

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.

Владимир ПОРОСЯТКОВСКИЙ, д-р техн. наук, конф. унив.

Технический Университет Молдовы.

Аннотация: В работе рассмотрены вопросы оценки эффективности работы системы технического обслуживания и ремонта автомобилей с использованием теории массового обслуживания. Определены параметры оценки эффективности работы системы с учетом загруженности постов технического обслуживания и наличия очереди в системе. Даны рекомендации по оценке эффективности использования технологического оборудования и оптимизации решений в целях повышения его загрузки.

Ключевые слова: Плотность потока требований, система, подсистема, параметр загрузки, время простоя в очереди, длина очереди, одноканальная подсистема, вероятности: полной занятости, образования очереди, отказа; коэффициент простоя постов, коэффициент загрузки постов.

Система технического обслуживания и ремонта автомобилей в современных условиях требует дальнейшего совершенствования. Существование комплексных автотранспортных предприятий, объединяющих подвижной состав, зону хранения и материально-техническую базу технического обслуживания и ремонта автомобилей, в настоящее время становится не рациональным. Это объясняется слабой загрузкой оборудования, медленными темпами его модернизации и обновления, большими издержками на поддержание оборудования в исправном состоянии, издержками на содержание персонала зоны ТО и Р.

В настоящее время перспективными являются разработки и строительство станций технического обслуживания (СТО), на которых можно использовать современное технологическое оборудование и обеспечивать его эффективное использование.

На современных СТО выполняют не только техническое обслуживание, но и мелкий (сопутствующий) ремонт, а также оказывают ряд дополнительных услуг по требованию клиентов (тюнинг, переоборудование и др.). Все эти услуги объединяют одним термином - **автосервис**. На ближайшую перспективу ему следует отдавать предпочтение при организации мероприятий по обеспечению исправного состояния подвижного состава.

Более крупный ремонт, связанный с восстановлением базовых деталей, испытаниями агрегатов и автомобиля в целом, целесообразно передать специализированным ремонтным предприятиям и учреждениям по сертификации подвижного состава.

Преимущественное развитие должны получить автоэксплуатационные транспортные предприятия (АЭТП), обеспечивающие планирование, организацию автомобильных перевозок подвижным составом, его хранение, а также подбор, обучение и контроль на линии водительского состава.

Развитие станций технического обслуживания (СТО) в настоящее время происходит без достаточного теоретического и инженерного обоснования. А оно заключается в том, чтобы размещать СТО и планировать его производственные мощности так, чтобы клиент (заказчик) мог обслужиться с минимальными потерями времени и качественно. С другой стороны, производственные мощности СТО должны быть загружены таким образом, чтобы они имели минимальный простой и минимальные издержки от недоиспользования технологического оборудования.

В ряде работ [1,2], основанных на прикладном применении теории массового обслуживания на автомобильном транспорте, рассматривались вопросы потока требований (заявок) на ТО, методы расчета производственной программы, ее реализации с учетом интенсивности обслуживания и ремонта, а также эффективности использования технологического оборудования.

Рассмотрим параметры эффективности работы системы ТО и ТР, считая, что поток требований на их выполнение подчиняется экспоненциальному закону распределения случайных событий Пуассона, а реализация потока требований (работа системы ТО и ТР) - показательному закону.

Для оценки загрузки системы ТО и ТР в работе [2] было установлено, что для обеспечения эффективной работы постов технического обслуживания необходимо, чтобы выполнялось условие

$$0,2 \leq X_T - \rho \leq 1,0 \quad (1)$$

где X_T - минимальное количество постов подсистемы ТО, при котором очередь ожидающих требований на обслуживание автомобилей, не будет расти;

ρ - приведенная плотность потока требований.

При этом, если $X_i > \rho$ - очередь поступающих на обслуживание автомобилей уменьшается, а если $X_i < \rho$ - очередь возрастает.

Параметр загрузки системы ТО и ТР α_3 представляет отношение приведенной плотности потока требований к числу обслуживающих постов, т.е.

$$\alpha_3 = \rho / X_i \quad (2)$$

Он должен находиться в границах $\alpha_3 = 0,65 \dots 0,85$.

При выполнении условия $X_i > \rho$ и $\alpha_3 < 1,0$ система работоспособна. Однако это не гарантирует того, что система будет работать достаточно эффективно. При этих условиях может оказаться, что очереди автомобилей, ожидающих ТО и ТР, будут достаточно велики, а резервы производственных мощностей не обеспечат устойчивую работу системы. Поэтому для оценки эффективности работы системы ТО и ТР необходимо установить ряд дополнительных параметров, которые позволят определить эффективность ее работы.

Рассмотрим параметры, характеризующие работы системы по степени ее использования (загрузки).

Для оценки работы системы ТО и ТР в этом направлении используем два показателя ее состояния:

1) параметр P_0 - вероятность того, что все посты свободны (все посты простаивают);

2) параметр Π - вероятность того, что все посты ТО и Р заняты.

Основываясь на работах [2], можно записать

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^{X-1} \frac{\rho^k}{K!} + \frac{\rho^X}{(X-1)!(X-\rho)} \right]^{-1} \quad (3)$$

где X - число постов в подсистеме ТО и Р;

K - количество требований (заявок), поступивших в под систему.

$$\Pi = P_0 \frac{\rho^X}{(X-1)!(X-\rho)} \quad (4)$$

В выражении (4) при $X = 1$ $\Pi = \rho$, а при $X = 2$

$$\Pi = \frac{\rho^2}{2 + \rho} \quad (5)$$

Вероятность Π одновременно характеризует и такие показатели, как вероятность отказа в обслуживании или ремонте очередному требованию (автомобилу) из-за занятости всех постов; время полной загрузки всей системы работой; коэффициент использования рабочего времени.

Параметры P_0 и Π играют большую роль в анализе работы систем (подсистем).

Рассмотрим взаимосвязь и характер изменения этих параметров на примере одноканальной (однопостовой) системы технического обслуживания.

Для этого случая выражения (3) и (4) принимают вид:

$$P_0 = 1 - \rho; \quad \Pi = \rho, \quad \text{а } P_0 + \Pi = 0 \quad (6)$$

Графики изменения вероятности P_0 и $\Pi = f(\rho)$ приведены на рис.1.

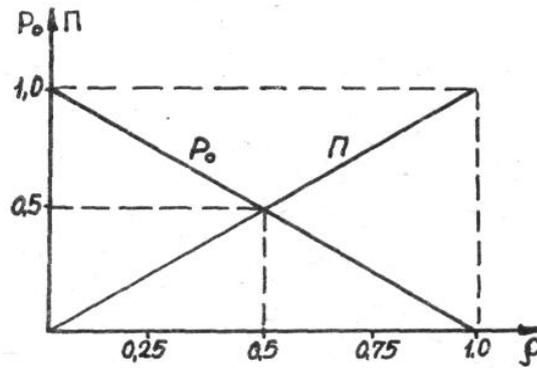


Рис.1 Графики изменения вероятности полной занятости постов P_0 и вероятности образования очереди Π в подсистеме с одним постом $X = 1$.

Из графика следует, что при $\rho < 0,25$ предельное значение вероятности P_0 относительно больше вероятности Π . Если $\rho = 0,5$, то вероятности P_0 и Π равны между собой. В этом случае половину своего рабочего времени пост простаивает, в то время как половина поступивших в подсистему требований получает отказ и встает в очередь. При $\rho = 1,0$ вероятность простоя постов $P_0 = 0$, а вероятность отказа очередному требованию на ТО и Р практически равна 100% ($\Pi = 1,0$).

Такая ситуация возможна, если минимальное количество постов равно плотности потока требований ($X_T = \rho$).

Вероятность того, что в системе в процессе обслуживания и в очереди находится K автомобилей (требований)

$$P_k = P_0 \frac{\rho^k}{X! X^{k-s}} \quad (7)$$

При этом $K > X$, и $K = X + S$, где S - число требований, находящихся в очереди ($S \geq 1,0$)

Вероятность того, что в системе в процессе обслуживания находится K_0 автомобилей, может быть определена их выражения:

$$P_{k0} = \frac{\rho^k}{K!} P_0 \quad (8)$$

Вероятность наличия очереди в системе определится зависимости:

$$P_{Mx} = P_k \alpha \frac{1 - \alpha^s}{1 - \alpha} \quad (9)$$

где $\alpha = \rho/X$ - параметр загрузки поста.

Среднее число свободных (простаивающих) постов:

$$X_{св} = P_0 \sum_{k=0}^{x-1} \frac{\rho^k}{K!} (x - K) \quad (10)$$

С достаточной точностью величина $X_{св}$ может быть определена из выражения:

$$X_{св} = X - \rho \quad (11)$$

Зная число постов, занятых выполнением ТО и Р, можно определить следующие параметры:

- среднее число постов, занятых обслуживанием автомобилей

$$X_3 = X - X_{св} = \rho \quad (12)$$

- коэффициент простоя постов

$$K_{\Pi} = X_{св} / X \quad (13)$$

- коэффициент занятости (загрузки) постов

$$K_3 = X_3 / X = \rho / X = \alpha_3 \quad (14)$$

Графики коэффициентов простоя K_{Π} и занятости K_3 приве

дены на рис.2.

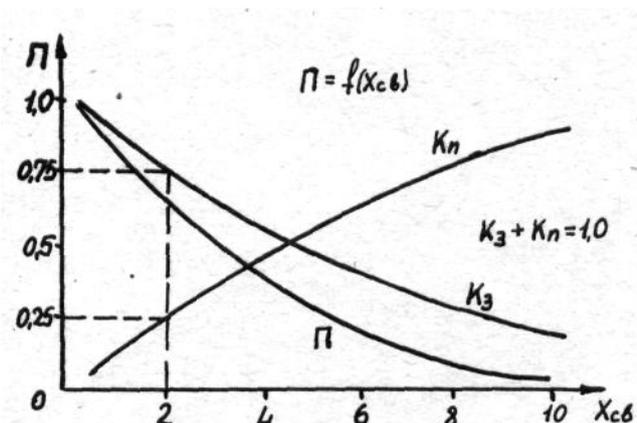


Рис.2. График изменения вероятности образования очереди, коэффициентов простоя и занятости постов при увеличении числа свободных постов.

Из графиков рис.2 следует, что при увеличении числа свободных постов $X_{св}$ уменьшается коэффициент занятости K_3 и параметр загрузки постов и увеличивается коэффициент простоя K_n . Сопоставляя величины количественных значений этих параметров для исследуемых систем, можно оценить степень использования постов ТО и Р. Путем перебора ситуаций можно принять оптимальное решение по параметрам загрузки постов.

Заключение. Использование оценочных вероятностных параметров оценки количества автомобилей, находящихся на постах обслуживания $P_{ко}$, в очереди $P_{Мэ}$, коэффициента простоя K_n , коэффициента занятости (загрузки) постов K_3 позволяет оптимизировать загрузку постов ТО и Р и уменьшить длину очереди. Это позволяет повысить эффективность использования материально-технической базы подсистемы ТО и ТР автомобилей.

Литература.

1. Гнеденко Б.В., Коваленко И.П. Введение в теорию массового обслуживания. М.: Наука, 1966.
2. Поросятковский В. Руссу Т. Анализ системы ТО и Р АТП вероятностными методами./ В сб. Analele ATIC - 2006, vol I(X), p 214...218.