

КИЕВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

КРЫШАН ЛЕОНИД ФЕДОРОВИЧ

УДК 629.113.004.67

*Крышан*

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ  
МЕТОДОВ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ АВТОМОБИЛЕЙ

(Специальность 05.22.10 — Эксплуатация автомобильного транспорта)

АВТОРЕФЕРАТ  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Работа выполнена в Киевском автомобильно-дорожном институте.

Научный руководитель — доктор технических наук, профессор  
**ЛУИК Игорь Алфредович**

Официальные оппоненты — доктор технических наук, профессор  
**РЕЗНИК Леонид Григорьевич**  
кандидат технических наук  
**ЛЕГЕНЬКИЙ Григорий Николаевич**

Ведущая организация — научно-производственное объединение  
«Автотранспорт»

Защита состоится « 27 » ноября 1992 года в 10 часов  
на заседании специализированного ученого совета Д 068.09.02 при Киев-  
ском автомобильно-дорожном институте по адресу:

252010, г. Киев-10, ул. Суворова, 1, ауд. 333 А

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киевского авто-  
мобильно-дорожного института.

Автореферат разослан « 23 » октября 1992 года.

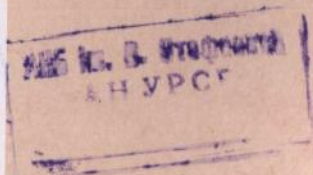
Ученый секретарь  
специализированного  
ученого совета  
к. т. н., доцент

**ДМИТРИЕВ Николай Николаевич**

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00816253 (P)



### Общая характеристика работы

Актуальность работы. Одной из основных задач повышения эффективности автомобильного транспорта является дальнейшее совершенствование методов управления процессом технической эксплуатации подвижного состава. Из-за нерациональной организации технического обслуживания и ремонта имеют место значительные убытки. Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт за цикл работы автомобиля обычно в 3-4 раза превышает затраты на его изготовление. В народном хозяйстве Украины эксплуатируется свыше 900 тыс. автомобилей. Сокращение эксплуатационных затрат всего на 1% обеспечит экономию более 300 млн. рублей.

Исследованиями, проведенными в ряде автотранспортных предприятий /АТП/ г.Киева и в других городах Украины установлено, что из-за неудовлетворительной организации и управления простои автомобилей в техническом обслуживании /ТО/ и текущем ремонте /ТР/ превышают нормативные на 20-40% при низкой производительности труда ремонтно-обслуживающего персонала.

Автомобили на ТО должны поступать согласно действующим нормативам через регламентированные пробеги. Однако величина пробега автомобиля за равные календарные отрезки времени носит случайный характер из-за особенностей перевозочного процесса, недостаточной надежности, погодно-климатических условий и по ряду других причин. Потребность в ТО возникает в случайные моменты календарного времени, а сам процесс возникновения заявок на ТО носит стохастический характер.

Вследствие этого возникает явление очередей, в одни промежутки времени простаивают автомобили в ожидании обслуживания, а в другие - неполностью используется мощность зоны ТО. Для устранения этого недостатка необходимо найти такую стратегию управления поступления автомобилей на ТО, при которой суммарные издержки,

связанные с простоями как автомобилей, так и зоны, были бы минимальными.

В современных АТП нашли широкое распространение поточные линии ТО с одновременным перемещением автомобилей с поста на пост /"жесткий" конвейер/. Применение таких конвейеров в промышленности, особенно при серийном и массовом производстве, в том числе на автомобильных заводах, весьма эффективно. В промышленности, при хорошей организации технологического процесса, объемы работ на каждом посту и затраты времени на каждом такте примерно равны.

К сожалению это условие не соблюдается при ТО автомобилей на поточных линиях. Например, на посту, где проводится ТО тормозов, один автомобиль требует только их проверки, второй - частичной, а третий - полной регулировки.

В результате рассеивания значений времени такта имеет место стохастическое развитие не только возникновения заявок на ТО, но и самого процесса обслуживания, что вызывает неизбежные простои обслуживающего персонала в ожидании поступления на каждый пост очередного автомобиля и увеличение времени пребывания автомобилей в процессе обслуживания.

Стохастичность процесса приводит к тому, что все посты заканчивают обслуживание находящихся там автомобилей в разные моменты времени. Конвейер же начнет передвигаться только тогда, когда закончатся работы на самом отстающем посту. На остальных постах образуются большие или меньшие простои.

Таким образом, передовой в промышленности, поточный метод производства, перенесенный в АТП без учета местных условий превратился в метод "равнения на отстающих", что приводит к снижению производительности труда при ТО автомобилей и увеличению их простоев.

Для устранения этого недостатка необходимо искать альтерна-

тивные типы поточных линий, в большей степени приспособленных к работе в реальных условиях АТП. На рис. I приведена классификация основных типов поточных линий, которые применяются или могут применяться при ТО автомобилей.

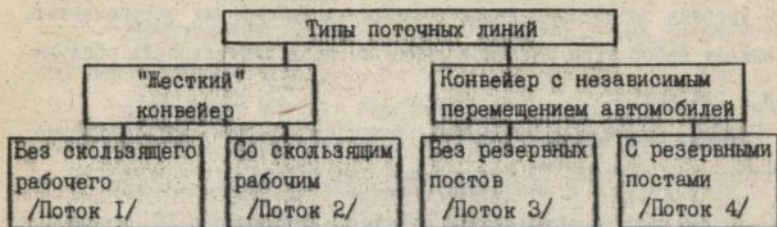


Рис. I. Основные типы поточных линий технического обслуживания автомобилей

На рис. I показано четыре типа поточных линий. Первый тип /Поток 1/ представляет собой "жесткий" конвейер с одновременным перемещением автомобилей с поста на пост. Каких-либо специальных мероприятий по сокращению неритмичности его работы не предусматривается.

Второй тип линии /Поток 2/ - тот же "жесткий" конвейер, но со скользящим рабочим, который подключается в помощь на отстающем посту. Этот тип поточной линии предложен Е.С. Кузнецовым и В.А. Сорокиным. Такие конвейеры, так же, как и конвейер первого типа, встречаются в автотранспортных предприятиях. Роль скользящего рабочего, как правило, выполняет бригадир бригады ТО.

Третий тип поточной линии /Поток 3/ предусматривает независимое перемещение автомобилей с поста на пост. Если обслуживание автомобиля на каком-либо посту закончено и следующий пост уже освобожден, автомобиль может переместиться на этот пост не дожидаясь окончания работ на других постах.

Четвертый тип поточной линии /Поток 4/ - это также конвейер с независимым перемещением автомобилей, в котором между рабочими постами размещены промежуточные, резервные посты.

Эти посты не имеют технологического оборудования и обслуживающих рабочих. На резервный пост может быть передвинут автомобиль, обслуживание которого закончено на предыдущем рабочем посту в случае, если следующий рабочий пост еще занят.

Возникают вопросы, какой из этих типов поточных линий лучше, какой уровень производительности труда каждый из них обеспечивает, как влияет выбор типа поточной линии на продолжительность обслуживания и ряд других.

Главная научная идея работы заключается в том, что повышение эффективности системы ТО автомобилей следует решать комплексно:

- путем выбора оптимальной стратегии управления ТО, направленной на минимизацию издержек, связанных с простоями автомобилей в ожидании обслуживания и простоями зоны ТО;
- за счет выбора рационального типа поточной линии ТО, обеспечивающей минимальные затраты времени на выполнение обслуживания и высокую производительность труда обслуживающего персонала;
- за счет мероприятий по экономическому стимулированию повышения качества и производительности труда при ТО автомобилей.

Следовательно, диссертационная работа, в которой решаются вопросы повышения эффективности использования автомобилей и производственно-технической базы АТП, является вполне актуальной.

Цель работы и задачи исследования. Актуальность работы предопределила цель исследования - повышение эффективности использования автомобилей за счет решения новых задач совершенствования организации и управления процессами ТО. Цель работы обусловила необходимость постановки и решения следующих основных задач:

- разработка критерия оптимальности выбора стратегии управления процессом ТО автомобилей;
- разработка математической модели процесса ТО автомобилей с блоками управления;

- разработка математических моделей различных типов поточных линий ТО автомобилей;

- проведение пассивного эксперимента в ряде АТП с целью получения исходных данных для моделирования производственных процессов ТО автомобилей на ЭВМ;

- исследование процессов ТО автомобилей на их математических моделях с помощью ЭВМ;

- разработка методов экономического стимулирования и повышения качества и производительности труда при ТО автомобилей.

Представленные исследования выполнены в соответствии с тематикой научно-исследовательских работ Киевского автомобильно-дорожного института по проблеме "Создание научных основ организации, планирования и управления технической службой АТП".

Объект исследования. В качестве объекта исследования в работе приняты процессы ТО автомобилей в АТП. В отличие от многих других работ в настоящей диссертации широко использованы средства вычислительной техники для моделирования процессов ТО автомобилей на ЭВМ.

Методика исследования. В работе использован метод статистических испытаний /Монте Карло/, который состоит в создании искусственной вероятностной модели рассматриваемого процесса с многократным "проигрыванием" этой модели на ЭВМ. Метод Монте-Карло позволяет переносить дорогостоящий производственный эксперимент на вычислительный центр и проводить его в сжатые сроки.

В фундаментальных трудах академика Н.П.Бусленко показана достаточная адекватность математических моделей, составленных методом Монте-Карло, реальным процессам и достоверность результатов, полученных при моделировании.

В большей части инженерных расчетов до последнего времени было принято оперировать исходными параметрами, величина которых считалась детерминированной. Например, при проектировании техно-

логического процесса обслуживания и ремонта автомобилей считались постоянные годовые и суточный пробег автомобилей, межремонтные периоды, периодичность ТО и др.

В то же время в реальных условиях все эти параметры подвержены большому или меньшему рассеиванию. В детерминированных моделях, например, мы принимаем, что суточный пробег автомобиля равен 240 км. В лучшем случае это пробег в среднем на один автомобиль АТП. Но по отдельным автомобилям, в зависимости от ряда причин, этот пробег может колебаться от нуля до 300-400км и более. Вследствие этого детерминированные модели почти всегда искажают физическую сущность рассматриваемых явлений.

Значительно большей адекватностью реальным процессам отличаются математические модели, составленные методом Монте-Карло. Они моделируют жизнь, как она есть, принимая во внимание не абстрактные детерминированные величины, а фактически имеющее место на практике рассеивание этих величин.

Научная новизна заключается в том, что в работе впервые:

- поток заявок на ТО автомобилей рассматривается, как стохастический процесс, протекающий в реальном масштабе календарного времени;
- зона ТО автомобилей рассматривается как система массового обслуживания, ранее, как системы массового обслуживания, рассматривались только зоны текущего ремонта автомобилей;
- эффективность зоны ТО автомобилей исследуется не в производственных условиях, а на специально созданных математических моделях с использованием персонального компьютера;
- предложена методика оценки издержек, связанных с несвоевременным обслуживанием автомобилей, являющихся базисом для принятия оптимальных решений.

Практическая ценность работы заключается в разработке науч-

но-обоснованных рекомендаций по выбору стратегий управления процессом ТО автомобилей, типов поточных линий и методов управления качеством технических воздействий. Предложенные модели, методы и алгоритмы позволяют производить дорогостоящий эксперимент не в производственных условиях, а осуществлять исследование и оптимизацию процессов ТО автомобилей в лабораторных условиях на ЭЕМ, что существенно экономит материальные и финансовые ресурсы.

Апробация работы. Основные положения работы обсуждены и получили одобрение на:

- научных конференциях профессорско-преподавательского состава КАДИ /1974-1990 гг./;

- республиканских семинарах: "Разработка и внедрение элементов АСУ на автомобильном транспорте общего пользования"/г.Киев, 1975 г./; "Организация планирования и управления технической службой автотранспортных предприятий"/г.Киев, 1976 г./; "Пути повышения качества и эффективности работы технической службы автотранспортных предприятий"/г.Киев, 1978 г./;

- научно-техническом Совете НПО "Автотранспорт" /г.Киев, 1991 г./;

- техническом Совете ПО "Киевстройтранс" /г.Киев, 1991 г./.

Реализация результатов работы. Результаты выполненных исследований внедрены в АТП-3 производственного объединения "Киевстройтранс" /экономический эффект 30,6 тыс.руб. в год/ и в учебном процессе кафедры технического обслуживания автомобилей Киевского автомобильно-дорожного института при курсовом и дипломном проектировании.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 6 работ общим объемом свыше 3-х печатных листов.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованной литературы /133 наименования/ и приложений.

### Содержание работы

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, излагается цель, научная новизна и практическая ценность работы.

В первой главе осуществлен обзор литературных источников и существующего уровня решения задач нормирования, организации и управления технологическими процессами ТО автомобилей, управления качеством выполнения этих процессов.

Существенный вклад в развитие прогрессивных методов технологии, организации и управления процессами технической эксплуатации автомобилей внесли такие известные ученые, как С.Н.Авдонькин, М.Н.Бедняк, Н.Я.Говоруценко, В.Е.Канарчук, Е.С.Кузнецов, Г.В.Крамаренко, Б.С.Клейнер, И.П.Курников, И.А.Луйк, А.А.Лудченко, Л.В.Миросников, Я.И.Несвитский, Л.Г.Резник, А.М.Шейнин, С.В.Шумик и др.

В результате рассмотрения ряда последних работ по теме исследования сделан вывод о том, что все еще ряд вопросов организации и управления процессами ТО автомобилей на современном этапе требуют дальнейшего развития и совершенствования.

Выполненные ранее исследования показали, что суточные пробеги автомобилей являются случайными величинами и имеют значительное рассеивание /коэффициент вариации  $V=0,2-0,4$  и более/. Случайными являются также целодневные простои автомобилей. Стохастичность суточных пробегов и целодневных простоев автомобилей вызывают значительную неравномерность поступления автомобилей на ТО. В отдельные дни число автомобилей, поступающих на ТО, превышает суточную производительность зоны ТО, а в другие значительно

ее меньше.

Во второй главе приведены разработанные автором математические модели процессов ТО автомобилей в виде алгоритмов. Соответствующие этим алгоритмам программы приведены в приложении к работе.

Рассмотрены возможные стратегии управления процессами ТО автомобилей. Учитывая особенности функционирования процессов ТО автомобилей на АТП, выделено шесть альтернативных стратегий управления, представленных в табл. I. Задача управления состоит в том, чтобы из перечисленных стратегий управления выбрать оптимальную.

В качестве критерия оптимальности для сравнения различных альтернативных стратегий принята величина  $U$ , определяемая из выражения:

$$U = C_a + C_k + E \rightarrow \min,$$

где  $C_a$  - издержки от простоев автомобилей в ожидании ТО, руб.;

$C_k$  - издержки от простоев зоны ТО, руб.;

$E$  - издержки от несвоевременного обслуживания автомобилей против нормативной (оптимальной) периодичности ТО  $e_N$ , руб.

Раскрыв значения  $C_k$ ,  $C_a$  и  $E$  критерий оптимальности записан в следующем виде:

$$U = A_{пр} \cdot C_n + R(1-K)S_n \cdot D + \frac{C(e_0 - e_N)^2}{e_N^2} N_{ТО}, \quad (2)$$

где  $A_{пр}$  - суммарные автомобиль-дни простоя в ожидании обслужи-

вания;  $C_n$  - издержки в результате одного автомобиль-дня

простоя;  $R$  - мощность зоны ТО автомобилей;  $S_n$  - величина,

характеризующая издержки от простоя зоны ТО;  $D$  - время моделирования в днях;  $K$  - коэффициент использования производ-

ственной мощности зоны ТО;  $C$  - затраты на выполнение одного

ТО;  $N_{ТО}$  - число ТО за все время моделирования;  $e_0$  и  $e_N$  -

соответственно фактическая и нормативная периодичности ТО.

Значение  $E = \frac{C(e_0 - e_N)^2}{e_N^2}$  (из расчета на одно ТО) впер-

Таблица I

Возможные стратегии управления поступлением автомобилей  
на техническое обслуживание

Наименование стратегий управления	Разрешена досрочная постановка автомобилей на ТО	Разрешен сверхнормативный пропуск автомобилей до ТО		Издержки			Значения переменных в логических операторах алгоритма		
		без ограничений	в пределах одних суток работы	от неполного использования мощности зоны ТО	от простоев автомобилей в ожидании обслуживания	от несвоевременной постановки автомобилей на ТО	$S_1$	$S_2$	$S_3$
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-я стратегия	-	-	-	+	+	-	I	I	I
2-я стратегия	-	-	+	+	+	+	I	I	0
3-я стратегия	-	+	+	+	-	+	I	0	0
4-я стратегия	+	+	+	-	-	+	0	0	0
5-я стратегия	+	-	+	-	+	+	0	I	0
6-я стратегия	+	-	-	-	+	+	0	I	I

вне получено автором в результате решения составленного им дифференциального уравнения.

Разработка стратегий управления и выбор критерия их оптимальности позволяет перейти к моделированию процессов ТО автомобилей. В качестве математической модели этих процессов принята эвристическая модель, структурная схема алгоритма которой представлена на рис. 2 и 3.

Полученная математическая модель позволяет оценить не только эффективность возможных альтернативных стратегий управления процессами ТО автомобилей, но и определить оптимальную мощность зоны обслуживания для каждого из рассматриваемых вариантов.

Модель имеет три блока управления /логические операторы с номерами 8, 19, 37/. Принимая в каждом из этих операторов значения  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  равные или не равные единице, получаем возможность моделирования процессов ТО автомобилей при любой из шести возможных стратегий управления этими процессами.

Набор вводимых значений  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$ , соответствующий каждой стратегии управления приведен в графах 8-10 табл. 1. Расшифровка других обозначений, принятых в блок-схеме алгоритма /рис.2 и 3/ за краткостью изложения не приводится. С ними можно ознакомиться в самой работе, имеющейся в библиотеке института.

Блок-схема алгоритма, моделирующего процесс ТО на поточной линии с одновременным перемещением автомобилей с поста на пост /Поток I/, приведена на рис.4. Эта модель работает следующим образом:

1. Определяется число тактов поточной линии  $C$ , необходимое для обслуживания в сутки  $A$  автомобилей, равное  $S + A - 1$ , где  $S$  - число постов поточной линии.

В общем случае в период развертывания потока не будут работать посты с номерами  $N_2 > N_1$ , где  $N_1$  - номер такта поточной линии.

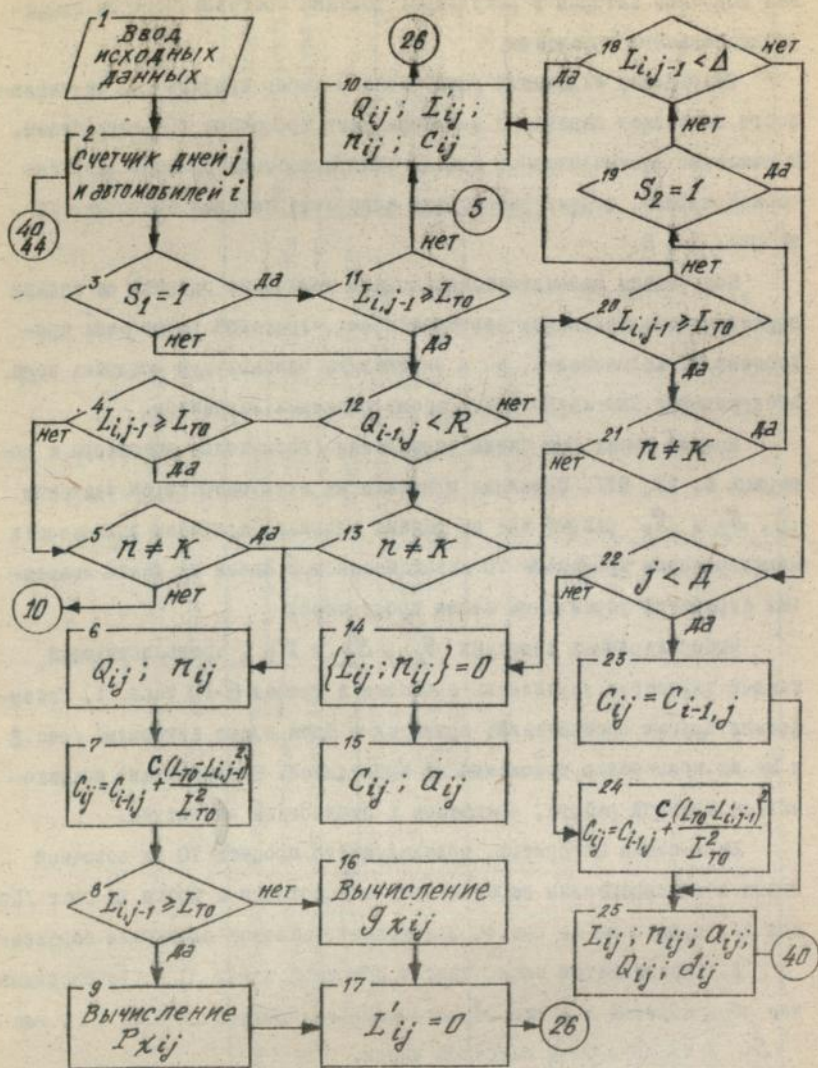


Рис. 2. Структурная схема алгоритма с блоками управления /начало/

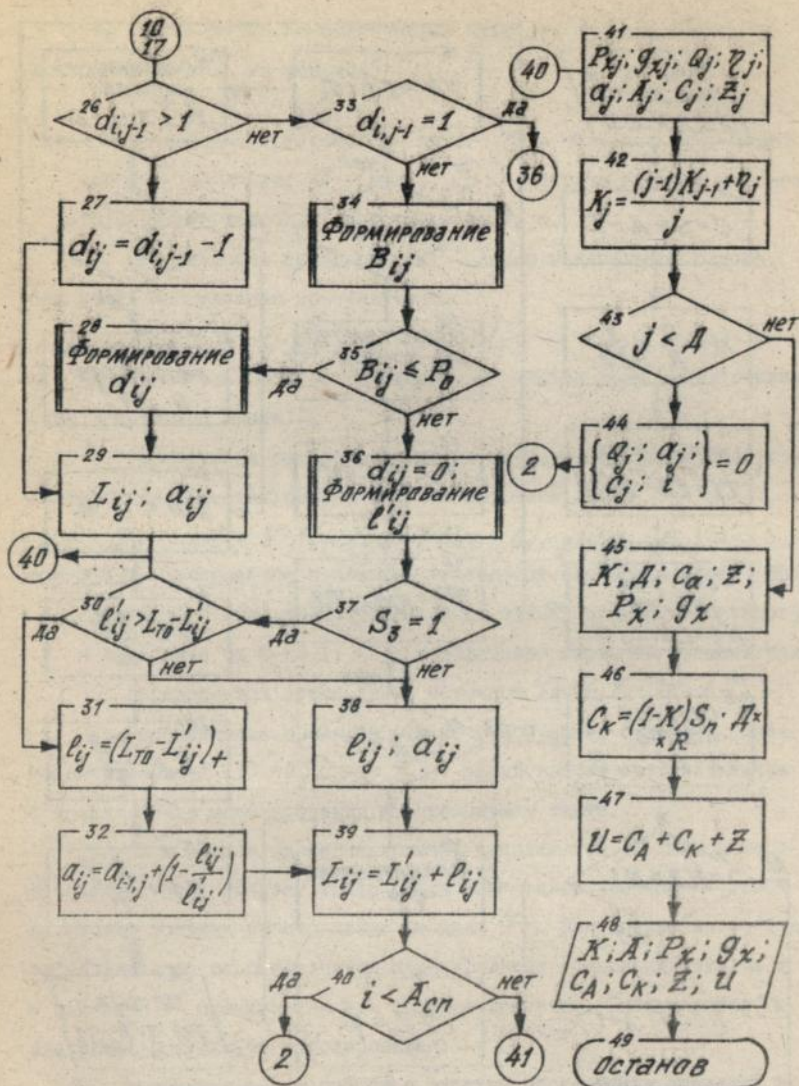


Рис. 3. Структурная схема алгоритма с блоками управления /окончание/.



2. Определяется математическое ожидание времени такта поточной линии  $M$  из условия:

$$M = \frac{O}{R} + \frac{1}{6\phi}, \quad (3)$$

где  $O$  - средняя трудоемкость одного ТО в чел.-ч.;  $R$  - число рабочих на линии;  $\phi$  - нуль;  $\frac{1}{6\phi}$  - затраты времени на перестановку автомобиля с поста на пост, ч.

3. Определяется время работы линии в идеальном случае, без учета рассеивания времени такта

$$T_0 = \left( \frac{O}{R} + \frac{1}{6\phi} \right) \cdot (S + A - 1). \quad (4)$$

Далее модель работает циклично. На каждом шаге моделирования (такта поточной линии):

4. Формируются распределенные по нормальному закону распределения величины тактов всех постов поточной линии

$$T_{2j} = M + V \cdot M \left( \sum_{i=1}^{12} RND_{ij} - 6 \right), \quad j=1, 2, \dots, S, \quad (5)$$

где  $RND$  - полученное с помощью генератора случайных чисел ЭВМ - случайное число, распределенное по закону равной вероятности в интервале от 0 до 1;  $V$  - коэффициент вариации времени такта.

5. Определяется время такта поточной линии  $T_1 = \max T_2$ .

6. Определяется время работы поточной линии с начала цикла моделирования  $T' = T' + T_1$ , где  $T'$  - время работы поточной линии с начала цикла моделирования на предыдущем такте.

Всего в каждом цикле аналогично выполняется  $C$  шагов моделирования. На последнем такте цикла полученные значения  $T'$  соответствуют времени работы линии за цикл  $T$ . Для повышения точности результата, осуществляется моделирование нескольких циклов и в качестве  $T$  принимается его среднее значение. Записываются следующие результаты моделирования:

$T$  - ожидаемое время работы с учетом рассеивания значений времени такта, ч;  $S_1 = \frac{A \cdot T}{C}$  - время работы постов поточной линии за сутки;  $K_u = \frac{T_0}{T}$  - коэффициент использования рабочего времени.

Вторая модель поточной линии (Поток 2) отличается от первой

тем, что на каждом такте поточной линии определяется пост, работа которого характеризуется максимальными затратами времени на обслуживание. Затем эти затраты сокращаются за счет подключения на пост скользящего рабочего.

В третьей модели поточной линии с независимым перемещением автомобилей с поста на пост понятие такта линии исчезает. Моделируются моменты времени окончания обслуживания автомобилей на каждом посту поточной линии по формуле:

$$K_j^i = \begin{cases} K_{j-1}^i + T_j^i; & j=1, 2, \dots, S \text{ при } K_{j-1}^i + T_j^i > K_{j+1}^i \\ K_{j+1}^i; & j=1, 2, \dots, S \text{ при } K_{j-1}^i + T_j^i < K_{j+1}^i \end{cases} \quad (6)$$

где  $K_j$  - момент времени конца обслуживания автомобиля на  $j$ -ом посту поточной линии;  $K_j$  - то же, предыдущего автомобиля;  $T_j^i$  - случайное время обслуживания автомобиля на  $j$ -ом посту.

Как и прежде производится  $L$  циклов моделирования, по истечении которых определяется среднее время линии за цикл по формуле:

$$T = \frac{1}{L} \sum_{N=1}^L K_{S,N} \quad (7)$$

где  $N=1, 2, \dots, L$  - порядковый номер цикла моделирования.

Четвертая модель имитирует ТО автомобилей на поточной линии, имеющей между каждыми двумя основными рабочими постами еще по одному промежуточному посту. Общее число постов на линии составляет  $S = 2P - 1$ . Затраты времени на обслуживание автомобилей на резервных постах отсутствуют. Поэтому в соответствующем алгоритме используется следующая, дополнительная по отношению к третьей модели процедура

$$T_{2j} = \emptyset, \text{ если } \frac{j}{2} - \text{INT}\left(\frac{j}{2}\right) = \emptyset, \quad (8)$$

где  $\text{INT}(X)$  - функция целой части от  $X$ .

Третья глава работы носит целиком экспериментальный характер. В ней описаны результаты пассивного эксперимента, проведенного с целью сбора и обработки исходных данных для моделирования процессов ТО автомобилей, а также результаты активного

эксперимента, выполненного на математических моделях этих процессов.

В результате экспериментов, выполненных на модели (рис.2 и рис.3) установлено, что наиболее предпочтительной из множества предложенных, является четвертая стратегия управления процессом ТО автомобилей, при которой допускается, при необходимости, как досрочная постановка автомобилей на ТО, так и, в отдельных случаях, их перепробег.

С целью проверки адекватности моделей работы поточных линий реальным процессам и достоверности полученных результатов, моделирование выполнялось при разном числе циклов. Полученный при этом разброс результатов, характеризуется данными, приведенными на рис.5. Аналогичные исследования проведены и для других моделей поточных линий.

На математических моделях поточных линий всех четырех рассматриваемых моделей выполнены исследования влияния на коэффициент использования рабочего времени (эффективность потока) таких факторов, как число постов поточной линии, количество обслуживающего персонала, производительность линии и коэффициент вариации времени такта. В качестве примера на рис. 6 приведены зависимости коэффициентов использования рабочего времени от числа постов поточных линий. Результаты выполненных исследований позволили сформулировать выводы, приведенные в конце реферата.

Четвертая глава посвящена вопросам управления качеством ТО автомобилей, повышения производительности труда на основе разработки критериев экономического стимулирования исполнителей.

В деле достижения высоких показателей работы системы ТО автомобилей большое значение приобретает человеческий фактор. Исходя из этого, предложены критерии и алгоритмы экономического стимулирования, обеспечивающие высокое качество выполнения технологических операций и эффективность организации труда

ИЭС И. В. СТАРОВОЙ  
АН УРСР

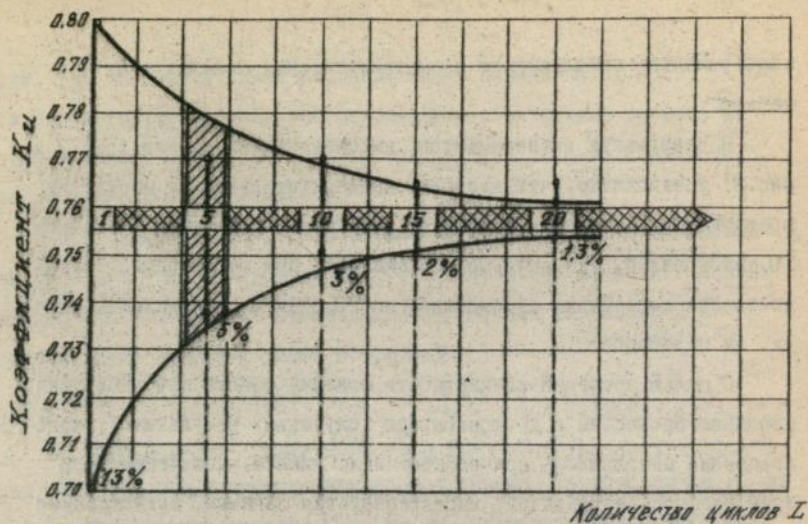


Рис. 5. Рассеивание значений коэффициента использования рабочего времени конвейером в зависимости от числа циклов моделирования /Поток 2/

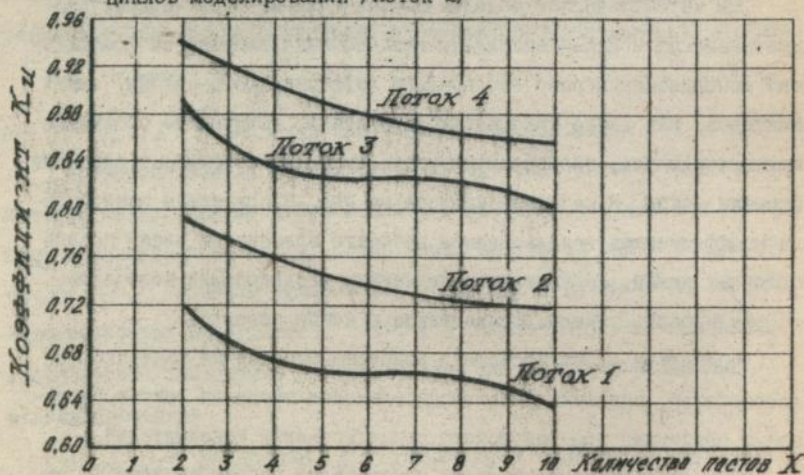


Рис. 6. Зависимость коэффициента использования рабочего времени от числа постов поточных линий.

производства.

Премияльная часть заработной платы бригадам и отдельным исполнителям, занятым выполнением ТО, определяется из выражения:

$$C_{ij} = \begin{cases} \bar{C}_{ij}, & \text{при } G_{ij} \geq G_{ij}^* ; \\ 0, & \text{при } G_{ij} < G_{ij}^* . \end{cases} \quad /9/$$

где  $G_{ij}, G_{ij}^*$  - соответственно фактическое и плановое /оптимальное количество ТО  $j$ -ой бригады в  $i$ -ый промежуток времени;

$C_{ij}, \bar{C}_{ij}$  - соответственно фактический и нормативный размер премии  $j$ -ой бригады в  $i$ -ый промежуток времени.

Полученная премия за выполнение количественных показателей корректируется с учетом качества ТО, т.е.  $C'_{ij} = f(K_{то,ij}, C_{ij})$ .

Сумма затрат, необходимых для устранения отказов автомобилей в период гарантийного пробега после ТО, формируется за счет соответствующего вычета из общего фонда оплаты труда бригад, занятых выполнением ТО. Алгоритм формирования фонда оплаты труда предусматривает рост последнего при увеличении производительности труда и естественно увеличении доходов за выполненную работу, т.е.

$$\bar{Z}_{pij} = (D_{ij} - \bar{D}_{ij}) \delta + \bar{Z}_{pij}, \quad /10/$$

где  $\bar{Z}_{pij}, Z_{pij}$  - соответственно фактический и нормативный /плановый/ фонд оплаты труда  $j$ -ой бригады в  $i$ -ый промежуток времени;  $D_{ij}, \bar{D}_{ij}$  - соответственно нормативные /плановые/ и фактические доходы, полученные  $j$ -ой бригадой в  $i$ -ый промежуток времени;  $\delta$  - удельный вес /норматив/ заработной платы в доходах.

Получены количественные соотношения для конкретных АТП между уровнем технической готовности, доходами и фондом оплаты труда, обеспечивающие системную увязку факторов с основными фондообразующими показателями АТП. Дополнительные доходы за счет интенсификации труда, оптимизации использования мощности зоны создают стимулирующий эффект для высокопроизводительного и качест-

венного труда для исполнителей технологических операций ТО.

Для обеспечения высокого качества выполняемых работ предложена автоматизированная система и алгоритмы структурно-логического анализа, обеспечивающие учет как количества так и качества выполняемых работ, дефектов, проявляющихся между очередными ТО и основных причин их порождающих.

В процессе реализации управленческих решений, результаты структурно-логического анализа являются базисом для материального стимулирования исполнителей по результатам их работы.

Для обеспечения функционирования процессов ТО автомобилей в режиме самофинансирования получены соотношения, характеризующие зависимость стоимости ТО от мощности зоны, т.е.

$$C = A_1 + \frac{A_0}{R \cdot A_r}, \quad (II)$$

где  $C$  - себестоимость единицы ТО;  $A_r$  - количество рабочих дней зоны ТО в году;  $R$  - производственная мощность зоны ТО;  $A_0, A_1$  - величины, учитывающие отдельные виды затрат, необходимых для выполнения ТО.

Из выражения (II) следует, что увеличение мощности зоны ТО влечет к снижению стоимости единицы обслуживания.

Применение предложенных критериев экономического стимулирования и алгоритмов информационного обеспечения процессов управления ТО автомобилей, базирующихся на принципе конечной цели, обеспечивает интенсификацию труда, поиск рациональных форм и методов организации труда и производства, реализацию оптимальных стратегий, направленных на компенсацию отрицательного влияния на производство вариации как исходного потока автомобилей на ТО, так и трудоемкости выполняемых работ.

Разработаны алгоритмы оптимального управления процессами ТО с адаптацией и показана эффективность их реализации за счет двух основных направлений деятельности. Первое направление предусматри-

вает внедрение в АТП разработанных в диссертации стратегий оптимального управления процессами ТО, а второе базируется на разработке и внедрении мероприятий по совершенствованию в процессе выполняемых работ организации труда, производства и материального стимулирования.

Результаты выполненных исследований внедрены в ряде АТП, о чем свидетельствует экономический эффект, составляющий только по одному АТП 30,6 тыс.руб.

### ВЫВОДЫ

В результате выполненных исследований установлено следующее:

1. Устранение простоев автомобилей в ожидании ТО и неполного использования мощностей для его выполнения /явления очередей на входе этой системы/ может быть достигнуто применением стратегии управления, предусматривающей в случае необходимости как досрочную постановку, так и перепробег автомобилей при их направлении на обслуживание. Исследования показали, что при этой стратегии средние отклонения от нормативной периодичности ТО в ту и в другую сторону не превышают 6%, что допускается действующими нормативами /не более 10%/.

2. Наиболее часто применяемые на практике поточные линии ТО с одновременным перемещением автомобилей с поста на пост /"жесткий" конвейер/ характеризуются весьма низким коэффициентом эффективности. Например, при четырех постах, трудоемкости одного ТО-I - 2,5 чел.ч. и коэффициенте вариации времени такта 0,25, этот коэффициент равен примерно 0,67.

3. Наибольшей эффективностью отличается конвейер с независимым перемещением автомобилей с поста на пост и с наличием между рабочими постами - промежуточных постов для отстоя автомобилей, на которых отсутствует оборудование и обслуживающий персонал.

Исследование показало, что для тех же условий, что и для "жесткого" конвейера, коэффициент эффективности в данном случае возрастает с 0,67 до 0,92, обеспечивая повышение производительности труда и использования оборудования по времени на 25%.

4. На втором месте по эффективности стоит конвейер с независимым перемещением автомобилей, но без промежуточных постов. Такой конвейер может быть рекомендован в случае отсутствия производственных площадей, достаточных для установки конвейера с промежуточными постами. Его эффективность составляет около 0,84 для прежних условий. На третьем месте стоит конвейер со скользящим рабочим. Его эффективность несколько ниже и для равных с предыдущими конвейерами условий составляет около 0,76.

5. Эффективность поточного метода выполнения ТО автомобилей зависит от числа постов конвейерной линии. С их увеличением - эффективность понижается. Например, с увеличением числа постов с двух до десяти эффективность падает на 9-10%. Поэтому не следует рекомендовать устройство конвейерных линий с числом постов более 3-4. Уже при этом количестве достигается специализация рабочих мест, что подтверждается частым использованием 3-4 постовых поточных линий на практике.

6. Эффективность поточного метода выполнения ТО зависит также от коэффициента вариации времени такта постов. С увеличением вариации времени такта - эффективность падает. Проведение пассивного эксперимента показало, что ТО-2 по сравнению с ТО-1 характеризуется значительно большими величинами коэффициента вариации времени такта. Поэтому, поточные линии ТО-2 менее эффективны, чем поточные линии ТО-1. В этом, очевидно, одна из основных причин почему на практике часто ТО-2 на поточных линиях не выполняется.

7. Коэффициент вариации времени такта зависит также от дисциплины труда исполнителей. Чем выше дисциплина и производитель-

ность труда, тем коэффициент вариации времени такта ниже, а эффективность поточной линии - выше. Поэтому при организации поточного выполнения работ, необходимо уделять должное внимание вопросам управления качеством работы, повышения производительности труда, соблюдения технологической дисциплины и экономического стимулирования исполнителей.

8. С целью достижения достаточной в инженерных расчетах точности /отклонения  $\pm 5-6\%$ / при имитации на ЭВМ процессов ТО автомобилей на поточных линиях следует проводить 10-15 циклов моделирования, что соответствует 10-15 дням работы линии в реальном масштабе календарного времени. Для достижения большей точности число циклов моделирования следует увеличить. При 25 циклах, отклонения не превышают 3%.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Колмаков В.М., Крышан Л.Ф. Разработка и внедрение элементов АСУ на автомобильном транспорте общего пользования. - Киев: Знание, 1975. - 19 с.
2. Крышан Л.Ф. Методика определения издержек, вызываемых несвоевременным техническим обслуживанием машин /Горные, строительные и дорожные машины: Респ.межвед.науч.-техн.сб. - Киев: Техніка, 1976, вып.22, с.76-79.
3. Луйк И.А., Колмаков В.М., Крышан Л.Ф. Оптимизация управления техническим обслуживанием автомобилей /Автомобильный транспорт. Респ.межвед.науч.-техн.сб. - Киев: Знание, 1977, вып.14, с.30-33.
4. Луйк И.А., Бедняк М.Н., Крышан Л.Ф., Лахно В.А. Методика исследования и оптимизации поточных линий технического обслуживания автомобилей с помощью математических моделей /Автомобильный транспорт. Респ.межвед.науч.-техн.сб. - Киев: Техніка, вып II,

1974, с.33-40.

Б. Луйк И.А., Колмаков В.И., Крышан Л.Ф. Научные основы организации, планирования и управления технической службой автотранспортных предприятий. - Киев: Знание, 1976. - 23 с.

Б. Луйк И.А., Крышан Л.Ф. Методические указания к лабораторной работе "Исследование поточных линий технического обслуживания автомобилей с использованием персонального компьютера по курсу "Техническая эксплуатация автомобилей". - Киев, Минвуз УССР, 1991, - 24 с.

467834

As 25.737  
**AB 25.737**