9. *Kotelnikov, V. Y.* New business models for new era of rapid change driven by innovation. — M., 2007.

10. *Migol, E. V.* Concepts of joint value creation and business model transformation: features of companies different in type of production and economic interaction // Finance: Theory and Practice. — 2018. — № 22 (2). — P. 160–170.

11. *Orekhova, S. V., Bausova, Y. S.* On phenomenon of business model // Journal of Modern Competition. — 2020. — Т. 14, № 1 (77). — P. 58–75.

12. Results of State Atomic Energy Corporation «Rosatom» for 2017 [Electronic resource]. — URL: http://media.rspp.ru.

13. *Tretiak, O. A., Klimanov, D. E.* New approach to analysis of business models // Russian Management Journal. — 2016. — Т. 14, № 1. — P. 115–130.

14. *Linder, J., Cantrell, S.* Changing business models surveying the landscape : Thesis of PhD. — Cambridge, 2000.

15. *Zucchella, A., Urban, S.* Futures of sustainable firm: evolutionary perspective // Futures. — 2014. — Vol. 63. — P. 86–100.

DOI 10.54220/v.rsue.1991-0533.2023.80.4.026

М. М. Куликов, М. А. Комиссарова, И. А. Назарова

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ RFID-ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы использования RFID-технологий в России, представлены понятие и сущность радиочастотной идентификации, принцип работы и элементы этой технологии. Определены основные виды RFID-технологий, отражены основные сферы применения RFID-технологий. Представлена динамика рынка RFID-решений в России и мире, рассмотрен опыт применения RFID-решений в различных сферах деятельности в России и за рубежом, изучены подходы к дальнейшему совершенствованию RFID-технологий, включая применение бесчиповых RFID-меток, представлены российские производители меток, инлеев и считывателей для RFID-технологий, отражены основные сферы, в которых активно используются RFID-технологии в России, рассмотрены факторы, ограничивающие использование этих технологий в нашей стране.

Ключевые слова

Радиочастотная идентификация, RFID, производство, идентичность, система, автоматизация.

M. M. Kulikov, M. A. Komissarova, I. A. Nazarova

PROSPECTS FOR USE RFID-TECHNOLOGIES IN RUSSIA

Annotation

Article deals with the use of RFID technologies in Russia, concept and essence of radio frequency identification, principle of operation and elements of this technology are presented, the main types of RFID-technologies are defined, the main areas of application of RFID-technologies are reflected, dynamics of RFID solutions market in Russia and world is presented. experience of using RFID solutions in various fields of activity in Russia and abroad is considered, approaches to further improvement of RFID technologies, including the use of chipless RFID tags, have been studied, Russian manufacturers of tags, inlays and readers for RFID technologies are represented, the main areas in which RFID technologies are actively used in Russia are reflected, factors limiting the use of these technologies in our country are considered.

Keywords

Radio frequency identification, RFID, production, civil identity, system, automation.

Введение

На каждом предприятии, производящем товары, выпускающем электровозы, автомобили и иную продукцию, ежеминутно происходит множество процессов, которые необходимо синхронизировать по времени и контролировать их выполнение в соответствии с регламентами. При производстве любого типа продукта нужно строго выдерживать температурный и временной режимы. Это необходимо в связи с тем, что возникновение отклонений напрямую влияет на качество изготавливаемой продукции и может привести не только к браку, но и к авариям. Возникает вопрос: каким образом можно соблюсти все регламенты технологического процесса, а также как их контролировать на всех этапах производства?

Проблемы автоматизации и контроля технологических процессов в той или иной степени касаются абсолютно всех предприятий. Чтобы избавиться от данных проблем, можно использовать RFID-систему для автоматизации контроля за технологическими процессами. Смысл этой системы заключается в том, что на любой продукт (деталь, запчасть) ставится небольшой маркер — RFID-метка с заданной информацией, которая считывается специальным прибором (считывателем) на каждом этапе производственного цикла. Полученная информация отображается в системе учета данных и в любой момент может быть проверена.

RFID (Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация) — способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых RFID-метках (транспондерах). RFID представляет собой метод автоматической идентификации через радиосигнал. RFID-система состоит из считывателей, меток и программного обеспечения. Метка является микросхемой, где хранятся данные. Внешний считыватель сканирует метку и обрабатывает полученные данные с нее. Программное обеспечение отвечает в целом за работу системы.

Объектами автоматизации прослеживаемости являются процессы учета прохождения выбранных деталей, сборочных узлов электровоза и тары по технологической цепочке с помощью идентификации посредством закрепления радиочастотных меток и/или штрихкодов на объектах и расположенных по технологической цепочке мобильных и стационарных считывателей.

Материалы и методы

В статье использованы нормативные акты, статистические данные Федеральной службы государственной статистики, научные публикации по цифровизации российских предприятий и внедрению RFID-технологий, данные Единой межведомственной информационно-статистической системы, а также структурный анализ и элементы сравнительного анализа. Применение данных методов и подходов позволяет изучить используемые в настоящий момент цифровые ресурсы, их достоинства и недостатки, спрогнозировать предполагаемые результаты от их внедрения. В статье показано, что применение RFID-системы дает возможность осуществлять бесконтактную идентификацию объектов с использованием радиочастотной идентификации.

Результаты и обсуждение

Принцип работы RFID:

– полученная информация записывается на микрочип с помощью радиоволн;

– далее с помощью радиосигнала встроенной антенны данные поступают на считыватель;

– за счет сканера осуществляется автоматическое определение излучаемой частоты, настройка и считывание сведений.

Эта система находится в режиме постоянного развития, усовершенствования. Она необходима нам для того, чтобы маркировать продукцию и иметь возможность ее автоматически идентифицировать. Возможности RFID намного шире. С ее помощью мы получили такую

возможность, как контроль и идентификация движения любых объектов, на которых установлена RFID-метка. Также данная радиочастотная система (RFID) используется в целях контроля перемещения ТМЦ, отслеживания незавершенного производства в цехах, складах, выстраивания процессов автоматизации производства, выстраивания логистических потоков транспорта и многих других целей, направленных на развитие.

RFID-система расширяет возможности в отличие от штрихкодов, так как эта технология является бесконтактной, не требующей контакта со считывателем. RFID позволяет устранить проблемы, связанные с «контактными» и «находящимися в зоне видимости» технологиями. Данная система легко считывает информацию при любой погоде либо загрязнении на объекте исследования.

Элементы RFID

Метка — устройство, которое хранит и передает данные. В памяти меток содержится их уникальный идентификационный код.

Принтер — устройство, с помощью которого кодируются радиочастотные этикетки, а также наносится печать на поверхности текстовой и графической информации.

Считыватель — прибор, с помощью которого мы можем считывать информацию с меток, записывающий полученные данные.

Учетная система — накапливает и анализирует полученную с меток информацию, связывая все элементы в единую систему с помощью специального программного обеспечения.

RFID-метки — высокотехнологичные устройства, при этом по своей натуре они внешне являются простыми и небольшими по размеру. Их можно сгруппировать по следующим признакам:

– частота;

– тип памяти (по возможности перекодирования);

– источник питания;

– исполнение (форм-фактор).

На сегодняшний день в мире и в том числе уже в России внедрение технологии бесконтактной радиочастотной идентификации на производственных предприятиях набирает обороты. В тех областях, где можно получить данные автоматическим способом, уже используется эта технология. На объектах, где установлены RFID-метки, можно осуществлять бесконтактную идентификацию объектов с помощью радиочастот. Применение RFID-системы необходимо для оперативного и точного контроля, отслеживания перемещения, а также учета анализируемых объектов, особенно если это перемещение имеет несколько циклов. Таким образом, появляется прозрачность учета ТМЦ и автоматизация / оптимизация процессов.

Основные сферы применения RFID-технологий:

– складское хозяйство, логистические потоки;

– управление логистическими потоками поставок в режиме реального времени от производителя к потребителю;

– идентификация движущихся объектов в реальном масштабе времени (учет автотранспорта, вагонов в движущихся железнодорожных составах и т. д.);

– автоматизация процессов в производстве (сборочных, ремонтных и т. д.), выстраивание поточных линий и др.

Кроме экономии времени и повышения точности получаемых данных RFID-технология предоставляет и косвенную выгоду. Доступная и прозрачная информация обо всех протекающих процессах на предприятии позволяет дать реальную оценку потерь и издержек, а также выявить слабые места и направить усилия на те участки, которые действительно требуют внимания и коррекции.

Первое, на что стоит обратить внимание, — это цена радиометки. Выбор оборудования и расходных материалов, конечно, во многом зависит от финансовых возможностей заказчика, а также от экономически обоснованного применения технологии для конкретного предприятия.

Необходимо провести подробное исследование бизнес-процессов предприятия, а также детальный анализ архитектуры бизнес-операций. В 2026–2018 гг. компании закупали метки по цене около 1,5 долларов за штуку и экономили при этом миллионы, а в наши дни цена меток не превышает 10 евроцентов при объеме годовой поставки около миллиона.

Важным вопросом является разработка нормативно-правовой базы в этой сфере. Существует несогласованность в использовании RFID-систем на мировом уровне, возникающая из-за запрета на использование определенного диапазона частот в разных странах. В частности, в диапазоне СВЧ (сверхвысокочастотное излучение) в складской логистике существует европейская частота (868 МГц) и американская (915 МГц). Частота 868 МГц используется в Европе, России и Африке, а частота 915 МГц — в Северной и Южной Америке, Японии и Азии. Что же касается непосредственно стандартов складской логистики, то с 2004 г., когда был принят международный стандарт Gen 2, оборудование и метки стали выпускать производители в разных странах мира.

Не менее важно, чтобы в процессе проведения оценки по установке системы участвовало руководство всех отделов компании, включая специалистов IT до финансового и кадрового департамента. Некоторые сотрудники могут выразить несогласие по внедрению данного решения по субъективным причинам, например, из-за недоверия к высоким технологиям или из-за осознания уменьшения своей значимости, и, наконец, из-за банального нежелания обучаться и обучать своих сотрудников новым методам работы.

Диспетчеризация производства — это одна из важнейших функций MES-системы. Без внедрения RFID-технологии сложно провести диспетчеризацию и наладить системный подход к планированию. При помощи системы RFID появилась уникальная возможность повысить скорость получения информации, проверить ее достоверность, при этом сократить количество ошибок при вводе данных на протяжении всего цикла производства. Внедрение и применение этой технологии даст возможность осуществлять контроль движения продукта в автоматическом режиме. Кроме того, произойдет минимизация трудовых затрат, и время движения объекта от производителя к продавцу будет значительно сокращено. Таким образом, все стадии производственного цикла становятся прозрачными, любые возникающие проблемы устраняются оперативно.

За 2017–2021 гг. рынок RFID-решений в России увеличился в два раза до уровня 250–300 млн долл. (2,5 % от мирового рынка). В России 60 % меток относятся к UHF-диапазону, 25 % — к HF и 15 % — к LF, около 98 % применяемых тегов пассивны. Пассивные RFID-метки воспринимаются компаниями как типовой подход в сфере идентификации. Этот рынок стремительно развивается. Активные радиометки являются новинкой для нашего рынка. Поскольку микрочипы становятся более компактными, а источники питания — более эффективными и дешевыми, себестоимость активных меток уменьшается, расширяя их использование в сфере идентификации. Их применение целесообразно для проектов по отслеживанию дорогостоящих активов, когда важно измерять несколько показателей и оперативно отправлять их параметры в базу данных. Подстегивает прогресс этого направления распространение технологий IoT (интернета вещей), которые расширяют возможности разработчиков, позволяют создавать новые комплексные продукты с функционалом, выходящим за рамки идентификации. И эта тенденция будет нарастать.

Согласно отчету IDTechex, в 2019 г. в стоимостном выражении лидерами по использованию RFID в мире были следующие три сегмента: финансы и безопасность (4,5 млрд долл.), пассажирский транспорт (3,9 млрд долл.), розничная торговля (1,3 млрд долл.) [10].

В связи с пандемией ожидается, что к 2023 г. среднегодовой темп роста рынка RFID в здравоохранении составит 20 % [9]. Основным движущим фактором развития рынка RFID является растущая потребность в предотвращении попадания на рынок контрафакта или продукта с истекшим сроком годности. Кроме того, с появлением мобильных телефонов с поддержкой NFC, которые позволяют осуществлять электронную идентификацию и отслеживание пациентов, открываются большие возможности для рынка RFID, поскольку технология помогает идентифицировать пациентов, когда они перемещаются по клинике.

Одной из стран, лидирующих по развитию RFID в здравоохранении, является Китай. Новая версия уголовного кодекса Китая, введенная с апреля 2017 г., устанавливает строгие правила в отношении подлинности новых лекарств и связанных с ними данных клинических испытаний. Исследование, проведенное в 2016 г. Управлением торгового представителя США, показало, что более 97 % поддельных рецептурных лекарств, перехваченных в пунктах въезда в США [11], поступили из Китая, Гонконга, Индии или Сингапура. Чтобы подорвать репутацию страны – производителя поддельных лекарств в Китае были приняты новые версии уголовного кодекса. В настоящее время любые сообщения о поддельных данных или контрафактном продукте могут привести производителя к суровому тюремному заключению, а в экстремальных обстоятельствах — к казни. Этот сценарий побуждает многих производителей фармацевтической продукции в стране использовать RFID, чтобы гарантировать, что их продукт не будет подменен во время транспортировки. Все эти факторы привели к принятию RFID по всей стране.

Кроме того, в мире сейчас активно развивается технология бесчиповых RFID-меток, рынок которой оценивался в 0,89 млрд долл. в 2019 г. и, как ожидается, достигнет 3,94 млрд долл. к 2025 г., при среднегодовом темпе роста 28 % за прогнозируемый период 2020–2025 гг. [12]. Технологические достижения привели к новым подходам в технологии RFID, таким как микропроцессоры с тегами 5,8 ГГц для смарт-карт и бесконтактных идентификаторов, которые обеспечивают бесконтактную связь даже при отсутствии кремниевого чипа. Технология RFID без чипа стала недорогой альтернативой системе RFID с чипом и имеет потенциал проникновения на массовые рынки недорогой маркировки предметов, учитывая высокую стоимость транспондеров RFID на кремниевых чипах по сравнению с оптическими штрихкодами.

Что касается российского рынка RFID, то за последние пять лет рынок вырос вдвое, и текущий объем рынка RFID-решений в России оценивается примерно в 250–300 млн долл., что составляет порядка 2,5 % от мирового рынка. Стоимость UHF-метки снизилась с 20 центов до 4–5 центов при объеме 10 млн штук, то есть на 75 %. На рынке появились новые достаточно сильные игроки.

Если же говорить о частотном диапазоне используемых меток, то разбивка не сильно изменилась. В настоящее время около 60 % таких меток относятся к UHF-диапазону, 25 % — к HF и 15 % — к LF. Около 98 % применяемых тегов пассивны.

Количество запросов в среднем осталось стабильным. Но качество запросов за последние пять лет изменилось значительно. Ранее компании рассматривали технологию RFID как диковинку и хотели попробовать ее, чтобы проверить, соответствует ли она их потребностям. Теперь у них есть четкое понимание, что именно им нужно и зачем. При этом масштаб и серьезность задач, которые предприятия пытаются решить с помощью RFID, совершенно разные.

Российский рынок RFID не может похвастаться большим количеством производителей оборудования. RFID-чипы выпускают всего две компании: «Микрон» и «Крокус Нано Электроникс».

«Микрон» изготовляет как HF-, так и UHF-чипы, стараясь активно их использовать в массовом производстве. Однако нынешняя стагнация экономики препятствует дальнейшему быстрому развитию данной тематики. Вторая компания, «Крокус Нано Электроникс», проводит исследования и пилотные проекты с UHF-чипами. Что касается меток, то петербургская компания «РСТ-Инвент» сама не изготавливает чипы, но может производить инлеи и корпусировать их, еще порядка двух-трех компаний только корпусируют метки, среди них «Силтек» и ISBC.

Что касается отечественных производителей считывателей, то здесь российские интеграторы сошлись в едином мнении, что достойных считывателей нет. На рынке представлено несколько пилотных проектов, но дальше этого пока дело не идет. Для решения проблемы некоторые интеграторы используют импортированные компоненты для разработки своих собственных считывателей.

Внедрением систем, начиная с этапа подготовки технического задания, занимаются многие российские компании. Наиболее известные из них, помимо указанных выше: «Ай-ти проект», IDLogic, «Эрфид», «Горизонты роста» и «Умный склад». Каждая из этих компаний может поставить систему RFID в любую из отраслей, но обычно они специализируются на конкретной отрасли в зависимости от разрабатываемого ПО.

По данным экспертов, ежегодно на рынок выводится 20–30 средних по величине проектов. Под средним понимается проект, в котором используется порядка 15 000–20 000 меток. Если говорить о проектах в промышленности, там используется около 5000–10 000 меток.

Несмотря на наличие проектов и присутствие сильных игроков на рынке, российский рынок RFID развивается намного медленнее, чем мировой. Самая большая проблема — высокая стоимость оборудования. Возникает замкнутый круг: высокая цена — отсутствие заказов, отсутствие заказов — высокая цена. К сожалению, разорвать его пока очень сложно, и здесь помочь могут зачастую только государственные программы.

Низкая осведомленность потребителей о возможностях RFID приводит к непониманию, какие преимущества может дать внедрение этой технологии. Единственный способ решить проблему — рассказывать о реализованных на RFID проектах и получаемых заказчиком преимуществах. Здесь возникает следующая проблема — нежелание потребителей делиться информацией. Они считают RFID своим огромным конкурентным преимуществом, поэтому часто при заключении договора на установку системы подписывают соглашения о неразглашении.

Преимущества технологии RFID заключаются в широком диапазоне ее возможного применения. При этом в большинстве случаев средние российские предприятия имеют устаревшие системы ведения бизнес-процессов, что не позволяет применять RFID-систему и пользоваться всеми ее преимуществами.

Несмотря на все описанные проблемы использование технологии RFID в России растет. В настоящее время большинство проектов реализуются в следующих отраслях.

1. Производство — идентификация комплектующих в производственном процессе, а также конечного продукта (в автомобильной, железнодорожной, литейной промышленности).

2. Идентификация животных — очень популярное направление. Существенный рост в этой области связан в том числе с тем, что с января 2021 г. российское законодательство требует маркировать всех домашних и сельскохозяйственных животных.

3. Логистика — это направление начало активно развиваться несколько лет назад, с так называемого «шубного проекта» по идентификации меховых изделий, окупаемость которого наступила меньше чем через полгода. Этот случай заставил крупные компании более серьезно задуматься о внедрении RFID.

4. Нефтегазовые компании внедряют RFID практические во все бизнес-процессы.

5. Банки — новая сфера для RFID в России. Некоторые государственные банки используют идентификацию банкоматных кассет, а также идентификацию навесного оборудования инкассаторов.

6. Медицина. Пандемия COVID-19 способствовала развитию популярности RFID в медицине. Сейчас технология начинает использоваться для идентификации медицинских инструментов и оборудования, а также для определения времени, проведенного персоналом в «красных зонах» повышенного риска.

7. Специальное защитное оборудование — очень актуальная сегодня тема, связанная в основном с развитием производства и медицины.

В настоящее время RFID-технологии в России развиваются быстрее, чем пять лет назад. На рынке появляются новые игроки, и компании начинают производить собственное оборудование. Однако зачастую бизнес-процессы у заказчиков выстроены неэффективно, не хватает мер государственного регулирования и поддержки данной сферы. Эти факторы ограничивают развитие RFID в России.

Выводы

В производстве применение RFID-технологии позволит без дополнительных затрат ресурсов и человеческого потенциала идентифицировать узлы, контролировать ритмичности производства, производить инвентаризацию на складах, выходную комплектацию продукции (автомобили, локомотивы), а также регистрировать результаты стендовых испытаний, формировать электронные документы и многое другое.

Ручной учет оборудования, находящегося в ремонте, потеря времени на выяснение стадии проведения ремонта оборудования и местонахождения при ревизиях, отсутствие учета всех компонентов в составе изделий в разрезе необходимых характеристик — все эти проблемы также возможно решить с помощью применения RFID-технологии. Благодаря данной технологии возможен автоматизированный мониторинг цикла проведения ремонта оборудования и перемещения компонентов по постам, автоматизированное формирование отчета о комплектности продукции. При проведении сервисного или гарантийного обслуживания RFID-технология позволит идентифицировать узлы, требующие замены либо ремонта, регистрировать диагностику состояния, контролировать комплектности продукции, ритмичность ремонта и т. д. Ручной учет сменяемости оборудования на продукции, комплектности продукции перед и до проведения ремонта, ручная передача информации о ремонтах и замене оборудования продукции в электронный паспорт, ручная инвентаризация узлов на складах сменится применением RFID-технологии. Таким образом, мы сможем наблюдать следующие преимущества ее применения: прозрачность учета сменяемости оборудования на продукции; автоматизированный учет установленных компонентов на продукции; интеграция системы со средой электронного паспорта для автоматизации передачи информации; устранение расхождений между сведениями, указанными в электронном паспорте, с фактическими; автоматизированная инвентаризация маркированных узлов на складах.

Применение новейших технологий, таких как RFID, позволит контролировать местонахождение изделий и компонентов при изготовлении на площадке предприятия и при проведении ремонта изделий в сервисных центрах, уйти от неномерного (обезличенного) учета оборудования (экономия времени на поиск информации), автоматизировать процессы идентификации оборудования и ввод информации в электронный паспорт о событиях жизненного цикла продукции и оборудования (экономия времени) путем интеграции с автоматизированной системой управления предприятием, исключить человеческий фактор при занесении информации в электронный паспорт, усилить

контроль за составом работ при проведении ремонта продукции и оборудования, оптимизировать труд (затраты меньшего количества времени на технологическую операцию), контролировать местонахождение дорогостоящего инструмента, контролировать ремонты и планирование производственных программ линейного оборудования. Поэтому существует необходимость расширения использования технологии бесконтактной радиочастотной идентификации, в том числе в промышленности.

Библиографический список

1. Что такое RFID? [Электронный ресурс]. — URL: http://shtrih-center.ru.

2. *Бхуптани, М., Морадпур, Ш.* RFID-технологии на службе вашего бизнеса. — М., 2011.

3. *Власов, М.* RFID. 1 технология — 1000 решений. Практические примеры использования RFID в различных областях. — М., 2015.

4. *Иванов, Г., Киреева, Н.* Складская логистика : учебник. — М., 2016.

5. Радиочастотная идентификация: новые возможности известной технологии // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. — 2010.

6. Области применения RFID считывателей, интернет-страница компании CT CENTER [Электронный ресурс]. — URL: http://shtrih-center.ru.

7. *Лахири, С.* RFID. Руководство по внедрению. — М., 2007.

8. *Федоров, М.* Технология RFID. Опыт использования и перспективные направления // Компоненты и технологии. — 2013. — № 9.

9. *Дишунян, В. Л., Шаньгин, В. Ф.* Электронная идентификация. Бесконтактные электронные идентификаторы и смарт-карты. — М., 2013.

10. *Das, R.* RFID Forecasts, Players and Opportunities 2019–2029. Complete analysis of global RFID industry [Электронный ресурс]. — URL: https://www.idtechex.com.

11. RFID Market to Reach $32.4 Billion by 2029 — market size, share, forecasts, & trends analysis report with COVID-19 impact by meticulous research [Электронный ресурс]. — URL: https://www.prnewswire.com.

12. Chipless RFID Market — growth, trends and forecast (2020–2025) [Электронный ресурс]. — URL: https://www.technavio.com.

Bibliographic list

1. What is RFID? [Electronic resource]. — URL: http://shtrih-center.ru.

2. *Bhuptani, M., Moradpur, S.* RFID technologies in service of your business. — M., 2011.

3. *Vlasov, M.* RFID. 1 technology — 1000 solutions. Practical examples of use of RFID in various fields. — M., 2015.

4. *Ivanov, G., Kireeva, N.* Warehouse Logistics : textbook. — M., 2016.

5. Radio frequency identification: new possibilities of known technology // Electronics: Science, Technology, Business. — 2010.

6. Areas of application of RFID-readers, Internet page of company CT CENTER [Electronic resource]. — URL: http://shtrih-center.ru.

7. *Lahiri, S.* RFID. Implementation Guide. — M., 2007.

8. *Fedorov, M.* RFID-technology. Use experience and promising directions // Components and Technologies. — 2013. — № 9.

9. *Dshkhunyan, V. L., Shangin, V. F.* Electronic identification. Contactless electronic identifiers and smart cards. — M., 2013.

10. *Das, R.* RFID Forecasts, Players and Opportunities 2019–2029. Complete analysis of global RFID industry [Электронный ресурс]. — URL: https://www.idtechex.com.

11. RFID Market to Reach $32.4 Billion by 2029 — market size, share, forecasts, & trends analysis report with COVID-19 impact by meticulous research [Electronic resource]. — URL: https://www.prnewswire.com.

12. Chipless RFID Market — growth, trends and forecast (2020–2025) [Electronic resource]. — URL: https://www.technavio.com.