

УДК 629.424.1

С.В Мямлин, д.т.н., проф., В. Л. Горобец, д.т.н., главн.н.с., О.Л.Янгулова, к.т.н., доц., Н.А. Бабяк, к.т.н., доц., Е.В. Горобец, маг., асп. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна (Украина), В.Г. Логвинов, маг., ПАТ «Укрзалізниця».

О РАЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ РЕМОНТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА.

В статье обсуждены перспективы внедрения рациональной системы ремонта подвижного состава, а также научно обоснованные принципы построения регламентов их проведения.

У статті обговорено перспективи впровадження раціональної системи ремонту рухомого складу залізниць, а також науково обґрунтовані принципи побудови регламентів їх проведення.

The prospects of introduction of the rational system of repair of rolling stock of railways, and also scientifically reasonable principles of construction of regulations and their realization, are discussed in the article.

В настоящее время на железнодорожном транспорте применяется система планово-предупредительных ремонтов (ППР), регламентируемая соответствующими приказами и положениями (см. например [1,2]). В сочетании с утвержденными Правилами, Инструкциями и Техническими условиями это обеспечивает сложившуюся планово-предупредительную систему ремонта и технического обслуживания подвижного состава железных дорог Украины, а также ряда других стран.

Однако, и это подтверждается многочисленными наблюдениями, после выполнения ремонтов разного уровня, надежность работы подвижного состава зачастую снижается. Это объясняется фундаментальным характером изменения потока отказов. В самом деле, обычное распределение потока отказов в пределах жизненного цикла узлов или устройств выглядит [3] следующим образом (рисунок 1).



Рисунок 1. Типичное распределение потока отказов.

Применительно к подвижному составу, период приработки сложного устройства может быть ассоциирован не только с промежутком времени после его создания, но и ремонта, если это связано с заменой или восстановлением его расходных узлов и деталей. При этом, степень повышения интенсивности отказов не обязательно связана с качеством и номенклатурой сменных узлов, но и с самой процедурой его разборки-сборки устройства.

Попытки перехода к ремонту подвижного состава по его состоянию (РПС) предлагались неоднократно, однако реальный прогресс в этом вопросе достигнут не был. Во-первых, интенсивность потока отказов является случайной величиной, что обуславливает аналогичный характер проведения ремонтных работ, а стало быть, и объем их финансирования, что существенно затрудняет планирование расходов. Во-вторых, качество ремонта узлов и агрегатов разнится в зависимости от того, кто его производит, что влияет на показатели надежности отремонтированного подвижного состава. В-третьих, и это основное, выход из строя единицы подвижного состава в про-

цессе эксплуатации может влиять на безопасность движения поездов, что согласно основополагающим нормативным документам [4] является недопустимым.

Кроме того, уровень обслуживания и ухода разнится для разных типов подвижного состава, что препятствует созданию единой системы РПС.

Данная работа не претендует на установление каких-либо безоговорочных подходов к переходу на систему РПС подвижного состава, здесь намечаются основные направления развития данной идеи.

Можно предложить следующие способы решения данной проблемы:

- прямое увеличение межремонтных сроков вплоть до достижения точки допустимого увеличения интенсивности отказов;
- создание системы ремонта, основанной на анализе и прогнозировании показателей надежности основных узлов и агрегатов подвижного состава;
- разработка системы ремонта, представляющей комбинацию двух вышеприведенных подходов;
- адаптивно-ситуационная система ремонта, которая является самообучающейся и основана на использовании методов адаптивного управления.

Вне зависимости от используемых методов, переход от традиционной системы ремонта к любым инновационным системам обязан быть должным образом подготовлен. В данном случае, парк подвижного состава должен пройти процедуры, обеспечивающие его дальнейшую неубыточную эксплуатацию, а именно:

- проведение комплексной диагностики технического состояния экипажа, основных узлов и элементов подвижного состава;
- выполнение работ по модернизации подвижного состава.

Рассмотрим указанные выше положения более подробно.

Прямое увеличение межремонтных сроков вплоть до достижения точки допустимого увеличения интенсивности отказов представляет собой наиболее близкий традиционному подход к рационализации системы ремонтов.

Преимущества:

- на начальном этапе данных работ такая система остается более или менее преемственной по отношению к существующей ППР;
- не требует дополнительного поэлементного или поузлового исследования показателей надежности или работоспособности подвижного состава.

Недостатки:

- необоснованное увеличение межремонтных побегов (или сроков) может вызвать обвальную потерю работоспособности парка подвижного состава, увеличение количества unplanned ремонтов и крах отрасли;
- подобный подход не является полностью рациональным ввиду использования межремонтного ресурса подвижного состава в среднем.

В рамках данной работы, для его реализации предполагается использование математического аппарата, основанного на комбинировании методов математической статистики и теории функций, применяемых совместно с соответствующими численными методами анализа.

Система ремонтов РПС, основанная на анализе и прогнозировании показателей надежности основных узлов и агрегатов подвижного состава может быть использована при построении инновационной системы ремонта путем оценки статистической информации относительно надежности основных узлов и агрегатов подвижного состава. При этом, на каждой из дорог выбираются единицы подвижного состава (пилотные единицы), которым директивно увеличиваются межремонтные пробеги, с целью оценки их работоспособности. Строится иерархическая система узлов и агрегатов подвижного состава по критериям их важности для безопасности движения, работоспособности единицы подвижного состава в целом и показателям их надежности. По результатам эксплуатации данных единиц назначаются объемы и сроки проведения ремонтных работ для всего парка подвижного состава данного типа.

Преимущества данного подхода:

- работы не оказывают большого влияния на работоспособность эксплуатационного парка в целом;
- позволяет более точно оценить индивидуальную работоспособность узлов, агрегатов и единиц подвижного состава в целом.

Недостатки:

- требует поэлементного или поузлового исследования показателей надежности или работоспособности подвижного состава;
- могут вызвать отказы пилотных единиц подвижного состава;
- назначенные межремонтные сроки для отдельных узлов и агрегатов будут не кратными, что вызовет необходимость их распределения по разным видам ремонтов с изменением стоимости;
- вызывает необходимость совместной оценки наработки на отказ и необходимых объемов ремонта поэлементно и по узлам.

Для реализации такой системы ремонта используются методы математического аппарата, основанного на комбинировании методов математической статистики, теории надежности и кластерного анализа.

Адаптивно-ситуационная система ремонта, которая является самообучающейся и основана на использовании методов адаптивного управления позволяет на основе реальной эксплуатационной ситуации и фактических ремонтных перепробегов и статистики отказов (например, статистика неплановых ремонтов) подвижного состава определить оптимальные сроки и объемы ремонтных работ.

При реализации данной системы используются методы математической статистики и специальные нефизические модели анализа-прогноза техничного состояния подвижного состава.

Методы используемого математического аппарата сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Использование математических методов при переходе к прогрессивным системам ремонта подвижного состава по состоянию

№ пп	Способ перехода к прогрессивной системе ремонта	Используемый математический аппарат
1	Увеличение межремонтных сроков вплоть до достижения точки допустимого увеличения интенсивности отказов	Методы математической статистики, теории функций, численные методы анализа
2	Создание системы ремонта, основанной на анализе и прогнозировании показателей надежности основных узлов и агрегатов подвижного состава	Методы математической статистики, теории надежности и кластерного анализа.
3	Разработка системы ремонта, представляющей комбинацию двух вышеприведенных подходов	Методы математической статистики, теории функций, численные методы анализа, теории надежности и кластерного анализа
4	Адаптивно-ситуационная система ремонта, которая является самообучающейся и основана на использовании методов адаптивного управления	Методы математической статистики и специальные нефизические модели анализа-прогноза техничного состояния подвижного состава

Информационно – логистическая схема исследований по созданию РПС подвижного состава приведена на рисунке 1.

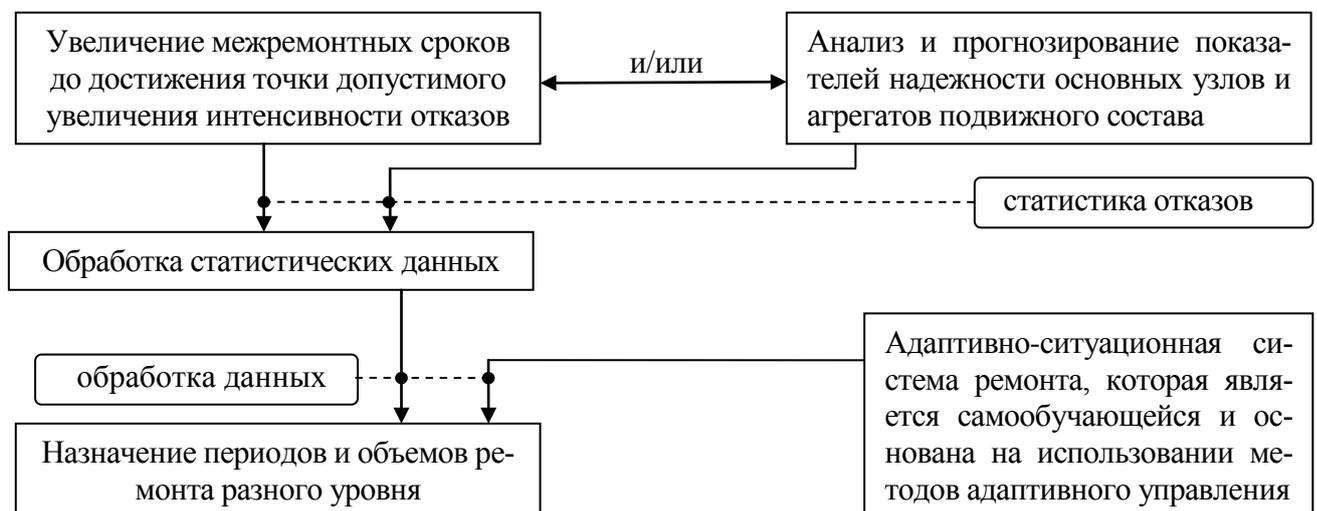


Рисунок 1. Информационно – логистическая схема исследований по созданию РПС подвижного состава.

Общим недостатком всех рассмотренных выше подходов к изменению системы ППР следует считать необходимость учета параметров отказов узлов и элементов подвижного состава, что предполагает их наличие. Однако, теоретическая оценка данных показателей так или иначе базируется на фактических параметрах потоков отказов, поэтому, получая экономию средств на проведение ремонтных работ, следует осознанно допускать отказы оборудования, не критичные с точки зрения безопасности движения.

Скорее всего, наиболее рациональным будет считаться подход, вышеприведенные методы будут применяться совместно, с оценкой эффективности каждого из них.

Приведенные выше соображения могут быть использованы при определении принципов перехода к прогрессивным системам ремонта подвижного состава и определении рациональных систем, сроков и объемов проведения ремонтных работ.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Наказ № 429 - Ц/Од від 15.10.2015 р. Положення про планово – попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового рухомого складу. – К: Укрзалізниця, 2015 р. -23 с.
2. Положение о системе технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов, допущенных в обращение на железнодорожные пути общего пользования в международном сообщении, затв. 47-ю Радою по залізничному транспорту держав-учасників Співдружності, протокол від 22-23 листопада 2007 р., введене в дію наказом Укрзалізниці від 07.12.2007 р. № 573-Ц
3. Половко А. М. Основы теории надежности — М.: Наука, 1964. — 446 с.
4. Правила технічної експлуатації залізниць України. – К: Укрзалізниця, 2003. -133 с.