

УДК 629.45

*И. А. Яицков, М. М. Мукерия***БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ НА ПУНКТЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ<sup>1</sup>**

**Аннотация.** В настоящей статье была рассмотрена проблема обеспечения осмотрщиков вагонов мерительными инструментами. Представлена концепция технологического решения, которая заключается во внедрении цифровых технологий, а именно маркировки RFID (Radio Frequency Identification). Так же представлен план расположения оборудования радиочастотной идентификации на ПТО.

**Ключевые слова:** бережливое производство, материально-технические ресурсы, жизненный цикл инструментов, маркировка объектов, цифровые технологии, оборудование на ПТО, борьба с контрафактной продукцией.

**Для цитирования:** Яицков, И. А. Бережливое производство при техническом обслуживании пассажирских вагонов на пункте технического обслуживания с использованием цифровых технологий / И. А. Яицков, М. М. Мукерия // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 1. – С. 132 – 138.

Бережливое производство – это методология управления, направленная на создание ценности для клиента путем минимизации потерь и оптимизации процессов производства и использования оборудования.

Осуществление бережливого производства при техническом обслуживании пассажирских вагонов на пункте технического обслуживания (далее – ПТО) с использованием цифровых технологий позволит получить существенные эффекты за счет обеспечения необходимого уровня «прозрачности» состояния материальных ресурсов, создания совместно используемой системы электронного описания всех изделий МТР и их основных комплектующих на этапах от изготовления до выбытия из эксплуатации. Это позволит более эффективно решать задачи материального обеспечения, поддержания и восстановления технической готовности МТР, обеспечит необходимый информационный ресурс для решения задач повышения надежности, эксплуатационной и ремонтной технологичности, сокращения совокупной стоимости владения материальными активами.

Проблема учета материальных активов сформировалась исходя из наблюдения за практической реальностью. В рамках хозяйственной деятельности на каждом предприятии ежегодно проводятся инвентаризации [1-5], в ходе которых сравниваются фактическое наличие МТР с учетными данными. Каждая единица МТР переписывается и далее в ручном режиме вводится в информационную систему. Анализ и поиск источников с описанием различных видов маркировки и технологии нанесения дает множество результатов – это клеймение и нанесения табличек прямой маркировки, гравировки с использованием защитных покрытий, иглоударной маркировки, и т.д. до современных способов маркировки – лазерные технологии, каплеструйная и термотрансферная печать, радиочастотная маркировка.

В настоящее время мы имеем ограниченный функционал автоматизированной системы управления метрологическим обеспечением (далее – АСУ МО), низкий уровень автоматизации процессов обеспечения и контроля допуска персонала, а также неавтоматизированный процесс перемещения оборудования на пункте технического обслуживания и взаимодействие с центрами метрологии.

Технологический процесс предполагает необходимость считывания информации на расстоянии в любых погодных условиях. Таким образом, одним из основных видов маркировки, которую возможно внедрить и использовать для достижения подобных целей, является радиочастотная маркировка.

Технология радиочастотной идентификации представляет собой метод автоматического распознавания объектов с использованием радиоволн. RFID-технология, состоящая из считывающего устройства и радиочастотных меток, позволяет быстро и точно считывать информацию о маркированных объектах, что значительно упрощает процессы учета и управления [6].

Считыватели позволяют обеспечить надежное и быстрое дистанционное распознавание объектов, грузов, товаров и материалов, маркированных различными видами идентификационных меток, и получить достоверную информацию об объекте, его местонахождении, свойствах, качестве в режиме реального времени.

Метка может содержать данные о типе объекта, его характеристиках и вообще любую информацию, которая может храниться в цифровом виде.

Таким образом, задачей RFID-системы является хранение информации об объекте с возможностью ее удобного считывания. Считыватель сканирует метки по мере их вхождения в зону радиопокрытия и осуществляет их активацию, после чего происходит передача информации, хранящейся на метке, на считывающее устройство. Сигнал, поступающий с антенны считывателя, декодируется и передается через стандартный интерфейс в компьютер для дальнейшей обработки.

Использование технологии радиочастотной идентификации и машиносчитываемой маркировки объектов RFID позволяет в режиме реального времени осуществить распознавание объекта (шаблона, сумки осмотра-ремонтника и т.п.). Определять его характеристики, свойства и параметры в привязке к заводскому, идентификационному и инвентарному номеру, осуществлять распределение по журналам событий и с привязкой к координатным, временным и качественным параметрам.

В систему прослеживаемости целесообразно включать все объекты МТР, и их основные составные части, входящие в эксплуатационную структуру. К эксплуатационной структуре относят все составные части, подлежащие обслуживанию или замене в ходе эксплуатации, в том числе контролю параметров, настройке, монтажу, демонтажу, имеющие ограниченный срок технической пригодности и контролируемые во времени параметры, а также включенные в перечень запасных частей. Основные составные части включают МТР, критичные с точки зрения надежности, безопасности и эксплуатационной технологичности, стоимости, требующие ведения записей в эксплуатационной документации. Такие МТР должны получать уникальные серийные номера, электронный эксплуатационный документ (формуляр, паспорт, этикетку) и прослеживаться индивидуально от изготовления до утилизации. Дополнительно к основным составным частям могут быть отнесены составные части, которые подлежат обслуживанию и замене при выполнении среднего и капитального ремонта, в отношении которых необходимо принятие особых мер обеспечения прослеживаемости в ходе управления жизненным циклом и исключения оборота контрафактных изделий. Схема идентификации и маркирования изделий в процессе производства представлена на рисунке 1.



**Рис. 1. Схема идентификации и маркирования изделий в процессе производства**

Для создания эффективного механизма прослеживаемости на производственной и послепроизводственных стадиях жизненного цикла МТР, начиная с поступления материалов и комплектующих изделий в производство и заканчивая утилизацией, или выбытием из эксплуатации МТР и комплектующих, должна быть обеспечена однозначная связь материального потока (сырья, материалов, деталей, узлов, тары, инструмента, оснастки, документации, исполнителей работ, рабочих мест и т. д.) и информационного потока (данных о сырье, материалах, деталях, узлах, таре, инструментах, оснастке, документации, исполнителях работ, рабочих местах и т. д.) в процессах жизненного цикла продукции. Это означает, что информация должна объективно отражать изменения и движение продукции в процессе производства, эксплуатации, ремонта, утилизации и сохранять отличительные признаки объекта идентификации [7-11].

Сбор и ввод данных в информационную систему прослеживаемости продукции в максимальной степени исключает визуальные и ручные операции. Для автоматизированного сбора данных по материальным активам предполагается использование стационарных и мобильных считывающих устройств на местах непосредственной работы с материальными активами, а также использование различных автоматизированных рабочих мест по вводу данных в систему вручную (при отсутствии маркировки на МТР или повреждении маркировки на них). Считываемые (или введенные вручную) данные с таких устройств могут быть переданы в одну или несколько информационных систем, посредством беспроводного или проводного соединения напрямую.

Информационные системы платформ непроизводственных процессов должны включать функционал прослеживаемости материальных активов и ряд подсистем, совокупно обеспечивающих выполнение всех функциональных требований:

- подсистема мониторинга состояния активов, которая обеспечивает функции контроля местонахождения и состояния активов по данным прочих модулей и данным внешних информационных систем;

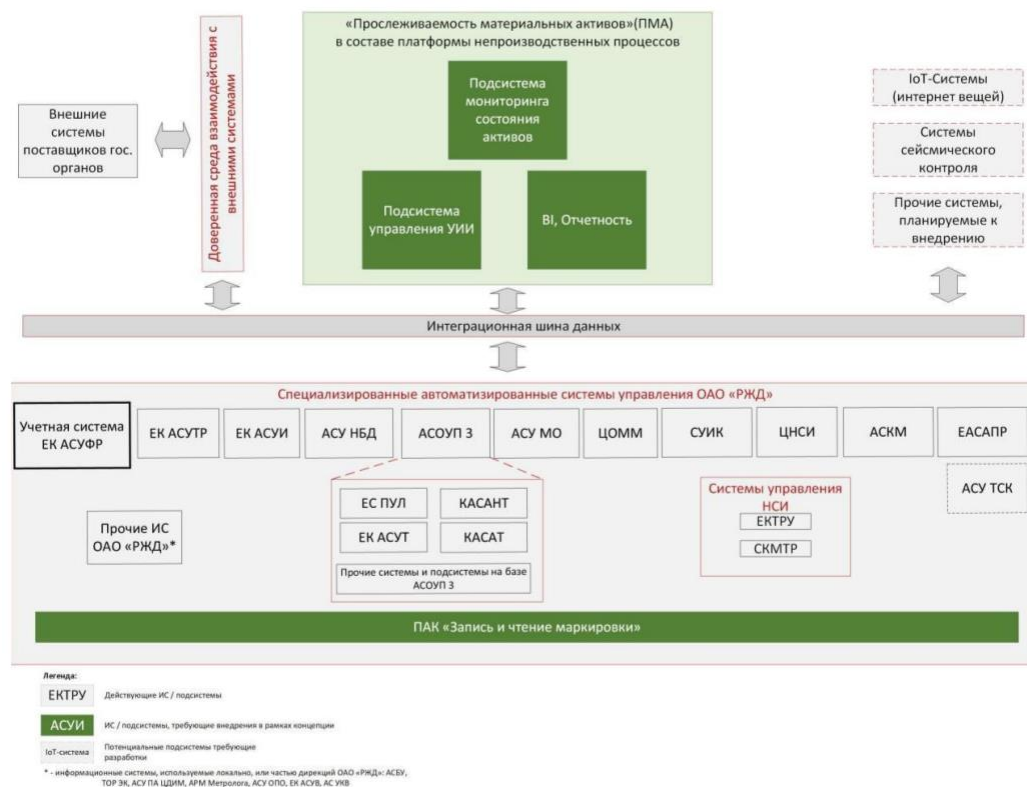
- подсистема управления УИИ, которая обеспечивает функции создания, согласования, изменения и выдачи уникального идентификатора изделия (далее – УИИ) для различных видов изделий;

- подсистема отчетности, которая обеспечивает функции группировки данных для построения отчетности в разрезе используемых аналитик МЦ;

- программно-аппаратный комплекс «Запись и чтение маркировки» - обеспечивает функции нанесения, чтения маркировки и передачи результатов сканирования в смежные системы (в т.ч. в режиме единого окна в рамках существующих информационных систем Компании).

Модули платформы должны обеспечивать соответствие артикулов, заводских номеров и выданных УИИ для учета во всех информационных системах с помощью УИИ. Производитель получает УИИ и учитывает при маркировке в процессе производства или производитель передает свой идентификатор, для которого в базе данных устанавливается однозначное взаимное соответствие с УИИ.

Общая схема взаимодействия информационных систем представлена на рисунке 2.



**Рис. 2. Схема взаимодействия информационных систем**

Для обеспечения корректной работы внедряемой системы и единого информационного пространства необходимо выполнить следующие доработки информационных систем, подразумевающих экзemplярный учет изделий:

- обеспечить возможность хранения УИИ в системе для различных видов изделий (дополнительно к существующему коду СКМТР);
- обеспечить возможность автоматизированного формирования заявок на присвоение УИИ МТР в рамках бизнес-процессов, требующих нанесения маркировки на МТР;
- обеспечить возможность автоматизированного заполнения УИИ по данным проектируемой системы, с учетом различных вариантов согласования заявок на присвоение УИИ (согласована / не согласована / УИИ присвоен без предварительной заявки и т.д.);
- обеспечить интеграцию всех производственных систем, в которых указывается маркировка, идентификационные признаки МТР с учетной системой ЕК АСУФР и с обеспечением ведения бухгалтерского учета по аналитическим признакам активов (поступления, перемещения и выбытия в учетной системе ЕК АСУФР);
- обеспечить возможность формирования и последующей передачи заданий на выполнение работ на складе на основании данных учетной системы ЕК АСУФР (задание на приемку, входной контроль, перемещение МТР на складах и т.д.);
- обеспечить возможность передачи данных об изменении состояния материальных активов (в т.ч. изменении реально местоположения актива) в шину данных, для учета и отражения в проектируемой системе мониторинга жизненного цикла;

– обеспечить возможность взаимодействия информационных систем с программно-аппаратным комплексом «Запись и чтение маркировки» для обеспечения возможности работы с маркировкой в режиме единого окна, или интеграцию с мобильным клиентом, с помощью которого производится обработка данных со средств считывания.

Использование радиочастотной маркировки для учета шаблонов позволит обеспечить возможность визуализации перемещений как самих шаблонов, так и непосредственно работников, в автоматизированных системах. Кроме того, обеспечит возможность осуществлять контроль, учет и оценку их параметров в соответствующих журналах событий согласно нормативным документам как непосредственно в момент проведения контроля и учета, так и в режиме обработки результатов учета на рабочих местах пользователей информации.

В рамках эффективной борьбы с контрафактной продукцией при организации закупок в рамках инвестиционной деятельности и исполнения программы технического обслуживания и ремонта (далее - ТОиР), а также контроля реализации проектных решений в части типа и характеристик закупаемых оборудования, материалов, запасных частей, предлагается при организации закупок включать в состав закупочной документации форму электронного паспорта закупаемых МТР, в котором поставщиком, определенным по итогам закупки, указываются характеристики поставляемых оборудования, материалов, запасных частей, соответствующие проектным решениям (при реконструкции или строительстве объектов) или требованиям технических служб структурных подразделений (при осуществлении деятельности в рамках ТОиР).

Выработанные технические решения, в части создания УИИ, лягут в основу будущих технических требований на разработку информационных систем. Внедрение подобной технологии сделает возможным ускорить внедрение цифровой стратегии с выстраиванием новой системы метрик по отслеживанию выполнения соответствующих планов, что является одним из ключевых показателей эффективности внедрения стратегии цифровой трансформации в мировой практике [12-20].

### Библиографический список

1. Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации: указ Президента РФ от 7 июля 2011 №899 // Собрание законодательства РФ. – 2011. – №2. Ст.4168
2. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы»: Постановление Правительства РФ от 20 декабря 2017 №1596// Собрание законодательства РФ. – 2003. – №39. Ст.3766
3. Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года: распоряжение Правительства РФ от 19.03.2019 №466р // Собрание законодательства РФ. – 2019. – №12. Ст.1354
4. Стратегия развития железнодорожного транспорта до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 №877р // Собрание законодательства РФ. – 2008. – №29 (Часть II). Ст.3537
5. **Бархатов, А. П.** Бухгалтерский учет материально-производственных запасов / А. П. Бархатов // Бухгалтерский учет. – 2015. – №1. – с.7-17
6. **Бхубтани, М.** RFID- технологии на службе вашего бизнеса / М. Бхубтани, Ш. Морадпур, – М.: Альпина Паблишер, 2011 г.– 281 с.
7. **Воробьев, П. С.** Актуальность и пути формирования государственной информационной системы прослеживаемости вооружения и военной техники / П. С. Воробьев, А. В. Лежнев, Г. С. Толстов // Вооружение и экономика. – 2019. – №3. – с.55-61

8. Герасимова, А. К. Материальные запасы: вопросов больше чем ответов / А. К. Герасимова, М. С. Скапенкер // Управленческий учет. – 2013. – №11. – с.10-24
9. Кокинз, Г. Управление результативностью: как преодолеть разрыв между объявленной стратегией и реальными процессами / Г. Кокинз. – М.: Альпина Паблишер, 2016 г. – 316 с.
10. Нив, Г. Организация как система: Принципы построения устойчивого бизнеса Эдвардса Деминга / Г. Нив. – М.: Альпина Паблишер, 2017 г. – 370 с.
11. Селиверстов, Ю. И. Цифровая трансформация бизнеса субъектами малого и среднего предпринимательства как фактор роста конкурентоспособности / Селиверстов Ю. И., Рудычев А.А., Дмитриева Ю. А. // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – №11, с. 531-539
12. Стратегия цифровой трансформации: написать, чтобы выполнить под ред. Потаповой Е. Г., Потеевой П. М., Шклярчук М. С. // М.: РАНХИГС, 2021. – с.184
13. Движение по генеральной схеме [Электронный ресурс]. URL: <https://transportrussia.ru/razdely/zheleznodorozhnyj-transport/1680-dvizhenie-pogeneralnoj-skHEME.html>
14. О решениях по итогам совещания о системе маркировки товаров контрольными знаками [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/orders/selection/401/30208/>
15. Показатели основной деятельности ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9394/page/103290?id=17206#header>
16. Правительство России заключило с Ростехом и Ростелекомом соглашения. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.interfax.ru/russia/668607>
17. Развитие отдельных высокотехнологичных направлений. Белая книга [Электронный ресурс]. URL: [https://www.economy.gov.ru/material/file/ba6a7585c4b23c85931aace99682ad30/belaya\\_kniga\\_2022.pdf](https://www.economy.gov.ru/material/file/ba6a7585c4b23c85931aace99682ad30/belaya_kniga_2022.pdf)
18. Стратегия цифровой трансформации ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php>
19. Технологии автоматической идентификации и сбора данных [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293784/4293784223.pdf>
20. Умные заводы: почему стоит внедрять интернет вещей в промышленность [Электронный ресурс]. URL: <https://hightech.fm/2020/09/14/smart-factorie>

*I. A. Yaitskov, M. M. Mukeria*

## LEAN MANUFACTURING IN MAINTENANCE OF PASSENGER CARS AT THE MAINTENANCE STATION USING DIGITAL TECHNOLOGIES

**Abstract.** This article examines the problem of providing car inspectors with measuring instruments. The concept of a technological solution is presented, which consists in the implementation of digital technologies, namely RFID (Radio Frequency Identification) marking. A plan for the arrangement of radio frequency identification equipment at the PTO is also presented.

**Keywords:** Lean manufacturing, material and technical resources, tool life cycle, object marking, digital technologies, equipment at the PTO, combating counterfeit products.

**Forcitation:** Yaitskov, I. A. Lean Manufacturing in the Maintenance of Passenger Cars at the Maintenance Point Using Digital Technologies / I. A. Yaitskov,

М. М. Mukeria // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya.  
– 2025. – № 1. – P. 132 – 138.

**Сведения об авторах****Яицков Иван Анатольевич**

Ростовский государственный университет  
путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,  
доктор технических наук, профессор,  
декан факультета «Электромеханический»,  
e-mail: yia@rgups.ru

**Мукерия Маргарита Мамуковна**

Ростовский государственный университет  
путей сообщения (РГУПС),  
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,  
студент,  
e-mail: rita.mukeriya@mail.ru

**Information about the authors****Yaitskov Ivan Anatolievich**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Cars and Car Economy»,  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Dean of the Faculty of «Electromechanical»  
e-mail: yia@rgups.ru

**Mukeria Margarita Mamukovna**

Rostov State Transport University (RSTU),  
Chair «Cars and Car Economy»,  
Student,  
e-mail: rita.mukeriya@mail.ru