optimize productivity, increase in manageability of horticultural operations, and increase profitability. Currently, in Russia only 10 % of the land is cultivated using the digital technologies, the non-use of new technologies leads to a loss of up to 40 % of the crop. Considering the need to overcome the technological lag behind developed countries, it is assumed that the share of the digital technology market in agriculture will grow every year, and to 2026 the market of information and computer technologies in the industry should grow at least in five times. The Ministry of Agriculture intend to confirm the Digital Agriculture program at the government level for its inclusion in the Digital Economy program. All the achievements in the world in the field of digital technology,

до автоматизированных теплиц, возможно, станут частью будущего, когда к 2050 году на планете будет проживать почти 10 миллиардов человек, в связи с чем миру необходимо увеличить производство продуктов питания для удовлетворения потребностей населения, и может быть, именно новые цифровые технологии помогут достичь этой цели. Использование робототехники в производстве плодовых культур приведёт к возможности посадки более интенсивных садов с уплотнённой схемой и соответствующей формировкой кроны деревьев для удобства управления процессами в саду, что обеспечит получение высокой урожайности. В статье представлен краткий анализ литературных источников о современных цифровых технологиях, рассмотрены недавние мировые разработки в области точного садоводства и преимущества их внедрения.

Ключевые слова: ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТОЧНОЕ САДОВОДСТВО, ЯБЛОНЯ

from robot-farmers to automated green-houses, may become the part of the future, when in 2050 almost 10 billion people will live on the planet, and therefore the world needs to increase food production to meet needs of the population, and perhaps just new digital technologies will help to achieve this goal. The use of robot technics in the production of fruit crops will lead to the possibility of planting more intensive gardens with a compacted scheme and the corresponding formation of tree crowns for the convenience of managing the processes in the garden, which will ensure high yield. The article presents a brief analysis of literary sources on modern digital technologies and examines the recent global developments in the field of precision gardening and the advantages of their implementation.

Key words: DIGITAL TECHNOLOGIES, PRECISE GARDENING, APPLE TREE

Согласно прогнозам население мира к 2050 году достигнет 9,7 миллиарда человек. Исходя из этого, производство продовольствия должно увеличиться как минимум на 70 %. Это означает, что необходимы новые способы выращивания сельскохозяйственных культур, которые помогут регулировать использование земельных, водных и энергетических ресурсов для избежания глобального продовольственного кризиса [1-5].

Внедрение цифровых технологий в сельском хозяйстве становится актуальным во многих странах мира. Заметную активность проявляют такие страны, как США, Канада, Индия, Китай, Израиль [1-3, 6-7]. Глава Национального центра точного земледелия в Великобритании и глава инженерного отдела в университете Харпер Адамс, профессор Саймон Блэкмор считает, что точное сельское хозяйство становится робототехниче-

ским, и точное земледелие находится на грани нового этапа развития, включающего интеллектуальные машины, которые самостоятельно способны выполнять работы и значительно повысить эффективность сельскохозяйственного производства [7].

Под понятием «Точное садоводство» подразумевается использование производителями все более доступных цифровых инструментов и онлайн-платформ для хранения подробных данных об особенностях выращивания плодовых культур как сельскохозяйственных ресурсов. Поскольку сельскохозяйственные ресурсы изменчивы в зависимости от условий среды, более 85% сельскохозяйственных информационных ресурсов связаны с пространственным положением [8, 9, 10]. Таким образом, применение различных баз данных, техники сетевого взаимодействия и техники поддержки принятия решений в управлении сельскохозяйственными ресурсами может эффективно содействовать оптимизированному распределению, мониторингу и повышению эффективности использования этих ресурсов [11-14].

Для повышения производительности сельского хозяйства многие исследователи из разных стран экспериментируют с моделями искусственного интеллекта, которые вместе с роботами и беспилотниками и способны вести мониторинг полей на наличие болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. Одной из новых разработок американских ученых из университета штата Иллинойс является роботизированный автоинспектор, управляемый посредством компьютера и GPS, способный анализировать состояние сельскохозяйственных растений с помощью фенотипирования [3]. Этот процесс позволяет оценить состояние отдельных растений, основываясь на их физических характеристиках, при этом не нарушая целостности биологического объекта. Все собранные инспектором данные сохраняются в базе данных компьютера, передающего информацию пользователю. По результатам такого осмотра можно создавать полноценные 3D-модели состояния каждого растения.

Другим инструментом искусственного интеллекта является приложение для смартфона Plantix, разработанного на основе нейронных сетей – цифровых имитаций нейронов и синапсов человеческого мозга [1]. Данное приложение широко используется специалистами по цифровому сельскому хозяйству из Международного института сельскохозяйственных культур в Индии. Программа Plantix способна определять тип культуры, выдавать диагноз болезни, поражённость вредителями, недостаток питательных веществ, обнаруживать закономерности и самостоятельно давать прогнозы и рекомендации о целенаправленных биологических или химических обработках больных растений. Показатель успешной идентификации составляет 90 % [1].

Применение беспроводного интернета также является одним из элементов цифровых технологий [15-17]. Использование услуг сотовой связи 4G и датчиков для измерения влажности почвы и температуры позволяет принимать более правильные решения о сроках полива, определять утечки при орошении, регулировать сроки применения средств защиты растений и сроки уборки урожая, оценивать потенциальный урожай плодовых культур. Изображения, полученные с помощью беспилотных воздушных систем, идентифицируют потенциальную проблему и сигнализируют работнику о том, чтобы он самостоятельно доехал до указанного местоположения для более тщательного осмотра [3, 7]. Так, например, компания Deere & Company (США), которая приобрела стартап под названием Blue River Technology, разработала систему «обзора и распыления», которая сочетает в себе компьютерное зрение и искусственный интеллект для различения культур и сорняков. Система обрабатывает культуру удобрениями, а сорное растение – гербицидами с точностью до 90 процентов [1].

Калифорнийская компания Abundant Robotics (США), вышедшая из некоммерческого научно-исследовательского института SRI International, разрабатывает роботов, способных собирать яблоки вакуумными руками, которые высасывают плоды прямо с деревьев в садах (фото 1).

Фото 1. Робот, способный собирать яблоки вакуумными руками

Компания Антерра Капитал (США), производит роботизированную руку, способную захватывать плоды, сообщил AgFunder News. По мнению партнера компании Дэна Харбург, роботы, которые будут использоваться в пищевой промышленности и сельском хозяйстве, будут намного гибче тех, которые используются на автомобильных заводах, чтобы справляться с естественными изменениями в продуктах питания или в окружающей среде [7]. Израильская компания FFRobotics проводит работы по созданию робота для сбора яблок, основанного на искусственном интеллекте. Установленные на тракторах устройства используют камеры для распознавания отдельных яблок и с помощью роботизированных рук способны аккуратно производить сбор плодов с деревьев с учетом степени зрелости (фото 2).

Фото 2. Robotics (Израиль) искусственный интеллект помогает руке робота определить спелость яблока

Использование робототехники в производстве плодовых культур приведет к возможности посадки более интенсивных садов с уплотненной схемой и соответствующей формировкой кроны деревьев для удобства управления процессами в саду, что обеспечит получение высокой урожайности [3, 18-20]. В настоящее время в Европейских хозяйствах, в Австралии и США широкую популярность имеет формировка кроны плодовых деревьев с мульти лидером, с помощью которой дерево формируется в, так называемую, «плодовую стену» толщиной 35-40 см и междурядьем 1,7 м. Данная формировка способствует облегчению любого процесса механизации (прореживания, обрезки, уборки урожая). Плоды располагаются равномерно сверху вниз по всей кроне, что обеспечивает их доступность и большую визуальность. Урожайность составляет 80 т/га при плотности посадки 2000 дер/га (фото 3) [18].

Фото 3. Формировка кроны «плодовая стена» для выращивания плодов яблони (Италия)

Специалист по выращиванию плодовых культур в Cornell Cooperative Extension (США) Миранда Сазо считает, что будущая садовая система будет включать в себя следующие основные принципы: высокую освещенность за счет интенсивного распределения света по всей кроне дерева, высокий ранний урожай за счет сильного разветвления деревьев, простые кроны для частичной механизации и высокую плотность посадки сада (3250-3500 деревьев на гектар) [3].

Также по мнению М. Сазо, тип формировки «высокий шпindelь», вероятно, останется лучшей формировкой для плодовых деревьев, с небольшими модификациями для создания кроны, способной снизить трудозатраты, улучшить качество плодов и повысить эффективность обрезки и сбора урожая. Сады будут иметь междурядья 1,5-1,7 м с высотой деревьев 1,8 м, растущие в узкой «плодовой стене», приспособленные к обрезке с помощью стригущих машин. По мнению специалистов, вряд ли произойдет полная механизация как в обрезке, так в уборке урожая.

Вероятно, летняя обрезка с использованием стригущих машин станет обычной практикой, а корректирующая ручная обрезка потребуется каждые второй или третий год.

Доцент кафедры садоводства Грег Пек, Virginia Tech (США), также считает, что крупные производственные сады станут более механизированными и автоматизированными с универсальным оборудованием для опрыскивания, обрезки и сбора урожая. Все это позволит закладывать насаждения с междурядьями на расстоянии 1,0-1,5 м друг от друга, высота деревьев будет не более 1,2-1,8 м, что сведёт к минимуму необходимость в установке опоры для деревьев. За счет небольшого объема зелёной массы кроны деревьев яблоневые сады смогут достигать полного урожая в течение трех-четырех лет. В настоящее время многие производители яблок закладывают производственные сады с плотностью 2500-3750 дер./га. Однако возможно, что в течение следующих 50 лет плотность сада достигнет 7500-10000 дер./га с максимальной потенциальной урожайностью до 230 т/га. По мнению команды Пека, чтобы сделать эти системы сверхвысокой плотности достижимыми, яблони, вероятно, будут размножаться *in vitro*, подобно тому, как выращиваются растения земляники [19].

Virginia Tech (США) надеется, что достижения в области молекулярной биологии и селекции растений приведут к получению засухоустойчивых подвоев, которые будут продуктивными и устойчивыми к болезням.

По мере изменения потребительских предпочтений современные сорта яблок заменят новыми, и поскольку функции следующих генов будут открыты в течение следующих нескольких десятилетий, яблоки будущего, скорее всего, будут генетически модифицированы, считает Грег Пек [3].

Специалисты уверены, что дистанционное зондирование с помощью спутников и беспилотников станет обычным явлением. Режимы орошения и удобрений будут тесно интегрированы с данными дистанционного зондирования и будут основываться на насущных потребностях растений. Эти системы могут не только повысить эффективность работы садов, но также снизить потребление воды и питательных веществ.

Дроны будут использоваться для разведки и, возможно, даже для борьбы с вредителями, используя маломощные лазеры, убивающие насекомых-вредителей в полете. Эти лазеры могут быть использованы для прореживания цветков яблони или плодов для точного управления нагрузкой урожаем. Пек называл это «прореживанием с лазерным наведением». Сады будущего, по его мнению, будут дорогими в установке и эксплуатации. Однако, благодаря механической обрезке и уборке урожая будет существенная экономия труда, повышение эффективности и урожайности. Многие из этих технологий будут использоваться только в нескольких очень крупных предприятиях, которые должны будут нанимать высококвалифицированных рабочих для управления этими системами [3].

Учёный университета штата Пенсильвания (США) Роберт Крассвеллер, профессор садоводства, считает, что многочисленные сорта останутся в прошлом. Степень созревания будет одинаковой для всех плодов на дереве, что позволит проводить сбор урожая единовременно. По словам Крассвеллера, плоды будут созревать через определенное количество дней после полного цветения, поэтому производители будут знать точную дату проведения сбора урожая.

За счёт доступности клоновых подвоев в необходимом объёме косточковые фруктовые сады будут больше похожи на современные яблоневые сады высокой плотности. Обработка персиковых и грушевых садов может не сильно отличаться через 50 лет, но для более современных систем высота деревьев не будет превышать 2,2 м. Деревья будут высажены в живые изгороди или V-образные системы с опорными решетчатыми конструкциями, также и без них, с плодоносящими стенами, для обеспечения все более эффективных методов обрезки, прореживания, сбора урожая и борьбы с вредителями.

Роберт Крассвеллер, указывает на необходимость в применении сеток от града, которые позволят не только контролировать неблагоприятные факторы окружающей среды, но и равномерно распределять и увеличивать процент рассеянного света, что позволит смягчить климат под сеткой и значительно уменьшить возможные солнечные ожоги у плодов.

По словам Крассвеллера, благодаря традиционным методам селекции культурным сортам понадобится меньше пестицидов, которые в необходимом количестве будут доставлены автоматически; полив будет автоматизирован с помощью датчиков влажности почвы. Посадка по-прежнему будет осуществляться вручную, механическое оборудование будет работать на солнечной энергии и работать дистанционно через GPS.

Роботизированные машины с GPS-приемником будут точно использовать препараты для борьбы с сорняками. Солнечные светодиодные системы освещения будут размещены над садом. Сбор урожая будет производиться с помощью автоматизированных машин. Фрукты будут отсортированы, упакованы, охлаждены и загружены для транспортировки в поле для непосредственного вывоза на рынок.

По мнению специалистов Калифорнийского университета, (Дэвис, США), профессора и помолога Теда Де Джонг, усовершенствование садовых систем будет продолжаться и в будущем. В Калифорнии имеется не-

сколько высокотехнологичных садов, использующих системы шпалер с высокоточным управлением. Эти высокопроизводительные системы будут расширяться и распространяться на более дешевые системы управления. Однако, как отмечает Де Джонг, использование цифровых технологий для решений садовых задач, таких как обрезка, прореживание плодов и сбор урожая, вероятно, увеличится, но не заменит людей полностью, поскольку ничто не сможет заменить человеческий взгляд и разум при решении нестандартных задач [3].

В статье Е. Добролюбовой «Готова ли Россия к цифровизации?» приведены данные о современном уровне внедрения цифровых технологий на территории России. Основываясь на проведенном анализе, можно отметить, что несмотря на высокий уровень использования российским населением интернета, высокий спрос на цифровой контент и широкое участие в социальных сетях, использование цифровых технологий в сельском хозяйстве находится на невысоком уровне [16].

В настоящее время в России только 10 % земель обрабатывается с применением цифровых технологий. Неиспользование новых технологий приводит к потере до 40 % урожая. Учитывая необходимость преодоления технологического отставания от развитых стран, предполагается, что доля рынка цифровых технологий в сельском хозяйстве будет расти с каждым годом, и к 2026 году рынок информационно-компьютерных технологий в отрасли должен вырасти, как минимум, в пять раз [15].

Минсельхоз рассчитывает утвердить на уровне правительства программу «Цифровое сельское хозяйство» для ее включения в программу «Цифровая экономика». Об этом TAdviser на конференции ЦИПР в июне 2018 года рассказал Игорь Козубенко, директор департамента развития и управления государственных и информационных ресурсов Минсельхоза. По его словам, в июне ведомство вышло в правительство с этой инициати-

вой, и теперь стоит задача защитить мероприятия и бюджеты новой программы. В какую сумму оценена реализация «Цифрового сельского хозяйства», И. Козубенко отказался уточнить TAdviser. Исходя из цифр, которые он озвучил в рамках своего выступления на ЦИПР (Цифровая Индустрия Промышленной России), она может исчисляться сотнями миллиардов рублей. Так, по его данным, объем рынка ИТ в агропромышленном комплексе за 2017 год составил 360 млрд рублей.

Предлагаемая программа рассчитана на 6 лет, до 2024 года. Она включает множество мероприятий, в числе которых такие «основополагающие мероприятия», как построение «серьезной инфраструктуры» на сельскохозяйственных территориях. Исходя из выступлений И. Козубенко, следует, что на 20 % сельхозтерриторий в России есть 3G, что катастрофически мало. По его мнению, необходимо обеспечить качественным сигналом сельхозтехнику (комбайны, трактора и др.), обеспечить хорошим «интернет покрытием» сельхозугодья, возможно 5G и эти «амбициозные задачи» должны решаться в Минсельхозе совместно с Минпромторгом, Минкомсвязи, «Ростелекомом».

Также, по словам представителя Минсельхоза, ведомство предложило правительству пересмотреть схемы господдержки и субсидирования информатизации отрасли. Представитель Минсельхоза добавил, что реализация всего этого сначала требует аудита того, что уже сейчас есть. Для этого в Минсельхозе был создан «мощный аналитический центр», который ведомство рассматривает как базу для сбора технологий, которые эффективно работают, и продвижения этих технологий в отрасль, обучения специалистов и многого другого.

В числе существующих проблем в области ИТ в агропромышленном комплексе Игорь Козубенко отметил острую нехватку кадров: специалистов не хватает, ИТ-специалист сегодня получает зарплату больше, чем

главный агроном. Другая проблема – зависимость от импортных технологий. В Минсельхозе подсчитали, что порядка 95 % технологий в сельском хозяйстве – зарубежные [2].

Заключение. Все достижения в мире в области цифровых технологий, от роботов-фермеров до автоматизированных теплиц, возможно, должны стать частью будущего, когда к 2050 году на планете будет проживать почти 10 миллиардов человек, в связи с чем миру необходимо увеличить производство продуктов питания для удовлетворения потребностей населения, и может быть, что именно новые цифровые технологии помогут достичь этой цели.

Литература

1. John H. Tibbetts. From identifying plant pests to picking fruit, AI is reinventing how farmers produce your food [Электронный ресурс]. URL: <https://ensia.com/about/people/johnhtibbetts/>.
2. J. Sulecki. Five Trends in Horticulture Technology [Электронный ресурс]. URL: <https://agfundernews.com/five-trends-horticulture-technology.html>.
3. J. Kite-Powell. How Sensors, Robotics And Artificial Intelligence Will Transform Agriculture [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.com/sites/jenniferhicks/2017/03/19/how-sensors-robotics-and-artificial-intelligence-will-transform-agriculture/>.
4. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А. Развитие промышленного садоводства и импортозамещение // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 1. С. 17-19.
5. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А. Модель и механизм управления процессами ресурсосбережения в промышленном плодоводстве и виноградарстве // Научные труды СКЗНИИСиВ. Т. 12. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2016. С. 7-12.
6. ИТ в агропромышленном комплексе России. 18.06.2018 http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИТ_в_агропромышленном_комплексе_России.
7. Peter Rejcek. The Farms of the Future Will Be Automated From Seed to Harvest. Oct 30, 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://singularityhub.com/2017/10/30/the-farms-of-the-future-will-run-on-ai-and-robots/>
8. Интенсивные технологии возделывания плодовых культур / Егоров Е.А. [и др.] Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2004. 394 с.
9. Разработка метода зонирования агротерриторий для эффективного использования биологических особенностей плодовых культур и ресурсов среды в производственном процессе / И.А. Драгацева, И.Ю. Савин, Н.Г. Загиров, В.В. Доможирова, А.С. Моренец // Научные труды СКЗНИИСиВ. Т. 9. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2016. С. 15-27.

10. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А. Методические подходы к обоснованию эколого-экономических параметров функциональной устойчивости агроэкосистем // Научные труды СКЗНИИСиВ. Т. 9. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2016. С. 9-14.
11. Li.J. Study on the Demands for Agricultural and Rural Informationization in China and Its Strategic Option /C.Zhao,*, X. Qin1, G. Liu /National Engineering Research Center of Information Technology in Agriculture, Beijing, P.R. China. P. 580-591.
12. Новые методические подходы к дифференцированному использованию растениями неравномерно распределенных во времени и пространстве природных факторов, лимитирующих величину и качество урожая (на примере плодовых в сложных ландшафтах Северного Кавказа): научно-практические рекомендации / И.А. Драгавцева [и др.]. Махачкала-Краснодар, 2015. 31 с.
13. Ресурсный потенциал земель Северного Кавказа для плодоводства / Драгавцева И.А. [и др.] Краснодар; Махачкала, 2016. 138 с.
14. Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Лопатина Л.М. Управление продуктивностью сельскохозяйственных культур на основе закономерностей их генетических и фенотипических изменений при смене лимитов внешней среды / Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2003. 208 с.
15. Цифровизация сельского хозяйства [Электронный ресурс]. URL: http://polit.ru/article/2018/02/21/sk_digital_farming/
16. Dobrolyubova E., Alexandrov O., Yefremov A. (2017) Is Russia Ready for Digital Transformation?. In: Alexandrov D., Boukhanovsky A., Chugunov A., Kabanov Y., Koltsova O. (eds) Digital Transformation and Global Society. DTGS 2017. Communications in Computer and Information Science, vol 745. Springer, Cham. P. 431-444.
17. Pyka, A. J. open innov. (2017) 3: 27. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.1186/s40852-017-0079-7>
18. Alberto Dorigoni. Multileader and Guyot tree training systems. Fondazione Edmund Mach, Italy. 2018. alberto.dorigoni@fmach.it
19. M. Milkovich. The orchard of the future: Higher tree densities, more automation. [Электронный ресурс]. URL: <https://fruitgrowersnews.com/article/the-orchard-of-the-future-higher-tree-densities-more-automation/>.
20. R. Stern. Dwarfing cherry rootstocks promote smaller trees, boosting cultural efficiencies. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.thepacker.com/article/big-isnt-always-better>.
21. Козубенко И.С. 2018 Госрегулирование цифровизации сельского хозяйства [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/> Статья: [Цифровая экономика России](#)

References

1. John H. Tibbetts. From identifying plant pests to picking fruit, AI is reinventing how farmers produce your food [Elektronnyj resurs]. URL: <https://ensia.com/about/people/johnhtibbetts/>.
2. J. Sulecki. Five Trends in Horticulture Technology [Elektronnyj resurs]. URL: <https://agfundernews.com/five-trends-horticulture-technology.html>.
3. J. Kite-Powell. How Sensors, Robotics And Artificial Intelligence Will Transform Agriculture [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.forbes.com/sites/jenniferhicks/2017/03/19/how-sensors-robotics-and-artificial-intelligence-will-transform-agriculture/>.
4. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Koch'yan G.A. Razvitie promyshlennogo sadovodstva i importozameshchenie // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2015. № 1. S. 17-19.

5. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Koch'yan G.A. Model' i mekhanizm upravleniya processami resursosberezheniya v promyshlennom plodovodstve i vinogradarstve // Nauchnye trudy SKZNIISiV. T. 12. Krasnodar: SKZNIISiV, 2016. S. 7-12.
6. IT v agropromyshlennom komplekse Rossii. 18.06.2018 http://www.tadviser.ru/index.php/Stat'ya:IT_v_agropromyshlennom_komplekse_Rossii.
7. Peter Rejcek. The Farms of the Future Will Be Automated From Seed to Harvest. Oct 30, 2017 [Elektronnyj resurs]. URL: <https://singularityhub.com/2017/10/30/the-farms-of-the-future-will-run-on-ai-and-robots/>
8. Intensivnye tekhnologii vozdel'yvaniya plodovyh kul'tur / Egorov E.A. [i dr.] Krasnodar: SKZNIISiV, 2004. 394 s.
9. Razrabotka metoda zonirovaniya agroterritoriy dlya effektivnogo ispol'zovaniya biologicheskikh osobennostey plodovyh kul'tur i resursov sredy v produkcionnom processe / I.A. Dragaceva, I.Yu. Savin, N.G. Zagirov, V.V. Domozhirova, A.S. Morenec // Nauchnye trudy SKZNIISiV. T. 9. Krasnodar: SKZNIISiV, 2016. S. 15-27.
10. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Koch'yan G.A. Metodicheskie podhody k obosnovaniyu ekologo-ekonomicheskikh parametrov funkcional'noj ustojchivosti agroekosistem // Nauchnye trudy SKZNIISiV. T. 9. Krasnodar: SKZNIISiV, 2016. S. 9-14.
11. Li.J. Study on the Demands for Agricultural and Rural Informationization in China and Its Strategic Option /C.Zhao,*, H. Qin1, G. Liu /National Engineering Research Center of Information Technology in Agriculture, Beijing, P.R. China. R. 580-591.
12. Novye metodicheskie podhody k differencirovannomu ispol'zovaniyu rasteniyami neravnomerno raspredelennyh vo vremeni i prostranstve prirodnyh faktorov, limitiruyushchih velichinu i kachestvo urozhaya (na primere plodovyh v slozhnyh landshaftah Severnogo Kavkaza): nauchno-prakticheskie rekomendacii / I.A. Dragavceva [i dr.]. Mahachkala-Krasnodar, 2015. 31 c.
13. Resursnyj potencial zemel' Severnogo Kavkaza dlya plodovodstva / Dragavceva I.A. [i dr.] Krasnodar; Mahachkala, 2016. 138 s.
14. Dragavcev V.A., Dragavceva I.A., Lopatina L.M. Upravlenie produktivnost'yu sel'skohozyajstvennyh kul'tur na osnove zakonornostey ih geneticheskikh i fenotipicheskikh izmenenij pri smene limitov vneshnej sredy / Krasnodar: SKZNIISiV, 2003. 208 s.
15. Cifrovizaciya sel'skogo hozyajstva [Elektronnyj resurs]. URL: http://polit.ru/article/2018/02/21/sk_digital_farming/
16. Dobrolyubova E., Alexandrov O., Yefremov A. (2017) Is Russia Ready for Digital Transformation?. In: Alexandrov D., Boukhanovsky A., Chugunov A., Kabanov Y., Koltsova O. (eds) Digital Transformation and Global Society. DTGS 2017. Communications in Computer and Information Science, vol 745. Springer, Cham. R. 431-444.
17. Pyka, A. J. open innov. (2017) 3: 27. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://doi.org/10.1186/s40852-017-0079-7>
18. Alberto Dorigoni. Multileader and Guyot tree training systems. Fondazione Edmund Mach, Italy. 2018. alberto.dorigoni@fmach.it
19. M. Milkovich. The orchard of the future: Higher tree densities, more automation. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://fruitgrowersnews.com/article/the-orchard-of-the-future-higher-tree-densities-more-automation/>.
20. R. Stern. Dwarfing cherry rootstocks promote smaller trees, boosting cultural efficiencies. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.thepacker.com/article/big-isnt-always-better>.
21. Kozubenko I.S. 2018 Gosregulirovanie cifrovizacii sel'skogo hozyajstva [Elektronnyj resurs]. URL: http://www.tadviser.ru/index.php/Stat'ya:Cifrovaya_ekonomika_Rossii