

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Алферьев Д.А.



Алферьев Дмитрий Александрович

Вологодский научный центр Российской академии наук

Россия, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а

E-mail: alferev_1991@mail.ru

Сельское хозяйство и агропромышленный комплекс являются ключевой отраслью народного хозяйства, которая обеспечивает людей продуктами питания, необходимыми для любой человеческой жизнедеятельности. В условиях роста населения и ограниченности территорий обостряется проблема нехватки конечной продукции сельскохозяйственной отрасли, а также обеспечения ее высокого качества для всех конечных потребителей. В решении данной задачи в значительной мере могут успешно помочь современные революционные технологии искусственного интеллекта. В настоящий момент данный инструмент повсеместно внедряется во все отрасли народного хозяйства, и, соответственно, не имеет особых преград для его использования в сфере агропромышленности. Эта технология в значительной мере позволяет автоматизировать производственные и управленческие процессы, а также дает возможность обнаружить взаимосвязи в больших объемах неструктурированных данных. Вышеизложенным обусловлена цель данной статьи. Она заключается в обобщении и систематизации знаний о перспективных технологиях искусственного интеллекта в сельском хозяйстве, которые позволят обеспечить население качественными продуктами питания, а также дадут возможность предприятиям, реализующим их, получить соответствующие конкурентные преимущества. В статье систематизированы научные знания о современных технологиях сельскохозяйственной отрасли, в которую успешно внедряются технологии искусственного интеллекта: робототехника, фотосъемка и локальная фиксация индикаторов, аудио- и видеоанализ. Разработан и представлен перечень положительных эффектов от их внедрения и распространения. Данная публикация будет полезна специалистам сельскохозяйственной отрасли, а также ученым и исследователям, занимающимся вопросами и проблемами компьютерного программирования и моделирования искусственных интеллектуальных систем.

Агропромышленность, искусственный интеллект, робототехника, фото-, аудио- и видеофиксация, анализ больших данных.

Цитата: ▶ Алферьев Д.А. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве // АгроЗооТехника. 2018. Т. 1. № 4. DOI: 10.15838/alt.2018.1.4.5

Citation: ▶ Alfer'ev D.A. Artificial intelligence in agriculture. *Agricultural and Livestock Technology*, 2018, vol. 1, no. 4. DOI: 10.15838/alt.2018.1.4.5

Технологии искусственного интеллекта (далее – ИИ; автоматизированные процессы и явления, протекающие на условиях, близких к оптимальным, и имеющие возможность при накоплении критической массы статистических данных самосовершенствоваться) [1; 2] в больших объемах и с большей скоростью проникают в различные отрасли народного хозяйства (виды экономической деятельности) [3; 4; 5]. Это обусловлено экспоненциальным развитием вычислительных мощностей компьютерной техники и непрерывным поиском людьми наилучших решений, которые способны разрешить имеющиеся в настоящий момент проблемы [6]. Искусственный интеллект зарекомендовал себя как более действенный и эффективный способ в вопросах точной и достоверной оценки и диагностики (оценка финансовых рисков, природно-климатических явлений, диагностика заболеваний) [4; 7]. Данная технология показывает лучшие прогнозные результаты по сравнению с классическими методами обработки и анализа данных. В настоящий момент внедрение систем искусственного интеллекта находится на стадии зарождения, но успех подобных программ, несмотря на имеющиеся в технологии недостатки (определение оптимальной архитектуры моделируемых искусственных нейронных сетей, потребность в дорогой компьютерной технике, способной справиться с трудоемкими вычислительными алгоритмами, отсутствие необходимых информационных библиотек и баз данных), показывает лучшие результаты относительно использованных до этого методов [8; 9; 10]. Электронно-вычислительные системы, получившие поддержку ИИ, показывают более точные, достоверные и эффективные результаты.

Сельское хозяйство и агропромышленный комплекс являются важной частью любой социально-экономической системы. Это обусловлено тем, что данная совокуп-

ность отраслей и направлений хозяйствования обеспечивает людей продуктами питания, которые, в свою очередь, являются жизненно необходимым условием существования человека и обеспечивают его первичные потребности [11]. Помимо этого стоит отметить, что более качественная сельскохозяйственная продукция имеет прямую взаимосвязь с текущим здоровьем людей и его продолжительностью, так как результатом деятельности агропромышленного комплекса являются продукты питания, которые, в свою очередь, выступают строительным материалом для человеческого организма [12; 13]. С ростом населения планеты и всеобщим стремлением к правовой справедливости все сильнее будет обостряться проблема нехватки продуктов питания, и, что не менее важно, будет увеличиваться нужда в росте их качества [14].

По мнению автора, в значительной мере с данными задачами помогут справиться технологии искусственного интеллекта, которые позволят автоматизировать хозяйственный и управленческий процесс, включая оптимизацию посевных работ, сбор урожая, контроль за состоянием почв, на которых произрастает урожай, правильным составом кормовых смесей, ликвидацию вредителей, автоматизацию кормления животных и многое другое. Вышеизложенным обусловлена цель данной статьи. Она заключается в обобщении и систематизации знаний о перспективных технологиях искусственного интеллекта в сельском хозяйстве, которые могут быть успешно использованы как для базовых задач агропромышленного комплекса (обеспечение населения качественными продуктами питания), так и для получения организациями, занимающимися сельским хозяйством, новых конкурентных преимуществ в краткосрочной перспективе по отношению к своим оппонентам на рынке.

В соответствии с этим в рамках данной работы выполнен ряд задач:

- определены перспективные технологии искусственного интеллекта, которые могут быть успешно реализованы в сфере сельского хозяйства и агропромышленности, продемонстрированы конкретные направления их использования;
- выявлены особенности проанализированных технологий, а также продемонстрированы реальные примеры их использования в сельскохозяйственной среде.

Для наглядности интерпретации технологий, базирующихся на методах и средствах искусственного интеллекта, автором разработана схема, которая демонстрирует иерархию технических сельскохозяйственных средств, взаимодействующих друг с другом и опирающихся на разработки в ИИ (рис. 1). Отдельные элементы рисунка подробно изучены и представлены в основной части статьи.

Одним из перспективных направлений, в котором используются технологии ИИ и в настоящий момент уже имеются попытки применения в сфере агропромышленности, является анализ и обработка данных на основе компьютерного зрения (см. рис. 1). Оно заключается в разработке математических компьютерных алгоритмов, базирующихся на формировании специфических математических моделей, используемых в науке искусственными нейрон-

ными сетями (математическая модель и ее компьютерная реализация, взаимодействие элементов которой схоже с деятельностью биологических нейронных сетей живых организмов) [7; 15]. Данная технология успешно справляется с рядом задач, которые включают в себя раннюю диагностику заболеваний животных и растений, что позволяет успешно и своевременно с ними бороться, а также не допускать их появления вообще. Материалом для анализа подобного рода мероприятий могут являться фотографии, сделанные как на микро- (включающие крупный план единичного объекта обследования), так и на макроуровне (популяция животных, посевные площади). И в одном, и в другом случае могут быть обнаружены прогрессирующие патологии, на основании этого будут предприняты необходимые оперативные меры по их устранению.

Помимо фотосъемки сюда же следует отнести и сбор статистической информации на основе установленных в сельскохозяйственных объектах электронных компьютерных датчиков, которые в динамике будут отслеживать изменения требуемых показателей и информировать управляющего об отклонении от установленных нормативов с целью его вмешательства и перевода ситуации в нужное русло.

Подобного рода мероприятиями в настоящий момент занимается компания IntelinAir, которая представлена на рынке

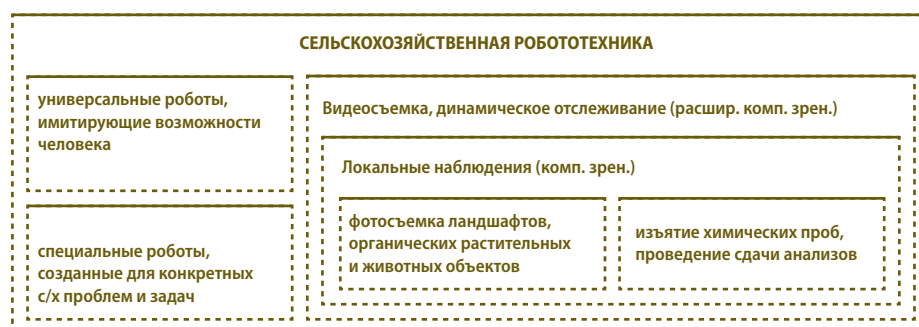


Рис. 1. Структура сельскохозяйственных технологий, базирующихся на ИИ

Источник: составлено автором.

как организация по реализации точного сельского хозяйства. Под этим как раз и понимается ведение деятельности и ее оптимизация (в нашем случае сельское хозяйство) на основе регулярно фиксируемых показателей. В настоящий момент IntelinAir ориентирована на поддержку фермеров, занимающихся выращиванием кукурузы и сои в штатах Иллинойс, Айова, Огайо и Индиана.

Еще одной организацией из сферы анализа и обработки данных на основе компьютерного зрения выступает канадский Исследовательский центр по фенотипированию и обработке изображений растений в Университете Саскачевана. Формируются статистические библиотеки параметров данных о различных сельскохозяйственных культурах, которые с развитием цифровых технологий могут быть успешно использованы и применены в различного рода агропромышленных проектах, а также в научно-исследовательских проектах, направленных на решение текущих сельскохозяйственных проблем и совершенствование технологий в этой сфере.

С развитием возможностей электронно-вычислительных машин в повседневной деятельности человека все чаще задействована робототехника (см. рис. 1), которая постепенно начинает появляться и распространяться в отрасли сельского хозяйства [16]. Данная технология позволяет автоматизировать процессы хозяйственной деятельности, высвобождая драгоценное время на проведение исследований и разработок, необходимых для решения нетривиальных, еще неразрешенных задач. Стоит отметить, что данная технология тесно связана с предыдущим направлением и может использоваться для оптимизации внутренних процессов роботизированных систем, а также выступать платформой для сбора необходимых данных с объектов сельского хозяйства и агропромышленного комплекса.

Примером роботизированной техники, имитирующей функции человека, в сельском хозяйстве является робот Prospero [17]. Он обладает следующими возможностями: индивидуальная посадка рассады вплоть до выкапывания ямки под саженец и дальнейшее его размещения в ней, последующее наблюдение и сбор урожая. В компьютерную систему заложены алгоритмы распознавания ландшафта, на основании которого выбираются идеальные условия для выращивания необходимых культур.

Ученые и исследователи Орхусского университета в Дании разработали робота «Hortibot» [16; 17], способного распознавать сельскохозяйственные культуры и в соответствии с этим ликвидировать сорняки путем механического воздействия или с использованием химических реагентов. Данная разработка считается значительным прорывом в научном мире, так как ранее автономно отличать полезные сельскохозяйственные культуры от сорных трав качественно не удавалось.

Помимо таких уникальных единичных проектов на сельскохозяйственном рынке в сфере робототехники и внедрения систем, поддерживающих технологии искусственного интеллекта, в настоящий момент существует следующее:

- внедрение в сельскохозяйственную практику автоматизированных дистанционных небольших летательных аппаратов (дронов) [18], которые локально могут доставлять необходимые для растений и животных ресурсы, переносить опасные химикаты без угрозы для жизни человека, а также проводить фотосъемку, полученные данные которой могут успешно использоваться в системах компьютерного зрения;
- автоматизированные сельскохозяйственные комплексы, представляющие собой более высокотехнологичную и совершенную технику на манер тракторов, комбайнов, экскаваторов, способные

выполнять несколько различных функций: посадка и сбор урожая, контроль за развитием растительных и животных культур, ликвидация вредителей и последствий природно-климатических явлений [16–19].

В связи с вышеизложенным, на наш взгляд, в отношении робототехники следует отметить, что в настоящий момент данные проекты носят характер прототипов, но задел и перспективы в будущем прослеживаются уже сейчас. Внедрение подобной техники в практику агропромышленного комплекса позволит оптимизировать имеющиеся в данной сфере процессы и процедуры, что отразится на росте объемов продукции, ее качестве, снижении различного рода затрат.

Примером экономической и социальной оценки в области использования в сельском хозяйстве робототехники может служить анализ микроробототехники и роевого искусственного интеллекта, представленный в публичных отчетах ИСИЭЗ [20]. По их расчетам, объем рынка в мировом разрезе для средств и техники, способной заменить медоносных пчел, составит более 4 млрд долл. Обслуживание подобных систем оценивается на уровне 200 млрд долл. в год. Данный рынок, безусловно, будет развиваться, так как решает проблемы повышения урожайности, автоматизации сельскохозяйственных работ, способствует развитию мониторинга экосистем окружающей среды.

Мощностей современных компьютеров хватает не только на обработку фотографий и детерминированных количественных статистических данных, но и на динамический анализ на основе видеосъемки и видеонаблюдения (см. рис. 1) [20]. В связи с этим технологии искусственного интеллекта могут быть использованы для создания неинвазивных (без вмешательства в естественную среду обитания животных) методов отслеживания характеристик и параметров животных.

В 2018 году компания Neuromation планирует реализовать проект по отслеживанию жизнедеятельности свиней, который позволит контролировать динамику их веса в популяции без физического вмешательства со стороны человека. Согласно имеющейся практике, процедуры, проводимые в настоящее время над сельскохозяйственными животными и используемые для оценки их состояния здоровья, заставляют животных испытывать стресс, что, в свою очередь, негативно отражается на качестве конечной продукции агропромышленной отрасли (потеря полезного веса животных, используемого для создания продуктов питания). Планируемый разработчиками алгоритм позволит фиксировать вес поросят, а также сможет давать рекомендации для составления их рациона питания, чтобы на выходе не только получать большие объемы реализации, но и одновременно улучшать их качество.

Три выделенные в данной работе технологии, которые непосредственно связаны с применением технологий ИИ, в настоящий момент все активнее будут выходить на передовые рубежи сельского хозяйства. Это обусловлено тем, что при автоматизации сельскохозяйственных процессов оптимальным образом решаются имеющиеся в агропромышленном комплексе задачи, что позволяет ускорить процессы выращивания необходимых объемов растительных культур и продуктов питания без риска снижения качества конечной продукции. Более подробно автором выделены следующие положительные моменты:

- снижение рисков недостижения планируемых показателей либо их своевременное обозначение и обоснование новых нормативных величин;
- оперативное реагирование на изменение природно-климатических условий, позволяющее своевременно принимать необходимые меры для защиты объектов сельского хозяйства и агропромышленного комплекса;

- рост урожайности сельскохозяйственных культур и увеличение объемов продуктивности животных, позволяющие обеспечить продуктами питания растущее население планеты;
- снижение производственных затрат на основе внедрения принципов точного производства и сбора оперативных данных для его эффективного и автоматизированного управления;
- решение логистических задач, которые позволят сократить количество посредников от производителя до конечного потребителя, что должно отразиться на снижении стоимости потребительского продукта;
- с течением времени сокращение нехватки квалифицированной рабочей силы и создание высокотехнологичных рабочих мест, необходимых для разработки компьютерных систем с поддержкой технологии искусственного интеллекта;
- оперативное оповещение необходимой информацией как самих товаропроизводителей сельскохозяйственной продукции, так и их клиентов.

Помимо выделенных особенностей технологий ИИ в агропромышленном комплексе в *табл.* представлены конкретные направления сельскохозяйственного про-

филя, где могут быть задействованы определенные автором в данной работе методы искусственного интеллекта.

Технологии ИИ сопряжены с глобальной цифровизацией экономики, которая базируется на автоматическом анализе огромных массивов числовых данных. По мнению директора Департамента развития и управления государственными информационными ресурсами АПК Минсельхоза России И. Козубенко [22], в 2018 году внедрение в данную отрасль современных компьютерных систем, поддерживающих технологии искусственного интеллекта, может быть увеличено до 3–4 раз. По его расчетам, в течение 10 лет данная процедура позволит сократить имеющиеся сельскохозяйственные затраты примерно на 25 %.

По данным мероприятия, проводимого ФРИИ [23] (Фонд развития интернет-инициатив) в Москве осенью 2016 года, инвестиционная активность в среде современных информационных технологий, сопряженных с обработкой больших данных и выстраиванием сложных диалоговых и древовидных архитектур в структуре компьютерных программ сельскохозяйственной отрасли, в Российской Федерации усиливается год от года (*рис. 2*).

В заключение отметим, что технологии искусственного интеллекта успешно по-

Таблица. Направления использования технологий ИИ в сфере сельского хозяйства

| Фотосъемка и статистические наблюдения | Видео- и аудиоанализ | Робототехника |
|--|---|--|
| <p>Диагностика патологий и заболеваний сельскохозяйственных растений и животных;</p> <p>мониторинг почв на оптимальное количество микроэлементов, необходимых для выращивания качественных сельскохозяйственных культур;</p> <p>прогнозирование природно-климатических условий и принятие на основании этого соответствующих мер</p> | <p>Мониторинг за деятельностью животных с целью минимизации их стресса и принятии оперативных мер воздействия при возникновении критических ситуаций;</p> <p>автоматизация сельскохозяйственных технических систем, позволяющая в режиме реального времени принимать соответствующие меры при резкой смене природно-климатических условий</p> | <p>Техническая автоматизация сельскохозяйственных процессов и явлений, позволяющая при накоплении соответствующих данных оптимизировать выполняемые типовые процедуры, ускорить посевные и уборочные работы, ликвидировать человеческий тяжелый ручной труд;</p> <p>обработка растений и животных вещами, опасными для здоровья и жизни человека</p> |
| <p>Источник: составлено автором.</p> | | |

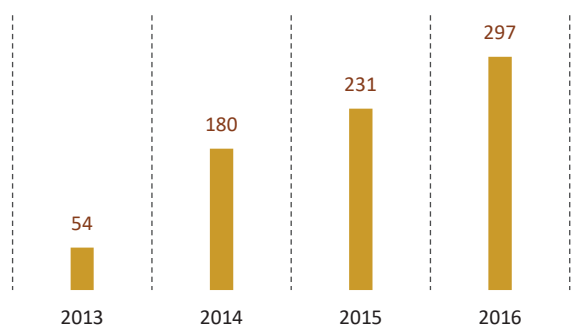


Рис. 2. Инвестиционные вложения в современные ИТ агропромышленного комплекса

Составлено по: ФРИИ. ИТ в сельском хозяйстве и агропроме. Инвестиции и тренды. URL: https://www.osp.ru/netcat_files/userfiles/Akron_2017/1.3_Agro_IT_v_selskom_hozyaystve_i_agropro_Investitsii_i_trendy_FRIL.pdf

казывают себя в случае с более качественной обработкой количественных данных. При этом анализируемая информация может быть разрозненной и слабоструктурированной. В здравоохранении – это данные диагностики и медицинских анализов; в экономике – динамика индексов, переливы денежных средств; в военной промышленности – индикативные показатели, фиксируемые средствами ПВО; в юриспруденции – унифицированный документооборот и др. В связи с этим в настоящий момент технология ИИ внедряется повсеместно. Отрасли сельского хозяйства не являются исключением, так как в данном направлении могут эффективно решаться задачи, имеющие в своей основе проблему комбинаторного взрыва (большой объем данных, который не может быть оперативно проанализирован, в результате чего решение проблемы таким образом является не актуальным). К ним могут быть отнесены задачи, привязанные к данным, полученным в результате

фотосъемки, моделирование автономных человекоподобных систем, способных эффективно выполнять сельскохозяйственные процедуры, оперативный анализ данных, полученных в результате видеосъемки. Использование технологий ИИ в данном направлении, как это уже было отмечено ранее, не только позволит увеличить объем и качество сельскохозяйственной продукции, но и даст возможность компаниям агропромышленного комплекса стать лидерами в своей сфере деятельности.

Результаты проделанной работы систематизируют знания об имеющихся в настоящий момент технологиях искусственного интеллекта, которые в различной мере зарекомендовали себя в качестве успешных методов решения проблем в сфере сельского хозяйства и агропромышленности, а также будут активно распространяться в этом направлении в течение следующих 5–7 лет. Их разработка в настоящее время позволит хозяйствующему субъекту извлечь доминирующие конкурентные преимущества и соответствующий значительный экономический эффект, обусловленный новшеством рассмотренной в статье технологии.

Дальнейшими этапами исследования станут подробное изучение различного рода технологий и методов искусственного интеллекта с целью поиска их наилучшего использования в различных сферах человеческой жизнедеятельности (в том числе в сельском хозяйстве и агропромышленности), определение их эффективного сочетания между собой и обоснование оптимальной внутренней структуры (математизация и программный код).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бостром Н. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. 496 с.
2. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем. М.: Вильямс, 2005. 864 с.
3. Росс А. Индустрии будущего. М.: АСТ, 2017. 288 с.
4. Сигель Э. Просчитать будущее. Кто кликнет, купит, совет или умрет. М.: Альпина Паблицер, 2018. 374 с.
5. Шваб К.М. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2017. 288 с.
6. Denning P.J., Lewis T.G. Exponential Laws of Computing Growth. *Communications of the ACM*, 2017, vol. 60, no. 1, pp. 54–65.
7. Николенко С., Кадуринов А., Архангельская Е.В. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. СПб.: Питер, 2018. 480 с.
8. Искусственный интеллект как стратегический инструмент экономического развития страны и совершенствования ее государственного управления. Ч. 1. Опыт Великобритании и США / И.А. Соколов [и др.] // *International Journal of Open Information Technologies*. 2017. № 9. С. 57–75.
9. Искусственный интеллект как стратегический инструмент экономического развития страны и совершенствования ее государственного управления. Ч. 2. Перспективы применения искусственного интеллекта в России для государственного управления / И.А. Соколов [и др.] // *International Journal of Open Information Technologies*. 2017. № 9. С. 76–101.
10. Цветкова Л.А. Технологии искусственного интеллекта как фактор цифровизации экономики России и мира // *Экономика науки*. 2017. № 2. С. 126–144.
11. Ускова Т.В., Селименков Р.Ю., Чекавинский А.Н. Агропромышленный комплекс региона: состояние, тенденции, перспективы. Вологда: ИСЭРТ РАН, 2013. 136 с.
12. Курцвейл Р., Гроссман Т. Transcend. Девять шагов на пути к вечной жизни. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 384 с.
13. Jeffrey S.L. *The Life Plan*. New York Times, 2012. 352 p.
14. Фадеева О. Шанхайский синдром планеты Земля: когда нас будет слишком много и что из этого выйдет // *Naked Science*. 2019. № 41. URL: <https://naked-science.ru/article/nakedscience/shanhayskiy-sindrom-planety>
15. Форсайт Д.А., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. М.: Вильямс, 2004. 928 с.
16. Шаныгин С.В. Роботы как средство механизации сельского хозяйства // *Изв. высш. учеб. заведений. Машиностроение*. 2013. № 3. С. 39–42.
17. Труфляк Е.В. Интеллектуальные технические средства в сельском хозяйстве. Краснодар: КубГАУ, 2016. 42 с.

18. Петришин Л.П. Совершенствование информационной среды развития сельскохозяйственных предприятий // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2017. Т. 19. № 81. С. 37–44.
19. Рунов Б.А., Новиков Н.Н. Анализ применения робототехнических средств в сельском хозяйстве // Вестн. ВНИИМЖ. 2017. № 2 (26). С. 113–117.
20. Новые агролесоводственные технологии для сельского хозяйства. URL: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/207696712.html>
21. Башилов А.М., Легеза В.Н. Оценка поведения животных на основе средств аудио-видеонаблюдения // Вестн. ФГОУ ВО МГАУ. 2012. № 1 (52). С. 26–30.
22. Давлетшин И., Трофимов А. Цифровой передел. Преимущества и риски цифровизации сельского хозяйства // АГРОинвестор. 2018. URL: <http://www.agroinvestor.ru/technologies/article/30405-tsifrovoy-peredel>
23. ФРИИ. ИТ в сельском хозяйстве и агропроме. Инвестиции и тренды. URL: https://www.osp.ru/netcat_files/userfiles/Akron_2017/1.3_Agro_IT_v_selskom_hozyaystve_i_agroprome._Investitsii_i_trendy_FRII.pdf

Сведения об авторе

Алферьев Дмитрий Александрович – младший научный сотрудник отдела проблем научно-технологического развития и экономики знаний. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук». Россия, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а. E-mail: alferev_1991@mail.ru. Тел.: +7(8172) 59-78-10.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AGRICULTURE

Alfer'ev D.A.

Agriculture and the agro-industrial complex are key sectors of the national economy; they provide people with food required for any human activity. In the context of population growth and limited territories, the problem of shortage of final products of the agricultural sector, as well as ensuring its high quality for all end users, comes to the fore. Modern breakthrough artificial intelligence technologies can help solve this problem to a large extent. Nowadays this tool is widely implemented in all economic sectors and, accordingly, there are no special obstacles to its use in the field of agriculture. This technology helps automate production and management processes to a large extent, as well as detect interrelations in large amounts of unstructured data. Thus, the goal of our paper is to generalize and systematize the knowledge about perspective technologies of artificial intelligence in agriculture which will help provide the population with qualitative food, and will also give the chance to the enterprises that implement these technologies to gain the corresponding competitive advantages. The article systematizes

scientific knowledge about modern technologies of the agricultural sector, which successfully introduces artificial intelligence technologies: robotics, photography and local fixation of indicators, and audio and video analysis. A list of positive effects from their implementation and dissemination has been developed and presented. This publication will be useful for specialists in the agricultural sector, as well as scientists and researchers dealing with issues and problems of computer programming and modeling of artificial intelligent systems.

Agro-industry, artificial intelligence, robotics, photo, audio and video recording, big data analysis.

Information about the author

Alfer'ev Dmitrii Aleksandrovich – Junior Researcher at the Department for Issues of Scientific and Technological Development and Knowledge Economy. Federal State Budgetary Institution of Science “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”. 56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russian Federation. E-mail: alferev_1991@mail.ru. Phone: +7(8172) 59-78-10.