

## Methodological approach to the strategy of operation, maintenance and repair of locomotives

**M.N. Masharipov<sup>1</sup>, Sh.A. Umrzoqova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract:**

The described approach, in our opinion, most correctly reflects the mechanism of the locomotive operation process itself, and therefore the relationship between these concepts. It is advisable to consider repair and maintenance as components of a broader concept, such as technical operation. Important for the transition to maintenance and repair according to the condition are the issues of the correct interpretation of the terms of the strategy on establishing the relationship between the strategies of operation (use) maintenance and repair of rolling stock. As the analysis has shown, there is still no unity of views on these issues. The proposed methodological approach to solving these issues does not pretend to be complete and complete. However, it can be used by specialists for further active work in this direction.

**Keywords:**

strategy, development of locomotive construction, information, pre-failure condition, plan.

## **Методологический подход к стратегии эксплуатации, технического обслуживания и ремонта локомотивов**

**Машарипов М.Н.<sup>1</sup>, Умрзокова Ш.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация:**

Изложенный подход, на наш взгляд, наиболее правильно отражает сам механизм процесса эксплуатации локомотивов, а следовательно, и соотношение между этими понятиями. Ремонт и техническое обслуживание целесообразно рассматривать как составные части более широкого понятия, такового как техническая эксплуатация. Важное значение для перехода на обслуживание и ремонт по состоянию имеют вопросы правильной трактовки терминов стратегии об установлении взаимосвязи между стратегиями эксплуатации (использование) технического обслуживания и ремонта подвижного состава. Как показал проведенный анализ, из этих вопросов нет еще единства взглядов. Предложен методологический подход к решению этих вопросов не претендует на полноту и завершенность. Однако он может быть использован специалистами для дальнейшей активной работы в данном направлении.

**Ключевые слова:**

стратегия, развитие локомотивостроение, информация, предотказное состояние, план.

термин стратегия в самом общем понимании может быть определен следующим образом.

### **1. Введение**

От своевременного выбора соответствующей стратегии в значительной степени зависит своевременность и правильность выбора необходимой технической политики развития локомотивостроение на многие годы.

Важное значение в методологическом плане имеет вопрос о используемых терминах при решении задач по обслуживанию и ремонту локомотивов. В выполненных исследованиях и специальной литературе по эксплуатации сложных технических объектов последнее время все чаще стал применяться. Стратегия должна отражать прежде всего идеологическую направленность действий и принятую при этом концепцию.

Исходя из этого, применительно к понятию технического обслуживания и ремонта локомотивов,

### **2. Методология**

В целях поддержания работоспособности существующего локомотивного парка “Узбекистан темир йуллари” АО и локомотивного депо “Узбекистан” промежуточный норматив технического обслуживания, текущего и капитального ремонта тепловозов, электровозов и подвижного состава во всех локомотивных депо (табл.-1) [1] и эксплуатационные данные отказы рам тележек и основной рамы кузова электровозов ЗВЛ80с ВЛ80 (рис. 1) [11] анализировались вероятностно.



Таблица 1

**Промежуточный норматив технического обслуживания, текущего и капитального ремонта тепловозов, электровозов и подвижного состава во всех локомотивных депо [1]**

Тип локомотива (тип движения)	Интервал технического обслуживания							
	ТО-2	ТО-3	Текущий ремонт тыс.км/ сут.( месяц)				Капитальный ремонт	
			TP-1	TP-1к	TP-3	TP-4	KP-1	KP-2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Локомотивы, тянувшие грузовые и пассажирские поезда</b>								
3ТЭ10М/2ТЭ10М/ 2ТЕ116 (Пассажирский)	48	17	30 тыс.км	150 тыс. км	300 тыс.км	-	600 тыс.км	1200 тыс.км
3ТЭ10М/2ТЭ10М(Пассажирский и грузовой)	24	17	30 тыс.км	150 тыс. км	300 тыс.км	-	600 тыс.км	1200 тыс.км
2ГЭ10М/ 2ТЕ116 (Пассажирский)	24	17	30 тыс.км	150 тыс. км	300 тыс.км	-	600 тыс.км	1200 тыс.км
2ГЭ10М междугородний/ помощник/ Аренда)	48	30	50 тыс.км	150 тыс. км	300 тыс.км	-	600 тыс.км	1200 тыс.км
ТЭП70БС (Пассажирский)	96	-	50 тыс.км	-	800 тыс.км	-	1600 тыс.км	-
Уз ТЭ16М (2,3,4 секционный грузовой)	48	10 с.км	50 тыс.км		300 с.км	600 с.км	1200 с.км	-
<b>Локомотивы/ электровозы для маневровых работ</b>								
ТЭМ2	7 сут.	25 50	6 мес. 12мес.	-	2,5 год	-	7,5 год 15 год	15 год
ЧМЭ3	7 сут.	25 50	6 мес. 12мес.	-	2,5 год	-	7,5 год 15 год	15 год
ВЛ60к	7 сут.	-	30 сут.	-	24 мес.	400 тыс. км	600 тыс. км 6 год	2100 тыс. км 12 год
<b>Электровозы, тянувшие грузовые и пассажирские поезда</b>								
2ВЛ60к	72	15	30 сут.	60 сут.	24 мес.	400 тыс. км	600 тыс. км 6 год	2100 тыс. км 12 год
3ВЛ60к	72	20	40 сут.	80 сут.	24 мес.	720 тыс. км	800 тыс. км 6 год	2400 тыс. км 12 год
ВЛ60к (Пассажирский)	48	10	20 сут.	40 сут.	24 мес.	400 тыс. км	600 тыс. км 6 год	2100 тыс. км 12 год
ВЛ80с	72	15	30 сут.	30 сут.	24 мес.	720 тыс. км	800 тыс. км 6 год	2400 тыс. км 12 год
Узбекистан (Пассажирский и грузовой)	96	25 тыс. к 3 мес.	100 тыс. к 1 год	400 тыс.км	600 тыс.км	-	2000 тыс.км	3000 тыс.км
Узбекистан-Й (Пассажирский)	96	25 тыс. к 3 мес.	100 тыс. к 1 год	400 тыс.км	800 тыс.км	-	2000 тыс.км	3000 тыс.км
Уз-Эл (Пассажирский и грузовой)	96	25 тыс. к 3 мес.	100 тыс. к 1 год	400 тыс.км	600 тыс.км	-	2000 тыс.км	3000 тыс.км
Уз-ЭлР (Пассажирский и грузовой)	96	25 тыс. к 3 мес.	100 тыс. к 1 год	400 тыс.км	600 тыс.км	-	2000 тыс.км	3000 тыс.км
3ЭС5К (грузовой)	240	-	50 тыс. км 6 мес.	250 тыс.км	500 тыс.км	-	1000 тыс.км	3000 тыс.км



2Уз-ЭлР	240	25 тыс. к 3 мес.	100 тыс. к 1 год	400 тыс.км	600 тыс.км	-	2000 тыс.км	3000 тыс.км
2УЗ-УЙ (Пассажирски й)	96	25 тыс. к 3 мес.	100 тыс. к 1 год	400 тыс.км	600 тыс.км	-	2000 тыс.км	3000 тыс.км
<b>Электрички</b>								
ЭР9Е, ЭР2	48	5 сут.	40 сут.	80 сут.	24 мес.	4 год	600 тыс. км 4 год	1800 тыс. км 8 год
Афросиёб (Пассажирски й)	6 тыс. км 4800 – 7200	42 тыс. км 33600 – 50400	126 тыс. км 100800 – 151200	252 тыс. км 201600 – 30200	504 тыс. км 403200 – 604800	126 тыс. км 806400 – 1209600	2016 тыс. км 1612800 – 241900	4032 тыс. км 3225600 – 4838400



**Рис. 1. Распределение отказов электровозов ВЛ80 и 3ВЛ80с по данным локомотивного депо “Узбекистан” и “Узбекистан темир йуллари” АО преимущественно в период 2017-2022 гг.**

По результатам исследования были сделаны следующие общие выводы:

1. Всего по механической части электровозов 3ВЛ80с и ВЛ80 в период с 2.02.2017 по 11.10.2022 зафиксировано 153 неисправности (100%) возникают вследствие усталостных трещин:

а) в основном каркасе кузова - 20,747% (в том числе в поперечинах кузова - 9,43%; в продольных стержнях кузова - 7,547%; на центральной балке рамы кузова - 3,77%);

б) в рамках вагона - 54,71% (трещины в поперечине рамы вагона - 18,86%; в продольной балке рамы вагона - 24,53%; контур рамы коляски трещины - 11,32%);

в) в колесах тачек (11,32%).

### 3. Результаты

Как основной признак, характеризующий стратегию технического обслуживания и ремонта технического объекта, целесообразно применять характер информации о надежности и техническом состоянии, что используется при назначении периодичности и объемов регламентных работ. Этую информацию можно разделить: по времени получения и использования – на априорную (полученную к опыту) и апостериорную – (полученную при проведении опыта) по источникам получения – на информацию о совокупности объектов и об отдельном объекте. При этом под опытом понимается серийная эксплуатация объекта. Объединение всех видов информации дадут нам стратегии технического обслуживания и ремонта (табл.-2).

**Таблица 2**  
**Классификация информации для получения соответствующей стратегии технического обслуживания и ремонта локомотивов**

Характер информации	Информация	
	Априорная	Апостериорная
Совокупность локомотивов	За наработкой	По состоянию с контролем уровня надежности
Отдельный локомотив	По наработке, что установлен для отдельного локомотива	По состоянию с контролем параметров

Стратегия технического обслуживания и ремонта за состоянием (стратегия по состоянию) существенно отличается от стратегии обслуживания и ремонта по наработке (стратегии по наработке). Они отличаются не только в самом характере технологических процессов технического обслуживания и ремонта, но и в распределении ресурсов, необходимых на развитие производственно-технической базы, отвечающей требованиям той или другой стратегии.

Стратегия по состоянию предполагает обеспечение высокого уровня эксплуатационно ремонтной технологичности локомотива, создание в достаточных объемах эффективных средств диагностирование, неразрушающий контроль, развитие производственно-технической и экспериментальной базы, эксплуатационных и ремонтных предприятий локомотивов. Стратегия по наработке предусматривает развитие экспериментальной базы предприятий промышленности и обеспечение на этой основе обоснованных ресурсов для выполнения ремонта каждой серии локомотивов. Другими словами, стратегия по состоянию направлена на усовершенствование эксплуатационных свойств локомотивов и развитие ремонтной базы.

Основным принципом стратегии обслуживания и ремонта по состоянию можно считать принцип соблюдения строгой плановости при проведении форм технического обслуживания и ремонта. Однако запланирована здесь лишь часть стандартных регламентированных операций по наработкой, работы по техническому диагностированию и контроля составляющих локомотива и сама периодичность их выполнения.

Задачи использования индивидуальных



возможностей узлов локомотивов в отношении их работоспособности при эксплуатации конструкторскими организациями на этапах создания локомотивов и разработки о граммы их технического обслуживания и ремонта. В зависимости от имеющихся возможностей определения предельного состояния работоспособности составляющих локомотива в процессе эксплуатации принятого критерия для установления сроков их замен на локомотивах различают стратегии эксплуатации (использования) ресурса (срок службы), до отказа и в предотказное состояние.

Стратегия обслуживания и ремонта, естественно связанные со стратегиями эксплуатации локомотивов (табл.-2), для каждой из которых можно выбрать вполне определенные, отличающиеся наибольшей эффективностью, стратегии технического обслуживания и стратегии ремонта (обозначены знаком «+»). Из табл.-2 следует, что для стратегии эксплуатации локомотивов до исчерпания ресурса (срок службы) наиболее эффективной является стратегия технического обслуживания по наработке. При выполнении ремонта локомотивов возможны стратегии по наработке и техническим состоянием, но это зависит от типа локомотива и уровня его контроля пригодности при ремонте.

Соответственно для локомотивов, эксплуатируемых по стратегии до отказа, наиболее эффективны при обслуживании стратегия по состоянию с контролем уровня надежности, а при ремонте так же, как и для ресурсных узлов, стратегия за наработкой и техническим состоянием отсюда и следует, что отдельные узлы, установленные на современных локомотивах, можно эксплуатировать, обслуживать и ремонтировать, как правило, только по одной из указанных стратегий.

Для функциональных систем и локомотива в целом наиболее вероятно применение всех указанных в табл.-3 стратегий или так называемой "смешанной" стратегии.

Таблица 3

**Стратегии технического обслуживания и ремонта**

Стратегия технического обслуживания и ремонта	Стратегия эксплуатации (использование)		
	К отработке ресурса (срок службы)	К предотказному состоянию	До отказа
<b>Техническое обслуживание</b>			
За наработкой	+	-	-
По состоянию с контролем параметров	-	+	-
По состоянию с контролем уровня надежности	-	-	+
<b>Ремонт</b>			

За наработкой	+	-	+
По техническому состоянию	+	+	+

Переход на обслуживание и ремонт локомотивов по состоянию требует решения ряда методологического плана. Прежде всего, должны быть найдены и соответствующим образом узаконены правильные соотношения между такими понятиями, как эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт.

Если же для транспортного средства принята стратегия эксплуатации до предотказного состояния, то необходимым и обязательным условием ее осуществление на практике есть принятие стратегии обслуживание данного типа локомотива за состоянием с контролем параметров и стратегии ремонта по техническому состоянию. Если же наоборот, то локомотивы обслуживаются по контролю параметров и наиболее эффективной стратегии эксплуатации (использования) таких локомотивов станет стратегия к предотказному состоянию.

Применение программ обслуживания и ремонта по состоянию основано на обеспечении высокого уровня надежности и эксплуатационной технологичности транспортных средств, глубоком знании характеристик надежности функциональных систем и их составляющих в процессе эксплуатации, четкой организации информационного обеспечения, широком использовании бортовых и стационарных средств и методов контроля технического состояния [2-10].

## 4. Заключение

Стратегия – совокупность принятых принципов, правил и управляющих воздействий, определяющих комплексно развитие эксплуатационных свойств конструкций локомотивов, методов технического обслуживания и ремонта. Данное определение стратегии направляет на необходимость системного подхода к решению проблемы повышения эффективности технического обслуживания и ремонта, нацеливает на совместные согласованные действия в рамках единой программы всех учреждений и предприятий создающих, эксплуатирующих и ремонтирующих локомотивы.

## Использованная литература / References

[1] “O’zbekiston temir yo’llari” AJ 12.04.2021y 361-Н буюғын

[2] Володин, А. И. Научные основы и пути повышения качества технического обслуживания и ремонта тепловозов: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.22.07 / А. И. Володин. – Омск: Омский ин-т ж/д тр., 1990. – 40 с.

[3] Капіца, М. І. Розвиток наукових основ удосконалення систем утримування тягового рухомого складу [Текст] : автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.22.07 / М. І. Капіца. – Д.: Дніпропетр. нац. ун-т заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2010. – 40 с. 5

[4] Машарипов М.Н. Поезд локомотивами



эксплуатацияси транспорт жарабёнларининг инновацион технологиялари / Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) илмий даражасини олиш учун тайёрланган диссертация. Тошкент: ТТЙМИ. – 2019. – 177 с.

[5] Машарипов М.Н., Расулов М.Х., Расулмухаммедов М.М., Суюнбаев Ш.М. Расчет эксплуатируемого парка грузовых локомотивов графоаналитическим методом на языке программирования C# // Интеллектуальные технологии на транспорте. – 2019. – №1. – С. 5-12.

[6] Некрашевич В.И., Апатцев В.И. Управление эксплуатацией локомотивов: учебное пособие – М.: РГОТУПС, 2004 – 257 с.

[7] Расулов М.Х. Выбор рациональной технологии пропуска поездов по графику на железнодорожных направлениях: Дис. ... канд. технич. наук. М.: МИИТ. – 1990. – 331 с.

[8] Сотников Е.А. Интенсификация работы сортировочных станций. М.: Транспорт. – 1979. – 239 с.

[9] Федорец, В. А. Определение рациональных параметров систем тепловозов методом узловых точек: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.07 / В. А. Федорец. – Д.: Днепропетр. ин-т инж. ж/д трансп., 1991. – 50 с.

[10] Хромова Г.А., Раджабаев Д.О., Хромов С.А., Разработка методов расчета на динамическую прочность рамных конструкций локомотивов сложной конфигурации для транспортного машиностроения. Монография. – Т.: «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи», 2020. – 192 с.

[11] Radjibayev D.O. Transport mashinasozligi uchun lokomotivlarning murakkab konfiguratsiyali rama konstruksiyalarini dinamik mustahkamlikka hisoblash usullarini ishlab chiqish / Техника фанлари бўйича fan doktori (DsC) илмий даражасини олиш учун тайёрланган диссертация. Тошкент: TDTU. -2024.Структура и магнитные характеристики композитов основе капсулированных порошков железа ASC100.29 / Г.А. Говор, М. Пшибыльски, А.К. Вечер, К.И. Янушкевич, Й. Зукровски, Т.М. Ткаченко // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2020. – №1. – С. 105–111.

## Информация о авторах/ Information about the authors

Машарипов Маъсуд Нуъмонжонович / Masharipov Ma'sud Nu'monjonovich	Ташкентский государственный транспортный университет, Доктор технических наук, Доцент декан факультета Экономики
--	--

Умрзокова Шохзода Ахроржон кизи Umrzoqova Shohzoda Axrorjon qizi	Докторант Ташкентского государственного транспортного университета
---	--

