

Анализ эффективности сервисной формы технического обслуживания и ремонта локомотивов

И.И. Лакин¹✉, В.В. Семченко², А.В. Раздобаров³

¹Инжиниринговый центр железнодорожного транспорта, г. Москва, Российская Федерация

²АО «Дорожный центр внедрения Красноярской железной дороги», г. Красноярск, Российская Федерация

³Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, Российская Федерация

✉lakin16@mail.ru

Резюме

Более 170 лет эксплуатация локомотивов, их техническое обслуживание и ремонт были единым целым, поэтому проблемы, связанные с процессами эксплуатации и ремонта, были внутренними. Передача технического обслуживания и ремонта внешним, аутсорсинговым сервисным компаниям кардинально поменяла ситуацию. Возникли проблемы переходного периода, проявились как достоинства, так и недостатки новой формы хозяйствования. Основные из них рассмотрены в настоящей статье. Авторами выполнен критический анализ накопленного за последние десять лет опыта сервисного технического обслуживания и ремонта локомотивов на ОАО «Российские железные дороги». С 2014 г. техническое обслуживание и ремонт всех локомотивов на железных дорогах страны отданы на аутсорсинг компаниям «СТМ-Сервис» и «ТМХ-Сервис». Описаны особенности договоров сервисного обслуживания, главной из которых является отказ от бюджетной формы финансирования и переход на оплату за полезный пробег локомотивов. Рассматриваются «детские болезни» сервиса, которые успешно преодолеваются. Изменившиеся условия повлекли за собой и новую мотивацию к развитию локомотиворемонтного хозяйства. Главным достоинством появившейся системы технического обслуживания и ремонта стало создание диалектической пары «эксплуатация – техническое обслуживание и ремонт» по принципу «единство и борьба противоположностей». Второе достоинство – это вовлеченность заводов-изготовителей в техническое обслуживание и ремонт. Однако важным недостатком является стремление сервисных компаний получить прибыль, а не выполнить миссию. В дальнейшем предлагается перейти от сервиса к предоставлению услуг тяги. В этом случае главной диалектической парой станет пара «перевозки – услуги тяги». Предлагается на каждом полигоне иметь не менее двух компаний, предоставляющих свои локомотивы для тяги поездов с собственными показателями: стоимость пробега, допустимая масса поезда, скорость движения и др.

Ключевые слова

локомотивы, эксплуатация локомотива, сервисное техническое обслуживание и ремонт, аутсорсинговая сервисная компания

Для цитирования

Лакин И.И. Анализ эффективности сервисной формы технического обслуживания и ремонта локомотивов / И.И. Лакин, В.В. Семченко, А.В. Раздобаров // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2022. № 4 (76). С. 46–56. DOI 10.26731/1813-9108.2022.4(76).46-56.

Информация о статье

поступила в редакцию: 18.10.2022 г.; поступила после рецензирования: 19.12.2022 г.; принята к публикации: 20.12.2022 г.

The service form effectiveness analysis of locomotives maintenance and repair

I.I. Lakin¹✉, V.V. Semchenko², A.V. Razdobarov³

¹Railway Engineering Center, Moscow, the Russian Federation

²JSC «Road Center for the implementation of the Krasnoyarsk Railway», Krasnoyarsk, the Russian Federation

³Omsk State Transport University, Omsk, the Russian Federation

✉lakin16@mail.ru

Abstract

For more than one hundred seventy years, the operation of locomotives, their maintenance and repair have been a whole. Therefore, the problems of the relationship between operation and repair were internal. With the repair functions transferred to external, outsourcing service companies the situation has changed radically. The problems of the transition period arose, both the advantages and disadvantages of the new form of management becoming obvious. The main ones are discussed in this article. The authors have carried out a critical analysis of the experience accumulated over the past 10 years in service maintenance and repair of locomotives on domestic railways in JSC «Russian Railways». Since 2014, the repair of all Russian Railways locomotives has been outsourced to STM-Service and TMH-Service. The specifics of service contracts are described, the principal ones being the rejection of the budg-

etary form of financing and the transition to payment for the useful mileage of locomotives. The servicing problems are described, which have been successfully overcome. The changed conditions also led to a new motivation for the development of locomotive repair facilities. The main conceptual advantage of the new service repair system was the creation of a dialectical pair «Exploitation» – «maintenance and repair» based on the principle of «Unity and struggle of opposites». The second advantage is the involvement of manufacturing plants in service repair. The main drawback is the motivation of service companies to make a profit, instead of accomplishing the mission. In the future, it is proposed to switch from maintenance to providing traction services. In this case, the main dialectical pair of the new level will be «Transportation» – «Traction services». It is proposed to have at least two companies at each landfill providing their locomotives for pulling trains with their own indicators: the cost of mileage, the permissible mass of the train, the speed of movement, etc.

Keywords

locomotives, locomotive operation, service maintenance and repair, outsourcing service company

For citation

Lakin I.I., Semchenko V.V., Razdobarov A.V. Analiz effektivnosti servisnoi formy tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta lokomotivov [The service form effectiveness analysis of locomotives maintenance and repair]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2022, no. 4 (76), pp. 46–56. DOI: 10.26731/1813-9108.2022.4(76).46-56.

Article Info

Received: October 18, 2022; Revised: December 19, 2022; Accepted: December 20, 2022.

Введение

Необходимость повышения эффективности локомотивного хозяйства и надежности локомотивов, снижения себестоимости технического обслуживания и ремонта (ТОиР) привели к утверждению в 2001 г. на Коллегии Министерства путей сообщения РФ Комплексной программы реорганизации и развития отечественного локомотивостроения, организации ремонта и эксплуатации тягового подвижного состава [1]. Началась реформа. С 2003 г. все локомотивные депо (ТЧ) разделены на эксплуатационные (ТЧЭ) и ремонтные (ТЧР), с 2012 г. – на сервисные локомотивные депо (СЛД). В 2008 г. на базе десяти локомотиворемонтных заводов создается ОАО «Желдорремаш» (ЖДРМ). В 2010–2011 гг. департамент локомотивного хозяйства (ЦТ) ОАО «РЖД» разделяется на два филиала: Дирекцию тяги (ЦТ) и Дирекцию по ремонту тягового подвижного состава (ЦТР).

В локомотивном хозяйстве начинает внедряться их сервисное обслуживание [2, 3], в том числе по контракту жизненного цикла (КЖЦ) [4] по аналогии с ведущими мировыми локомотивостроительными компаниями: Siemens Transportation Systems (Siemens Mobility), Alstom Transport, General Electric Transportation, Bombardier Transportation, [5, 6]. КЖЦ предполагает не только поставку, но и техническое обслуживание на этапе эксплуатации жизненного цикла локомотивов.

В 2010 г. в рамках взаимодействия ОАО «РЖД» с группой компаний «Трансмашхол-

динг» (ТМХ), который объединил «Новочеркасский электровозостроительный завод (НЭВЗ), Брянский машиностроительный завод (БМЗ), Коломенский завод (КЗ), Луганский тепловозостроительный завод (ЛТЗ) и т. д., создается компания «ТМХ-Сервис» (с 2017 г. – «ЛокоТех-Сервис») для сервисного обслуживания локомотивов производства ТМХ (2/3/4ЭС5К, 2/3ЭС4К, ЭП1в/и, 2/3ТЭ25в/и, ТЭМ18в/и, ТЭП70в/и и др.), включая ранее выпущенные, но снятые с производства серии (ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80, ВЛ85, М62в/и), что было вызвано техническими и технологическими особенностями локомотивных депо. В 2011 г. холдинг «Синара-Транспортные машины» (СТМ), выпускающий локомотивы серий 2/3ЭС6 и 2ЭС10 (с 2010 г. – «Уральские локомотивы»), создает компанию «СТМ-Сервис». Начинается новый этап развития ТОиР отечественных локомотивов.

Эксперименты по сервисному ТОиР локомотивов проводятся в десяти пилотных депо с 2012 г. Принципиальное событие происходит в 2014 г. с передачей на полный сервис в течение 40 лет эксплуатации локомотивов ОАО «РЖД» в компании «ТМХ-Сервис» и «СТМ-Сервис» [2, 3]. Опыт сервисного обслуживания позволил в дальнейшем перейти на КЖЦ [4], являющийся мировым трендом при поставке сложной техники.

Целью статьи является дальнейшее развитие сервисных форм технического обслуживания и ремонта локомотивов на основании критического анализа опыта первых десяти лет ра-

боты. Необходимо исправить допущенные ошибки и развивать преимущества перспективной формы хозяйствования.

Принципы сервисного технического обслуживания и ремонта

До сервисного обслуживания ТООР локомотивов имел бюджетный принцип организации: дирекция по ремонту ежегодно и ежеквартально защищала бюджет. Была заинтересованность в увеличении бюджета. Однако имело место необоснованное секвестрование затрат: для формального повышения производительности труда сокращался объем планового ТООР до 10 % в год. С переходом на сервисные ТООР меняется технико-экономический статус локомотиворемонтного комплекса [7].

Согласно договорам на сервисное обслуживание нет непосредственной оплаты выполненных ТООР: оплачивается полезный пробег локомотивов. Доход сервисных компаний определяется по установленным в договорах тарифам (отдельно для каждой серии и каждого полигона) полезного пробега локомотивов в процессе тяги поездов. В результате нет заинтересованности в искусственном завышении бюджета ТООР. Создаются предпосылки для научно-практического обоснования системы ТООР, системы материально-технического обеспечения, повышения надежности локомотивов, сокращения простоя на планово-предупредительном и неплановом ТООР. Одновременно появилась потребность в соблюдении режимов эксплуатации.

В мировой практике заключения договоров на сервисное обслуживание общепринято обговаривать требования к уровню сервиса SLA (Service Level Agreement). В договорах на сервисные ТООР локомотивов главным показателем SLA является коэффициент технической готовности (КТГ) (коэффициент готовности к эксплуатации, КГЭ). Эти коэффициенты с небольшими различиями рассчитываются как отношение полезного времени эксплуатации локомотива к общему [8].

В договорах сервисного обслуживания [2–4] для определенной серии каждого полигона установлен допустимый минимальный уровень КГЭ, который изначально соответствовал достигнутому уровню до начала сервисных ТООР. Для вновь выпускаемых локомотивов уровень КГЭ соответствует установленному в техниче-

ских условиях (ТУ) и обычно равен 0,95. При этом оговаривается минимальный среднесуточный пробег локомотива, что существенно влияет на себестоимость ТООР, а также защищает сервисные компании от «пересодержания» парка на текущий объем перевозок.

При снижении уровня КГЭ ниже установленного в договоре, на тариф (руб./км) вводится понижающий коэффициент как отношение фактического КГЭ к установленному, что приводит к появлению недополученной выручки у сервисной компании. Таким образом, установлен интегрированный показатель качества ТООР, который легко рассчитывается по достаточно прозрачной формуле и приводит к прямым потерям сервиса. При этом единственным неочевидным моментом остается порядок отнесения вины за неплановый ремонт (НР) с неплановым заходом локомотива в депо, что существенно влияет на уровень КГЭ. Это обстоятельство стало решающим для развития в сервисных компаниях систем мониторинга эксплуатации и технического состояния тягового подвижного состава [9, 10]. Следует еще раз отметить, что выручка сервисных компаний практически не зависит от них, так как полезный пробег локомотивов определяется объемом перевозок, числом пар поездов (кстати, не зависит и от массы поезда, что делает сервис «противником» тяжеловесного движения). Поэтому увеличение доходности сервисных компаний возможно путем исключения недополученной выручки и снижения себестоимости ТООР за счет научно-технического развития хозяйства, снижения времени простоя на плановых и неплановых ТООР, повышения производительности труда посредством внедрения новых технических средств, систем диагностирования, оптимального материально-технического снабжения, оптимизации структуры и периодичности ТООР [11–13].

В результате перехода на сервисные ТООР появилась объективная потребность перехода от экстенсивных методов управления к интенсивным с применением передовых методов хозяйствования.

Контракт жизненного цикла

Как было отмечено ранее, первые договоры сервисного обслуживания [2, 3] были со временем заменены на КЖЦ [4], что является мировым трендом при продаже сложной техни-

ки (Life Cycle Contract). В России есть Федеральный закон «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ, определяющий порядок заключения КЖЦ на срок свыше 20 лет.

КЖЦ локомотивов [4] ТМХ и СТМ имеют большую преемственность с первыми договорами [2, 3]. Остался неизменным принцип оплаты за полезный пробег магистральных локомотивов (за часы работы для маневровых), система SLA также осталась прежней, но ужесточились требования к качеству. Например, уровень КГЭ установлен согласно требованиям ТУ (0,95), а не как ранее – достигнутый в эксплуатации. Дополнительно замена выработавшего свой ресурс линейного оборудования включена в стоимость КЖЦ.

Работа локомотивостроительных компаний с ОАО «РЖД» по КЖЦ – принципиально новая форма работы, подобного опыта ни у кого не было. При очевидной перспективности требуется разработка научно обоснованных взаимовыгодных принципов формирования SLA, развития самой системы ТОиР [14–18].

Изначальные проблемы сервисного технического обслуживания и ремонта

Реформа локомотивного хозяйства столкнулась с рядом проблем этапа становления сервиса [19]. Первыми возникли проблемы с разделением территории депо, инфраструктура которых (отопление, водоснабжение, санузлы, зоны отдыха и др.) не была рассчитана на двух и более хозяйствующих субъектов. Разделение капитальных строений продолжается в основном за счет нового строительства помещений как для эксплуатации, так и для ТОиР. Таким образом, первая проблема переходного периода решается.

Вторая возникшая проблема – отсутствие юридического опыта работы согласно договорам, неумение взаимодействовать между собой двух юридических лиц по строго установленным в договорах правилам, включая SLA. Бесконечные совещания и внесение по ходу новых «правил игры» и сейчас имеют место, как и решение местных задач за счет сервисных компаний, «защита мундира», необоснованное отнесение ответственности за отказы на сервис. Формализация взаимоотношений заказчика и исполнителя еще продолжается.

Отдельной проблемой стало изначальное

восстановление технического состояния локомотивов до полностью работоспособного, восстановление комплектности локомотивов, реализация «второстепенных» функций, включая электрическое торможение (реостатное и рекуперативное), ослабление поля тяговых электродвигателей на высоких скоростях и др. В настоящее время этот переходный процесс в целом завершен.

Имел место существенный перепробег локомотивов, причем как по текущим ТОиР (ТО-2, ТО-3, ТР-1), так и по «тяжелым» видам ремонта (ТР-2, ТР-3). Перепробег существенно снижает надежность локомотива и недопустим при сервисной форме ТОиР с разнесением финансовой ответственности за повышение себестоимости ремонта, снижение КГЭ. Несмотря на решение этой проблемы, предпринимаются попытки без должного обоснования увеличить межремонтные пробеги, что особенно рискованно для старых серий.

Возникла проблема и с функциями машиниста. Было принято решение, что машинист при переходе на сервис не отвечает за исправность локомотива. Но отказ локомотива из-за неумения машинистом собрать аварийную схему и других элементарных ситуаций потребовало частично вернуть функции машиниста по восстановлению работоспособности локомотива. Найти компромисс в обязанностях машиниста ремонтировать локомотив еще предстоит. Тем более возникли проблемы при переводе машинистов пассажирских локомотивов в статус «операторов». Важную роль здесь должны сыграть системы поддержки принятия решений: телефонная связь со службой поддержки, online-системы на базе бортового компьютера.

Важная проблема – нарушения режимов эксплуатации локомотивов (НРЭ). С начала сервисного обслуживания было обращено внимание на использование диагностических данных бортовых микропроцессорных систем управления (МСУ), которыми оснащаются все современные локомотивы: МСУД и МПСУ производства АО «Локомотивные электронные системы» (ЛЭС) (г. Новочеркасск) на электровозах, МСУ-ТП и МСУ-ТЭ производства Всероссийского научно-исследовательского и конструкторско-технологического института подвижного состава (ВНИКТИ) (г. Коломна) на тепловозах. Имелись МСУ и на «старых» сериях локомотивов: системы автоведения УСАВП

производства ООО «АВП Технология», системы учета топлива АПК Борт производства Научно-исследовательского института технологий, контроля и диагностики железнодорожного транспорта (г. Омск) [13]. На модернизированных электровозах серии ВЛ80Р использовались данные МСУЭ производства Дорожного центра внедрения Красноярской железной дороги. Данные МСУ считывались с бортовых накопителей информации с помощью переносных flash-накопителей информации для дальнейшего ввода в компьютер. Для их расшифровки использовались программы изготовителей МСУ. По мере накопления опыта была заказана доработка программного обеспечения алгоритмами автоматического поиска НРЭ. Параллельно для организации ТОиР по техническому состоянию автоматизировался поиск предотказных состояний и отказов. Позже было разработано техническое задание на единую информационную систему, автоматизированное рабочее место, получившее название «Умный локомотив» (АРМ УЛ), являющееся основной системой расшифровки данных бортовых МСУ в «ЛокоТех».

Востребованность использования данных МСУ (изначально для поиска НРЭ) оказалась настолько значимой, что в сервисных локомотивных депо сверх установленного штата были созданы группы диагностики из трех человек, в задачи которых входило считывание данных с МСУ локомотивов при их заходе в депо, ввод в компьютер, расшифровка и учет результатов диагностирования. Для учета НРЭ была разработана Единая система мониторинга эксплуатации локомотивов (ЕСМТ), которая и сейчас является основной в «ЛокоТех» при работе с НРЭ.

Далее были выполнены научно-исследовательские работы по алгоритмической защите локомотивов от НРЭ через доработку программного обеспечения. Эксперименты были выполнены совместно с ЛЭС, ВНИКТИ, АВП «Технология» и ДЦВ Красноярской железной дороги. Доработка программного обеспечения – самый быстрый и дешевый способ защиты локомотивов от НРЭ. Эксперименты были выполнены на МСУЭ ВЛ80Р, МСУД ЭС5К, МСУ-ТЭ, ТЭП70БС и др. Результат оказался очень эффективным. На электровозах серии «Ермак» (2ЭС5К, 3ЭС5К, 4ЭС5К) удалось практически полностью исключить отказ типа «круговой огонь по коллатору» за счет защиты от возможного превы-

шения напряжения на тяговых электродвигателях свыше 1 000 В. Но алгоритмические защиты от НРЭ имели и обратную сторону: машинисты стали называть локомотив с защитами «ленивым». У заводов-изготовителей появился риск претензий со стороны заказчика по тяговым характеристикам локомотива, от некоторых правильных защит отказались по конъюнктурным соображениям. Интересен опыт эксплуатации тепловозов серии 2ТЭ116УД в депо Иваново с дизелями производства General Electric: их МСУ в принципе не позволяют нарушить режимы эксплуатации.

Мониторинг НРЭ по данным МСУ и с использованием ЕСМТ показал, что эксплуатация тяжеловесных поездов практически не обходится без нарушений: нарушение скоростного режима при тяге на руководящем подъеме, применение вспомогательного тормоза для борьбы с боксованием, длительная езда с пятиминутным током – эти и ряд других НРЭ были массовыми. Были и другие НРЭ: длительная работа дизеля на холостом ходу, отсутствие продувки воздушных магистралей, запуск дизель-генераторной установки без прокачки масла, что существенно снижало надежность. В результате совместно с сервисными компаниями и дирекцией тяги разработан классификатор НРЭ с указанием возможных последующих отказов [20], определен порядок расследования. Постепенно ситуация исправлялась, хотя проблемы остались. И сейчас тяжеловесные поезда на Восточном полигоне водятся с НРЭ.

В сервисных договорах [2–4] прописана обязанность сервиса соблюдать технологию ТОиР, но до передачи ТЧР в СЛД происходило уменьшение штата, сокращение материально-технического обеспечения, частичное исключение ремонтных работ, что снижало издержки, но ухудшало надежность. Передаваемый сервису объем ТОиР отличается от установленных в руководствах по эксплуатации и ремонту локомотивов. В результате в стоимость одного километра пробега локомотива не заложены все предусмотренные работы. Научно обоснованной системы ТОиР в настоящее время нет.

При заключении первых сервисных договоров [2, 3] из-за финансовой невозможности реализации «правильной» технологии ТОиР были рассчитаны текущая себестоимость ТОиР, уровень SLA, среднесуточный пробег и др. В результате определена стоимость договора. Это был компромиссный подход, но потом в себе-

стоимость новых локомотивов не попали «тяжелые» ремонты ТР-2 и ТР-3. Необходимо научное обоснование технологии ТОиР.

Возникли проблемы с системой учета надежности технических средств ОАО «РЖД» «КАС АНТ», в которой установлены категории отказов по степени отрицательного влияния на перевозочных процесс. Но одни и те же отказы и неисправности могут приводить к различным последствиям. Частичная потеря тяговых свойств локомотива (например, из-за отказа одного тягового электродвигателя, одного выпрямительно-инверторного преобразователя) может привести к остановке тяжеловесного поезда на руководящем подъеме, просто к задержке поезда, а может пройти незамеченной для перевозочного процесса. Последствия отказа (категория) не может быть спрогнозирована изготовителем оборудования и локомотива в целом без знания особенностей полигона эксплуатации. Надежность может быть описана в показателях, предусмотренных национальными стандартами серии ГОСТ 27.

Кроме описанной проблемы с категориями отказов системы «КАС АНТ» возникли и проблемы с большой субъективностью отнесения поездным диспетчером вины, в том числе и по задержкам поездов, следующих за отказавшим.

Основные достоинства сервисного технического обслуживания и ремонта

В Российской национальной философской школе уделяется большое внимание наличию диалектических пар, единству и борьбе противоположностей как основы развития. В настоящее время чаще говорят о конкурентной среде, наличии баланса интересов. Внедряемая система сервисного обслуживания как раз соответствует этим требованиям развития.

ОАО «РЖД» заинтересовано в максимальном объеме перевозок, достигаемых в том числе за счет интенсивной эксплуатации парка локомотивов, вождения тяжеловесных поездов с максимально возможной скоростью, минимальной потерей времени на ТОиР локомотивов. Сервисные компании со своей стороны не заинтересованы в тяжеловесных поездах, так как они создают риск недопустимой загрузки локомотива. Также со стороны сервиса предъявляются требования к развитию инфраструктуры депо (новые пути, оптимизация маршрутов, удлинение канав цехов до длины современных локомо-

тивов), обновлению станкового парка, которые находятся на балансе ОАО «РЖД».

Со стороны ОАО «РЖД» постоянно предпринимаются попытки увеличить межремонтные пробеги, что безусловно повышает эффективность эксплуатации локомотивов [15]. Все новые серии локомотивов имеют увеличенный межремонтный пробег. Но к решению этой задачи следует подходить крайне осторожно, учитывать требования к ТОиР производителей оборудования. К сожалению, научно обоснованный подход к решению этой задачи не всегда имеет место на практике. Наличие независимого сервиса способствует решению этой задачи, в том числе через создание автоматизированных систем мониторинга технического состояния локомотивов.

Современные локомотивы имеют МСУ, автоматически управляющую тяговым приводом согласно заданиям машиниста и информации с датчиков тока, напряжения, частоты вращения, скорости, давления, температуры и др. МСУ не только существенно повысили тяговые характеристики подвижного состава, но и создали предпосылки для реализации бортовой системы технического диагностирования. Поэтому сервис с момента появления сразу стал использовать данные МСУ для мониторинга технического состояния оборудования [8, 12, 13, 21]. Одновременно удалось создать объективную систему контроля режимов эксплуатации локомотивов. После достаточно продолжительного процесса накопления опыта диагностирования по данным МСУ в ОАО «РЖД» был утвержден Классификатор НРЭ с указанием возможных последующих отказов [20].

При сервисных ТОиР, согласно КЖЦ, непосредственным участником процесса становятся заводы-изготовители как локомотивов, так и отдельных видов оборудования. Раньше интерес НЭВЗ, БМЗ, КЗ, «Уральские локомотивы» ограничивался гарантийным периодом, теперь приходится отслеживать весь этап эксплуатации жизненного цикла, вносить изменения в конструкции, повышать качество производства. Исторически в Министерстве путей сообщения СССР компетенция ТОиР находилась в проектно-конструкторском бюро локомотивного хозяйства (ПКБ ЦТ). С появлением КЖЦ такая компетенция стала развиваться и на заводах, что очень важно для развития локомотивостроения в целом.

Системные проблемы сервисной формы технического обслуживания и ремонта

Переход на сервисное обслуживание при всей своей обоснованности и перспективности создал и системную проблему. Отказ от бюджетной системы оплаты ТОиР, переход на оплату за полезный пробег локомотивов, невозможность увеличить выручку более чем предусмотрено перевозочным процессом, привели к принципиальному желанию сервисных компаний увеличить свою прибыль за счет экономии затрат на ТОиР.

В 60-е гг. XX в. производство автомобилей в США стало не выдерживать конкуренции с автомобилями Японии. Были выполнены аналитические исследования, выявлены и устранены существенные недостатки системы менеджмента качества с использованием методов Toyota Production System, Lean Production, Total Quality Management. Стали активно внедряться статистические методы управления предприятием, предложенные Э. Демингом в его теории вариабельности предприятий. Но главной проблемой была признана ориентация предпринимателей на получение прибыли, а не на выполнение миссии. Востребованность миссии и качество ее реализации, в конечном счете, оценивается все той же прибылью, но прибыль при этом вторична. Первыми это поняли предприниматели Японии, потом США и Европы. Отечественным сервисным компаниям еще предстоит это понять. Уход из ТОиР высококвалифицированных кадров, несоблюдение технологии ТОиР, потеря компетенций, старение парка оборудования – все это станет неизбежным, если сервисные компании не будут во главу угла ставить свою миссию – обеспечение надежности локомотивов.

Системной проблемой следует считать и отсутствие у сервиса собственных зданий и сооружений, станков и технологического оборудования, которые сейчас принадлежат ОАО «РЖД». Наличие контроля материальной базы локомотивного хозяйства, согласно законодательству РФ, одновременно, к сожалению, не способствует заинтересованности сервиса в развитии, во вложении средств в перспективное оборудование, ремонт и модернизацию производства, в строительство зданий и сооружений. Требуется существенного развития путевая инфраструктура депо, которая не отвечает современным требованиям поточного производства.

Сервис не может вкладываться в развитие депо, а у локомотивного хозяйства часто нет в этом заинтересованности.

В качестве системной проблемы следует отметить традиционную отечественную проблему бюрократии: любые решения рассматриваются крайне медленно и не квалифицированно. Прогресс в развитии сервиса крайне затруднен.

Предиктивные техническое обслуживание и ремонт локомотивов

Ранее уже было сказано, что данные бортовых МСУ с самого начала сервисного обслуживания стали использоваться для борьбы с НРЭ [22, 23]. Вторым этапом стало использование данных МСУ для планирования дополнительного объема ремонта при заходе локомотива в депо.

Для автоматизации управления СЛД в «ЛокоТех» была внедрена ERP-система на базе пакета программ 1С УПП (сейчас планируется переход на 1С ERP), в которой решались задачи информатизации работы бухгалтерии, экономистов, склада и других вспомогательных подразделений. Именно на базе этой системы в «ЛокоТех» в 2015–2019 гг. была создана уникальная автоматизированная система управления ТОиР АСУ «Сетевой график» (АСУ СГ), а позже и автоматизированная система управления надежностью локомотивов (АСУНТ).

АСУ СГ включает в себя два крупных модуля. Первый – «Диагностическая карта» – является аналогом бумажного журнала формы ТУ-28, в котором регистрируются все замечания по техническому состоянию локомотива. Первоначально это были только бортовой рукописный журнал формы ТУ-152 и результаты приемки локомотива на ремонт. Позже добавились замечания мастера, возникающие в процессе самого ТОиР. Но благодаря наличию диагностических данных бортовых МСУ и системы АРМ УЛ стало возможным в качестве главного источника информации сделать электронные данные о техническом состоянии локомотива. Для этого была создана автоматизированная (после подтверждения диагностом) передача замечаний по техническому состоянию из АРМ УЛ в диагностическую карту АСУ СГ. В настоящее время решается задача отказа от flash-накопителей и передачи данных МСУ в АРМ УЛ по радиоканалу с локомотива в режиме online.

Второй модуль АСУ СГ – это АРМ Мастера. Назначение нарядов слесарям на выполнение работ со сдельной системой оплаты труда, что принципиально важно для обеспечения достоверности данных в системе: слесарь, заинтересованный в получении зарплаты, отслеживает ввод с терминала всей информации о выполненной работе. Назначение цикловых планово-предупредительных работ происходит автоматизировано с использованием заранее подготовленных шаблонов работ: «ТР-1», «ТР-2» и др. А вот назначение дополнительных сверхцикловых работ возможно только по замечаниям, зафиксированным в диагностической карте. Получение материалов на складе возможно только по выписанным нарядам.

После отметки слесарем на терминале выполнения работы, мастер производит приемку работы и отмечает ее выполнение. В конце смены объем работы подтверждается руководством депо, после чего информация поступает в отдел труда и заработной платы (ОТиЗ), где происходит окончательная проверка. Начисление зарплаты происходит практически автоматически с использованием модуля ЗИУП 1С. Именно сквозная цепочка управления складом и зарплатой делает информацию АСУ СГ высоко достоверной.

Описанная технология организации АСУ ТОиР (АСУ СГ) позволила фактически перейти на ремонт с учетом реального технического состояния оборудования локомотивов, т. е. на предиктивный ремонт. Важно отметить, что при этом объем ремонта только увеличивается, так как нельзя отказаться от планово-предупредительных работ, предусмотренных в руководствах по эксплуатации и ремонту, а также в ТУ на оборудование. Затраты при этом возрастают. Эффект достигается при устранении неисправностей на этапе предотказного состояния за счет исключения более дорогостоящих отказов. Основной эффект сервисные компании получают от снижения недополученной выручки из-за низкого КГЭ.

Стоимость сверхцикловых работ (эксплуатация при наличии НРЭ, заводами-изготовителями и ремонтными заводами, а также за самим сервисом) возлагается на виновную сторону.

Создание АСУ ТОиР на уровне сервисных депо наряду с решением задачи повышения качества ТОиР позволило создать надстройку –

АСУНТ, функционирующую уже на уровне всего ТМХ. В АСУНТ регистрируются все отказы, приведшие к неплановому заходу локомотива в депо или появлению сверхцикловых работ. По каждому случаю производится первичное расследование с определением проблемы, к которой относится этот отказ. Проблема регистрируется отдельно: по мере накопления отнесенных к ней отказов принимается решение о старте устранения проблемы. Определяется коренная причина группы отказов, разрабатывается техническое решение для ее устранения, формируется дорожная карта с указанием сроков, затрат и источников финансирования. После утверждения дорожной карты запускается процесс устранения проблемы.

Заключение

Научно обоснованные подходы всегда имели место при развитии железнодорожного транспорта. Одно из перспективных направлений – цифровая трансформация, внедрение АСУ [24]. Инкапсуляция математических вероятностно-статистических методов в работу локомотивных депо стало уже классическим [22]. Однако надо продолжать технологическое развитие сервисных форм хозяйствования.

Необходимо совершенствовать систему ТОиР: развивать SLA, уточнять алгоритмы расчета показателей надежности, формализовывать разнесение ответственности за отказы. Нужно учитывать неготовность депо к современным формам ТОиР, приводящим к объективным потерям. Особого рассмотрения требует система материально-технического снабжения, в том числе с позиций теории очередей и массового обслуживания. Требуется сменить путевое хозяйство депо для реализации поточных технологий в удлиненных под размер современных локомотивов цехах. Сервисное обслуживание предоставляет локомотиворемонтному комплексу системные преимущества, но имеет и недостатки. Останутся объективные и субъективные противоречия между заказчиком ТОиР и его исполнителем.

Представляется целесообразным в качестве дальнейшего развития перейти от предоставления сервисных услуг ТОиР к предоставлению услуг тяги, когда у железных дорог есть возможность альтернативного выбора услуг тяги как минимум у двух компаний.

Компании, которые будут предоставлять услуги тяги, указывают условия, на которых

они работают (SLA). Это не только цена одного километра тяги, это длительность пробега без ТОиР, допустимая масса поезда, обязательства по надежности (риск отказа), гарантированная участковая скорость. Возможны и экологические показатели, например, степень искажения напряжения в контактной сети, уровень шума, радиопомехи и др.

При формировании состава компаний-оператором у нее должно быть преимущественное право выбора вида тяги, в том числе возможность использования собственных локомотивов.

При переходе на предоставление услуг тяги решается ряд проблем, формализуются взаимоотношения процесса управления пере-

возками и тяги.

При переходе на предоставление услуг тяги станут обоснованными весовые нормы. Локомотивное хозяйство будет в руках профессионалов с минимизацией числа чиновников. Но есть риск обеспечения безопасности движения поездов, безопасности транспортной системы страны в целом. Поэтому следует учесть опыт авиоперевозок, когда аэропорты, диспетчерская служба и сами самолеты принадлежат разным юридическим лицам, а требования безопасности полетов исполняются неукоснительно.

Таким образом, переход на сервисную форму ТОиР локомотивов следует считать правильным и имеющим перспективы дальнейшего развития.

Список литературы

1. Лакин И.И., Раздобаров А.В. Опыт сервисного обслуживания локомотивов: итоги первого десятилетия // Локомотив. 2022. № 11. С. 4–7.
2. Договор между ОАО «РЖД» и СТМ-Сервис (№ 284) на сервисное обслуживание локомотивов от 30.04.2014. М., 2014. 8 с.
3. Договор между ОАО «РЖД» и ТМХ-Сервис (№ 285) на сервисное обслуживание локомотивов от 30.04.2014. М., 2014. 7 с.
4. Договор на поставку локомотивов ОАО «РЖД» и ЗАО «Рослокомотив» с обязательством обеспечения их сервисного обслуживания в период жизненного цикла № 2833180 от 29.03.2018.
5. Apparatus and Method for Performance and Fault Analysis : US patent / E.H. Hedlund, N.E. Roddy, D.R. Gibson et al. Publication number WO/2001/031450 ; publication date : May 3, 2001. // WIPO IP Portal : site URL: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2001031450> (Accessed January 25, 2021).
6. Train Maintenance // The Railway Technical Website : site. URL: <http://www.railway-technical.com/trains/train-maintenance/> (Дата обращения: 25.01.2021).
7. Аболмасов А.А. Управление техническим состоянием тягового подвижного состава в условиях сервисного обслуживания : дис. ... канд. техн. наук. М., 2017. 180 с.
8. Лакин И.И. Мониторинг технического состояния локомотивов по данным бортовых аппаратно-программных комплексов : дис. ... канд. техн. наук. М., 2016. 195 с.
9. Аболмасов А.А., Мельников В.А., Лакин И.И. Мониторинг и диагностирование технического состояния локомотивов. Berlin : LAP Lambert Academic Publishing AG & CO.KG, 2014. 136 с.
10. Лакин И.К. Разработка теории и программно-технических средств комплексной автоматизированной справочно-информационной и управляющей системы локомотивного депо : дис. ... д-ра техн. наук. М., 1997. 377 с.
11. Семенов А.П., Лакин И.К. Исследование эффективности эксплуатации локомотивов // Известия Транссиба. 2018. № 4 (36). С. 41–53.
12. Бочаров В.М., Кузнецов С.М. Использование информации АПК «Борт» для изменения периодичности технического обслуживания (ТО-3) и текущего ремонта маневровых тепловозов // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава : тр. всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием. Омск, 2011. С. 227–233.
13. Мониторинг технического состояния и режимов эксплуатации локомотивов. Теория и практика / К.В. Липа, А.А. Белинский, В.Н. Пустовой и др. М. : Локомотивные Технологии, 2015. 212 с.
14. Буйносов А.П., Панов К.В. Имитационное моделирование процесса технических обслуживаний и текущих ремонтов электровозов в сервисном локомотивном депо // Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 12. С. 177–180.
15. Горский А.В., Воробьев А.А., Скребков А.В. Использование эксплуатационных показателей надежности для оптимизации межремонтных пробегов электровозов на полигоне Челябинск – Рыбное // Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов : материалы первой междунар. науч.-практ. конф. М., 2014. С. 144–152.
16. Горский А.В., Воробьев А.А. Надежность электроподвижного состава. М. : Маршрут, 2005. 303 с.
17. Статистический анализ повреждений тягового подвижного состава на примере железных дорог Сибирского региона / А.И. Орленко, М.Н. Петров, О.А. Терегулов и др. Красноярск : КрИЖТ, 2014. 128 с.
18. Орленко А.И., Петров М.Н., Терегулов О.А. Комплексная диагностика тягового двигателя электровоза. Красноярск : Полицом, 2016. 218 с.
19. Головаш А.Н. Проблемы и решения сервисного обслуживания локомотивов // Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов : тр. первой междунар. науч.-практ. конф. М., 2014. С. 141–143.
20. Порядок оценки качества эксплуатации и ремонта локомотивов, предполагающий взаимный контроль и повышение

прозрачности отнесения виновности за допущенные отказы : распоряжение № ЦТ-47/р от 01.03.2016. М. : ОАО РЖД, 2016.

21. Семченко В.В., Мальцев Е.А., Раздобаров А.В. Опыт внедрения системы мониторинга технического состояния и режимов работы электровозов // Эксплуатация и обслуживание электронного и микропроцессорного оборудования тягового подвижного состава : труды Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Красноярск, 2020. С. 327–332.

22. Стрельников В.Т., Исаев И.П. Комплексное управление качеством технического обслуживания и ремонта электровозов. М. : Транспорт, 1980. 207 с.

23. Семченко В.В., Лакин И.К., Мальцев Е.А. Включение алгоритмических защит в программное обеспечение МСУ электровозов // Эксплуатация и обслуживание электронного и микропроцессорного оборудования тягового подвижного состава : тр. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Красноярск, 2020. С. 318–326.

24. Петров А.П. Комплексная автоматизированная система управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ). М. : Транспорт, 1977. 599 с.

References

1. Lakin I.I., Razdobarov A.V. Opyt servisnogo obsluzhivaniya lokomotivov: itogi pervogo desyatiletiya [Experience of locomotive maintenance: results of the first decade]. *Lokomotiv* [Locomotive], 2022, no. 11, pp. 4–7.

2. Dogovor mezhdu ОАО «RZhD» i STM-Servis No 284 ot 30.04.2014 na servisnoe obsluzhivanie lokomotivov [Contracts of JSC «Russian Railways» with STM-Service No 284 dated April 30, 2014 for service of locomotives]. Moscow, 2014. 8 p.

3. Dogovor mezhdu ОАО «RZhD» i TMKh-Servis No 285 ot 30.04.2014 na servisnoe obsluzhivanie lokomotivov [Contracts of JSC «Russian Railways» with TMH-service No 285 dated April 30, 2014 for service of locomotives]. Moscow, 2014. 7 p.

4. Dogovor na postavku lokomotivov ОАО «RZhD» i ZAO «Roslokomotiv» s obyazatel'stvom obespecheniya ikh servisnogo obsluzhivaniya v period zhiznennogo tsikla № 2833180 ot 29.03.2018. [Contract for the supply of locomotives by Russian Railways and Roslokomotiv with an obligation to provide service during the life cycle No 2833180 dated March 29, 2018].

5. Hedlund E.H., Roddy N.E., Gibson D.R., Bliley R.G., Pander J.E., Puri A., O'Camb T.E., Lovelace J.H., II, Loncher S., Piero M.J. US Patent WO/2001/031450, May 3, 2001. Available at: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2001031450> (Accessed January 25, 2021).

6. Train Maintenance // The Railway Technical Website. URL: <http://www.railway-technical.com/trains/train-maintenance/> (accessed January 25, 2021).

7. Abolmasov A.A. Upravlenie tekhnicheskim sostoyaniem tyagovogo podvizhnogo sostava v usloviyakh servisnogo obsluzhivaniya [Technical state management of the traction rolling stock in the conditions of service maintenance]. Ph.D.'s thesis. Moscow: MIIT, 2017. 180 p.

8. Lakin I.I. Monitoring tekhnicheskogo sostoyaniya lokomotivov po dannym bortovykh apparatno-programmnykh kompleksov [Monitoring of the technical state of locomotives according to on-board hardware-software complexes]. Ph.D.'s thesis. Moscow: MIIT, 2016. 195 p.

9. Abolmasov A.A., Mel'nikov V.A., Lakin I.I. Monitoring i diagnostirovanie tekhnicheskogo sostoyaniya lokomotivov [Monitoring and diagnosing the technical state of locomotives]. Berlin: LAP Lambert Academic Publishing AG & CO.KG, 2014. 136 p.

10. Lakin I.K. Razrabotka teorii i programmno-tekhnicheskikh sredstv kompleksnoi avtomatizirovannoi spravochno-informatsionnoi i upravlyayushchei sistemy lokomotivnogo depo [Development of theory and software and hardware of a complex automated reference and control system of locomotive depot]. Doctor's thesis. Moscow: MIIT, 1997. 377 p.

11. Semenov A.P., Lakin I.K. Issledovanie effektivnosti ekspluatatsii lokomotivov [Research of locomotives operation effectiveness]. *Izveshiya Transsiba* [Bulletins of Transsib], 2018, no. 4 (36), pp. 41–53.

12. Bocharov V.M., Kuznetsov S.M. Ispol'zovanie informatsii APK «Bort» dlya izmeneniya periodichnosti tekhnicheskogo obsluzhivaniya (TO-3) i tekushchego remonta manevrovyykh teplovozov [Using of automated software package «Bort» information to change the frequency of maintenance (TO-3) and current repair of shunting locomotives]. *Trudy vs Rossijskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Tekhnologicheskoe obespechenie remonta i povyshenie dinamicheskikh kachestv zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava»* [Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference with international participation «Technological support of repair and improving the dynamic quality of railway rolling stock»]. Omsk, 2011, pp. 227–233.

13. Lipa K.V., Belinskii A.A., Pustovoi V.N. et al. Monitoring tekhnicheskogo sostoyaniya i rezhimov ekspluatatsii lokomotivov. Teoriya i praktika [Monitoring of technical condition and operating modes of locomotives. Theory and practice]. Moscow: Lokomotivnye Tekhnologii Publ., 2015. 212 p.

14. Buinosov A.P., Panov K.V. Imitatsionnoe modelirovanie protsessa tekhnicheskikh obsluzhivaniy i tekushchikh remontov elektrovozov v servisnom lokomotivnom depo [Simulation modeling of the process of technical maintenance and current repairs of electric locomotives in the service locomotive depot]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ya* [Scientific and Technical Bulletin of the Volga region], 2019, no. 12, pp. 177–180.

15. Gorskii A.V., Vorob'ev A.A., Skrebkov A.V. Ispol'zovanie ekspluatatsionnykh pokazatelei nadezhnosti dlya optimizatsii mezhremontnykh probegov elektrovozov na poligone Chelyabinsk – Rybnoe [Using operational reliability indicators to optimize inter-repair runs of electric locomotives on the Chelyabinsk – Rybnoe range]. *Materialy pervoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Perspektivy razvitiya servisnogo obsluzhivaniya lokomotivov»* [Proceedings of the first international scientific and practical conference «Prospects for the development of locomotive maintenance»]. Moscow, 2014, pp. 144–152.

16. Gorskii A.V., Vorob'ev A.A. Nadezhnost' elektropodvizhnogo sostava [Reliability of electric rolling stock]. Moscow: Marshrut Publ., 2005. 303 p.

17. Orlenko A.I., Petrov M.N., Teregulov O.A., Luk'yanov E.V. Statisticheskii analiz povrezhdenii tyagovogo podvizhnogo sostava na primere zheleznnykh dorog Sibirskogo regiona [Statistical Analysis of Traction Rolling Stock Damages on the Exam-

ple of Siberian Region Railways]. Krasnoyarsk: KRIZhT Publ., 2014. 128 p.

18. Orlenko A.I., Petrov M.N., Teregulov O.A. Kompleksnaya diagnostika tyagovogo dvigatelya elektrovoza [Complex diagnostics of electric locomotive traction engine]. Krasnoyarsk: Polykom Publ., 2016. 218 p.

19. Golovash A.N. Problemy i resheniya servisnogo obsluzhivaniya lokomotivov [Problems and solutions of locomotive service]. *Trudy pervoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Perspektivy razvitiya servisnogo obsluzhivaniya lokomotivov»* [Proceedings of the first international scientific-practical conference «Prospects of development of locomotive service»]. Moscow, 2014, pp. 141–143.

20. Rasporyazhenie no TsT 47/r ot 01.03.2016 «Poryadok otsenki kachestva ekspluatatsii i remonta lokomotivov, predpolagayushchii vzaimnyi kontrol' i povyshenie prozrachnosti otneseniya vinovnosti za dopushchennye otkazy» [Order No CT 47/r dated March 1, 2016 «Procedure for assessing the quality of locomotive operation and repair, involving mutual control and increased transparency in attributing blame for failures»].

21. Semchenko V.V., Maltsev E.A., Razdobarov A.V. Opyt vnedreniya sistemy monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya i rezhimov raboty elektrovozov [Monitoring system experience for the technical condition and operating modes of electric locomotives]. *Trudy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Ekspluatatsiya i obsluzhivanie elektronnoy i mikroprotseornoy oborudovaniya tyagovogo podvizhnogo sostava»* [Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International participation «Operation and maintenance of electronic and microprocessor equipment of traction rolling stock»]. Krasnoyarsk, 2020, pp. 327–332.

22. Strel'nikov V.T., Isaev I.P. Kompleksnoe upravlenie kachestvom tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta elektrovozov [Comprehensive quality control of maintenance and repair of electric locomotives]. Moscow: Transport Publ., 1980. 207 p.

23. Semchenko V.V., Lakin I.K., Mal'tsev E.A. Vkluyuchenie algoritmicheskikh zashchit v programmnoe obespechenie MSU elektrovozov [Algorithmic protections inclusion in the software of the of electric locomotives]. *Trudy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Ekspluatatsiya i obsluzhivanie elektronnoy i mikroprotseornoy oborudovaniya tyagovogo podvizhnogo sostava»* [Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International participation «Operation and maintenance of electronic and microprocessor equipment of traction rolling stock»]. Krasnoyarsk, 2020, pp. 318–326.

24. Petrov A.P. Kompleksnaya avtomatizirovannaya sistema upravleniya zheleznodorozhnym transportom (ASUZhT) [Complex automated system of railway transport control (ASRTC)]. Moscow: Transport Publ., 1977. 599 p.

Информация об авторах

Лакин Игорь Игоревич, кандидат технических наук, ведущий эксперт группы интеграции систем управления, диагностики, безопасности и радиосвязи, Инжиниринговый центр железнодорожного транспорта, г. Москва; e-mail: Lakin16@mail.ru.

Семченко Виктор Васильевич, кандидат технических наук, генеральный директор АО «Дорожный центр внедрения Красноярской железной дороги», г. Красноярск; e-mail: office@dcv.ru.

Раздобаров Алексей Васильевич, старший преподаватель кафедры подвижного состава электрических железных дорог, Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск; e-mail: eps@omgups.ru.

Information about the authors

Igor I. Lakin, Ph.D. in Engineering Science, Leading expert of the Control, Diagnostic, Safety and Radio Communication Systems Integration Group, Railway Engineering Center, Moscow; e-mail: lakin16@mail.ru.

Victor V. Semchenko, Ph.D. in Engineering Science, General Director of JSC «Road Center for the implementation of the Krasnoyarsk Railway», Krasnoyarsk; e-mail: office@dcv.ru.

Alexei V. Razdobarov, Assistant Professor of Department of Rolling Stock of Electric Railways, Omsk State Transport University, Omsk; e-mail: eps@omgups.ru.