

УДК 631.331; 631.37

DOI: 10.35330/1991-6639-2020-6-98-181-189

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ

С.Х. ШАЛОВА¹, О.З. ЗАГАЗЕЖЕВА²

¹ Институт информатики и проблем регионального управления –
филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
360000, КБР, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а
E-mail: iipru@rambler.ru

² ФГБНУ «Федеральный научный центр
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
360002, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2
E-mail: kbncran@mail.ru

В статье выявлены основные направления исследований в области систем обволакивающего интеллекта, актуальные на современном этапе мирового развития. Представлены краткие результаты обзора рынка «умных технологий», отмечены тенденции применения систем принятия решений в сфере сельского хозяйства. Актуализируется вопрос повышения производительности труда в сельскохозяйственном производстве за счет автоматизации и внедрения робототехники. В результате исследования было выяснено, что хозяйства различного типа испытывают потребность в автоматизации процесса уборки урожая, что обусловило дальнейшие направления анализа. Представлен обзор современного состояния мирового рынка сельскохозяйственных роботов и выявлены его ключевые игроки.

Ключевые слова: интеллектуальные среды обитания, цифровые трансформации, цифровое поле, процессы мультиагентной самоорганизации, сельское хозяйство, автоматизация и роботизация сельскохозяйственного производства, производительность труда.

Развитие сельских территорий – целенаправленный процесс развития с сохранением этой способности в будущем, с качественным и справедливым градиентом развития экономической, экологической и социальной сфер жизнедеятельности. Сельскохозяйственная техника включает технические средства, предназначенные для повышения производительности труда в сельском хозяйстве путем механизации и автоматизации отдельных операций или технологических процессов.

Роботизация и автоматизация сельскохозяйственной отрасли влекут за собой экологизацию растениеводства и животноводства, повышение качества сельхозпродукции, достигаемое однозначно за счет использования технологий точечного земледелия, индивидуализацию животноводства, снижение зависимости от погодно-климатических факторов [1]. Количество роботов, решающих задачи сельского хозяйства, будет составлять согласно прогнозам World Robotic в 2021 году 15 млрд шт., в 2022 – 19 млрд шт., в 2023 – 22 млрд шт. [2]. Далее ожидается стремительный рост объемов и качества производимой на поле продукции, а следовательно, снижается себестоимость, решаются все поставленные выше задачи, связанные с обеспечением продовольственной безопасности региона и страны в целом.

Прошли те дни, когда аграрные технологии охватывали только семенную генетику и биотопливо. На настоящем этапе развития сельскохозяйственный сектор движется в направлении слияния технологий: вездесущей компьютеризации и мобильных вычислений с технологиями, используемыми на открытом воздухе в рамках окружающей среды человека; недорогие накопители энергии; сложные датчики для автоматизации сбора дан-

ных; мобильная робототехника, которая может работать в сложных средах, в том числе беспилотные летательные аппараты, недорогие и эффективные светодиоды; автоматизированный анализ больших объемов данных и новые исследования и достижения в области искусственного интеллекта, позволяющие разобраться в данном направлении [3].

Цифровая трансформация сельского хозяйства – полная перестройка всех процессов, связанных с возможностями последних достижений в сфере прорывных технологий цифровизации, в том числе в первую очередь цифровизация системы управления, использование в точном земледелии больших данных, искусственного интеллекта и технологий беспроводной связи, а для производственных предприятий дополнительно – создание цифровых двойников производства, цифровизация производственного процесса с использованием Интернета вещей [4].

Принципиальную значимость для активного применения в цифровом земледелии систем обволакивающего интеллекта (СОИ) получает формирование автоматически контекста текущей ситуации с использованием устройств различного уровня интеллектуальности, распределенных вычислительных мощностей, удаленных сенсоров, а также исполнительных устройств. Распределенный искусственный интеллект, выполняющий роль логической надстройки над человекоцентрическим инфраструктурным базисом, является центральным интегрирующим звеном системы управления [5].

Базовая методологическая проблема в решении поставленной задачи состоит в разработке формальных систем рассуждений и отсутствии системного подхода к вопросам изучения и моделирования психологических процессов, связанных с анализом сложных ситуаций, то есть ключевое отличие СОИ состоит в базировании на системах по прогнозу превентивного (предупреждающего, предохраняющего) характера. Исследователи и специалисты ИИПРУ КБНЦ РАН предлагают реализовать построение распределенной подсистемы формирования текущего контекста в СОИ на основе когнитивного моделирования и процессов мультиагентной самоорганизации.

Динамика рынка сельскохозяйственной робототехники характеризуется чрезвычайно высокими ожиданиями со стороны спроса при столь же завышенных обещаниях предложения. В целом, на первый взгляд, рынок сельскохозяйственной робототехники в КБР представляется слаборазвитым и малозначимым. При этом цена ошибки в оценке рыночных перспектив в этой отрасли чрезвычайно высока в силу значимости ожидаемых экономических и общесоциальных эффектов роботизации сельского хозяйства. Эти обстоятельства, а также быстротечность ожидаемых процессов требуют радикального повышения предсказательной способности экономической теории [6]. Для прогнозирования явлений в аграрном секторе экономики необходимо детальное знание состояния рынка робототехники и его ведущих трендов развития.

Одной из самых актуальных технологий современности для цифровой трансформации сельского хозяйства в КБР является реализация высокоточного земледелия в результате прогрессивного развития предикативной аналитики. В качестве основных технологий для повышения эффективности деятельности на поле наиболее перспективными представляются использование робототехники, в частности дронов, разработка ферм нового поколения и ПО для управления текущими операциями в сельхозугодьях и на фермах, широкомасштабное использование датчиков.

В современной ситуации, характеризующейся глобальным ростом численности населения и наличием острой необходимости его продовольственного обеспечения, можно сформулировать суждение, касающееся потребности в более эффективной деятельности фермеров в разрезе производства сельскохозяйственной продукции [7]. В ближайшем будущем (5, 10, 15 лет) для выполнения большинства поставленных задач – от посева и удобрения почвы до сбора урожая, борьбы с вредителями и сорняками – прогнозируется

активное использование робототехники, предоставляющей возможность автоматизации большинства операций всего сельскохозяйственного процесса.

Структура систем обволакивающего интеллекта на основе гетерогенных мультиагентных платформ подразумевает замещение ряда физиологических функций живого организма (табл. 1).

Таблица 1

ЗАМЕЩЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ТЕХНИЧЕСКИМИ ИНСТРУМЕНТАМИ,
ВХОДЯЩИМИ В СОСТАВ ГЕТЕРОГЕННЫХ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ

Физиологическая функция	Технический объект
Зрение (сетчатка)	Фотоматрица видеокамеры
Обоняние	Обонятельная луковица
Осязание	Тактильные датчики
Определение уровня влажности	Гигрометр
Атмосферное давление	Барометр
Дыхание (кислород, углекислый газ)	Химические и электрохимические датчики

Интеллектуальная среда сельскохозяйственного производства для эффективного принятия решения подразумевает внедрение в деятельность на поле датчиков, генерирующих потоки данных для определения почвенной среды. Каждый вид физиологического измерения определяет одну модальность [8]. Сенсоры позволяют осуществлять множественный перечень функций для определения состояния почвенной среды.

На настоящий момент возникает необходимость разработки датчика почвенной среды, фактически измеряющего уровень pH-почвы, наличие и уровень азотистых, фосфорных и других соединений в конкретном земельном участке, дающего точную оценку достаточности в ней влаги, удобрений, а также сенсоры, позволяющие оценить состояния почвы и дать прогноз поведения растений на поле [8, 9]. Данная схема работы позволяет минимизировать последствия негативных эффектов в случае наступления климатических воздействий на природную среду.

Сформированный и представленный перечень сельскохозяйственной робототехники, производившейся на мировом рынке в 2016 году в рамках маркетингового исследования, претерпел некоторую корректировку (табл. 2).

В таблице обозначены фирмы и научно-исследовательские институты, формирующие предложение на рынке умного сельского хозяйства и распределенные по этапам развития своей разработки в соответствии с вышеупомянутой схемой:

- сенсоры (1);
- модуль ситуационного анализа (2), реализующий идентификацию ситуаций на поле;
- модуль моделирования (3), предоставляющий прогноз развития ситуаций;
- модуль синтеза решений (4), позволяющий планировать поведение (действия) на цифровом поле;
- модуль исполнения и контроля (5);
- эффекторы (6) [4].

Из перечня исключены фирмы, научно-исследовательские работы, разработки и поставленные цели которых в робототехнической сфере фактически не были достигнуты. Более того, на данном этапе развития можно выявить перечень фирм, производящих сельскохозяйственную робототехнику и находящихся в «серой зоне», так как в связи с отсутствием активной деятельности в направлении развития на цифровом поле им грозит риск вытеснения.

Таблица 2

ПЕРЕЧЕНЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ НА МИРОВОМ РЫНКЕ

Фирма	Разработка	Этапы развития по схеме 1 [4]
Agrobot	AgrobotSW6010, AGSHydro гидропонное выращивание клубники (теплица)	1-2
Agritronics	ИС по сбору урожая и распылению (медтанк, автоном, 4 Га/2ч, 6 акров/д (теплица)	1-2
Robotic Harvesting	Машина для сборки ягод и овощей	1-6
Energid	Приложения для программного обеспечения	1-6
Naio	Полевой робот Technologies Oz	1-2
Vision Robotics	Робот-сборщик апельсинов (фруктов с деревьев)	1-6
Harvest CROO Robotics	Berry 5 (B5)	1-2
University of Sydney/ Salah Sakar	Робот-овощевод «Lady Bird» farm'bot	1-6
RAUSSENDORF	Фруктовый робот “Casar”- робот-садовод, виноградарь	1-6
QUT Agbot II	AgBot II: инструмент нового поколения для роботизированного управления растениями и сорняками	1-2
Soft Robotics	Манипулятор для эластичного захвата любых объектов с возможностью работать с различными предметами без идентификации объекта с помощью компьютерного зрения или предварительного программирования	1-6
BLUE RIVER	Робот для точного опрыскивания	1-6
Sweeper robot	Робот для сборки сладкого перца	1-2
Rippa	Борьба с вредителями и сорняками	1-6
DGI	Сельскохозяйственный дрон	1-6
Thorvald	Перевозка ящиков с урожаем, определение растения для прогнозирования объема урожая, прополка грядки и сбор урожая, кошение кормовой травы и увлажнение растений, уничтожение ультрафиолетом паразитических грибов, вызывающих болезнь растений (мучнистую росу).	1-6

Сельскохозяйственная робототехника по своей специфике направлена на:

- 1) обеспечение здорового состояния почвы, требующего наличия процесса ее обогащения и насыщения минералами;
- 2) организация повсеместного широкополосного доступа к сети Интернет, позволяющего улучшить предоставление экосистемных услуг и увеличить биоразнообразие;
- 3) внедрение внутренних вертикальных ферм, приносящих дополнительные потоки дохода за счет ведения восстановительного сельского хозяйства [10].

Каждое из направлений является чрезвычайно важным для социально-экономического развития, в том числе для здоровья почвы как одного из экологических факторов, ведущих к защите планеты от изменения климата, тесно связанного с ее питанием, что решает перечень задач, поставленных в данной ситуации для достижения цели.

В настоящий момент времени ключевыми игроками на рынке являются Agribotix, Lely Holding, Agco Corporation, Deere&Company, DJI, Auroras, Topcon Positioning Systems. Первостепенную актуальность имеет на фермах использование дронов для заблаговременной идентификации грибковых заболеваний, что позволяет осуществлять раннее и успешное лечение. Оснащенный камерой дрон с функцией GPS будет получать изображения сельскохозяйственных культур с высоким разрешением, предоставляя фермерам вид с высоты птичьего полета, что позволяет рассмотреть, где культуры здоровые, а где нуждаются в уходе [11].

Для того чтобы понять организацию неструктурированных данных в сельскохозяйственной среде, исследователи работают над интеллектуальными системами зондирования. Мультиспектральные камеры, анализирующие длину волн света, отражающегося от

объектов, могут быть использованы для нахождения закономерности, позволяющей роботу понять, что он видит, к примеру, перец, независимо от того, как овощ растет. Робот затем сможет учиться на своих ошибках и совершенствоваться во время работы. Алгоритм позволяет распознавать простые формы, и если овощ частично покрыт листьями, не станет использовать алгоритм полной формы [12, 13].

По прогнозам ученых, роботы призваны в период пандемии заменить сезонных рабочих по уборке урожая, что способствует росту объемов рынка автоматизации сельского хозяйства до 240 млрд долларов.

Данное явление, касающееся сокращения доступной рабочей силы в отрасли сельского хозяйства, наблюдается по всему миру в соответствии с Financial Times. Характерен сбор плодоовощной продукции в богатых странах силами временных работников – уроженцев более бедных стран.

Так, по данным агентства Bloomberg, около 80% сезонных сельскохозяйственных работников приезжают в Великобританию из Румынии и Болгарии, 20% – из Чехии, Венгрии, стран Балтии, Польши, Словении и Словакии. Однако привычный уклад был нарушен закрытием границ из-за пандемии. Во Франции, например, ожидается нехватка 200 000 рабочих для сбора урожая, еще 100 000 не смогут приехать в Италию и 80 000 – в Германию [14]. При этом в США отмечается ограничение выдачи виз мексиканским рабочим, что влечет за собой нехватку трудовых ресурсов, обеспечивающих сбор урожая.

В соответствии с данными платформы Dealroom, собирающей информацию о стартапах, а также быстро растущих компаниях, с начала 2020 года отмечается рост объема инвестиций в стартапы в направлении разработок сельскохозяйственных роботов на 40% по сравнению с аналогичным показателем и периодом прошлого года, превысив \$600 млн, и суммарные инвестиции, вложенные в данный сектор в 2019 году.

Компания Saga Robotics занимается производством автономных сельскохозяйственных роботов. В 2020 г. компания получила уже около 40 заказов на автономного робота модульного типа Thorvald только из Великобритании, спрогнозировав в апреле поставку лишь 11 шт. в Великобританию и США. Робот может работать на открытых полях, во фруктовых садах и теплицах. Конец августа 2020 года характеризовался привлечением Saga Robotics инвестиций в размере \$11 млн на дальнейшие исследования и разработки.

Заявление о повышении спроса делает и Сэм Уотсон-Джонс, являющийся сооснователем британского стартапа Small Robot Company, занимающегося разработкой и производством сельскохозяйственных роботов трех моделей – Tom, Dick и Harry, работающих на основе искусственного интеллекта Wilma (Tom уже находится в продаже, Dick и Harry все еще в разработке) [10]. Роботы осуществляют функции слежения за состоянием урожая посредством составления карты полей и уничтожения сорняков без использования химикатов. В течение года существования у Small Robot Company фактически зарегистрировано более \$6 млн привлеченных инвестиций, причем \$2,8 млн сбора зафиксировано на британской краудфандинговой платформе Crowdfunder в феврале 2020 г., также плюс \$1 поступлений финансовых средств от британской автономной неправительственной организации Innovate UK. В перечне остальных стартапов в направлениях разработки сельскохозяйственных роботов – американские компании AgEagle, предложение которых состоит в основном в дронах, представляющих собой системы оценки урожая и привлеченные \$10 млн, а также Abundant Robotics, занимающаяся роботами для сбора яблок, аналогично получившая те же \$10 млн.

Еще 10 лет назад обеспечить возросший спрос на автоматизацию сельхозработ было бы невозможно, но, по словам Фрома из Saga Robotics, за последние несколько лет «технологии сильно шагнули вперед». «Мы на пороге революции», – говорит Аластер Купер из инвестиционной компании ADM Capital, которая является одним из инвесторов в Saga Robotics. По его словам, «в течение 10-20 лет сельское хозяйство переживет трансформацию: все процессы, включая сбор урожая, опрыскивание растений, полив, сбор и обработку информации, будут автоматизированы».

По подсчетам аналитиков инвестиционного банка Goldman Sachs, в 2019 г. общемировые расходы на автоматизацию агробизнеса составили \$5 млрд. В эту сумму вошли все расходы на любые технологии, адаптируемые к нуждам сельского хозяйства: разработки в области искусственного интеллекта, коммуникации, системы сенсоров, определения местоположения и автоматического контроля.

Таким образом, темпы развития робототехнических систем сельскохозяйственного назначения, сформировавшаяся динамика соответствующих рынков, масштабы проникновения новых технологий в существующие агротехнические цепочки позволяют говорить о значимом экономическом эффекте, актуализация которого способна привести к непрерывному росту благосостояния в экономических системах, связанных с сельскохозяйственным роботостроением и с массовым внедрением таких систем в сельскохозяйственное производство.

В то же время внедрение робототехники в сельскохозяйственное производство имеет два главных направления влияния на экономическое развитие, проявляющиеся, с одной стороны, через социальные эффекты, с другой – через технологические эффекты.

Социальные эффекты в результате внедрения робототехники включают повышение производительности сельского хозяйства, что в свою очередь способствует улучшению качества жизни на селе и ведет к росту ожидаемой продолжительности жизни в стране [15, 16]. Однако, помимо положительных эффектов в производстве сельскохозяйственной продукции, отмечаются и негативные последствия такого сценария развития, в том числе возможность снижения занятости населения, задействованного на сельскохозяйственных территориях, а также возникновение социальных и демографических причинно-следственных явлений, влекущих еще активнее к трансформации социально-экономической системы.

Технологические эффекты роботизации сельского хозяйства проявляются в автоматизации производства, способствующей увеличению доли прибыли в агробизнесе за счет снижения объемов физических трудозатрат, нагрузки работников и сокращения времени выполнения текущих операций на цифровом поле. Сокращение материальных затрат руководителей/фермеров на своих сельхозработников повышает мотивацию инвестировать в аграрные проекты, как результат достигается экономический рост в регионе.

Оба направления влияния роботизации сельского хозяйства в разрезе производства сельскохозяйственной продукции ведут и к снижению доходов работников, что однозначно повлияет на сокращение численности работников данного сектора и их уход в другие отрасли [17, 18].

В июле текущего года отмечалась беспрецедентная неопределенность, возникшая в мирное время в результате продолжающейся пандемии COVID-19. В соответствии с прогнозами ФАО и ОЭСР, в 2020-2029 годах ожидается стремительный рост предложения, превосходящего по темпам аналогичный показатель спроса, что влечет стабильность цен на большую часть сырьевых товаров в реальном выражении и вероятность ее снижения. В свою очередь колебания цен, возникающие в результате стремительной лабильности, создают требующиеся условия для сильной разницы цен в пределах общей траектории. Так, вызванное пандемией снижение располагаемых доходов в странах, в домашних хозяйствах с низким уровнем доходов будет способствовать снижению спроса и окажет существенное влияние на продовольственную безопасность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шалова С.Х. Обзор и анализ исследований в области систем обволакивающего интеллекта // Инженерный вестник Дона. 2016. № 4(43). С. 125.
2. World Agricultural Production. Global Market Analysis November 2020 report // United States Department of Agriculture (USDA). Foreign Agricultural Service
3. Шалова С.Х., Загазежева О.З. Обзор рынка сельскохозяйственных роботов и их влияние на экономическое развитие // Технические науки. Южный федеральный университет. 2019. № 7. С. 57-70.

4. Шалова С.Х. Обзор интеллектуальной среды обитания для сельскохозяйственного производства в условиях цифровых трансформаций // Перспективные системы и задачи управления: материалы XV Всероссийской научно-практической конференции и XI молодежной школы-семинара «Управление и обработка информации в технических системах», Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство ЮФУ, 2020. С. 157-163.
5. Иванов П.М., Нагоев З.В., Кудаев В.Ч., Макаревич О.Б., Хамуков Ю.Х., Токмакова Д.Г. Автоматическое формирование контекста ситуаций в системах обволакивающей безопасности на основе мультиагентных когнитивных архитектур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. № 1 (63). С. 23-31.
6. Хаджиева М.И., Шалова С.Х., Каноква М.А. Теоретические аспекты внедрения роботизации и автоматизации в агропромышленный комплекс региона // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2019. № 6 (92). С. 171-177.
7. Agri Food Tech Investing Report Year In Review 2018. [Электронный ресурс] // AgFunder. URL: <https://agfunder.com/research/agrifood-tech-investing-report-2018/>.
8. Анчехов М.И., Кильчукова А.Л., Шалова С.Х. Решение проблем автоматизации процесса сбора плодоовощной продукции // Инженерный вестник Дона, 2016. № 4(43). С. 73.
9. Agricultural Robots Market Shares, Strategies, and Forecasts, Worldwide, 2014 to 2020 [Электронный ресурс] // Radiant Insights, Inc. URL: <https://docplayer.net/8723989-Application-server-market-size-shares-growth-analysis-trend-and-forecasts-report-2014-to-2020-radiant-insights-inc.htm>
10. Эксперт. «Супер-прогноз фундаментальных факторов сельского хозяйства на 2020-2029 гг. – ОЭСР-ФАО». [Электронный ресурс] // Электронный журнал IDK. URL: <https://exp.idk.ru/news/world/super-prognoz-fundamentalnykh-faktorov-selskogo-khozyajstva-na-2020-2029-gg-oesr-fao/524407/>
11. Khasha Ghaffarzadeh. Agricultural Robots, Drones, and AI: 2020-2040: Technologies, Markets, and Players. [Электронный ресурс] // IDTechEx Web Journal. URL: <https://www.idtechex.com/en/research-report/agricultural-robots-drones-and-ai-2020-2040-technologies-markets-and-players/749>
12. Anchokov M., Denisenko V., Nagoev Z., Sundukov Z., Tazhev B. Interactive Collaborative Robotics and Natural Language Interface Based on Multi-agent Recursive Cognitive Architectures Interactive Collaborative Robotics // Lecture Notes in Computer Science. 2016. Pp. 107-112.
13. OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028. [Электронный ресурс] // OECD Publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. URL: https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en
14. Максимушкина Е. Роботы заменят сезонных рабочих на уборке урожая [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/09/02/838497-roboti-zamenyat>
15. Верхотуров Д. Роботы накормят людей [Электронный ресурс]. URL: <https://schriftsteller.livejournal.com / 525577. html>.
16. Загазежева О.З., Мамбетов А.Х. Инновационные технологии как фактор опережающего развития региона // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2017. № 6 – 2 (80). С. 97-101.
17. World Agricultural production, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>
18. RosInvest.Com. Рынок роботостроения [Электронный ресурс]. URL: http://rosinvest.com/acolumn/blog/high_technology/530.html

REFERENCES

1. Shalova S.H. *Obzor i analiz issledovaniy v oblasti sistem obvolakivayushchego intellekta* [Review and analysis the research in enveloping intelligence systems] // Inzhenernyy vestnik Dona. 2016. № 4(43). Pp. 125.

2. World Agricultural Production. Global Market Analysis November 2020 report // United States Department of Agriculture (USDA). Foreign Agricultural Service

3. Shalova S.H., Zagazezheva O.Z. *Obzor rynka sel'skhozjajstvennyh robotov i ih vlijanie na ekonomicheskoe razvitie* [Agricultural robot market overview and their impact on economic development] // *Tekhnicheskie nauki. Technical Sciences. Southern Federal University. 2019. № 7. Pp. 57-70.*

4. Shalova S.H. *Obzor intellektual'noj sredy obitaniya dlja sel'skhozjajstvennogo proizvodstva v uslovijah cifrovых transformacij* [An overview of smart habitats for agricultural production in a digital transformation] // *Perspektivnyye sistemy i zadachi upravleniya: materialy XV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii i XI molodezhnoy shkoly-seminara «Upravleniye i obrabotka informatsii v tekhnicheskikh sistemakh», Perspective systems and tasks of management: Materials of the 15th all-Russia Scientific-practical Conference. Southern Federal University. Rostov-na-Donu; Taganrog: YUFU Publishing House, 2020. Pp. 157-163*

5. Ivanov P.M., Nagoev Z.V., Kudaev V.Ch., Makarevich O.B., Hamukov Ju.H., Tokmakova D.G. *Avtomaticheskoe formirovanie konteksta situacij v sistemah obvolakivajushhej bezopasnosti na osnove mul'tiagentnyh kognitivnyh arhitektur* [Automatic formation of the context of situations in enveloping security systems based on multi-agent cognitive architectures] // *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS. 2015. № 1 (63). Pp. 23-31.*

6. Hadzhieva M.I., Shalova S.H., Kanokova M.A. *Teoreticheskie aspekty vnedrenija robotizacii i avtomatizacii v agropromyshlennyj kompleks regiona* [Theoretical aspects of the implementation of robotization and automation in the agro-industrial complex of the region] // *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS. 2019. № 6 (92). Pp. 171-177.*

7. Agri Food Tech Investing Report Year In Review 2018. [electronic resource] // AgFunder. URL: <https://agfunder.com/research/agrifood-tech-investing-report-2018/>.

8. Anchekov M.I., Kil'chukova A.L., Shalova S.H. *Reshenie problem avtomatizacii processa sbora plodoovoshhnoj produkcii* [Solving the problems of automation of the process of collecting fruits and vegetables] // *Inzhenernyy vestnik Dona./ Engineering Herald of the Don. 2016. № 4(43). P. 73.*

9. Agricultural Robots Market Shares, Strategies, and Forecasts, Worldwide, 2014 to 2020 [electronic resource] // Radiant Insights, Inc. URL: <https://docplayer.net/8723989-Application-server-market-size-shares-growth-analysis-trend-and-forecasts-report-2014-to-2020-radiant-insights-inc.htm>

10. *Ekspert. «Super-prognoz fundamentalnykh faktorov sel'skogo hozyajstva na 2020-2029 gg. – OESR-FAO».* «Super-forecast of fundamental factors of agriculture for 2020-2029. OECD-FAO». [electronic resource] // *Electronic journal IDK. Expert.* URL: <https://exp.idk.ru/news/world/super-prognoz-fundamentalnykh-faktorov-selskogo-khozyajstva-na-2020-2029-gg-oesr-fao/524407/>

11. Khasha Ghaffarzadeh. *Agricultural Robots, Drones, and AI: 2020-2040: Technologies, Markets, and Players.* [electronic resource] // *IDTechEx Web Journal.* URL: <https://www.idtechex.com/en/research-report/agricultural-robots-drones-and-ai-2020-2040-technologies-markets-and-players/749>

12. Anchokov M., Denisenko V., Nagoev Z., Sundukov Z., Tazhev B. *Interactive Collaborative Robotics and Natural Language Interface Based on Multi-agent Recursive Cognitive Architectures Interactive Collaborative Robotics* // *Lecture Notes in Computer Science. 2016. Pp. 107-112.*

13. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028.* [Electronic resource] // *OECD Publishing, Paris/ Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.* URL: https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en

14. Maksimushkina E. *Roboty zamenjat sezonnyh rabochih na uborke urozhaja* [Electronic resource]. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/09/02/838497-roboti-zamenyat>

15. Verhoturov D. *Roboty nakormjat ljudej* [Electronic resource]. URL: <https://schriftsteller.livejournal.com/525577.html>

16. Zagazezheva O.Z., Mambetov A.H. *Innovacionnyye tehnologii kak faktor operezhajushhego razvitiya regiona* [Innovative technologies as a factor in advancing the region's development] // *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS. 2017. № 6 – 2 (80). Pp. 97-101.*

17. World Agricultural production, 2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>

18. RosInvest.Com. Robotics market. [electronic resource]. URL: http://rosinvest.com/acolumn/blog/high_technology/530.html

AMBIENT INTELLIGENCE FOR AGRICULTURAL PRODUCTION IN CONDITIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION

S.KH. SHALOVA¹, O.Z. ZAGAZEZHEVA²

¹ Institute of Computer Science and Problems of Regional Management –
Branch of Federal public budgetary scientific establishment «Federal scientific center
«Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»

360000, KBR, Nalchik, 37-a, I. Armand St.

E-mail: iipru@rambler.ru

² FSBSE «Federal scientific center
«Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»

360002, KBR, Nalchik, 2, Balkarova street

E-mail: kbncran@mail.ru

The article identifies the main areas of research in the field of enveloping intelligence systems that are relevant at the present stage of world development. Brief results of the review of the “smart technologies” market are presented, trends in the application of decision-making systems in the field of agriculture are noted. The issue of increasing labor productivity in agricultural production through automation and the introduction of robotics is being actualized. As a result of the study, it was found that farms of various types have a need to automate the harvesting process, which led to further directions of analysis. An overview of the current state of the world agricultural robot market is presented and its key players are identified.

Keywords: intelligent habitats, digital transformations, digital field, multi-agent self-organization processes, agriculture, automation and robotization of agricultural production; labor productivity.

Работа поступила 06.11.2020 г.

Сведения об авторе:

Шалова Сатаней Хаутиевна, н.с. Инжинирингового центра Кабардино-Балкарского научного центра РАН, м.н.с. Института информатики и проблем регионального управления – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН, совместная лаборатория «Интеллектуальные среды обитания».

360000, КБР, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а.

E-mail: satanei@mail.ru

Загазежева Оксана Зауровна, зав. Инжиниринговым центром Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360000, КБР, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а

E-mail: oksmil.82@mail.ru

Information about authors:

Shalova Satanei Khautievna, Researcher of the Engineering Center of the Federal Scientific Center "Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Junior Researcher at Institute of Informatics and Problems of Regional Management, Joint Laboratory "Intelligent Habitats".

360000, KBR, Nalchik, I. Armand street, 37-a.

E-mail: satanei@mail.ru

Zagazezheva Oksana Zaurvna, Head of the Engineering Center of the Federal Scientific Center "Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences".

360000, KBR, Nalchik, I. Armand street, 37-a.

E-mail: oksmil.82@mail.ru