doi: 10.18334/ecsoc.9.4.100453

А.П. Ильшев[1], О.М. Толмачев

Искусственный интеллект и нейросетевые технологии в цифровой платформе прорывного развития российского АПК

Аннотация

В статье рассмотрены возможности применения метода искусственных нейронных сетей в задачах прогнозирования развития аграрного сектора экономики для достижения большей объективности и точности.

Целью данной статьи выступает исследование возможностей применения искусственного интеллекта и нейросетевых технологий в цифровой платформе прорывного развития российского АПК.

Материалы и методы. *Методической основой данной статьи являются литературные источники по внедрению цифровых платформ управления, а также открытые аналитические материалы. В работе применены такие методы, как анализ и синтез, систематизация и сравнение.*

Результаты. *В статье проведен анализ зарубежного опыта использования нейронных сетей и искусственного интеллекта в сельском хозяйстве. Показано, что применение нейронных сетей является перспективным в процессе разработки программных комплексов, предназначенных для сельскохозяйственного мониторинга на этапе анализа информации о состоянии посевных площадей, поголовья скота, урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности животных и ресурсного обеспечения аграрного производства.*

[1] **Ильшев Александр Павлович,** аспирант 3 курса кафедры экономической теории, Московский государственный областной университет. (141014, Московская область, г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, дом 24); ilishev aleks@mail.ru

Толмачев Олег Михайлович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономической теории, Московский государственный областной университет. (141014, Московская область, г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, дом 24); **oltom@inbox.ru**

Выводы. *За рубежом создаются цифровые платформы Agreto для сельскохозяйственного зондирования и ведения АПК. В то же время нейросетевые модели, основанные на статистическом подходе, в современных условиях имеют ограниченное применение из-за частичного учета свойств неопределенности и нелинейности во время подготовки данных и прогнозирования. Один из ключевых негативных факторов внедрения цифровых технологий в АПК – это стремительное сокращение рабочих мест в будущем.*

Ключевые слова: *агропромышленный комплекс, сельскохозяйственный мониторинг, прогнозирование, нейросетевые технологии.*

Постановка проблемы. Искусственные нейронные сети, которые обычно называют просто нейронными сетями, на сегодня являются одним из наиболее известных и одновременно загадочных средств интеллектуального анализа данных, что развивается благодаря достижениям в области теории нейронных сетей и информатики. Поскольку бурное развитие компьютерной техники создает предпосылки для появления нейрокомпьютеров (то есть компьютеров 6-го поколения), которые, по прогнозам специалистов в области искусственного интеллекта, будут перерабатывать информацию по тем же принципам, что и человеческий мозг [4, 5]), то заинтересованность нейросетевыми технологиями постепенно охватывает все более широкий круг пользователей, в том числе и аграриев.

Нейронные сети нашли применение в:

– анализе и классифицировании данных по заданным параметрам;

– формировании аналитических прогнозов, руководствуясь входной информацией;

– сопоставлении и распознавании идентичных данных.

Нейросеть не программируется в классическом понимании этого процесса. Она «обучается»: находит закономерности в доступных данных и использует их в дальнейшей работе. Подобно нервной системе человека, искусственная нейронная сеть эффективно справляется с распознаванием образов на фото и видео, с прогнозированием и принятием решений.

Искусственные нейросети являются электронными моделями нейронной структуры мозга, который главным образом учится на опыте. Естественный аналог доказывает, что множество проблем, не поддающихся решению традиционными компьютерами, могут быть эффективно решены с помощью нейросетей.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, к 2050 году население планеты вырастет с 7 до 9,2 млрд человек, что потребует увеличения производства продовольствия на 60 %. Учитывая, что фермерское население Земли стремительно стареет, аграрии будут применять технологии искусственного интеллекта.

В то же время РФ отстает от передовых стран мира в разработке данных технологий для сельского хозяйства от передовых стран [3, 9].

Фермеры должны найти инновационные способы производить продукции больше с меньшими затратами и под угрозой изменения климата, потребляя меньше энергии и воды, производя меньше выбросов и защищая плодородие почв.

Технология, основанная на искусственном интеллекте, построена на алгоритмах и моделях, которые анализируют данные, чтобы изучать, корректировать и улучшать сельскохозяйственные практики с течением времени без вмешательства человека – начинает оказывать все более существенное влияние на сельскохозяйственную отрасль, особенно в небольших хозяйствах.

Качество и количество урожая зависят от многих факторов. Проанализировать их все и принять правильное решение не в состоянии ни один самый опытный специалист, поэтому в этом направлении применение современных технологий просто неизбежно [1, 6].

Анализ последних исследований и публикаций. На многих сельскохозяйственных рынках интеллектуальная рабочая сила становится все более дефицитной. Технологии, которые заменили бы ручной труд в сельском хозяйстве, максимизируют эффективность, сводя к минимуму ненужные затраты на человеческий труд, производство и дорогие расходные материалы. Одним из примеров разработчиков инновационного оборудования для отрасли сельского хозяйства является американская компания Xiant Technologies. Ее инженеры разработали светодиодную лампу с регулируемой длиной волны. Лампа влияет на растения, обеспечивая им оптимальные условия роста. Еще один разработчик из Колорадо – MycoTechnologies – привлек инвестиции от Kellogg's и Tyson Foods на развитие технологии создания устойчивого нейтрального растительного белка [18].

Говоря о «новой революции» в сельском хозяйстве, часто эксперты обращаются к теме повсеместной автоматизации и роботизации отрасли, но обходят стороной основную тенденцию последних лет в области ПО – прикладное использование нейронных сетей и машинно-

го обучения. В настоящее время существует определенный недостаток исследований по заданной теме, что обусловлено, прежде всего, ее новизной. Отдельные исследования проводили И.Ю. Савин, Д. Статакис, Т. Негрэ, В.А. Исаев [8], Ю.Ю. Голубятникова, Н.В. Ткачева [1], В.А. Острицова [7], В.В. Ткаченко и др. В то же время актуальность и значимость данной темы вызывает необходимость проведения дальнейших исследований в данной области.

Результаты исследования

В аграрном секторе искусственный интеллект чаще всего представлен роботами, беспилотными летательными аппаратами, «умными» тракторами, автоматизированными оросительными системами и приложениями для мониторинга здоровья сельскохозяйственных культур.

Высокоэффективный мониторинг урожая предлагается выполнять беспилотными аппаратами, которые оснащены сложными технологиями программного обеспечения, такими как радары и система GPS, что позволяет минимизировать количество сотрудников. Программы для агророботов или агродронов учат машины различать растения, состояние растений, наличие болезней и вредителей. Кроме того, машины с ИИ умеют проводить опрыскивание, прополку, наблюдать за животными в стаде и выполнять другие трудоемкие аграрные задачи.

К примеру, нейросети можно научить отличать полезные культуры от сорняков. Просканировав несколько миллионов фотографий образцов необходимой культуры, система с помощью видеокамеры может за несколько миллисекунд определить, находится перед ней здоровый побег или сорняк. После череды этапов применения гербицида и последующего анализа эффективности нейросеть научится понимать, в каких случаях какое количество вещества действительно необходимо, и сама сможет принимать решения. Это кажется фантастикой, но именно такая нейросеть управляет роботом-пропольщиком, разработанным в США. Робот для прополки сорняков «Lettuce Bot» с помощью встроенной камеры сканирует поле, используя алгоритмы и машинный анализ изображений, отличает листовой салат от сорняков за 0,02 секунды и направляет на сорняк направленную струю гербицида. Основываясь на этом, компания впоследствии представила свою технологию See & Spray. Используя большую базу данных изображений культуры и сорняков, компьютер имеет уникальную возможность установить наименьшее отличие между культурой и сорняком, а затем

аккуратно и точно опрыскать последний с помощью специальной форсунки, сконструированной на базе робототехники [11].

Без особых сложностей можно научить сеть отличать не только полезную культуру от сорняка, но и здоровое растение от больного. Изучив на старте базу изображений здоровых и больных растений на разных стадиях роста, система сможет оценить степень угрозы для урожая и предложить способы решения проблемы. Внедрить такой «умный фильтр» можно для работы в полях и сортировки уже собранного урожая [16].

Автоматизацию процесса уборки урожая машинами массово начали в середине XX века. Уборку урожая также можно доверить искусственному интеллекту. Машина под управлением нейронной сети сможет сама оценить форму, вес и цвет ягод, собирая только спелые, пригодные для продажи единицы.

Нейросетевые аппаратно-программные комплексы могут применяться для распознавания вредоносного объекта для задачи мониторинга сельскохозяйственных угодий [7].

Точность, обеспечиваемая ИИ, является огромным стимулом для устойчивого и экологического земледелия. Фермеры могут точно знать, какая культура лучше всего подходит для каждой области поля, какие территории оставить под паром для восстановления почвы, что сделать для грамотной борьбы и когда именно собирать урожай для минимизации потерь.

По всему миру появляется система эко-стартапов, предлагающих инструменты на базе искусственного интеллекта для ферм, включительно с организацией Small Robot Company (SRC), которая считает, что роботы ведут более точное и экологически безвредное сельское хозяйство, чем традиционные практики [14].

Искусственный интеллект за последние несколько лет попробовали применить почти во всех сферах нашей жизни, и часто он оказывается полезным, помогая человеку принимать правильные решения для реализации поставленных задач. Применение интеллектуальных систем в области выращивания растений в искусственных условиях – не исключение. Среди множества различных типов схем нейросетей особое место занимают так называемые рекуррентные нейронные сети. Их архитектура позволяет эффективно обрабатывать данные, представляющие собой направленную последовательность: например, текст, речь и временные ряды. Именно временными рядами хорошо описывается

динамика роста растения во времени. В своей исследовательской работе ученые из Сколтеха показали, как рекуррентные нейронные сети совместно с алгоритмами компьютерного зрения могут полностью взять на себя задачу предсказания динамики роста растений в зависимости от текущего состояния системы выращивания и параметров, ее характеризующих. Задача была решена с использованием данных, полученных совместно с Немецким аэрокосмическим центром (DLR). Ученые из Германии работали над задачей дополнительной стимуляции роста растений в искусственных системах, схожих с теми, что применяются на Международной космической станции. В совместном эксперименте были получены ценные данные, позволяющие найти оптимальное соотношение питательных веществ, необходимых растению для лучшего роста при имеющихся ограничениях [15].

В работе были использованы алгоритмы компьютерного зрения для сегментации и определения площади поверхности листьев, а для предсказания роста растений – различные схемы рекуррентных нейронных сетей, показавшие свою эффективность при решении задачи. Для демонстрации и апробации разработанной программы в реальных условиях была предложена встроенная энергоэффективная система, позволяющая производить вычисления и предсказания динамики роста. Система разработана на базе популярного одноплатного компьютера для прототипирования Raspberry Pi с внешней графической платой Intel Movidius. В основе устройства – компактный и мощный графический процессор Myriad 2, который при мощности всего в 1 Вт способен выдавать вычислительную производительность в 150 гигафлопс, что можно сравнить с производительностью суперкомпьютеров середины 1990-х. Графические чипы такого рода отлично подходят для запуска нейронных сетей и в будущем станут основой встроенных систем с искусственным интеллектом.

Университет Вашингтона (ш. Сент-Луис, США) получил грант Climate Corporation, подразделения компании Bayer, на сумму почти $ 100 тыс. для исследования возможностей уникальной технологии с применением искусственного интеллекта в выборе гибрида или сорта, с которым можно достичь максимальной урожайности в конкретных условиях хозяйства и сезона [12].

За рубежом создаются инновационные цифровые платформы для сельского хозяйства. Так, цифровая платформа Agremo создана для сельскохозяйственного зондирования и анализа дронов для опе-

раторов дронов, производителей и агрономов. Разработчики считают, что их система поможет принимать эффективные решения для оптимизации сельскохозяйственных процессов и максимизации урожая. Мониторинг состояния растений позволяет оценить, предотвратить и скорректировать общее состояние и уровень повреждения посевов в течение всего сезона. Ряд анализов и отчетов, разработанных для мониторинга уровня здоровья растений и выявления и предотвращения стресса и повреждения растений от различных факторов.

На данный момент в разработке несколько сервисов, в частности Plant Counting, мониторинг эффективности внесения удобрений, анализ процессов по полю и выявление различных проблем (пропуски, пересевы и недосевы, вытаптывание и полегание). Это базовые сервисы, которые будут включены в платформу [10].

Общая цель Crop Saver – интеграция всех сервисов для предоставления комплексной аналитики для фермера на персональном компьютере, планшете, в виде отчетов или интеграции в другие сервисы. На данном этапе стартап занимается анализом снимков с дронов. В дальнейшем разработчики планируют интегрировать и другие типы данных, такие как погодные данные, данные с сенсоров. Компания разрабатывает спецификацию полетов для каждого сервиса, каждой культуры, стадия развития культуры, время. Если агрокомпания или небольшое фермерское хозяйство имеет собственного дрона – она может осуществлять облеты и делать снимки самостоятельно согласно разработанным требованиям, а затем обрабатывать на платформе Crop Saver.

С помощью алгоритмов искусственного интеллекта платформа распознает и анализирует каждое растение в поле. На вход принимается ортофотоплан с разрешением 1-2 см/пиксель, на выход – точечный слой с координатами каждого растения, а также статистическую информацию (общее количество растений, количество растений на гектар). Использование нейронных сетей позволяет провести подсчет на ранних стадиях для оценки качества семян и проведения посевных работ, выявления недосевов или пересевов, проводить анализ работы сеялок, выявляя их некорректную работу после посева. а на более поздних стадиях для таких растений, как кукуруза или подсолнечник, позволяет осуществлять планирование сбора урожая и оценивать потенциальные риски [10].

Самое серьезное ограничение роста рынка ИИ в агросекторе – высокая стоимость сбора данных о сельскохозяйственных угодьях [17].

Благодаря использованию экономико-математических моделей в виде нейронных сетей возможно адекватное прогнозирование цен в области растениеводов, поскольку они дают лучшие результаты, чем линейные эконометрические модели. Наличие вычисленных прогнозных цен помогает производителям зерновых и масличных культур, овощей, плодов и ягод правильно определять доходность собственной продукции, корректировать производственные планы и расходы, а следовательно, повышать конкурентоспособность производства.

Сторонники искусственного интеллекта уверяют, что данная технология обеспечит работой миллионы людей, и в будущем люди будут дополнять работу машины или же контролировать ее качество. Критики же утверждают, что «искусственный интеллект – серьезная угроза для существования цивилизации». Они призывают ввести государственный контроль за внедрением искусственного интеллекта и ограничить исследования в этой сфере.

Тем временем технология искусственного интеллекта начинает активно внедряться и в такие традиционные сферы, как сельское хозяйство. Wired пишет о новой разработке, которая сделает более эффективным выращивание одной из самых распространенных в мире сельскохозяйственных культур [19]. О технологии рассказывается в статье, которая была опубликована в научном журнале Frontiers in Plant Science. Авторы работы создали программу на базе смартфона, которая может автоматически и практически со стопроцентной точностью выявлять больные растения маниоки – наиболее широко выращиваемого корнеплода на Земле [13].

Поражает эта новейшая разработка еще и тем, что для работы нейронной сети достаточно мощности смартфона. Исследователи отталкивались от нейросети Inception v3 с TensorFlow, принадлежащая Google библиотеке машинного обучения с открытым исходным кодом. Большинству нейронных сетей нужны сотни миллионов параметров, что выходит далеко за пределы возможностей смартфонов, но для Inception v3 достаточно 25 миллионов. Благодаря этому новая программа не требует доступа к большим вычислительным мощностям.

Чтобы обучить нейронную сеть распознавать определенные объекты, нужно продемонстрировать ей миллионы изображений. Это занимает много времени, к тому же никто не обладает таким количеством изображений пораженных болезнью листьев маниоки. К счастью, су-

ществует причудливый трюк, называемый трансферной учебой: если обучить сеть распознавать определенные типы объектов, то для формирования навыка распознавания других ей потребуется гораздо меньше изображений.

Благодаря трансферному обучению авторам исследования оказалось достаточно представить сети 2756 изображений листьев маниоки с поля в Танзании, после чего они начали учить ее распознавать ущерб от таких болезней, как коричневая полосатость маниока, вирус мозаики маниоки и поражения клещами. В итоге программа научилась идентифицировать бурую пятнистость листьев с 98 %, а заражение красными клещами – с 96-процентной точностью. Сельскохозяйственные технологии, основанные на искусственном интеллекте, уже проходят этап тестирования. Специальные алгоритмы оценивают всхожесть семян, ищут вредителей и прогнозируют погодные условия.

Выводы

В статье проведен анализ зарубежного опыта использования нейронных сетей и искусственного интеллекта в сельском хозяйстве. Он используется для повышения эффективности ежедневных задач. Показано, что применение нейронных сетей является перспективным в процессе разработки программных комплексов, предназначенных для сельскохозяйственного мониторинга на этапе анализа информации о состоянии посевных площадей, поголовья скота, урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности животных и ресурсного обеспечения аграрного производства.

В то же время внедрение искусственного интеллекта и нейронных сетей влечет и определенные трудности для аграриев. Первой трудностью является высокая стоимость сбора данных о сельскохозяйственных угодьях. Второй фактор внедрения цифровых технологий – это сокращение десятков тысяч рабочих мест.

Список литературы

1. Абдиев М.Ж. Аграрные отношения и методологические проблемы формирования экономического механизма хозяйствования в АПК // Экономика, предпринимательство и право. – 2018. – Том 8. – № 2. – с. 111-126. – doi: 10.18334/epp.8.2.39088.
2. Голубятникова Ю.Ю., Ткачева Н.В. Нейросетевая модель оценки и прогнозирования влияния факторов хозяйственного

риска // Регион: системы, экономика, управление. – 2014. – № 3 (26). – С. 189-193.
3. Дробот Е.В., Вартанова М.Л. Сравнительные результаты обеспечения продовольственной безопасности стран Евразийского экономического союза в условиях импорто а ения // Экономические отношения. – 2018. – Том 8. – № 4. – с. 629-638. – doi: 10.18334/eo.8.4.39235.
4. Дунин-Барковский В.Л. Нейрокибернетика, Нейроинформатика, Нейрокомпьютеры. В кн. Нейроинформатика. / А.Н. Горбань, В.Л. Дунин-Барковский, А.Н. Кирдин и др.– Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998.– 296 с.
5. Лясников Н.В. Цифровой аграрный сектор России: обзор прорывных технологий четвертого технологического уклада // Продовольственная политика и безопасность. – 2018. – Том 5. – № 4. – с. 169-182. – doi: 10.18334/ppib.5.4.41295.
6. Мельников О.Н., Красникова А.С. Организационно-управленческое обеспечение единства решения тактико-стратегических задач предприятия как фактора эффективности его инновационного развития // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – Том 8. – № 2. – с. 255-266. – doi: 10.18334/vinec.8.2.39198.
7. Острицова В.А., Ткаченко В.В. Применение нейронных сетей в сельском хозяйстве как неотъемлемая часть инновационного развития отрасли // Наука в современном обществе: закономерности и тенденции развития. Сборник статей международной научно-практической конференции: в 2 частях. – Уфа: Издательство: Общество с ограниченной ответственностью «ОМЕГА САЙНС», 2016. – С.42-48.
8. Савин И.Ю., Статакис Д., Негрэ Т., Исаев В.А. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур с использованием нейронных сетей // Доклады РАСХН. – 2007. – № 6. – С. 11-14.
9. Скворцов Е.А., Набоков В.И., Некрасов К.В., Скворцова Е.Г., Кротов М.И. Применение технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 8 (187). – С. 91-98.
10. Agremo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.agremo.com/ (дата обращения 02.11.2019)

11. До 2025 г. мировой рынок роботов для прополки сорняков будет составлять $400 млн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://propozitsiya.com/do-2025-g-mirovoy-rynok-robotov-dlya-propolki-sornyakov-budet-sostavlyat-400-mln (дата обращения 02.11.2019)
12. Какой сорт выбрать? [Электроный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nsss-russia.ru/2018/09/10/ %D0 %BA %D0 %B0 %D 0 %BA %D0 %BE %D0 %B9- %D1 %81 %D0 %BE %D1 %80 %D 1 %82- %D0 %B2 %D1 %8B %D0 %B1 %D1 %80 %D0 %B0 %D 1 %82 %D1 %8C/ (дата обращения 02.11.2019)
13. Коленов С. Нейросеть на смартфоне изменит сельское хозяйство [Электроный ресурс]. – Режим доступа: https://hightech.fm/2017/10/03/plant-ai (дата обращения 02.11.2019)
14. Медведева А. Фермы будущего: искусственный интеллект и агророботы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.agroxxi.ru/selhoztehnika/novosti/fermery-buduschego-iskusstvennyi-intellekt-i-agroboty.html (дата обращения 02.11.2019)
15. Нейронные сети научились предсказывать динамику роста растений – Naked Science [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kolibri.press/nejronnye-seti-nauchilis-predskazyvat-dinamiku-rosta-rastenij-naked-science/ (дата обращения 02.11.2019)
16. Прикладное использование нейросетей. Нейросети в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agrarii.com/prikladnoe-ispolzovanie-nejronnyh-setej/ (дата обращения 02.11.2019)
17. Рынок искусственного интеллекта в сельском хозяйстве вырастет на 24,3 % [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agrovesti.net/news/indst/rynok-iskusstvennogo-intellekta-v-selskom-khozyajstve-vyrastet-na-24-3.html (дата обращения 02.11.2019)
18. Семенчук Е. Почему Колорадо называют агротехническим центром США [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.everest.ua/ru/ai-platform-2/ii-business/pochemu-kolorado-nazyvajut-agrotehnicheskim-centrom-ssha/ (дата обращения 02.11.2019)
19. Phone-Powered AI Spots Sick Plants With Remarkable Accuracy

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.wired.com/story/plant-ai/ (дата обращения 02.11.2019)

Для цитирования

Ильшев А.П., Толмачев О.М. Искусственный интеллект и нейросетевые технологии в цифровой платформе прорывного развития российского АПК // Экономика и социум: современные модели развития. – 2019. – Том 9. – № 4. – С. 492-507. – doi: 10.18334/ecsoc.9.4.100453

Ilishev A. P.[1], Tolmachev O. M.

Artificial intelligence and neural network technologies in a digital platform for the breakthrough development of the Russian agricultural sector

Annotation.
The article considers the possibilities of using the method of artificial neural networks in the tasks of predicting the development of the agricultural sector of the economy to achieve greater objectivity and accuracy.
The purpose *of this article is to study the possibilities of using artificial intelligence and neural network technologies in a digital platform for the breakthrough development of the Russian agro-industrial complex.*
Materials and methods. *The methodological basis of this article is the literature on the introduction of digital management platforms, as well as open analytical materials. The work applied methods such as analysis and synthesis, systematization and comparison.*
Results. *The article analyzes the foreign experience of using neural networks and artificial intelligence in agriculture. It is shown that the use of neural networks is promising in the process of developing software systems designed for agricultural monitoring at the stage of analysis of information on the state of cultivated areas, livestock, crop yields, animal productivity and resource support for agricultural production.*
Conclusions. *Agremo digital platforms for agricultural sounding and agricultural processing are being created abroad. At the same time, neural network models based on a statistical approach have limited use in modern conditions due to the partial consideration of the properties of uncertainty and non-linearity during data preparation and forecasting. One of the key negative factors in the introduction of digital technologies in the agro-industrial complex is the rapid reduction of jobs in the future.*

[1] **Ilishev Alexander Pavlovich,** 3-year graduate student of the Department of Economic Theory, Moscow State Regional University. (141014, Moscow Region, Mytishchi, Vera Voloshina St., 24);

Tolmachev Oleg Mikhailovich, candidate of Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Theory, Moscow State Regional University. (141014, Moscow Region, Mytishchi, Vera Voloshina St., 24);

Key words: *agro-industrial complex, agricultural monitoring, forecasting, neural network technologies.*

References

1. Abdiev M. Zh. Agrarian relations and methodological problems of formation of the economic mechanism of management in agriculture / / Economics, entrepreneurship and law. – 2018. – Volume 8. – No. 2. – pp. 111-126. – doi: 10.18334/epp.8.2.39088.
2. Golubyatnikova Yu.Yu., Tkacheva N.V. Neural network model for assessing and forecasting the impact of economic risk factors // Region: systems, economics, management. – 2014. – No. 3 (26). – S. 189-193.
3. Drobot E. V., Vartanova M. L. Comparative results of ensuring food security of the countries of the Eurasian economic Union in terms of import substitution // Economic relations. – 2018. – Volume 8. – No. 4. – pp. 629-638. – doi: 10.18334/eo.8.4.39235.
4. Dunin-Barkovsky V.L. Neurocybernetics, Neuroinformatics, Neurocomputers. In the book. Neuroinformatics. / A.N. Gorban, V.L.Dunin-Barkovsky, A.N. Kirdin et al. – Novosibirsk: Science. Siberian enterprise of the Russian Academy of Sciences, 1998.– 296 p.
5. Lyasnikov N. V. Digital agricultural sector of Russia: review of breakthrough technologies of the fourth technological order // Food policy and security. – 2018. – Volume 5. – No. 4. – pp. 169-182. – doi: 10.18334/ppib.5.4.41295.
6. Melnikov O. N., Krasnikova A. S. Organizational and managerial support for the unity of solving tactical and strategic tasks of the enterprise as a factor of the effectiveness of its innovative development // Russian Journal of Innovation Economy. – 2018. – Volume 8. – No. 2. – pp. 255-266. – doi: 10.18334/vinec.8.2.39198.
7. Ostricova V.A., Tkachenko V.V. The use of neural networks in agriculture as an integral part of the innovative development of the industry // Science in modern society: patterns and development trends. Collection of articles of the international scientific-practical conference: in 2 parts. – Ufa: Publishing House: OMEGA SINES, limited liability company, 2016. – P.42-48.
8. Savin I.Yu., Statakis D., Negre T., Isaev V.A. Prediction of crop yields using neural networks // Reports of RAAS. – 2007. – No. 6. – S. 11-14.

9. Skvortsov EA, Nabokov VI, Nekrasov KV, Skvortsova EG, Krotov MI The use of artificial intelligence technologies in agriculture // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2019 . – No. 8 (187). – S. 91-98.
10. Agremo [Electronic resource]. – Access mode: https://www.agremo.com/ (accessed November 2, 2019)
11. Until 2025, the global market for robots for weeding weeds will be $ 400 million [Electronic resource]. – Access mode: https://propozitsiya.com/do-2025-g-mirovoy-rynok-robotov-dlya-propolki-sornyakov-budet-sostavlyat-400-mln (accessed 02.11.2019)
12. Which grade to choose? [Electronic resource]. – Access mode: https://www.nsss-russia.ru/2018/09/10/ %D0 %BA %D0 %B0 %D 0 %BA %D0 %BE %D0 %B9- %D1 %81 %D0 % BE % D1 % 80 % D1 % 82- % D0 % B2 % D1 % 8B % D0 % B1 % D1 % 80 % D0 % B0 % D1 % 82 % D1 % 8C / (accessed 02.11.2019)
13. Kolenov S. Neural network on a smartphone will change agriculture [Electronic resource]. – Access mode: https://hightech.fm/2017/10/03/plant-ai (accessed 11/02/2019)
104 Medvedev A. Farms of the future: artificial intelligence and agricultural robots [Electronic resource]. – Access mode: https://www.agroxxi.ru/selhoztehnika/novosti/fermery-buduschego-iskusstvennyi-intellekt-i-agroboty.html (accessed November 2, 2019)
15. Neural networks have learned to predict the dynamics of plant growth – Naked Science [Electronic resource]. – Access mode: https://kolibri.press/nejronnye-seti-nauchilis-predskazyvat-dinamiku-rosta-rastenij-naked-science/ (accessed 02.11.2019)
16. Applied use of neural networks. Neural networks in agriculture [Electronic resource]. – Access mode: https://agrarii.com/prikladnoe-ispolzovanie-nejronnyh-setej/ (accessed 02.11.2019)
17. The market of artificial intelligence in agriculture will grow by 24.3 % [Electronic resource]. – Access mode: https://agrovesti.net/news/indst/rynok-iskusstvennogo-intellekta-v-selskom-khozyajstve-vyrastet-na-24-3.html (accessed November 2, 2019)
18. Semenchuk E. Why Colorado is called the US Agricultural Center [Electronic resource]. – Access mode: https://www.everest.ua/ru/ai-platform-2/ii-business/pochemu-kolorado-nazyvajut-agrotehnicheskim-centrom-ssha/ (accessed 02.11.2019)
19. Phone-Powered AI Spots Sick Plants With Remarkable Accuracy [Electronic resource]. – Access mode: https://www.wired.com/story/plant-ai/ (accessed November 2, 2019)

For citation

Ilyshev, A.P., & Tolmachev, O.M. (2019) Artificial intelligence and neural network technologies in a digital platform for the breakthrough development of the Russian agricultural sector. Economics and society: contemporary models of development, 9(4), 492-507. doi: 10.18334/ecsoc.9.4.100453 (in Russian)