

СЕКЦИЯ 3

УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ, ПРОЕКТНЫЕ ОФИСЫ И СИТУАЦИОННЫЕ И ПРОГНОЗНО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ, ИНСТИТУТЫ РАЗВИТИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМ

DOI: 10.25728/mlsd.2022.054;

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Абросимов В.К.¹, Райков А.Н.²

¹Главный научно-исследовательский испытательный межвидовой
Центр перспективного вооружения Минобороны России,
Россия, г. Москва, тел. avk787@yandex.ru

²Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,
Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д. 65
alexander.n.raikov@gmail.com

Аннотация: Рассмотрены примеры внедрения роботов и искусственного интеллекта (ИИ) в сельское хозяйство. Приведена классификация роботов. Показано, что применяемые подходы к онтологизации знаний приводят к смысловым искажениям в управлении, для компенсации которых предложен конвергентной подход на основе ИИ и решения обратных задач.

Ключевые слова: животноводство, искусственный интеллект, растениеводство, роботизация, сельское хозяйство.

Введение

Развитие робототехники и искусственного интеллекта (ИИ) в последнее десятилетие привело к проникновению средств роботизации и ИИ в такой ранее консервативный сектор экономики как сельское хозяйство. Только за период 2014-2019 гг, по данным Международной федерации робототехники, рост мировых продаж сельскохозяйственных роботов увеличился в 30 раз [1]. По прогнозам, к 2026 году емкость рынка сельскохозяйственных роботов достигнет \$16,6 млрд [2]. При этом, подсегмент молочного животноводства будет лидером рынка и достигнет \$4492,9 млн., что обусловлено активным внедрением робототехники на молочных заводах для доения коров и их выпаса на сельскохозяйственных угодьях.

К основным мировым тенденциям цифровой трансформации сельского хозяйства относятся:

- активное внедрение систем ИИ и роботов,
- сбор, обработка, хранение и распространение больших данных,
- точное растениеводство и животноводство,
- спутниковая навигация и получение снимков полей с помощью дистанционного зондирования Земли и дронов,
- подготовка профессиональных кадров.

Естественно, этот бум сопровождается появлением множества междисциплинарных проблем, начиная с попыток отыскать адекватные теоретические способы расширения функционала имеющихся роботов для решения задач распознавания и уничтожения сорняков, прогнозирования поведения колорадского жука и заканчивая внедрением этого функционала в реальную сельскохозяйственную практику и жизнь фермера через «одомашнивание» роботов [3]. В настоящее время в зарубежной и отечественной литературе существуют большие лакуны в решении подобных задач. Вместе с тем уже давно собирается статистика, формируются большие данные, создается программное обеспечение, и интеллектуальные роботы сорняки настойчиво ищут, распознают, топчут, срезают, вносят гербициды под корешок, а коров доят, взвешивают, диагностируют на нормальность поведения и возможность заболеваний и др. Правда многое пока делается с переменным успехом и на уровне отдельных экспериментов. Работы в различных дисциплинах сельского хозяйства дублируются и ведутся отдельно, направления развития зачастую носят дивергентный характер, что не позволяет получить эмерджентный эффект.

В этом контексте, очевидно, требуется комплексное осмысление понятия «интеллектуальный сельскохозяйственный робот», проанализировать его возможности и потребности, предложить разработать импортозамещающие решения. При этом следует отметить несоизмеримость скоростей развития современных технологий робототехники и ИИ по отношению к методам земледелия и животноводства. Развитие технических средств наземной и воздушной робототехники, сквозных цифровых технологий, методов анализа больших данных существенно опережает развитие процессов агропромышленного производства. Внедрению робототехнических средств и ИИ в сельскохозяйственные процессы пока еще препятствуют высокочатратные элементы: компьютерное зрение, сверхточная навигация, системы распознавания образов, специальное программное обеспечение и др. Требуется наукоемкое осознание необходимости повышения автономности функционирования агротехники в сложных полевых условиях и использования интеллектуальных методов обработки данных и принятия решений.

Как считают авторы настоящей работы, синергия в интеграции различных направлений, методов, подходов и средств из области робототехники, ИИ, растениеводства, животноводства и птицеводства неизбежна, если целенаправленно и сбалансированно объединить усилия ученых и практиков из множества перечисленных дисциплин. Достижению такой синергии, собственно, и посвящена настоящая статья. Уверенность в плодотворности междисциплинарной интеграции придают используемые авторами онтологический и конвергентный подходы. Онтологии помогают понять суть человеческих умозаключений, что в условиях интенсивного развития ИИ порождает новые возможности синтеза инновационных решений. Конвергентный же подход создает необходимые условия для целенаправленного исследования и внедрения робототехники и ИИ.

1 Онтологизация и конвергентный синтез решений

Онтологии—это инструмент репрезентации знаний и познавательных процессов, обогащающий формализованные модели менее формализованной семантикой. Это язык с семантическими интерпретациями, позволяющими приближать описания объектов и явлений с учетом мыслительной и эмоциональной насыщенности. Он служит для целенаправленного представления сложных интеллектуальных явлений, например процессов коллективного целеполагания и планирования, верификации компьютерных моделей и оценок экспертов [4].

Вместе с тем приложение операторов онтологизации, которые используются для изменения онтологического статуса знания и трансформации семантики понятий, не гарантирует достижения синергии в процессах интеграции междисциплинарных знаний. Каждое абстрактное знание может быть представлено в символическом виде (логический предикат, фрейм), чего нельзя сказать о самом понятии, которое не может быть формализовано. Для репрезентации самого понятия в процесс должен быть включен человек, который привносит в процесс интеграции знаний целенаправленность. Для достижения цели ее необходимо поставить, для начала, предвосхитить и осознать направление действий. Это предвосхищение может происходить в процессе исследования.

Принимая во внимание, что понятия не формализуются, для их репрезентации можно использовать такие абстрактные области математики, как теория категорий, которая изучает свойства отношений между математическими объектами, не зависящие от внутренней структуры объектов. Абстрагирование позволяет схематизировать представления о событиях, переходить от образов и фабул к понятиям и связям между ними. Для оперирования абстракциями и понятиями может быть использован специальный конвергентный подход [5], который определяет необходимые структурные условия обеспечения целенаправленности и устойчивости коллективных процессов принятия решений при неточности целей и исходных данных, носящих обратный характер, то есть обеспечивающих поиск путей для достижения неэкстраполируемых из прошлого опыта и ретроспективных знаний целей. Используемые при трансформации состояний онтологические правила и условия обеспечивают необходимые условия для целенаправленности и устойчивости процессов принятия решений.

При моделировании обычно разрабатываются онтологические и логические модели баз данных в растениеводстве, животноводстве, механизации и т.д. При этом отмечается, что число атрибутов онтологических схем, например, для растениеводства, может достигать нескольких сотен.

Для решения задач распознавания приходится строить специальные онтологии когнитивного типа, в которых предусматривается, например описание ситуации присутствия насекомого-вредителя на поле. Так, например, формируются такие описания: {простейшее состояние: вращение насекомого}; {простейшее событие: насекомое внутри области}, {простейшая ситуация: наличие области с насекомым} и др. Наличие таких онтологий позволяет преобразовывать знания экспертов в области

паразитологии на четкий язык алгоритмов и баз знаний.

Конвергентный синтез решений предполагает разработку обозримой классификации проблемной области таким образом, чтобы она системно охватила (полное покрытие) максимальное число аспектов темы.

Озаглавленная в настоящей статье проблематика охватывает несколько базовых дисциплин, развитие которых в условиях цифровой экономики нуждается во все более тесной синтетической координации для получения синергетического эффекта, который может выражаться в получении конкурентоспособного на мировом рынке продукта (услуги). Рассмотрим особенности отдельных классификационных составляющих этого синтеза.

3 Роботы и ИИ в земледелии и растениеводстве

К основным направлениям использования ИИ и роботов в земледелии и растениеводстве стоит отнести: посевная, полив, беспилотные тракторы и летательные аппараты, мониторинг сельскохозяйственных земель, роботы-сборщики урожая, роботы для внесения удобрений, борьбы с насекомыми-вредителями и сорняками, оценка текущей полевой ситуации, формирование предупреждения о возникновении угрожающих урожаю состояний полей и растений, требующих принятия решений, проведение необходимых мероприятий по внесению удобрений и др.

Крупные агрохозяйства активно ищут пути повышения эффективности сельскохозяйственного труда за счет роботизации и цифровизации. Для этого используются разнообразные датчики на сельхозтехнике и в полях: метеостанции; GPS трекеры; датчики уровня топлива, влажности, температуры почвы, засоренности сорняками, измерения фаз роста; видеокамеры и т.д. Создаются электронные карты местности, формируются электронные истории полевых работ и др. Массивы получаемых данных обрабатываются и представляются в виде аналитических отчетов.

Однако использование технических средств для решения задач земледелия объективно ограничено. Современные решения направлены на работу в большом поле. При этом не удается избавиться от множества ручных операций. Крупные трактора портят почву, неэффективны в работе на небольших по размерам полях, требуют особых условий эксплуатации. Малая авиация еще дорога и работает преимущественно по большим площадям. Датчики и сенсоры не могут быть размещены во множестве необходимых мест. Ловушки для насекомых-вредителей нельзя оборудовать дорогим оборудованием из-за высокой угрозы из безопасного функционирования. Пробы почвы берутся обычно ручным способом. Мониторинг болезней, поиск вредителей на малых площадях может хорошо осуществляться только агрономом на месте.

Мировым трендом в сельском хозяйстве последнего десятилетия является точное земледелие [6]. В его научной концепции лежит факт существования неоднородностей на одном поле. Для оценки и распознавания таких неоднородностей используются технологии глобального позиционирования, датчики, фотоснимки, а также компьютерные программы для агроменеджмента на базе геоинформационных систем. К вопросам точного земледелия относятся знание почвенного покрова, внутривидовой вариативности среды обитания растений, а также целенаправленное внесение удобрений.

Инновационным направлением является так называемое роботоориентированное земледелие. Оно означает переход в сельскохозяйственном производстве на культуры, которые проще обрабатываются роботами, включая сбор и складирование урожая. Это требует особых подходов к проектированию полей, посадке и выращиванию растений, но одновременно с этим существенно упрощает и создание самих роботов, так как самые сложные их операции становятся простыми и стандартными. Примерами являются предлагаемые решения по сбору клубники, винограда, миндаля, апельсинов и др. Сельскохозяйственные процессы в крупных теплицах практически во многом уже используют принципы роботоориентированного земледелия.

На интеллектуальных агроботах возлагаются задачи составления цифровых карт полей с определением формы и границ, автономного или полуавтономного передвижения по заданным или выбираемым полевым маршрутам без вреда для растений и почвы, получения информации с датчиков о характеристиках полей – неоднородностях, температуре, влажности, скорости и направлении ветра и др.

Но, как оказалось, даже большой выбор агромашин, навесного оборудования и ИИ не решает ряд важных проблем. Так, из существенных достоинств дистанционных методов (оперативность, комплексность, представление в едином масштабе времени, высокая степень визуализации и др.) вытекают и отдельные ограничения – недостаточная точность для решения многих полевых задач, невозможность получения качественных снимков в сложных метеословиях и др.

Современные беспилотные трактора уже способны в автономном режиме осуществлять вспашку полей, вносить удобрения и др. Однако они пока еще не могут самостоятельно изменять маршруты, принимать решения в процессе работ (исключением является объезд препятствий). Даже задача обеспечения нестолкновения автономного трактора с работающим в поле агрономом требует создания таких технических средств, которые существенно удорожают трактор.

Современные беспилотники самолетного и мультироторного типа безусловно полезны при решении задач мониторинга сельскохозяйственных полей, контроля различных процессов, но генерируют проблемы высокой стоимости дрона-вылета, низкой наработки на отказ, непродолжительного времени пребывания в полете и так далее.

Полевые датчики и сенсоры имеют огромное значение. Однако вариабельность полей очень велика, датчики пока еще дороги и не всегда удается «покрыть» ими значительные требуемые пространства. Кроме того, без объединения в сети, с описанием всех получаемых данных, без надежной связи как внутри поля, так и вне его информация остается разрозненной и малопригодной для получения необходимых закономерностей.

Некоторые аналитики предлагают до 16 классификационных категорий сельскохозяйственной робототехники в области земледелия и растениеводства, выделяя в число основных следующие а) автономные малогабаритные роботы (мониторинг полей, прополка сорняков и др.), автономные трактора (полуавтономное, автоматическое управление, полная автономия), роботизированные навесные устройства (простые и интеллектуальные), роботизированные средства для сбора (ягод, фруктов) и сельскохозяйственные беспилотные авиационные средства (мониторинг опрыскивание, внесение удобрений) и др. Наиболее интересные и практические результаты здесь достигнуты в контролируемых условиях производства (питомники, теплицы и др.),

Обобщая существующие оценки, можно выделить пять основных классов роботизации в области земледелия и растениеводства, каждый из которых обладает почти непересекающимися особенностями и признаками.

- обработка почвы (взятие проб, вспашка, дренирование, культивация),
- высевание семян/посадка деревьев,
- уход за культурой (удаление сорняков, орошение/опрыскивание/полив, внесение удобрений/гербицидов, уход за саженцами лесных посадок/виноградниками),
- контроль дефектов, степени зрелости, физического повреждения, микробного загрязнения, определения размера, формы и других параметров качества растительных продуктов,
- уборка урожая (сбор/сортировка/распределение/обработка/переработка).

4 Роботы и ИИ в животноводстве

К основным отраслям животноводства в России относят свиноводство, скотоводство (молочное и мясное), птицеводство (мясное и яичное), овцеводство и козоводство, коневодство, оленеводство, пчеловодство, кролиководство. При этом птица включает кур, индейку, уток и гусей. В настоящей статье берутся примеры из области скотоводства и птицеводства.

Роботизация и цифровая интеллектуализация животноводства позволяет изменить стратегию организации сельского хозяйства, повысить его общую экономическую эффективность, сделать труд в этой области более надежным, интересным и привлекательным для человека. Интеллектуальная роботизация позволяет фермеру добиваться более высоких результатов при одновременном сокращении рисков, которые ассоциированы с человеческим фактором. Сокращается доля рутинного и тяжелого труда, с которым люди далеко не всегда справляются эффективно.

К базовым направлениям внедрения систем ИИ и роботов в сферу животноводства стоит отнести: доильные комплексы, кормление с настройкой местоположения и частоты подачи корма, взятие пробы молока и корма, изъятие кур из клеток, получение различных видов анализов, пододвигатели кормов, роботы-уборщики навоза и мусора и др. Системы ИИ используются для слежения за поведением животных и диагностики отклонения от нормального поведения. Эти системы автоматически оценивают и прогнозируют продуктивность скота и птицы. Интеллектуальная технология компьютерного зрения неинвазивна (не оказывает болезненного воздействия на тело животного), довольно объективна и непрерывна. Специальные роботы чистят помещения, пододвигают корм, следят за температурой и режимом питания, автоматически доят коров и др.

Системы ИИ охватили аспекты диагностики поведения животных. Процессы восприятия, рассуждения и обучения, коммуникации, планирования и выполнения задач, а также системная цифровая интеграция открыли новые возможности для автоматизации текущих и будущих сельскохозяйственных операций, включая точное животноводство. Собираемая на всех уровнях

управления и этапах цепочки от компьютерного зрения до нейронных сетей и аналитической обработки информация затем используется для управления как агроботами, так и большими агропромышленными комплексами страны.

В сельском хозяйстве используются термины «точное животноводство» и «точное птицеводство», хотя второй пока используется много реже. Применение роботов и ИИ для скота и птицы имеют свои отличительные особенности, которые определяются размером особи, морфологией строения и поведения. Важно отметить, что создаваемые в настоящее время системы ИИ не являются универсальными, то есть система, используемая для диагностики поведения куры-несушки, для крупного рогатого скота не подойдет.

Системы ИИ качественно и в количественном выражении оценивают виды поведения. Интеллектуальные цифровые системы включают также звуковой анализ, который может быть использован для бесконтактного мониторинга поведения животного и птицы. Звуковой сигнал содержит большой объем биологической информации, а методы звукового анализа обычно оценивают характерные параметры поведения и здоровья птицы.

Вместе с тем внедрение интеллектуальных агроботов в сферу животноводства наталкивается на следующие препятствия:

- технология компьютерного зрения плохо различает сложные сцены при помехах,
- неточно идет диагностика поведения отдельных особей в стаде,
- дорогостоящей оказывается замена контактных датчиков (сенсоров) визуальными,
- умаление знаний о внутреннем устройстве организма животного и др.

Роботы в животноводстве – это, чаще всего, мобильная автономная тележка с электроприводом и стандартными запрограммированными маршрутами или действиями. Это порождает специфичные для каждого вида робота проблемы, например, роботизированная карусель не может работать с «нестандартными коровами» (в России с высокой генетической вариативностью пород скота не менее 10% животных относятся к этой категории), некоторые коровы не желают идти в доильный круг или доильное стойло в связи со своим психотипом и др.

Можно также выделить пять основных классов интеллектуального роботостроения для животноводства:

- доильные роботы,
- роботы для кормления с настройкой местоположения и частоты подачи корма,
- подравнители (пододвигатели) кормов,
- роботы-уборщики навоза,
- роботы для нужд птицеводства (чистка, дезинфекция, поворот/аэрация настилов, извлечение из клеток).

Интеграция различных компонент интеллектуального роботостроения происходит с применением соответствующих цифровых платформ, реализуемых по архитектурным принципам [7].

5 Цифровые платформы для сельского хозяйства

Интеллектуальная робототехника внедряется совместно с созданием соответствующих цифровых платформ. Цифровые платформы – это сложные аппаратно-программные среды, обеспечивающие в рамках единых протоколов взаимодействия выполнение коллаборативных функций между участниками рынков, органами публичной власти, отраслями, организациями, фермами и пр. Цифровые платформы снижают транзакционные издержки и выстраивают взаимовыгодные отношения контрагентов, создают цифровую структуру рынков, устраняют посредников и способствуют распространению инноваций и новых бизнес-моделей.

Построенная авторами [7] модель позволила выделить ряд цифровых подплатформ для сельского хозяйства, одной из которых является сервис сбора и хранения оперативной первичной учетной информации множества предприятий в Единой базе данных первичной информации, включая такие атрибуты, как: вид и объект эксплуатации, место реализации, предмет реализации, дата и временной интервал проведения, привлекаемые средства производства, объем и вид потребляемых ресурсов.

В 2019-2020 гг. разработана концепция создания в России национальной платформы «Цифровое сельское хозяйство». Авторы настоящей статьи являлись участниками этой разработки [8]. Концепция включает в себя более 50 сервисов и шесть подплатформ, предусматривающих цифровизацию, прежде всего, следующих областей сельского хозяйства:

- землепользования и землеустройства;

- прослеживаемости продукции;
- агрометеопрогнозирования;
- сбора отраслевых данных;
- информационной поддержки и предоставления услуг;
- хранения и распространения информационных материалов.

Тем самым, формируются большие интеллектуальные робототехнические комплексы. На основе международных архитектурных стандартов построения цифровых платформ и экосистем они интегрируют процессы цифровой трансформации на всех уровнях государственного управления, включая федеральный, региональный, муниципальный, фермерский. В интеграцию включаются космические системы дистанционного зондирования, интернета сельскохозяйственных вещей и другие сквозные цифровые технологии, повышая тем самым, производительность труда, качество и конкурентоспособность продукции агропромышленного комплекса страны.

6 Дискуссия и планы развития

В настоящее время нет единого понимания что такое «интеллектуальный сельскохозяйственный робот». Насколько они могут и должны быть интеллектуальными и универсальными? Насколько они должны быть автономны?

Роботизация и искусственный интеллект – понятия взаимосвязанные, но разные. Если роботы больше ассоциируются с механикой, которая работает по заданному набору правил (алгоритму), то ИИ – с управлением на основе реализации человекоподобного и природоподобного мышления, сознания, разума, которые много сложнее алгоритмов.

ИИ, как говорят, попал в «ловушку Тьюринга», в которой люди стали использовать ИИ для автоматизации, а не для своего рода «аугментации» и объяснения, то есть увеличения, усиления, приращения интеллектуальных возможностей человека при решении стоящих перед ним задач. Это снижает доверие к результатам и повышает риски работы систем ИИ. В настоящее время остро стоит вопрос о смене парадигмы развития ИИ и его интеграции с робототехникой.

Сфера деятельности интеллектуальных агроботов не ограничивается полем и фермой, датчиками и дистанционным зондированием. Специальные обработки данных берут на себя задачу приоритизации и сегментации рынка экспорта продукции всего агропромышленного комплекса страны. Для этого авторы предлагают совместить методы гравитационного и когнитивного моделирования, глубокого обучения нейронной сети [9].

Учитывая планируемый всеобъемлющий охват различных сельскохозяйственных процессов интеллектуальными агроботами, интеграция возможностей робототехники и ИИ позволяет ставить амбициозные задачи создания систем, которые будут работать в гибридной среде и гармонично совмещать в себе возможности человека, роботов и систем ИИ. Например, такими задачами могут быть создание: интеллектуальной роботизированной системы племенного ресурса России, перспективного агробота для точного растениеводства, эффективной технологии агрохимического полевого обследования почвы «под ключ».

Цифровая трансформация агропромышленного комплекса развивается в направлении развития Агро-Индустрии 5.0, которая предполагает взрывную синергию от целенаправленного взаимодействия между людьми, ИИ и агроботами. В этом стремлении все больше подключается потенциал гибридной (человеко-машиной) реальности. Все больше в процесс сближения людей и роботов включаются возможности перспективного ИИ (сильного и общего). А это обеспечивает рост скорости и качества принятия решений, понимание человеком даваемых ИИ рекомендаций, проникновение в глубину явлений, животных и растений.

Заключение

Роботы, которые до настоящего времени решали задачи по заданному алгоритму, становятся реальными помощниками фермера в сложной и постоянно меняющейся обстановке. Они приобретают способность быстро самообучаться тому, что делать и как поступить в непредвиденной для человека ситуации.

Формируются интеллектуальные робототехнические комплексы, называемые «умной фермой», «точное земледелие», «точное животноводство» и др., которые на основе архитектурных стандартов призваны интегрировать процессы цифровой трансформации на всех уровнях государственного управления. В интеграцию включаются космические системы дистанционного зондирования, интернета сельскохозяйственных вещей, ИИ и другие сквозные цифровые технологии.

В настоящее время идет, так называемое, одомашнивание агроботов. Только вместо укротителя

животного в случае с агророботами выступают службы технического, а иногда и психологического, сопровождения процессов внедрения робототехники. В стадии осмысления пока находятся многие сложные проблемы роботизированного производства: то корова не желает идти в доильное стойло и приходится звать соседей, чтобы помогли вталкивать в него, то рука агроробота «неумело» портит при манипуляциях фрукты, а то нужный роботизированный сервис входит в противоречие с устоявшимися правилами сельскохозяйственного производства.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФ, проект № 21-18-00184 «Социогуманитарные основания критериев оценки инноваций, использующих цифровые технологии и искусственный интеллект».

Литература

1. Order World Robotics Reports. – 2021. – URL: <https://ifr.org/worldrobotics/> (дата обращения: 10.05.2022)
2. Мировой рынок сельскохозяйственных роботов. – URL: <https://rossaprimavera.ru/news/1dbc51f0> (дата обращения: 10.05.2022).
3. *Finstad T., Aune M., Egseth K.A.* The domestication triangle: How humans, animals and technology shape each other – The case of automated milking systems, *Journal of Rural Studies*, Vol. 84, 2021, pp. 211-220, <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.03.006>.
4. *Raikov A.* Convergent Ontologization of Collective Scientific Discoveries, 14th International Conference Management of large-scale system development (MLSD), 2021, pp. 1-5, doi: <https://doi.org/10.1109/MLSD52249.2021.9600184>
5. *Raikov A.* Cognitive Semantics of Artificial Intelligence: A New Perspective. Springer Singapore, Topics: Computational Intelligence XVII, 2021, 128 p. <https://doi.org/10.1007/978-981-33-6750-0>
6. *Труфляк Е.В.* Точное земледелие / Е.В.Труфляк, Е.И. Трубилин. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 376 с.
7. *Райков А.Н.* Концепция цифровой платформы российского сельского хозяйства, обеспечивающая сходимость к целям // Информатизация и связь. – 2021. – № 1. – С. 64 – 73.
8. Разработка концептуальных основ национальной платформы «Цифровое сельское хозяйство» для Минсельхоза России. – 2019. – URL: https://itlanit.ru/experience/razrabotka_konceptualnykh_osnov_nacionalnojj_platformy_cifrovoe_selskoe_khozyajstvo_dlya_minselkhoza_rossii.html (дата обращения: 10.05.2022)
9. *Raikov A., Abrosimov V.* Import Countries Ranking with Econometric and Artificial Intelligence Methods. Third International Conference Digital Transformation and Global Society, DTGS 2018, St. Petersburg, Russia, May 30 – June 2, 2018, p. 402-414. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02843-5_32