

УДК 004

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РОБОТОВ

**Владислав Александрович Шацкий**

студент

shatskiy2000@list.ru

**Наталья Викторовна Картечина**

заведующий кафедрой

математики, физики и информационных технологий

kartechnatali@mail.ru

**Станислав Олегович Чиркин**

ассистент кафедры

stas.chirkin@bk.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

Мичуринск, Россия

**Аннотация.** Автоматизация сельского хозяйства с помощью датчиков, роботов и искусственного интеллекта.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, сельское хозяйство, роботы, датчики, автоматизированная система.

Цели продвижения «умного» сельскохозяйственного производства заключаются в сокращении сельскохозяйственных потерь, вызванных экстремальными климатическими условиями, смягчении последствий старения сельских районов и нехватки сельскохозяйственной рабочей силы, повышении эффективности использования водных ресурсов и решении проблемы обработки отходов, образующихся при выращивании сельскохозяйственных культур, рыболовство и животноводство и другие вопросы для достижения повторного использования ресурсов, экологичности и устойчивости сельского хозяйства. Стратегия развития этого умного сельского хозяйства будет использовать всестороннее мышление посредством инвестиций, исследований и разработок умных сельскохозяйственных инноваций и технологий для интеграции систематических умных сельскохозяйственных машин и технологий, необходимых для сельскохозяйственного производства, чтобы способствовать будущему сельскохозяйственному производству, чтобы сэкономить время и труд, совершенствование и повторное использование ресурсов интеллектуального земледелия, рыболовства и режима животноводства, а также создание безопасной и удобной сельскохозяйственной среды, чтобы сельское хозяйство России перешло к более молодому и конкурентоспособному сельскохозяйственному типу и развитию конкурентоспособной на международном уровне отрасли промышленности.

В соответствии с проблемами, связанными с технологиями точного земледелия и вышеупомянутыми целями, и стратегиями умного сельского хозяйства, предложенными Министерством науки и технологий и Комитетом по сельскому хозяйству, новая версия сценария внедрения умного сельского хозяйства можно представить следующим образом: Интеллектуальные беспилотные летательные аппараты с множеством камер с различными функциями перемещаются над сельскохозяйственными угодьями или фермами, отслеживая условия роста сельскохозяйственных культур или рыболовных животных, одновременно передавая данные в облако по беспроводной сети с помощью периферийных и облачных вычислений. пестицидов, которые

являются экономически эффективными и наименее вредными к окружающей среде, анализ применения химических удобрений и наиболее эффективного управления водными ресурсами, или наилучшая стратегия разведения и условия разведения для роста рыбных животных.

Фермеры могут легко выполнять такие задачи, как «патрулирование полей», «фермерство» или «выращивание», если они подключаются к облаку через мобильный телефон или планшет. В сельском хозяйстве фермеры могут использовать анализ больших данных и системы искусственного интеллекта, чтобы понять характеристики сельскохозяйственных культур, чтобы скорректировать типы почвы, микроэлементы и питательные вещества, графики орошения, севооборот и другие условия роста; использовать датчики листьев для измерения содержания воды в растениях. Датчики почвы для сбора моделей движения воды и отслеживания изменений влажности почвы, углерода и температуры почвы или ее уплотнения могут оптимизировать орошение и предотвратить повреждение урожая. Фермеры также могут фотографировать урожай и загружать базу данных, чтобы предоставлять ежедневные справочные цены. Система предоставляет информацию в режиме реального времени, когда урожай продается, что позволяет фермерам участвовать в глобальной экономической деятельности, не покидая фермы. Со стороны потребителя, отсканировав QR-код на упаковке, потребители могут легко увидеть процесс выращивания, сбора урожая, кормления и сбора урожая на автоматической установке с контролируемой средой для выращивания сельскохозяйственных культур и рыболовных животных в домашних условиях; дистрибьюторы могут использовать сельскохозяйственная облачная система поставок для быстрого распределения сельскохозяйственной продукции, экспортируемой из России, в международные сети супермаркетов, а также через облако для размещения заказа на ферму через несколько месяцев, персонал фермы использует систему RFID для подготовки партии сельскохозяйственной продукции. Сельскохозяйственные штаммы, саженцы или промысловые животные для продажи внутри страны и за рубежом. [1]

Для достижения видения и требований к применению интеллектуального сельскохозяйственного производства требуется множество интеллектуальных устройств, интернета и интеллектуальных сельскохозяйственных машин, и технологий, включая автоматизированные устройства контроля окружающей среды, мультисенсоры, искусственный интеллект и сельскохозяйственные дроны с сельскохозяйственными роботами. Автоматизированные устройства контроля состояния окружающей среды, используемые в «умном» сельском хозяйстве, примерно такие же, как и технологии автоматизации, использовавшиеся в прошлом в автоматизации сельского хозяйства и точном земледелии (например, автоматизация производства рассады, автоматизированное оборудование для выращивания, автоматизация внесения пестицидов и удобрений, автоматизация полевых работ, уборка урожая), автоматизация сбора сельскохозяйственной продукции, автоматизация постобработки и хранения и транспортировки, автоматизация утилизации сельскохозяйственных отходов и др., разница в том, что в ответ на спрос будут рождаться новые интеллектуальные устройства или оборудование на основе искусственного интеллекта. Сельскохозяйственные датчики охватывают широкий спектр и могут использоваться для сельскохозяйственного микроклимата, измерения микроэлементов и питательных веществ в почве, влажности почвы, углерода и температуры или плотности почвы, высоты поливной воды, высоты урожая, симптомов болезней и вредителей, эвапотранспирации (Эвапотранспирация, или суммарное испарение — количество влаги, переходящее в атмосферу в виде пара в результате десукции и последующей транспирации и физического испарения из почвы и с поверхности растительности.), фотосинтеза, содержания воды в листьях, давление, тепловое изображение, многосветовой спектр, признаки роста урожая, физиологическое зондирование урожая и другие измерения. Принцип и конструкция сельскохозяйственного искусственного интеллекта в сочетании с различными датчиками полностью такие же, как и у промышленного и коммерческого искусственного интеллекта. Внутренняя часть подключена к

облачной системе для взаимодействия с искусственным интеллектом для выполнения соответствующих вычислений. потребности, но следует учитывать, что используемые датчики используются в сельском хозяйстве или рыболовстве. Долговечность и надежность в условиях животноводства. Искусственный интеллект, используемый в интеллектуальном сельском хозяйстве, не только охватывает технологию глубокого обучения в узком смысле, но также охватывает широкий спектр технологий, таких как экспертные системы, нейронные сети, нечеткая логика, эволюционные алгоритмы, системы искусственной жизни, роевой интеллект, и т. д. Выполняется в облачной системе, иногда также используется в граничных вычислениях для повышения производительности системы, понимания изображений признаков роста в сельском хозяйстве или рыболовстве, выявления и раннего предупреждения о вредителях и болезнях, а также интеллектуального контроля окружающей среды. Большинство сельскохозяйственных дронов используют роторный метод, который делится на два этапа, такие как измерение и обнаружение, а также внесение удобрений, и используются для таких задач, как «патрулирование полей», «земледелие» или «кормление». Сельскохозяйственный робот — это многофункциональная интеллектуальная сельскохозяйственная машина, реализующая интеллектуальные сельскохозяйственные машины и технологии, а также профессиональный/специализированный сервисный робот, подлежащие полевым работам, занятым в сельском хозяйстве, доении, животноводстве, лесном хозяйстве и других сельскохозяйственных функциях. Сельскохозяйственные роботы бывают двух типов: стационарные и мобильные. Функция сельскохозяйственного робота с фиксированной базой аналогична функции промышленного робота, который используется для выполнения различных сельскохозяйственных функций в фиксированном положении. Большинство сельскохозяйственных роботов можно перемещать и использовать мобильные платформы или направляющие для выполнения

различных видов посевных работ, выращивания, сбора урожая и разведения рыбы и скота. [2]

Умные сельскохозяйственные роботы, необходимы для умного сельскохозяйственного производства, должны сочетаться с искусственным интеллектом, и оснащаться датчиками и автоматизированными устройствами контроля окружающей среды. Ниже приведен пример, иллюстрирующий интеллектуальную систему принятия решений по контролю окружающей среды и систему предупреждения о заболеваниях и насекомых-вредителях, сочетающую в себе мобильные сельскохозяйственные роботы и интеллектуальные технологии. Для разумного выращивания сельскохозяйственных культур, как показано на рисунке 1, разработка системы принятия решений по контролю окружающей среды и системы раннего предупреждения о болезнях и насекомых-вредителях должна основываться на «фермерской базе данных» для анализа и изучения температуры, влажности, освещенности, и т. д., а также значение рН, значение ЕС, минеральный состав и т. д. тела культуры, а также «данные экологического зондирования» ситуации роста культуры (расстояние между посадками, высота ствола, цветение / плодоношение / высота, ветви и листьев «Физиологические данные зондирования» густоты/вентиляции и светопропускания, количества удаленных боковых почек/боковых ветвей, прироста листьев/поверхности и т. д.); причины и симптомы вредителей и болезней, а также микроклимат и условия выращивания внутри объект (теплица) Оборудование для контроля окружающей среды / средства капельного орошения и опрыскивания для контроля и регулирования различных факторов. На рисунке представлена схема архитектуры интеллектуальной интегрированной экономической производственной системы, которая включает в себя датчики окружающей среды, базу данных фермерских хозяйств, физиологические датчики сельскохозяйственных культур, интерфейс управления человеком и машиной, раннее предупреждение о вредителях и болезнях, анализ и контроль принятия решений, оборудование для контроля теплиц, тепличные роботы и другие

модули. Тепличные роботы используются для опыления, когда урожай растет, и в основном используются технологии искусственного интеллекта, такие как глубокая сеть прямой связи (DCNN), сверточная или сложенная нейронная сеть (CNN) и т. д., такие как Faster R-CNN, Mask R-CNN. , MobileNet, AlexNet и другие сети глубокого обучения использовались учеными и экспертами для анализа и прогнозирования роста числа рабочих мест, а также условий распространения вредителей и болезней. Конечно, в теплице также используется один и тот же робот для выполнения задач в разных областях.

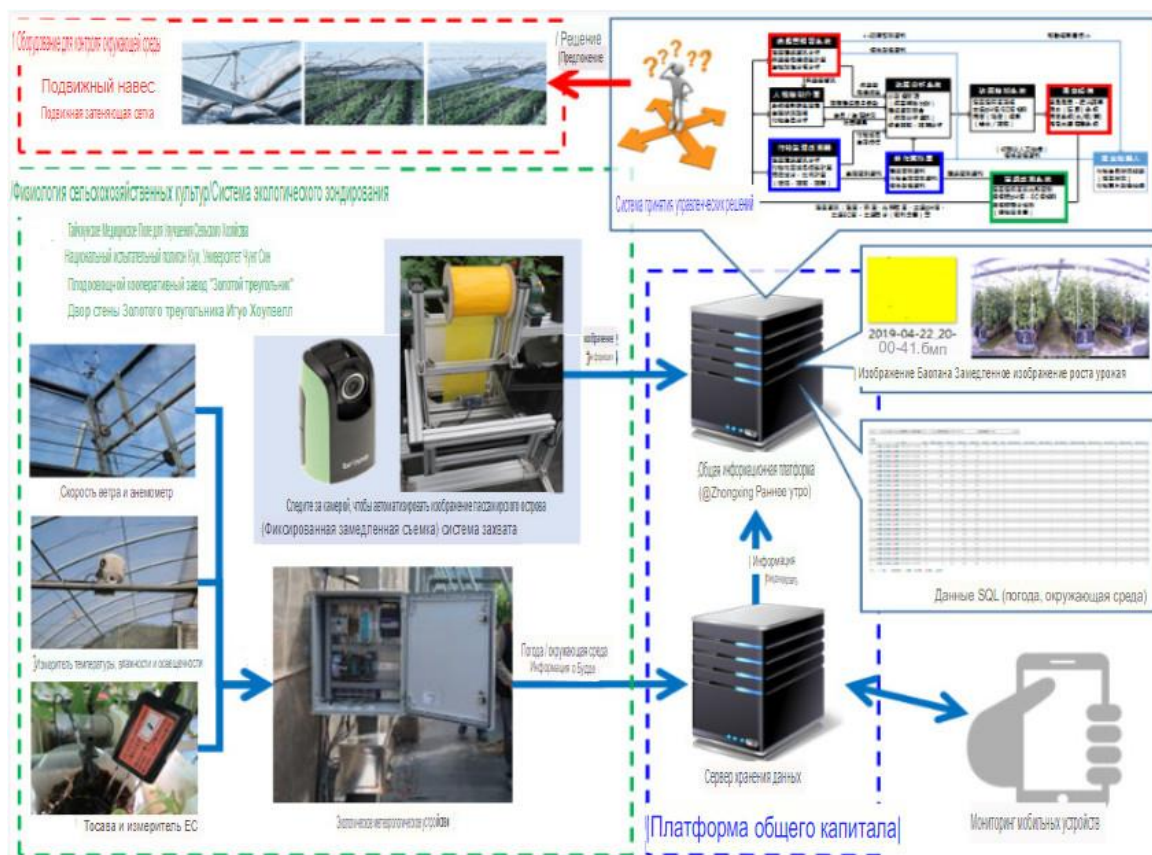


Рисунок 1. - Схематическая диаграмма структуры интеллектуальной системы принятия решений по контролю окружающей среды и системы раннего предупреждения о болезнях и насекомых-вредителях.

Существует множество примеров применения интеллектуального сельскохозяйственного производства с использованием комбинации искусственного интеллекта, и сельскохозяйственных датчиков, сельскохозяйственных дронов и сельскохозяйственных роботов. Ниже приведен пример, иллюстрирующий случай нескольких наземных и воздушных совместных роботов, и интеллектуальных систем мониторинга. В этом случае, исходя из факторов среды роста экономических культур, требований к

измерениям для обнаружения и измерения вредителей, а также оценки ожидаемого урожая, была выбрана комбинация нескольких интеллектуальных сельскохозяйственных роботов для совместной работы на земле и воздухе и систем мониторинга, создана для выращивания сельскохозяйственных культур на открытом воздухе. Измерение факторов окружающей среды, обнаружение и отлов вредителей и ключевые технологические исследования по удобрению и опрыскиванию, а затем создание практической системы. Система также может быть применена к среде наземного, воздушного или морского и воздушного разведения. [3]

Исследования, разработки и производство сельскохозяйственных дронов практикуются за рубежом уже много лет. Производители в таких странах, как США, Япония, Европейский союз и Китай, создали компании, специализирующиеся на производстве, продаже и обслуживании сельскохозяйственных дронов. Дизайн, производство, исследования и разработка сельскохозяйственных дронов в моей стране находятся на подъеме. В Китае есть Jingwei Aerospace Technology Co., Ltd., которая может проводить исследования и разработки, производство и внутренний анализ данных БПЛА, таких как неподвижное крыло, вертолеты или мультиротор. Недавно разработанный компанией Shennong беспилотный вертолет использовался для опрыскивания сельскохозяйственных культур, а также был разработан дрон-птерозавр, который можно использовать для фотографирования крупномасштабных повреждений посевов. При использовании дронов для измерения сельскохозяйственных болезней и насекомых-вредителей, получения тепловых изображений, сканирования нескольких световых спектров, плодородия почвы, признаков роста сельскохозяйственных культур и т. д. многие отечественные производственные, правительственные и академические подразделения проводили технологические исследования и разработки. [4]

Что касается проектирования, производства и применения сельскохозяйственных роботов, то в России нет профессиональных сервисных роботов, разработанных и произведенных для сельскохозяйственного посева,



борьбы с вредителями, выращивания, сбора урожая и разведения рыбы и скота. Поскольку функциональные требования сельского хозяйства или рыболовства и животноводства совершенно разные, дизайн, производство и применение сельскохозяйственных роботов также сильно различаются. Ниже приведены примеры опрыскивания и сбора фруктов, иллюстрирующие разработку и применение сельскохозяйственных роботов. До сих пор все сельскохозяйственные роботы, распыляющие пестициды в стране и за рубежом, основаны на структуре транспортных средств с автоматическим управлением (AGV), оснащенных соответствующими ультразвуковыми датчиками, лазерными датчиками или системами глобального позиционирования, обнаружения изображения или позиционирования в помещении. устройства с соответствующей направляющей или безрельсовой системой управления навигацией могут выполнять операции опрыскивания в сельскохозяйственных условиях внутри или вне помещений. Зарубежные производители уже используют роботы-опрыскиватели для защиты растений. В дополнение к потребности в опрыскивании все роботы для сбора и выращивания фруктов, используемые в настоящее время отечественными исследователями, используют существующих в отрасли промышленных роботов, таких как PUMA, или роботов UR с функциями совместной работы человека и робота, которые устанавливаются на автоматических навигационных транспортных средствах. Сельскохозяйственный робот, оснащенный простым датчиком силы, для сбора винограда, клубники, красного перца или сладкого перца на объекте или для опыления с помощью машин. С точки зрения технологического развития, есть много отечественных производителей, которые могут производить AGV, и есть возможности для разработки мобильных сельскохозяйственных роботов для удовлетворения потребностей умного сельского хозяйства. Кроме того, отечественные компании, разработали роботов с функциями взаимодействия человека и машины, которые могут применяться для сбора фруктов или других сельскохозяйственных функций, требующих функций взаимодействия человека и машины. [5]

Что касается дальнейшей части управления интеллектуальным сельским хозяйством, основное внимание уделяется снижению трудовой нагрузки, связанной с ежедневным осмотром поля, прополкой, удобрением и опрыскиванием. Быстрое внесение удобрений и применение пестицидов также является одним из способов снижения нагрузки на фермеров. Однако с улучшением концепции использования лекарств и продвижением точного земледелия можно надеяться, что можно будет точно определить дозировку удобрений и лекарств, сократить растрату ресурсов и загрязнение окружающей среды, а ситуацию с ростом можно судить с помощью различных датчиков, особенно визуальный анализ изображений. Умное сельское хозяйство, чтобы решить процесс оплодотворения, стало одним из направлений развития. В прошлом фермеры обычно полагались на свой собственный опыт и изменения климата, чтобы выносить суждения. Теперь они постепенно анализируют этот опыт в цифровом виде. Путем установки метеостанций и полевых датчиков для сбора информации об окружающей среде фермерская информация создается в виде базы данных. для анализа, с помощью экспертной системы для реализации вспомогательной системы сельского хозяйства, цифрового умного сельского хозяйства, которое фермерам нужно только для принятия решения о содержании ответа на основе результатов анализа и предложений данных удаленного мониторинга, станет будущей тенденцией. Цифровое интеллектуальное сельское хозяйство будет опираться на интеграцию междисциплинарных талантов, таких как двигатели, информация, болезни растений и жизнеспособность, и сотрудничать с фактическим опытом фермеров для создания автоматизированной системы управления производством. Это реализует полную интеллектуальную автоматизированную систему сельскохозяйственного производства. Кроме того, еще одним направлением развития будет физиологический анализ сельскохозяйственных культур, особенно анализ и оценка состояния роста и того, поражены ли они болезнями и насекомыми-вредителями, а также система анализа и раннего предупреждения, основанная на метеорологических данных окружающей

среды. Можно также сказать, что самая важная автоматическая система выращивания и управления в интеллектуальном сельском хозяйстве может быть реализована до тех пор, пока существует полная система сбора и анализа информации об окружающей среде и урожае в сочетании с интеллектуальной автономной сельскохозяйственной техникой, которая может вести сельское хозяйство автономно.

Наконец, этапы переработки органических отходов сельскохозяйственной и рыбной продукции. Традиционная обработка сельскохозяйственных отходов в основном осуществляется путем сжигания, но легко вызвать загрязнение воздуха; а отходы животноводства, образующиеся в результате животноводства, еще больше, и с ними трудно обращаться; если эти органические отходы будут использоваться в качестве удобрений, это эффективней и действенней. Эффект невелик, если вы хотите сделать зрелый компост, это займет много времени, и легко вызвать воздействие на окружающую среду, эквивалентное загрязнению воздуха, из-за запаха, образующегося в процессе созревания. В рамках сельскохозяйственной экономики замкнутого цикла сельскохозяйственные отходы, таких как куриный помет, постепенно превращаются в экономически ценные репродукты или органические удобрения.

Глядя на приведенные выше требования к развитию интеллектуального сельского хозяйства, можно выделить 6 возможных планов развития краткосрочных и среднесрочных сельскохозяйственных интеллектуальных систем, интеллектуального сельскохозяйственного оборудования или роботов. Первая — это система идентификации вредителей и раннего предупреждения и сопутствующие совместные меры, основанные на глубоком обучении, вторая — объяснимая система искусственного интеллекта (ХАИ), сочетающая в себе глубокое обучение и экспертные системы, третья — комбинация роботов и искусственного интеллекта. четвертое - это сотрудничество разнородных нескольких сельскохозяйственных роботов, пятое - это интеллектуальный робот для выращивания сельскохозяйственных или рыболовных животных с

контролем силы и взаимодействием человека и машины, а шестое - это сеть сельскохозяйственных культур и искусственный интеллект с граничными вычислениями и искусственный интеллект система облачных вычислений. [6].

В заключительной части, исходя из целей и стратегий «умного» сельского хозяйства, предложенных Министерством науки и технологий и Комитета по сельскому хозяйству, а также обсуждения текущей технологии «умного» сельскохозяйственного производства в России, текущее развитие «умного» сельского хозяйства должно быть направлено на разработку интеллектуального сельскохозяйственного оборудования, за счет интеграции настроек различных датчиков окружающей среды и урожая для эффективного понимания полевых условий, а также за счет большого количества сельскохозяйственных данных и искусственного интеллекта, разработки полностью интеллектуального управления ростом сельскохозяйственных культур с минимальными трудозатратами. система будет главной целью будущего развития; Хотя развитие не ложится бременем на окружающую среду, эффективное управление сельскохозяйственными отходами в экономике замкнутого цикла также станет важной целью развития. С этой целью будет развитие локализации, связанных с сельским хозяйством, цифрового анализа сельскохозяйственной информации и использования искусственного интеллекта для подключения интеллектуальной сельскохозяйственной техники и систем управления производством. С развитием технологий в будущем эффективность сельскохозяйственных роботов будет улучшаться, а стоимость будет снижаться. Система управления также сможет предоставлять более точные сельскохозяйственные предложения с накоплением сельскохозяйственных и метеорологических данных. Это более устойчиво чем традиционные методы ведения сельского хозяйства, и я считаю, что это не займет много времени.

### **Список литературы:**

1. Щеглов Ю.А. Информационные системы и процессы. Новосибирск: НИИХ. 2015. 251 с.
2. Бычков А.Д., Пчелинцева Н.В., Полякова Т.А., Чепраков И.В. Цифровизация - основной вектор развития сельского хозяйства// В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. материалы Международной научно-практической конференции. Мичуринск-научоград РФ, 2021. С. 53-55.
3. Задорожный, В.Н. Информационные технологии и автоматизация управления. Омск: Изд-во ОмГТУ. 2016. 269 с.
4. Гущина А.А., Пчелинцева Н.В., Шацкий В.А. Применение искусственного интеллекта в обеспечении безопасности данных //В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. материалы Международной научно-практической конференции. Мичуринск-научоград РФ. 2021. С. 79-81.
5. Михеева Е.В. Информационные технологии в профессиональной деятельности: Учебное пособие. М.: Academia. 2018. 61 с.
6. Некрасов В. Н., Архипова О. И. Информационно-коммуникационные технологии управления и особенности разрешения их противоречий: монография. Ростов-на-Дону: Профпресс. 2014. 105 с.
7. Костикова А. В. Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие. Волгоград: ВолгГТУ. 2016. 110 с.

**UDC 004**

## **TECHNOLOGICAL STATE AND PROSPECTS OF AGRICULTURAL ROBOTS**

**Vladislav A. Shatskiy**  
student

shatskiy2000@list.ru

**Natalya V. Kartechina**

Ph. D., head of the Department of mathematics,  
physics and information technologies

kartechnatali@mail.ru

**Stanislav O. Chirkin**

Department Assistant

stas.chirkin@bk.r

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Abstract.** Automation of agriculture with the help of sensors, robots and artificial intelligence.

**Keywords:** artificial intelligence, agriculture, robots, sensors, automated system.

Статья поступила в редакцию 12.09.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 20.10.2022.

The article was submitted 12.09.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 20.10.2022.