

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ

Киевский институт инженеров гражданской авиации

На правах рукописи

УДК 656.13: 658.5 (043.3)

ПОРФИРЕНКО ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ  
ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ  
НА АВТОТРАНСПОРТЕ

Специальность 08.00.05 - "Экономика, планирование и  
организация управления народным хозяйством и его отраслями"  
(транспорт и связь)

Автореферат диссертации  
на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Киев - 1993



Работа выполнена на кафедре организации, экономики и управления автомобильным транспортом Киевского автомобильно-дорожного института

Научный руководитель - доктор технических наук,  
профессор Бедняк М. Н.

Официальные оппоненты - доктор экономических наук  
Ильенченко М. В.

- кандидат экономических наук,  
старший научный сотрудник  
Бурмистров Н. П.

Ведущая организация - научно-производственное  
объединение "Автотранспорт"

Защита состоится 30 июня 1993 года в 11.00 часов на заседании специализированного совета К 072.04.06. при Киевском институте инженеров гражданской авиации, по адресу: 252058, г. Киев-58, проспект Космонавта Комарова, 1, ауд. 5.701.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке КИИГА.

Отзывы на автореферат диссертации в двух экземплярах, заверенных печатью, просим направлять в адрес Совета института.

Автореферат разослан 28 мая 1993 года.

Ученый секретарь  
специализированного совета,  
кандидат экономических наук

Сухарь В. Н.

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Издержки от эксплуатации автомобильного транспорта и поддержания его работоспособности почти вдвое превышают издержки по всем остальным видам транспорта, вместе взятым. Причем на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) подвижного состава автотранспорта (ПСАТ) приходится 91,5% всех совокупных расходов на автомобиль с момента его изготовления и до списания. Снижение величины расходов на ТО и ТР является важной народнохозяйственной задачей.

Несмотря на огромные затраты финансовых, материальных и трудовых ресурсов, техническая готовность ПСАТ находится на низком уровне, что обуславливается объективными причинами: отставанием уровня развития производственно-технической базы (ПТБ) большинства автотранспортных предприятий (АТП) от нормативных значений, распыленностью ПСАТ по маломощным комплексным АТП, многообразием ПСАТ в АТП, диспропорциями между соотношениями активной и пассивной частями в структуре основных производственных фондов (ОПФ). Дооснащение имеющихся АТП как общего, так и ведомственного пользования, до нормативных показателей развития ПТБ, потребует громадных капиталовложений и не принесет должной отдачи вследствие низкой степени загрузки и простоев технологического оборудования, невозможности применения высокопроизводительного специализированного технологического оборудования по ТО и ТР ПСАТ. Такой путь представляется экстенсивным, затратным и неэффективным. Решение вопроса повышения технической готовности ПСАТ следует искать в поиске и внедрении прогрессивных форм и методов организации комплексной подготовки ПСАТ к эксплуатации в рамках территориальных производственных объединений (ТПО) автотранспорта на базе централизации, специализации и кооперации при использовании ПТБ по ТО и ТР ПСАТ ТПО. Создание для этой цели централизованных специализированных производств (ЦСП) позволяет эффективно использовать оборудование и капиталовложения, поддерживать техническую готовность ПСАТ ТПО с минимально необходимыми для этого затратами.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности технической подготовки парка подвижного состава регионального объединения автомобильного транспорта к эксплуатации путем комплексного использования ПТБ и оборотного фонда агрегатов АТП и ЦСП на основе оптимальной централизации и распределения объемов технических воздействий по ТО и ТР ПСАТ между АТП и ЦСП.

Предметом исследования является организация выполнения технических воздействий в региональных автообъединениях на основе распределения объемов и видов ТО и ТР ПСАТ между АТП и ЦСП.

Объектом исследования являются предприятия - автохозяйства Запад-

ноукраинского региона эксплуатации ПСАТ Госкомгеологии Украины.

Методика исследований базируется на системном подходе к реализации цели, позволяющем учитывать процесс организации технических воздействий по ПСАТ в регионе комплексно, с учетом всех влияющих условий и параметров, с необходимой и достаточной степенью детализации. В исследовании использовались методы теории вероятностей, математической статистики, экспертных оценок, массового обслуживания, статистического моделирования.

Научная новизна работы заключается:

- в комплексном решении вопроса организации выполнения видов работ в регионе на базе учета всех составляющих агрегатного метода технических воздействий - замены агрегатов, восстановления их работоспособности и хранения в оборотном фонде;

- в разработке методики рационального распределения объемов и видов технических воздействий между АТП и ЦСП, оптимизации числа постов ТР ПСАТ в АТП и ЦСП.

Практическая ценность заключается в разработке и реализации на примере конкретного ведомственного объединения автотранспорта процесса централизации технических воздействий по ПСАТ, позволившего повысить техническую готовность ПСАТ и производительность труда, снизить потребность в капиталовложениях и технологическом оборудовании при минимизации затрат на ТО и ТР ПСАТ по региону в целом. Результаты исследования вошли составной частью в проект развития производственных мощностей ЦСП по ТО и ТР ПСАТ для регионов Украины в рамках Республиканской отраслевой целевой комплексной программы "Ремонт" по Госкомгеологии Украины на период 1986-1990 гг.

Реализация результатов работы проведена по 39 предприятиям - автохозяйствам Западноукраинского региона эксплуатации ПСАТ Госкомгеологии Украины с годовым экономическим эффектом 48,3 тыс. рублей, или 56,6 рублей на автомобиль в год (в ценах 1990 г.).

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы были доложены и одобрены на Всесоюзных научно-практических конференциях, семинарах и совещаниях: "Совершенствование планирования и управления на автомобильном транспорте" (Иркутск, 1987 г.), "Повышение роли молодых ученых и специалистов в совершенствовании экономического механизма хозяйствования" (Одесса, 1988 г.), "Рычаги и стимулы экономического, научно-технического и социального прогресса в промышленности и на транспорте в современных условиях" (Владимир, 1988 г.), "Социально-экономические проблемы производственной инфраструктуры в новых условиях хозяйствования" (Саратов, 1988 г.), "Технический прогресс на автомобильном транспорте" (Алма-Ата, 1989 г.), "Применение математических средств и вычислительной техники к задачам автомобильного

транспорта" (Волгоград, 1989 г.), конференции, посвященной 25-летию образования КПИ им. С. Лазо (Кишинев, 1989 г.), "Повышение эффективности технической подготовки автомобилей к эксплуатации в условиях хозрасчета и самофинансирования" (Киев, 1989 г.), "Теория и практика применения экономических методов хозяйствования в промышленности и на автомобильном транспорте" (Суздаль, 1990 г.), ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава КАДИ (1988-1992 гг.).

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 11 печатных работах и 3 депонированных отчетах.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованных литературных источников (237 наименований), приложений. Содержит 280 страниц машинописного текста, в том числе 43 таблицы и 48 рисунков.

На защиту выносятся следующие основные положения:

- методика рациональной организации выполнения технических воздействий по ПСАТ в регионе на основе оптимального распределения объемов и видов ТО и ТР ПСАТ между АТП и ЦСП;
- методика оптимизации численности постов ТР ПСАТ в АТП и ЦСП.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Автором выполнен анализ состояния ПТБ для ТО и ТР ПСАТ общего и ведомственного пользования, рассмотрены формы и методы концентрации, специализации и кооперации ТО и ТР ПСАТ в ТПО, преимущества, границы и эффективность централизации производства по ТО и ремонту ПСАТ, а также проанализированы основные результаты исследований в области концентрации, специализации и кооперации ТО и ремонта ПСАТ.

Отмечено, что в настоящее время сложилась устойчивая тенденция отставания темпов развития ПТБ автотранспорта от темпов роста численности ПСАТ, что приводит к снижению удельного веса стоимости ПТБ в общей стоимости ОПФ и в конечном итоге отрицательно влияет на техническую готовность ПСАТ.

Целесообразным путем развития ПТБ является интенсификация ее использования и повышения уровня обеспеченности предприятий элементами ПТБ за счет перехода к концентрации, специализации и кооперации при производстве ТО и ремонта ПСАТ.

Большой научный и практический вклад в развитие и совершенствование форм и методов организации технических воздействий внесли ученые НИИАта, ГосНИТИ, КазНИПИАта, ХАДИ, МАДИ, КАДИ, СибаДИ, НПО "Автотранспорт", НИИ Главмосавтотранса, Гипроавтотранса и других организаций.

Накоплен большой научно-методический потенциал по вопросам ТО и ТР ПСАТ, выработана программа развития концентрации, специализации и

кооперации путем поэтапного перехода к индустриальным методам поддержания работоспособности ПСАТ.

Однако в рамках осуществляемой программы совершенствования технической эксплуатации ПСАТ вопросы организации региональной структуры ПТБ, разработки рациональных стратегий централизации технических воздействий, распределения объемов и видов технических воздействий между АТП и ЦСП на базе комплексного учета всех составляющих агрегатного метода текущего ремонта (замены неисправных агрегатов, восстановления их работоспособности, хранения оборотного фонда) в условиях стохастичности и нестационарности потока требований на технические воздействия, случайного характера трудоемкостей обслуживания, доставки агрегатов и перегона автомобилей между АТП и ЦСП, изучены недостаточно и требуют углубленного исследования.

Исходя из поставленной цели исследования, с учетом состояния вопроса, сформулированы следующие основные задачи:

1. Исследовать процесс выполнения технических воздействий в условиях централизации производства и определить основные факторы, влияющие на их эффективность.

2. Разработать целевую функцию (критерий) эффективной организации централизованного ТО и ТР ПСАТ в ЦСП.

3. Разработать имитационную модель организации региональных централизованных воздействий.

4. Разработать и реализовать методики оптимизации состава ПТБ и оборотного фонда агрегатов АТП и ЦСП, стратегий доставки агрегатов в производственной сети АТП - ЦСП, распределения объемов технических воздействий по ТО и ТР ПСАТ между АТП и ЦСП.

5. Провести экспериментальную проверку теоретических положений, внедрить результаты исследования в автотранспортных объединениях и разработать практические рекомендации по централизации ТО и ТР ПСАТ.

Автором произведен анализ факторов, формирующих, с одной стороны, производственную программу технических воздействий собственно АТП и, с другой стороны, определяющих возможность централизации работ.

Эти факторы можно объединить в следующие группы: 1) природно-климатические, 2) территориальные, 3) эксплуатационно-технические, 4) организационно-технологические. Первая и вторая группы факторов являются относительно стабильными и нерегулируемыми с позиций управления организацией технической эксплуатации подвижного состава. Третья группа - условно регулируемая, не зависящая от деятельности технической службы ТПО. И только группа организационно-технологических факторов (обеспеченность оборудованием, запчастями, оборотным фондом агрегатов, степень использования агрегатного метода ТР, обеспеченность ПТБ, степень загрузки оборудования, режимы работы, уровень централизации при расп-

ределении объемов и видов работ по ТО и ТР ПСАТ между АТП и ЦСП и т. д.), характеризующих уровень региональной организации технической подготовки ПСАТ к эксплуатации, является регулируемой. Оптимальное управление значениями факторов этой группы позволяет определять рациональные эффективные стратегии организации ТО и ремонта ПСАТ в регионе.

Анализ выполненных научных работ, а также экспертный опрос приоритетности централизации видов работ в ЦСП показал, что централизации подлежат в первую очередь работы, не связанные с перегонем ПСАТ в ЦСП. Затем - наиболее трудоемкие и сложные их виды, выполняемые непосредственно на ПСАТ (ТО-2, окраска и т. д.). Такие виды работ, как замена шин, узлов и деталей, нетрудоемкие постовые работы ТР и ТО-1, ЕО и другие виды работ, не требующие сложного дорогостоящего оборудования и квалифицированных ремонтных рабочих, оцениваются как нецентрализуемые.

Установлено, что для постовых работ, выполняемых непосредственно на автомобиле (ТО-1, ТО-2, Д-1, Д-2, постовой ТР, окраска и т. д.), достаточно определить рациональное место их проведения в ТПО. Для работ же участкового ТР ПСАТ организация их выполнения сложнее. Согласно приведенной в табл. 1. классификации, централизации подлежат лишь работы ТР, входящие в 3, 4, 5 группы. Работы 1- и 2-й групп не требуют сложного технологического оборудования и квалифицированной рабочей силы и их централизация не окупает транспортные расходы при перегоне ПСАТ из АТП в ЦСП и обратно. Работы, входящие в 5-ю группу, выполняются, как правило, на подвижном составе и место их выполнения определяется аналогично ТО-1, ТО-2, Д-1, Д-2. И лишь работы, входящие в группы 3, 4, составляют основу агрегатного метода ТР ПСАТ. При их централизации необходимо учитывать все его составляющие: 1) замену агрегатов; 2) восстановление работоспособности неисправных агрегатов; 3) хранение исправных агрегатов в оборотном фонде. На рис. 1 представлен граф взаимосвязей функций участкового ТР ПСАТ агрегатным методом.

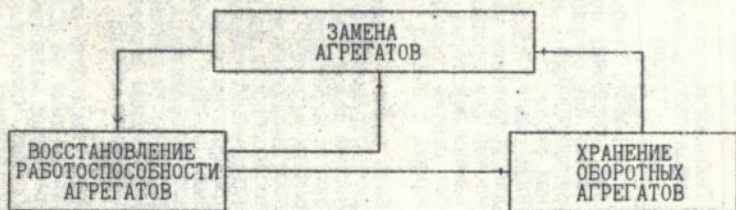


Рис. 1. Граф взаимосвязей функций участкового текущего ремонта ПСАТ агрегатным методом

Таблица 1.

Классификация видов работ текущего ремонта подвижного состава автотранспорта

Группа видов работ	Технологические признаки видов работ, входящих в группу	Принадлежность видов работ	Характеристика работ ТР, вошедших в группу	Подразделения предприятия, производящие работы ТР ПСАТ
1.	Виды работ, требующие для устранения неисправностей или отказов ПСАТ регулировочных, крепежных работ	Постовые	Крепежные и регулировочные работы, выполняемые на ПСАТ	Зона ТР
2.	Виды работ, требующие для устранения неисправностей или отказов ПСАТ замены некоторых деталей без снятия сборочных единиц с ПСАТ	Постовые	Демонтажно-монтажные работы по замене деталей разового употребления (сальники, прокладки, т.п.) и других легкодоступных деталей (ремни, газопроводы, крышки, шкивы, свечи, лампы)	Зона ТР
3.	Виды работ, требующие для устранения неисправностей или отказов ПСАТ снятия агрегатов, сборочных единиц с ПСАТ для восстановления их работоспособности на производственных участках предприятия	Постовые	Демонтажно-монтажные работы по замене на автомобиле агрегатов, сборочных единиц, механизмов	Зона ТР
4.	Виды цеховых работ по восстановлению работоспособности отказавших, неисправных агрегатов, сборочных единиц	Участковые	Демонтажно-монтажные работы по замене отк. завших деталей агрегатов, сборочных узлов, механизмов, слесарно-механические, кузнечно-рессорные	Ремонтные участки (цеха): моторный, агрегатный, слесарно-механический
5.	Виды участковых работ, выполняемые на ПСАТ, и требующие малярных, обойных, сварочных, жестяничных, плотничных и других работ	Участковые	Малярные, обойные, сварочные, жестяничные, плотничные и другие участковые работы	Ремонтные участки: малярный, обойный, сварочный и т.д.

При централизации работ участкового ТР в ЦСП для каждого АТП возможны следующие стратегии распределения объемов работ этой группы между АТП и ЦСП:

1. Индивидуальный децентрализованный ТР: восстановление и замена агрегатов осуществляются в АТП, оборотный фонд отсутствует.

2. Децентрализованный ТР агрегатным методом: восстановление, замена, хранение агрегатов оборотного фонда производится в АТП.

3. Хранение, замена агрегатов - в АТП, централизованное восстановление работоспособности агрегатов - в ЦСП.

4. Замена агрегатов - в АТП, централизованное восстановление и хранение - в ЦСП.

5. Полная централизация ТР: восстановление, замена, хранение агрегатов оборотного фонда производится в ЦСП.

6. Комбинированный вариант: восстановление, замена, хранение агрегатов одного наименования может производиться и в АТП, и в ЦСП в зависимости от трудоемкости восстановления.

При выполнении работ в региональном ТПО существует ряд работающих параллельно и последовательно систем массового обслуживания: СМО-1 (посты замены агрегатов), СМО-2 (зона восстановления работоспособности агрегатов) и СМО-3 (склад хранения оборотного фонда) в каждом АТП и ЦСП, СМО-4 (централизованная доставка ремфонда и исправных агрегатов), составляющих в совокупности сеть массового обслуживания.

Критерий  $W$ , минимизирующий комплекс затрат на выполнение 1-х видов работ ( $i=1,2,\dots,1\dots L$ ) по  $j$ -м моделям ПСАТ ( $j=1,2,\dots,j\dots M$ ) для всех  $\psi=1,2,\dots,\psi\dots N$  АТП региона и ЦСП, можно представить следующим образом

$$\begin{aligned}
 W = & \frac{1}{D_n} \sum_{i=1}^L \cdot \sum_{j=1}^M \cdot \sum_{\psi=1}^N \left[ C_{авт\psi_j}^{np} \cdot T_{авт\psi_j}^{np} + C_{р.л}^{np} \cdot T_{р.л}^{np} + C_{р.и}^{np} \cdot T_{р.и}^{np} + C_{р.и\ цсп}^{np} \cdot T_{р.и\ цсп}^{np} + C_{р.и}^z \cdot T_{р.и}^z + C_{р.и\ цсп}^z \cdot T_{р.и\ цсп}^z + C_{агрj.1}^d \cdot V_d \cdot T_{агр\ и. j. 1}^d + C_{пз}^{np} \cdot T_{пз}^{np} + C_{пз\ цсп}^{np} \cdot T_{пз\ цсп}^{np} + \left( C_{авт\psi_j}^{np} + C_{пз\psi}^z \right) \cdot T_{пз\psi}^z + \left( C_{авт\psi_j}^{np} + V_d \cdot C_{перj}^{км} + C_{постj}^{час} \right) \cdot T_{автj}^{пер} + Z_{ком\psi_j} \cdot C_{агрj.1}^{xp} \cdot T_{агрj.1}^{xp} + C_{агрj.1\ цсп}^{xp} \cdot T_{агрj.1\ цсп}^{xp} + C_{агрj.1}^d \cdot V_d \cdot T_{агр\ и. j. 1}^d + \frac{D_n}{365} E_n \cdot \left( KB_{\psi} + KB_{цсп} \right) \right] \rightarrow \min \quad (1)
 \end{aligned}$$

где Дм - число дней моделирования;  $C_{автj}^{пр} \psi$  - издержки от простоя автомобиля j-й модели  $\psi$ -го АТП в единицу времени, руб./ч;  $T_{автj}^{пр} \psi$  - суммарное время простоя всех автомобилей j-х моделей  $\psi$ -го АТП в ожидании ТР и собственно в ТР за период моделирования, ч;  $C_{рм}^{пр} \psi$ ,  $C_{рм}^{пр} \psi_{цсп}$  - издержки от простоя рабочего места по ремонту агрегатов соответственно в  $\psi$ -ом АТП и ЦСП за единицу времени, руб./ч;  $T_{рм}^{пр} \psi$ ,  $T_{рм}^{пр} \psi_{цсп}$  - суммарное время простоя всех рабочих мест по ремонту агрегатов соответственно в  $\psi$ -ом АТП и ЦСП за моделируемый период, ч;  $C_{рм}^э \psi$ ,  $C_{рм}^э \psi_{цсп}$  - издержки от эксплуатации рабочего места по ремонту агрегатов в  $\psi$ -ом АТП и ЦСП соответственно, руб./ч;  $T_{рм}^э \psi$ ,  $T_{рм}^э \psi_{цсп}$  - суммарное время эксплуатации рабочих мест по ремонту агрегатов в  $\psi$ -ом АТП и ЦСП соответственно, ч;  $C_{агрj,1}^4$  - стоимость одного км доставки одного i-го агрегата j-й модели ПСАТ из АТП в ЦСП, руб./км;  $V_d$  - средняя скорость доставки, км/ч;  $T_{агр}^4$  - суммарное время доставки неисправных i-х агрегатов j-й модели ПСАТ из АТП в ЦСП, ч;  $C_{пз}^{пр} \psi$ ,  $C_{пз}^{пр} \psi_{цсп}$  - издержки от простоя одного поста замены в  $\psi$ -м АТП и ЦСП соответственно, руб./ч;  $T_{пз}^{пр} \psi$ ,  $T_{пз}^{пр} \psi_{цсп}$  - суммарное время простоя всех постов замены соответственно в  $\psi$ -ом АТП и ЦСП, ч;  $C_{пз}^э \psi$ ,  $C_{пз}^э \psi_{цсп}$  - издержки от эксплуатации одного поста замены за единицу времени соответственно для  $\psi$ -го АТП и для ЦСП, руб./ч;  $T_{пз}^э \psi$ ,  $T_{пз}^э \psi_{цсп}$  - суммарное время эксплуатации всех постов замены в  $\psi$ -ом АТП и ЦСП соответственно, ч;  $C_{постj}^{пс}$ ,  $C_{перj}^{км}$  - постоянные и переменные расходы, приходящиеся на 1 км и на 1 ч перегона автомобиля j-й модели, руб./ч;  $T_{автj}^{пер}$  - суммарное время перегона всех автомобилей j-х моделей из АТП в ЦСП и обратно за рассматриваемый период, ч;  $Z_{комj} \psi$  - командировочные затраты при перегоне j-ой модели ПСАТ из  $\psi$ -го АТП в ЦСП и обратно;  $C_{агрj,1}^{хр} \psi$ ,  $C_{агрj,1}^{хр} \psi_{цсп}$  - издержки от хранения i-го агрегата j-ой модели ПСАТ в единицу времени соответственно в оборотном фонде агрегатов  $\psi$ -го АТП и ЦСП, руб./ч;  $T_{агрj,1}^{хр} \psi$ ,  $T_{агрj,1}^{хр} \psi_{цсп}$  - суммарное время хранения всех i-х агрегатов j-ой модели ПСАТ в  $\psi$ -ом АТП и ЦСП, ч;  $T_{агр}^4$  и  $T_{пз}^4$  - суммарное время доставки всех исправных i-х агрегатов j-ой модели ПСАТ из ЦСП в АТП, ч;  $E_n$  - нормативный коэффициент экономической эффективности капиталовложений;  $KB_{\psi}$ ,  $KB_{\psi_{цсп}}$  - дополнительные капиталовложения в ПТБ (производственные площади, оборудование), посты замены и расширение площадей складов оборотного фонда соответственно для  $\psi$ -го АТП и ЦСП, руб.

Все издержки С определяются путем калькуляции составляющих затрат. Величины времени Т накапливаются за рассматриваемый период при статистическом моделировании процесса методом Монте-Карло.

Математическая модель выбора рациональных стратегий централизации технических воздействий для ПСАТ региона рассмотрена для работ текущего ремонта, связанных с заменой и ремонтом F-х агрегатов ( $1 = F$ ) для Z-х моделей ПСАТ ( $j = Z$ ) как наиболее сложного вида работ, включающего

рассматриваем СМО-1, СМО-2, СМО-3, СМО-4. Прочие виды работ (ТО-1, ТО-2, Д-1, Д-2, окраска и т.д.), выполняемые на ПСАТ без снятия агрегатов, также могут быть рассмотрены в модели, но без учета СМО-2, 3, 4.

На рис. 2 приведена укрупненная блок-схема моделирующего алгоритма в виде модулей-блоков, выполняющих определенные функции. В блоках 1, 2, 3, 4, 5, 6 последовательно вводится исходная информация, формируется поток требований на технические воздействия, определяется номер АТП, модель ПСАТ, вид работ и трудоемкость воздействий. Далее в модели происходит последовательный переход от стратегии  $S_{з.в.х}^{деч.ф.}$  (блок 8) к стратегиям  $S_{з.в.х}^{деч.опт.}$  (блоки 13-15),  $S_{з.в.х}^4$  (блоки 18-22),  $S_{з.в.х}^3$  (блоки 24-27).

Стратегия  $S_{з.в.х}^{деч.ф.}$  осуществляет децентрализованный ТР ПСАТ при фактических значениях  $Z_{ф.}$ ,  $R_{ф.}$ ,  $X_{ф.}$ .

После определения вида работ по j-ой модели ПСАТ (постовые или участковые работы, i-й отказавший агрегат), при наличии свободного поста в зоне ТР, ПСАТ занимает его, в противном случае ожидает и занимает первый освободившийся пост.

В связи с тем, что в модели рассматривается распределение в производственной сети АТПФ - ЦСП работ по ТР агрегатов (участковых работ, входящих в группы 3, 4 табл. 1) F-го наименования ( $i = F$ ) для Z-x моделей ПСАТ ( $j = Z$ ), для прочих моделей ( $j \neq Z$ ) учитывается лишь время занятости поста  $t_{пост}^{проч} \psi_{j.}$ .

Для Z-x же моделей ПСАТ путем сравнения величины генерируемого псевдослучайного числа  $\xi$  с величиной  $R_{ф.}^{F_{вч.}}$  - вероятностью текущего ремонта, требующего снятия F-го агрегата с ПСАТ для восстановления его работоспособности на одном из рабочих мест  $W_{ф.}$  соответствующего подразделения (участка) АТПФ или ЦСП, формируется либо время занятости поста  $t_{пост}^{F_{вч.}} \psi_{j.}^j$  ( $\xi > R_{ф.}^{F_{вч.}}$ ), либо время снятия F-го агрегата ( $i = F$ )  $t_{ф.}^{F_{вч.}}$  ( $\xi < R_{ф.}^{F_{вч.}}$ ). Определяется наличие в оборотном фонде  $X_{ф.} \psi_{j.}$  обменного агрегата.

Если  $X_{ф.} \psi_{j.} > 0$ , то устанавливается взамен отказавшего исправный i-й оборотный j-й модели ПСАТ агрегат, формируется время установки агрегата  $t_{ф.}^{F_{вч.}}$  и ПСАТ отпращивается на линию. Производится формирование времени собственно ремонта снятого агрегата  $t_{ф.}^{рем.}$  после чего он поступает в оборотный фонд на склад.

В случае, если  $X_{ф.} \psi_{j.} = 0$ , обслуживание может прерываться: автомобиль освобождает пост и находится на площадке ожидания до тех пор, пока не закончится ремонт первого по времени окончания воздействий из всех ремонтирующихся в зоне восстановления работоспособности 1-x агрегатов j-x моделей ПСАТ (в том числе и "собственного"). Во время ремонта освободившийся пост занимается очередными заявками. При возникновении события "требуемый оборотный агрегат имеется" автомобиль с площадки ожидания ставится с приоритетом на первый из освобождающихся пост-

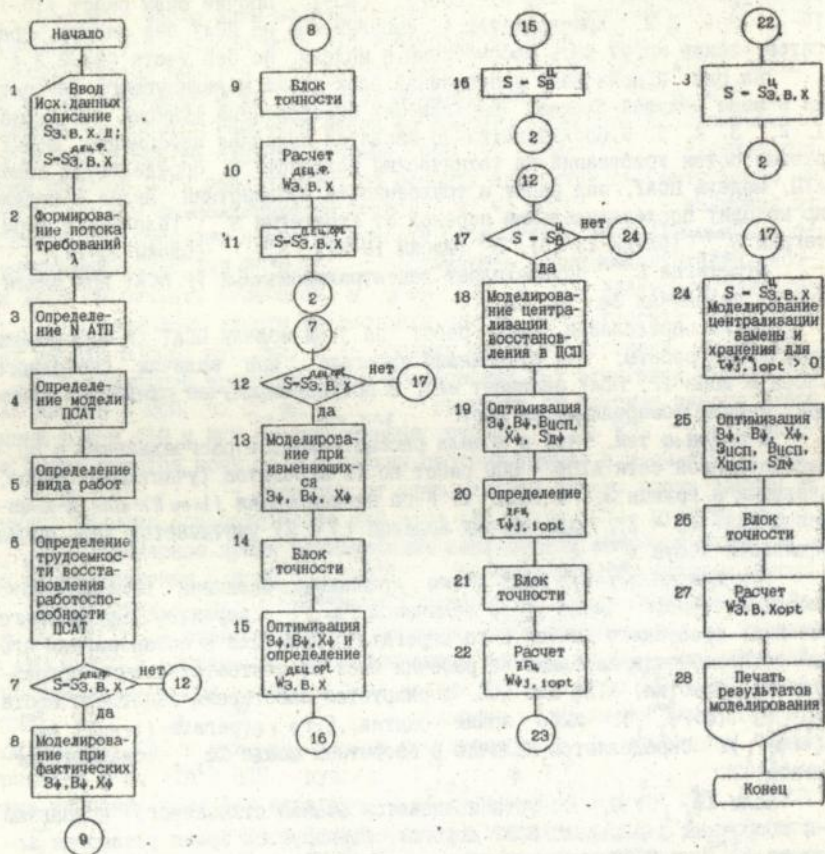


Рис. 2. Укрупненная блок-схема алгоритма, моделирующего процесс централизации технических воздействий

тов. Формируется время установки исправного агрегата, после чего ПСАТ отправляется на линию. Подобным образом осуществляется моделирование процесса ТР ПСАТ во всех АТП региона.

При окончании рабочего времени на постах замены, в зоне восстановления, производится перенос остатков незавершенных трудоемкостей работ на начало следующей смены (дня). В качестве эндогенной (выходной) переменной используется целевая функция, учитываемая как ежедневно по каждому АТПф и региону в целом, так и нарастающим итогом. В качестве неуправляемых переменных в данной стратегии используются законы распределения промежутков времени между заявками входящего потока требований  $\lambda$ , вероятности возникновения требуемых видов работ, законы распределения времени ремонта J-х моделей ПСАТ в  $\psi$ -х АТП, величины  $Z\phi$ ,  $B\psi$ ,  $X\psi$ .

Стратегия  $S_{з.в.х}^{деч.орт}$  предусматривает оптимизацию во всех АТПф региона значений  $Z\phi$ ,  $B\psi$ ,  $X\psi$ . На рис. 3 показан алгоритм оптимизации  $Z\phi$ ,  $B\psi$ ,  $X\psi$  методом случайного поиска на примере одного АТП. Для каждой СМО принимается равновероятной возможность поиска оптимального значения как при увеличении ее мощности (+ $\Delta$ , где  $\Delta$  - величина шага), так и при уменьшении (- $\Delta$ ). Равновероятными полагаются также и направления оптимизации рассматриваемой сети за счет оптимизации ее составляющих СМО-1, СМО-2, СМО-3. На отрезке [0, 1] принимается следующее распределение вероятностей:

$$0 < P(\overset{\rightarrow}{Z}_p + \Delta Z_p) < \frac{1}{6}; \quad \frac{1}{6} < P(\overset{\rightarrow}{Z}_p - \Delta Z_p) < \frac{1}{3}; \quad \frac{1}{3} < P(\overset{\rightarrow}{B}_p + \Delta B_p) < \frac{1}{2};$$

$$\frac{1}{2} < P(\overset{\rightarrow}{B}_p - \Delta B_p) < \frac{2}{3}; \quad \frac{2}{3} < P(\overset{\rightarrow}{X}_p + \Delta X_p) < \frac{5}{6}; \quad \frac{5}{6} < P(\overset{\rightarrow}{X}_p - \Delta X_p) < 1.$$

После каждой p-й итерации сравнивается значение целевой функции  $W_p$  с величиной ее при (p - 1)-й итерации  $W_{p-1}$ . Если условие  $W_p < W_{p-1}$  не выполняется, значит направление изменения мощности СМО (1, 2 или 3) выбрано неудачно и исключается из рассмотрения (оператор 15.32), если выполняется - происходит повторение шага с прежней величиной в ту же "выигрышную" сторону (оператор 15.31) и моделирование процесса повторяется. В конечном итоге наступит такая p-я итерация, когда любая (p+1)-я невозможна как заведомо не приводящая к выигрышу в сети. Тогда оператором 15.40 производится вывод на печать оптимальных значений  $W_{з.в.х}^{деч.орт}$ ,  $Z^{орт}$ ,  $B^{орт}$ ,  $X^{орт}$ .

Аналогично производится оптимизация  $Z\phi$ ,  $B\psi$ ,  $X\psi$  во всех  $\psi = 1, 2, 3, \dots, \psi, \dots, N$  АТП региона. Направления случайного поиска увеличиваются соответственно с шести (3x2) до Nx3x2.

Стратегия  $S_B^4$  осуществляет централизацию собственно текущего ремонта снятых с ПСАТ агрегатов. Стратегия предусматривает определение оптимальных уровней централизации ремонта F-х агрегатов Z-х моделей



ПСАТ из  $\psi$ -го АТП региона в ЦСП  $\tau_{j,1}^{ZF}$  в чел.-ч. представляющий собой точку на отрезке оси трудоемкостей от минимальной трудоемкости ТР агрегата (в зоне восстановления работоспособности агрегатов, то есть без учета трудоемкости демонтажно-монтажных и регулировочных работ)  $\tau_{j,1}^{ZF}$  до максимальной  $\tau_{j,1max}^{ZF}$ . Предусматривается, что в  $\psi$ -м АТП производится замена агрегатов, хранение оборотного фонда, а также восстановление работоспособности кроме прочих всех  $1eF$  агрегатов  $JeZ$  моделей ПСАТ, трудоемкость которых не превышает  $\tau_{j,1}^{ZF}$ .

Для агрегатов с  $\tau_{j,1}^{ZF} > \tau_{j,1opt}^{ZF}$  производится периодическая доставка их в ЦСП со стратегией  $S_{д\psi}$ , ремонт там и возврат исправных в оборотный фонд АТП $\psi$ . В процессе расчета  $\tau_{j,1opt}^{ZF}$  происходит оптимизация  $Z\psi, B\psi, X\psi, B_{усп.}, S_{д\psi}$ .

Отрезок на оси трудоемкостей  $[\tau_{j,1min}^{ZF}, \tau_{j,1max}^{ZF}]$  разбивается на  $f = 1, 2, 3, \dots, f, \dots, J$  интервалов (шагов) варьирования трудоемкости в зависимости от поставленной в задаче точности поиска  $\tau_{j,1opt}^{ZF}$ .

Уточняя постановку задачи, необходимо для каждого  $\psi$ -го АТП региона определить те  $f$ -е интервалы трудоемкости ТР 1-го агрегата ( $1eF$ ), которые целесообразно централизовать в ЦСП. Алгоритм предусматривает одновременность поиска  $\tau_{j,1opt}^{ZF}$  во всех АТП.

На первом этапе производится полная централизация ТР в ЦСП всех  $f = 1, 2, \dots, f, \dots, J$  интервалов трудоемкостей.

Данная стратегия предусматривает снятие отказавшего  $1eF$  агрегата  $JeZ$  модели ПСАТ в АТП $\psi$ , транспортировку его в ЦСП; ремонт там и возврат в АТП $\psi$ , в оборотный фонд. Оптимизация в каждом АТП  $Z\psi, X\psi$ , в ЦСП  $B_{усп.}$ , а также оптимизация стратегий доставки агрегатов  $S_{д\psi}$  осуществляется также методом случайного поиска аналогично алгоритму, представленному на рис. 3, но с некоторыми отличиями, заключающимися в следующем. Вводятся дополнительные шаги поиска  $\Delta S_{дq} = \Delta S_{д1}, \Delta S_{д2}, \dots, \Delta S_{дD}$  оптимальных стратегий доставки. Общее число направлений поиска составит в данном случае  $2(3 \cdot N + 1)$ . Величина вероятности, приходящаяся на одно направление, составит  $0,5/(3 \cdot N + 1)$ .

После каждой  $p$ -ой итерации производится расчет целевой функции  $W_p$ . После окончания процесса оптимизации  $Z\psi, B_{усп.}, X\psi, S_{д\psi}$  - вывод целевой функции  $W_B^{(N)}$ . Далее моделирование погоряется, но для  $\psi = 1$  (АТП $_1$ ) исключается из процесса централизации ТР агрегатов ( $1eF, JeZ$ ) входящих в 1-й интервал трудоемкостей. Для агрегатов, попадающих по трудоемкости восстановления работоспособности в этот интервал ( $f=1$ ), ремонт производится в АТП $_1$ , на  $B_1$  - рабочих местах зоны восстановления работоспособности агрегатов.

Оптимизируются  $Z\psi, B_1, X\psi, B_{усп.}, S_{д\psi}$ . Определяется функция цели  $W_B^{(N-1)}$ . Если  $W_B^{(N-1)} > W_B^{(N)}$ , первому интервалу трудоемкостей АТП $_1$  присваивается индекс  $K_{11}^{(+)}$ , в противном случае  $K_{11}^{(-)}$ , и это означает, что даже при

максимально возможной в регионе централизации ремонта агрегатов эффект от массового обслуживания (снижения  $K_{\text{трисп}}$  до минимального значения) не окупает транспортные издержки от доставки агрегатов в ЦСП и обратно в АТП. Следовательно, при меньших масштабах централизации "прикрепление" к ЦСП для ремонта там агрегатов 1-го интервала из АТП<sub>1</sub> будет тем более неэффективно.

Таким образом поочередно "проверяются" все первые интервалы трудоемкостей для всех АТП. Оптимизируются  $Z\psi$ ,  $X\psi$ ,  $V_{\text{цсп}}$ ,  $S_{\psi}$ , а также  $V\psi$  для АТП с отсеянными 1-ми интервалами ТР агрегатов ( $i \in F$ ,  $j \in Z$ ). Определяется  $W_{\psi}^{(4-A)}$ . Затем опять поочередно исключаются 1-е интервалы  $\psi$ -х АТП ( $\psi \in (N - D)$ ) из процесса централизации в ЦСП. "Проверка" 1-го интервала будет закончена тогда, когда после очередного отбрасывания по всем АТП 1-го интервала либо все индексы  $K_{\psi}$  будут положительными ( $K_{\psi}^{(4)}$ ), либо все АТП $\psi$  будут отсеяны (то есть для всех АТП региона централизация первого интервала трудоемкости ТР 1-х агрегатов j-х моделей ПСАТ ( $i \in F$ ,  $j \in Z$ ) неэффективна. Определяется  $W_{\psi 1}^{(4-2)}$  и аналогичным образом проверяется на "централизуемость" второй интервал ( $i = 2$ ) трудоемкости ТР. Отличие здесь в том, что для АТП $\psi$  поочередно "отбрасывается" либо 2-й интервал (если для этого  $\psi \in D$  АТП ранее была установлена неэффективность централизации 1-го интервала), либо 1-й (если для этого  $\psi \in (N - D)$  АТП централизация 1-го интервала была выигрышной). Так осуществляется проверка всех  $i = J$  интервалов, причем поэтапно происходит снижение значения функции цели:  $W_{\psi 1}^{(4-A)} > W_{\psi 2}^{(4-A)} > \dots > W_{\psi J}^{(4-A)}$ . Результатом такого многоитерационного и многопараметрического оптимизационного эвристического алгоритма является расчет  $\tau\psi_{\text{звх}}^{ZF4}$ ,  $S_{\psi \text{opt}}$ ,  $Z\psi_{\text{opt}}$ ,  $V\psi_{\text{opt}}$ ,  $X\psi_{\text{opt}}$ ,  $V_{\text{цсп opt}}$ .

Стратегия  $S_{\text{звх}}^4$  предусматривает рациональную организацию замены, восстановления и хранения оборотных агрегатов в регионе. Алгоритмом предусмотрена поэтапная ее реализация.

На первом этапе в ЦСП централизуются для всех АТП (где наблюдается  $\tau\psi_{\text{звх}}^{ZF4} > 0$ ) работы по замене агрегатов, трудоемкость ремонта которых  $\tau\psi_{\text{звх}}^{ZF4} > \tau\psi_{\text{звх}}^{ZF4}$ , а также и оборотный фонд F-х агрегатов Z-х моделей ПСАТ. При этом ПСАТ, имеющий отказ F-го агрегата с трудоемкостью восстановления его, большей или равной "граничной", перегоняется в ЦСП либо буксируется туда автомобилем-тягачом, в зависимости от результата сравнения генерируемого числа  $\xi$  со значением вероятности необходимости буксировки j-й модели ПСАТ при отказе i-го агрегата  $P_{\text{букс j, i}}$ .

После оптимизации при описанной организации процесса в регионе запоминается значение целевой функции  $W_{\text{з.в.х}}^4$ . Затем моделируется вышеописанный процесс при условии исключения для АТП<sub>1</sub> централизованной замены агрегатов и хранения оборотного фонда. При этом из АТП<sub>1</sub> в ЦСП со стратегией  $S_{\text{Д1}}$  доставляются отказавшие агрегаты с трудоемкостью ремонта большей или равной "граничной"  $\tau\psi_{\text{звх}}^{ZF4}$ , ремонтируются в ЦСП и отп-

рвляются обратно, в оборотный фонд  $X_1$ . Оптимизируются  $Z\psi, V\psi, X\psi, S_{д1}, Z_{цсп}, V_{цсп}, X_{цсп}$  и запоминается значение функции цели  $W_{ц(1дец3)}$ .  
 Снова моделируем, но исключая для АТП<sub>1</sub> только централизацию замены агрегатов, оставляя централизацию оборотного фонда агрегатов. При необходимости производится экстренная доставка исправного агрегата в АТП<sub>1</sub> из ЦСП. Находим оптимальные значения  $Z\psi, V\psi, X\psi, S_{д2}, Z_{цсп}, V_{цсп}, X_{цсп}$  и  $W_{ц(1дец3)}$ .  
 Сравниваем между собой  $W_{ц(1)}$  и  $W_{ц(1дец3)}$ . Сравниваем эти два значения целевой функции со значением  $W_{ц(1)}$  и определяем минимальное из этих трех значение целевой функции, которое и определяет на данном этапе моделирования эффективный вариант централизации технических воздействий для АТП<sub>1</sub> при условии максимальной централизации для всех остальных АТП региона. Такую же процедуру производим для АТП<sub>2</sub>, предварительно "вернув" в процесс централизации в ЦСП замену агрегатов и хранение оборотного фонда для АТП<sub>1</sub>. Оптимизируем  $Z\psi, V\psi, X\psi, S_{д2}, Z_{цсп}, V_{цсп}, X_{цсп}$  при нахождении  $W_{ц(2дец3)}$  и  $W_{ц(1дец3)}$ . Сравниваем эти два значения целевой функции со значением  $W_{ц(1)}$  и определяем минимальное из трех, запоминаем его. Аналогичным образом последовательно рассматриваем все АТПф, для которых характерно  $\tau_{з, в, х}^{зфч} > 0$ .

Закончив перебор всех АТП, исключаем из дальнейшего рассмотрения все неэффективные для  $\psi$ -х АТП стратегии. Производим повтор вышеописанного эвристического алгоритма. Моделируем централизацию в ЦСП всех эффективных вариантов организации централизации технических воздействий для каждого АТП. Так как на данном этапе мощность ЦСП могла снизиться за счет уменьшения программы замен агрегатов, централизованного оборотного фонда, то соответственно снизился и эффект массового обслуживания (увеличился  $K_{тр, цсп}$ ). После оптимизации  $Z\psi, V\psi, X\psi, S_{д\psi}, C_{цсп}, V_{цсп}, X_{цсп}$  и расчета  $W_{ц, нов}$ , опять для каждого АТПф исследуем возможные варианты организации замены агрегатов и места хранения оборотного фонда. Отличие в том, что для АТП, где ранее наиболее эффективной стратегией предусматривалась децентрализованная замена агрегатов и хранение оборотного фонда, централизация замены и хранения агрегатов не исследуется. Если при больших масштабах централизации они были неэффективны, то при меньших - тем более. Вышеописанная процедура перебора всех АТП и определения для них эффективных вариантов централизация технических воздействий будет продолжаться до тех пор, пока следующий (он же последний) перебор не повторит результатов предыдущего.

На основе использования аппарата теории массового обслуживания в работе предложена также аналитическая модель оптимизации состава ПТБ (каналов обслуживания - постов ТР ПСАТ) ЦСП. При расчете числа постов ТР применялся принцип "размыкания", позволяющий переходить от типа замкнутых СМО (к которым относится ЦСП) к разомкнутым с минимальными погрешностями.

Алгоритм модели предусматривает определение следующих показателей:

- Интенсивность поступающего в ЦСП потока требований

$$\lambda = N_{\text{сп}} \cdot \alpha_{\text{в}} \cdot \lambda^1, \quad (2)$$

где  $N_{\text{сп}}$  - списочное (инвентарное) число требований;  $\alpha_{\text{в}}$  - коэффициент использования ПСАТ;  $\lambda^1$  - интенсивность потока от единичного требования;

- Вероятность того, что время пребывания в очереди  $\beta$  будет меньше величины  $t$

$$P \left\{ \beta < t \right\} = 1 - \text{Pe}^{-(n\mu - \lambda)t}, \quad (3)$$

где  $\Pi$  - вероятность того, что все  $n$  - постов ТР заняты;  $\mu$  - средняя интенсивность обслуживания;

- Суточная интенсивность обслуживания ПСАТ одним постом ТР

$$\mu_{\text{сут}} = T_{\text{см}} \cdot C_{\text{см}} \cdot P_{\text{к}} \cdot \eta / t_{\text{ТР}}, \quad (4)$$

где  $T_{\text{см}}$  - продолжительность рабочей смены;  $C_{\text{см}}$  - число рабочих смен в сутки;  $P_{\text{к}}$  - число рабочих на посту ТР,  $\eta$  - коэффициент использования рабочего времени;  $t_{\text{ТР}}$  - математическое ожидание трудоемкости выполнения одного требования в ЦСП;

- Суточная интенсивность поступления требований

$$\lambda_{\text{сут}} = T_{\text{сут}} / t_{\text{ТР}} \quad (5)$$

- Число постов ТР  $n$

$$n = \left( T_{\text{сут}} / T_{\text{см}} \cdot C_{\text{см}} \cdot P_{\text{к}} \cdot \eta \right) \left[ 1 + t_{\text{ТР}} \ln \left( \Pi / \left( 1 - P \left\{ \beta < t \right\} \right) \right) \right] / T_{\text{сут}} \cdot t \quad (6)$$

- Вероятность одновременной занятости всех каналов (постов ТР)  $\Pi$

$$\Pi = P_0 \alpha^n / (n-1)! (n-\alpha) = n \alpha^n / \left[ n! (n-\alpha) \sum_{k=0}^{n-1} \alpha^k / k! + \alpha^n (n - \alpha e^{-(n\mu - \lambda)t}) \right] \quad (7)$$

где  $P_0$  - вероятность того, что все посты свободны;  $k$  - число требований на обслуживание;

$$P_0 = 1 / \left[ \sum_{k=0}^{n-1} \alpha^k / k! + (\alpha^n / n!) (\lambda e^{-(n\mu - \lambda)t} - n\mu) / (\lambda - n\mu) \right] \quad (8)$$

- Целевая функция  $W$

$$W = \left[ \lambda C_{\text{пт}} + N_0 C_{\text{пк}} + N_3 C_{\text{зк}} \right] t_{\text{ож}} + \min, \quad (9)$$

где  $C_{\text{пт}}$ ,  $C_{\text{пк}}$ ,  $C_{\text{зк}}$  - издержки в единицу времени соответственно от

простоя требования в очереди, простоя поста TP и его эксплуатации в единицу времени;  $N_0$ ,  $N_3$  - средние числа постов TP соответственно свободных и занятых;  $t_{ож}$  - среднее время ожидания ПСАТ начала обслуживания;

- Параметры  $N_0$ ,  $N_3$ ,  $t_{ож}$

$$N_0 = \sum_{k=0}^{n-1} [(n-k) / k!] \alpha^k \cdot P_0, \quad (10)$$

$$N_3 = n - N_0; \quad (11)$$

$$t_{ож} = \alpha^n \left( n\mu e^{-(n\mu-\lambda)t} \left[ n\mu + \lambda t (n\mu - \lambda) \right] \right) / n! (n\mu - \lambda)^2 \quad (12)$$

- Введя коэффициенты  $\psi = C_{шт} / C_{пк}$  и  $f = C_{зк} / C_{пк}$ , подставив выражения (8), (10), (11), (12) в формулу (9) и приравняв к нулю частную производную функции цели  $W$  по  $t$

$$dW / dt = 0, \quad (13)$$

получим после дифференцирования по  $t$  целевой функции  $W$  систему из трех уравнений для расчета оптимального числа постов TP:

$$\left\{ \begin{array}{l} n = \left( T_{сшт} / T_{сж} C_{сж} P_k \eta \right) \left[ 1 + t_{тр} \ln \left( n / (1 - P(\beta < t)) \right) / T_{сшт} t \right] \\ \Pi = n\alpha^n / \left[ n! (n - \alpha) \sum_{k=0}^{n-1} \alpha^k / k! + \alpha^n (n - \alpha e^{-(n\mu-\lambda)t}) \right], \quad (\alpha < n) \\ \frac{dW}{dt} = e^{-(n\mu-\lambda)t} \left[ \left[ (\lambda\psi + f n) \alpha^n n\mu / n! (n\mu - \lambda)^2 \right] \left[ (n\mu - \lambda) + \lambda (1 - \alpha/n) (t(n\mu - \lambda) - 1) \right] + \left[ (f - 1) \alpha^n n\mu / (n\mu - \lambda) \right] \cdot \sum_{k=0}^{n-1} (n-k) \alpha^k / k! \right] \cdot \left[ -\lambda (1 - \alpha/n) \left( n! (\lambda - n\mu) \sum_{k=0}^{n-1} \alpha^k / k! - \alpha^n n\mu \right) - \alpha^n \lambda^2 (1 - \alpha/n) e^{-(n\mu-\lambda)t} + (n\mu - \lambda) \left[ \left( n! (\lambda - n\mu) \sum_{k=0}^{n-1} \alpha^k / k! - \alpha^n n\mu \right) (1 + \lambda t (1 - \lambda/n)) + \alpha^n \lambda \right] \right] / \left[ n! (\lambda - n\mu) \sum_{k=0}^{n-1} \alpha^k / k! - \alpha^n n\mu + \alpha^n \lambda e^{-(n\mu-\lambda)t} \right]^2 \right] \quad (\alpha < n) \end{array} \right.$$

17  
ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

Алгоритм расчета оптимального числа постов предусматривает пошаговое задание  $n$ , начиная с  $n = [\alpha] + 1$  (где  $[\alpha]$  - функция целой части числа  $\alpha$ ) и последовательное определение  $t$ ,  $\Pi$ ,  $P(\beta t)$ ,  $t_{\text{ож}}$ ,  $W$ . Увеличивая каждой итерацией значение  $n$ , в конечном итоге определяем  $n_{\text{opt}}$ , соответствующее  $W_{\text{min}}$ . Ограничением данной модели является применение ее только для случая пуассоновского входящего потока требований и времени обслуживания, подчиняющегося экспоненциальному распределению.

В диссертации приведены результаты экспериментального исследования параметров и законов распределения величин, задаваемых в исходных данных.

В качестве объекта исследования были выбраны 39 предприятий - автохозяйств Западноукраинского региона эксплуатации ПСАТ Госкомгеологии Украины с общей численностью ПСАТ 1322 единицы.

В качестве предмета исследования, на основании результатов проведенного экспертного опроса, выбран ТР двигателей ПСАТ восьми наиболее распространенных, в рассматриваемых предприятиях, моделей ПСАТ: УАЗ-451, ГАЗ-52, ГАЗ-53, ЗИЛ-130, Урал-377, МАЗ-500, КраЗ-257, КамАЗ-5320, составляющих более 80% всего ПСАТ в регионе. Проведенный анализ ПТБ по ТО и ТР ПСАТ показал крайне слабую оснащенность АТП, за исключением одного предприятия - АТП-1 (автоколонны NN 1,5 АТП ПГО "Запукргеология" в пос. Угерско Стрыйского района Львовской области), которое обладает избыточными мощностями для обслуживания только собственных автомобилей. Расчет производственной программы и площадей зон, участков и цехов в сопоставлении с фактическими значениями предопределил создание ЦСП в этом АТП.

Исследованы поток требований на технические воздействия, трудозатраты, техническая скорость движения ПСАТ между АТП и ЦСП, издержки от простоя постов и рабочих мест зоны восстановления работоспособности агрегатов при отсутствии заявок и при их эксплуатации, потери от простоя ПСАТ в ожидании и при выполнении технических воздействий, издержки от содержания складов и омертвления оборотных средств при хранении оборотного фонда агрегатов.

Исследована нестационарность потока требований на технические воздействия. Установлено, что распределение времени восстановления работоспособности двигателей, снятых с ПСАТ, хорошо согласуется с нормальным законом распределения (участковые работы). Этим же законом описываются трудозатраты на снятие и установку двигателей. Трудоемкость работ по ТР ПСАТ (постовые работы) хорошо согласуется с экспоненциальным законом распределения. Определены параметры потока отказов по рассматриваемым моделям ПСАТ, диапазон изменения которых составил от  $3,212234 \cdot 10^{-1}$  отк./1000 км по автомобилю УАЗ-451 до  $4,79082 \cdot 10^{-1}$  по автомобилю ГАЗ-52. Получены значения частоты возникновения требова-

ний на ТР двигателей ПСАТ. Рассчитаны затраты на создание и прирост элементов ПТБ и оборотного фонда двигателей ПСАТ по предприятиям региона. Определены коэффициенты снижения трудоемкости при централизованном выполнении работ.

Автором проанализированы результаты исследования рациональных форм организации технических воздействий по ПСАТ для Западноукраинского региона Госкгеологии Украины.

Для реализации разработанных методик рациональной централизации технических воздействий и оптимизации числа постов ТР ПСАТ разработаны специальные программы на алгоритмическом языке КЛИППЕР для ЭВМ IBM PC/AT-386.

Расчеты проводились поэтапно, по ходу реализации разработанных в модели стратегий.

Результаты реализации стратегии оптимизации состава ПТБ и оборотного фонда двигателей при децентрализованном их выполнении в АТП показали, что практически все предприятия (за исключением АТП-1) оснащены крайне слабо и требуют значительных капиталовложений, от 1174,0 руб по АТП-15 до 59924,2 руб. по АТП-6, а по региону в целом 1107944,3 руб. Значение целевой функции составляет 5622,14 рубля/день по всем предприятиям региона. Требуемый прирост элементов ПТБ составляет: по постам замены - 31, по рабочим местам моторных участков - 32, по оборотным двигателям - 62 (в т.ч. УАЗ - 8, ГАЗ-52 - 1, ГАЗ-53 - 15, ЗИЛ - 15, Урал - 2, МАЗ - 3, КраЗ - 9, КамАЗ - 9). Средние капиталовложения при децентрализации составляют 28408,83 рубля на одно предприятие. Излишние мощности и оборотный фонд по АТП-1 уменьшают затраты на создание ЦСП в этом предприятии.

Реализация стратегии оптимального распределения объемов работ по восстановлению работоспособности агрегатов и доставки их между АТП и ЦСП показала, что для пяти предприятий (АТП-11, 12, 22, 24, 38) централизация неэффективна вообще, для 28 предприятий предпочтительной является полная централизация ремонта двигателей в ЦСП, а для шести предприятий (АТП-3, 4, 15, 17, 18, 34) выгодной является лишь частичная централизация объема работ по ТР двигателей. Из четырех рассматриваемых интервалов трудоемкости (I - до 10 чел.-час, II - до 20 чел.-час, III - до 30 чел.-час, IV - свыше 30 чел.-час) для АТП-3, 4, 34 централизуются работы, входящие в III и IV интервалы трудоемкости, для АТП-15, 17 - входящие во II, III и IV интервалы, а для АТП-18 - только IV-е интервалы трудоемкости ТР двигателей. Стратегии доставки ремфонда вариировались в диапазоне от 5 до 42 чел. Реализация данной стратегии позволяет уменьшить на 503042,02 рубля капиталовложения по сравнению со стратегией децентрализации, суточное уменьшение целевой функции составляет 117,05 рублей, потребность в рабочих местах сокра-

шается на 24.

Реализация стратегии централизации замены, восстановления и хранения оборотного фонда показала, что замена двигателей централизуется для восьми предприятий (АТП-5, 7, 17, 23, 31, 35, 36, 37), расположенных на расстоянии от 1 до 50 км до ЦСП. Для этих предприятий централизуется также и оборотный фонд, и восстановительные работы по ТР двигателей. Оборотный фонд централизуется для 18 предприятий (АТП-5, 7, 8, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 23, 26, 27, 30, 31, 33, 35, 36, 37). Без изменения по сравнению с предыдущей стратегией остается организация выполнения рассматриваемых воздействий для 15 предприятий, а также для 6 предприятий, где работы децентрализуются полностью (АТП-11, 12, 22, 24, 38). Экономия по сравнению со стратегией децентрализации составляет: по капиталовложениям 581520,0 рублей, по постам замены - 2, по рабочим местам восстановления работоспособности агрегатов - 24, по оборотным агрегатам - 31 (в т.ч. УАЗ-3, ГАЗ-52 - 1, ГАЗ-53 - 9, ЗИЛ-130 - 10, УГАЛ - 1, МАЗ - 1, КраЗ - 5, КаМАЗ - 1), по целевой функции 255,7 рублей в день. На рис. 4, 5 показано распределение капиталовложений и целевой функции по АТП региона при реализации различных стратегий организации технических воздействий.

Реализация аналитической методики проводилась для контрольного примера, с исходными данными, соответствующими этапу развития ЦСП на момент сбора статистической информации.

Для расчетов использовалась специально разработанная программа определения оптимального числа каналов ПТБ ЦСП.

Исходные данные задачи представлены в табл. 2. Просчет предусматривал поитерационную последовательность нахождения оптимального варианта. На каждой итерации задавалось значение числа постов  $n$  и последовательно определялись величины  $t$ ,  $\Pi$ ,  $P$  ( $\beta(t)$ ),  $t_{ог}$ ,  $\phi$ ,  $W$ . Заданный алгоритм предусматривал определение оптимального числа постов замены двигателей, соответствующего минимальному значению целевой функции  $W$ . Результаты контрольного просчета представлены в табл. 3. Для условий, заданных исходными данными, оптимальное число постов замены двигателей составляет 12. Соответствующая ему целевая функция равна 180,56 руб.

### 3. В Ы В О Д Ы

Выполненная диссертационная работа позволяет сделать следующие выводы:

1. Перспективы развития автомобильного транспорта как общего пользования, так и ведомственного, в области технической политики должны предусматривать комплексный подход к использованию производственно-технической базы, основанный на принципах централизации, специ-

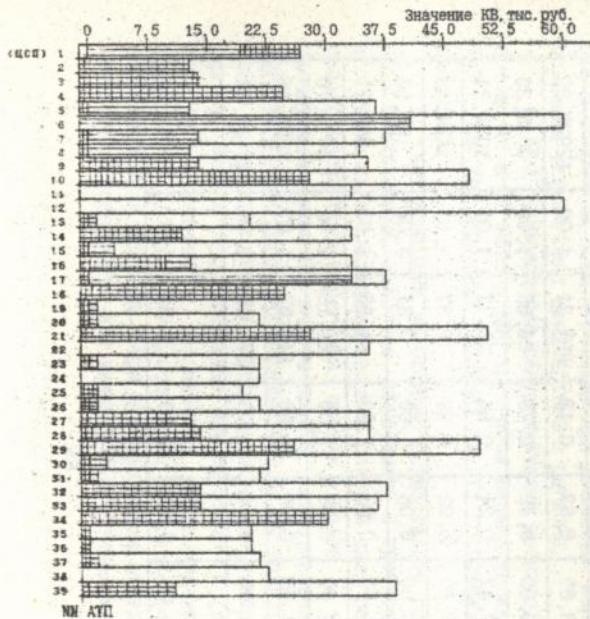


Рис. 4. Гистограмма распределения капиталовложений по АТП региона для различных стратегий:

- — децентрализации при оптимальной ПТБ и оборотном фонде агрегатов;
- ▨ — централизации восстановления;
- ▤ — централизации замены, восстановления и хранения оборотных агрегатов.

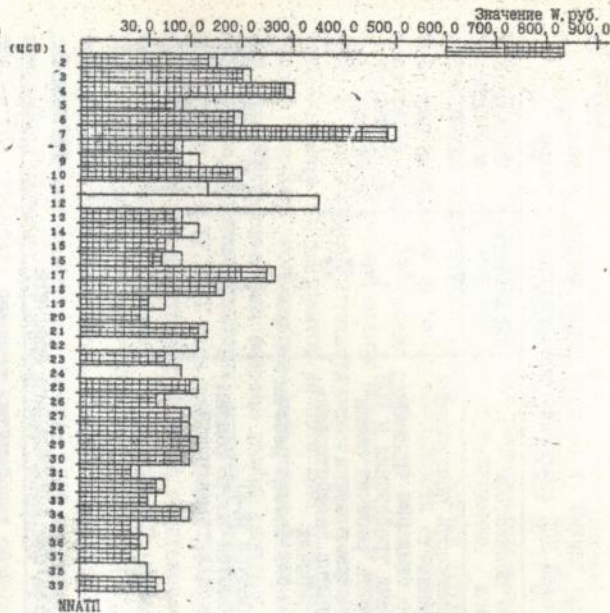


Рис. 5. Гистограмма распределения значений целевой функции по АТП региона для различных стратегий:

- — децентрализации при оптимальной ПТБ и оборотном фонде агрегатов;
- ▨ — централизации восстановления;
- ▤ — централизации замены, восстановления и хранения оборотных агрегатов.

Таблица 2.

Исходные данные к расчету числа постов замены двигателей ЦСП аналитико-вероятностным методом

Наименование показателя	Обозначение	Численное значение
1. Суточная трудоемкость поступающих заявок-требований	$T_{сут}$	200,0 чел. -ч.
2. Математическое ожидание трудоемкости выполнения требования в ЦСП	$t$	8,79 чел. -ч.
3. Продолжительность рабочей смены	$T_{тр}$	8,04 чел. -ч.
4. Число рабочих смен в сутки	$C_{см}$	2
5. Число одновременно задействованных на посту рабочих	$R_k$	2
6. Коэффициент использования рабочего времени	$\eta$	0,90
7. Издержки от простоя ПСАТ	$C_{пт}$	3,0 руб/час
8. Издержки от простоя поста замены	$C_{пк}$	2,0 руб/час
9. Издержки от эксплуатации поста замены	$C_{зк}$	2,5 руб/час
10. Отношение $C_{пт}/C_{пк}$	$\psi_{пк}$	1,50
11. Отношение $C_{зк}/C_{пк}$	$\Gamma$	1,25

Таблица 3.

Результаты контрольного просчета

N <i>и</i> тераций	Значения величин						
	n	t	П	$P(\beta < t)$	$t_{ож}$	$\varphi$	W
1	8	18,85	0,63	0,43	297,31	1,00	12928,39
2	9	10,00	0,42	0,78	66,06	1,00	3025,36
3	10	7,47	0,24	0,94	23,77	1,01	1079,74
4	11	6,00	0,22	0,99	9,37	1,02	434,98
5	12	5,00	0,06	1,00	3,81	1,03	180,56
6	13	5,00	0,09	1,00	4,95	1,03	240,21
7	14	4,00	0,46	1,00	41,18	1,06	2071,70
8	15	4,00	0,79	1,00	149,97	1,07	7809,65
9	16	4,00	0,94	1,00	879,14	1,08	47166,80
Оптимальный вариант	12	5,00	0,06	1,00	3,81	1,03	180,56

ализации и кооперации при выполнении ТО и ТР ПСАТ в региональных ТПО. Путь автономного, децентрализованного оснащения всех АТП до требуемого нормативного уровня является затратным, экстенсивным и неэффективным.

2. При рассмотрении видов работ по ТР ПСАТ агрегатным методом, выполняемых централизованно или децентрализованно, необходимо при определении оптимальной ПТБ для их выполнения, комплексно учитывать все составляющие агрегатного метода ТР - замену агрегатов (постовые работы), восстановление их работоспособности (участковые работы), хранение оборотного фонда (складские работы).

3. Задача распределения объемов и видов работ ТО и ТР ПСАТ между АТП и ЦСП является стохастической, многопараметрической, причем ни один отдельно взятый фактор не позволяет однозначно определить эффективный вариант организации выполнения видов работ по ТО, ТР ПСАТ в ТПО. Поэтому исследуемые вопросы должны решаться только с учетом комплекса взаимовлияющих факторов, которыми являются: обеспеченность АТП и ЦСП ПТБ по ТО и ТР ПСАТ (как для постовых работ ТО, ТР и замене агрегатов, так и для участковых работ по восстановлению работоспособности агрегатов, систем, узлов); мощности АТП (выраженные в численности ПСАТ); марочность и модельность ПСАТ в АТП региона; рентабельность эксплуатации отдельных типов, марок и моделей ПСАТ и обусловленные ею потери прибыли вследствие выбытия ПСАТ из эксплуатации при ожидании и выполнении технических воздействий; издержки от простоя и эксплуатации ПТБ по ТО, ТР ПСАТ; издержки от хранения оборотных агрегатов и омертвления в связи с этим оборотных средств АТП и ЦСП; капиталовложения в ПТБ и оборотный фонд агрегатов при различных вариантах организации выполнения технических воздействий в регионе.

4. При определении централизуемой производственной программы работ по ТО и ТР ПСАТ в ЦСП требуется индивидуальный подход к каждому ТПО, так как значения влияющих на эту программу факторов различны для разных ТПО.

5. Централизацию необходимо осуществлять поэтапно, в первую очередь централизуя наиболее трудоемкие и требующие специализированного оборудования и квалифицированной рабочей силы работы по восстановлению работоспособности агрегатов, систем и узлов, а также нехарактерные для эксплуатационных АТП работы по МТС, изготовлению и реставрации деталей, резино-технических изделий и т.п. С развитием базы по восстановлению работоспособности агрегатов возможна централизация и работ по их замене, ТО-2 с сопутствующими ему работами ТР (в т.ч. и замена агрегатов, узлов и деталей), покрасочных, антикоррозионных работ и других, в зависимости от реально действующих в регионе факторов и организационно-технических условий. При централизации отдельных видов работ в ЦСП необходимо определять для каждого АТП оптимальный уровень централизуе-

ности работ совместно с оптимизацией ПТБ и оборотного фонда агрегатов как АТП, так и ЦСП.

6. Внедрение разработанных рекомендаций по централизации ТР двигателей ПСАТ на ЦСП в пос. Угерско Стрыйского района Львовской области позволило сократить капиталовложения в ПТБ по региону в 2,6 раза. Годовой экономический эффект составил в абсолютном измерении 48,3 тыс. рублей, в относительном 56,6 рублей на автомобиль в год (в ценах 1990 г.).

7. Дальнейшие исследования целесообразно продолжать в следующих направлениях:

- разработка методики взаимоотношений АТП и ЦСП в условиях разнообразия форм собственности, включая механизм ценообразования, принадлежности ремонтного фонда и оборотных агрегатов, ответственности ЦСП за качество централизованно выполняемых работ и АТП за правильность линейной эксплуатации ПСАТ в АТП;

- разработка этапности развития ПТБ ЦСП на базе функционально-модульного наращивания производственных мощностей по ТО, ТР ПСАТ.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Порфиренко В.И. Оценка приоритетности централизации на СТО видов работ по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава автотранспортного объединения. - К.: 1986. - 30 с. - Деп. в УкрНИИТИ 17.07.86, N 1735 - Ук 86.

2. Порфиренко В.И. Рациональная централизация технического обслуживания и ремонта машин // Технология и организация производства. - 1988. - N 4. - с. 56.

3. Иванов В.Б., Порфиренко В.И., Лаврик И.Ф. Методика централизации технической подготовки подвижного состава к эксплуатации в региональных автотранспортных объединениях // Информ. листок о НТД. - Киев: УкрНИИТИ, 1988. - N 88-048. - 4 с.

4. Порфиренко В.И. Обоснование уровней централизации технического обслуживания и ремонта подвижного состава автотранспорта // Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции "Повышение роли молодых ученых и специалистов в совершенствовании экономического механизма хозяйствования". - Одесса: ОСХИ, 1988, вып. 1. - с. 142-144.

5. Иванов В.Б., Порфиренко В.И. Управление развитием и использованием производственных мощностей по ТО и ТР автомобилей // Тезисы докладов научно-практической конференции "Рычаги и стимулы экономического, научно-практического и социального прогресса в промышленности и на транспорте в современных условиях". - Владимир: ВПИ, 1988. - с. 58-59.

6. Порфиренко В.И. Комплексная организация подготовки автотранспорта к эксплуатации на основе оптимальной централизации технических

воздействий в регионе // Тезисы докладов Всесоюзного Сопещения "Социально-экономические проблемы производственной инфраструктуры в новых условиях хозяйствования". - Москва-Саратов: СПИ, 1988. - с. 229-231.

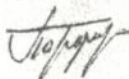
7. Бедняк М.Н., Порфиренко В.И. Оптимизация состава функционального модуля производственно-технической базы СТО // Автомобильный транспорт: Респ. межвед. науч.-техн. сб. - 1989. - Вып. 26. - с. 22-27.

8. Порфиренко В.И., Иванов В.Б. Пути повышения эффективности региональной организации технического обслуживания и ремонта автомобилей. - К.: Знание, 1989. - 20 с.

9. Порфиренко В.И. Моделирование централизации технических воздействий на автотранспорте методом Монте-Карло // Тезисы докладов региональной научно-технической конференции "Применение математических средств и вычислительной техники к задачам автомобильного транспорта". - Волгоград: ВПИ, 1989. - с. 20-23.

10. Иванов В.Б., Порфиренко В.И. Факторы роста и резервы производственных мощностей по ТО и ТР автомобилей // Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Теория и практика применения экономических методов хозяйствования в промышленности и на автомобильном транспорте". - Суздаль-Владимир: ВПИ, 1990. - с. 216-217.

11. Порфиренко В.И. Статистическая модель распределения видов и объемов работ между АТП и СТО // Автомобильный транспорт: Респ. межвед. науч.-техн. сб. - 1990. - Вып. 27 - с. 23-28.



---

Подписано в печать 26.05.93. Формат 60x84/16. Бумага типографская. Офсетная печать. Усл.кр.-отт. 8. Усл.печ.л. 1,39. Уч.-изд.л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ No 124-1. Цена . Изд. No 359/III.

---

Издательство КИИГА  
252058. Киев-58, проспект Космонавта Комарова, 1.

1105813

AB 27.734

**AB 27.734**