

Х. М. ТАХТАМЫШЕВ

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСЧЕТА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Допущено

*Учебно-методическим объединением по образованию
в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»
направления подготовки «Эксплуатация наземного транспорта
и транспортного оборудования»*



Москва

Издательский центр «Академия»

2011

УДК 656.96(075.8)
ББК 39-4я73
Т243

Рецензенты:

- зав. кафедрой «Автомобильный транспорт и организация дорожного движения»
Южно-Российского государственного технического университета,
д-р техн. наук, профессор *Б. Г. Гасанов*;
зав. кафедрой «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей»
Волгоградского государственного технического университета,
д-р техн. наук, профессор, Заслуженный деятель науки
Российской Федерации *А. А. Ревин*;
зав. кафедрой «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис»
Московского автомобильно-дорожного института (ГТУ),
д-р пед. наук, профессор *А. Н. Ременцов*

Тахтамышев Х. М.

Т243 Основы технологического расчета автотранспортных предприятий : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Х. М. Тахтамышев. — М. : Издательский центр «Академия», 2011. — 352 с.

ISBN 978-5-7695-7467-2

Изложены традиционный (детерминированный) метод технологического расчета автотранспортных предприятий по техническому обслуживанию и ремонту парков автомобилей, а также вероятностный метод технологического расчета, позволяющий оптимизировать технико-экономические показатели автотранспортного предприятия на стадиях проектирования, реконструкции и функционирования. Предложены математические модели и алгоритмы расчета числа специализированных и универсальных постов технического обслуживания и ремонта, обоснования парка технологического оборудования, запасов узлов и агрегатов для автотранспортного предприятия с использованием теории массового обслуживания, статистического моделирования, научного управления запасами, оптимизации показателей подразделений технической службы и в целом всего предприятия на основе метода динамического программирования, приведены оригинальные материалы и примеры расчетов.

Для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по направлению «Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования». Может быть полезно аспирантам, научным и практическим работникам автомобильного транспорта, специализирующимся в области оптимизации процессов технической эксплуатации автомобилей.

УДК 656.96(075.8)
ББК 39-4я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Тахтамышев Х. М., 2011
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2011
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2011

ISBN 978-5-7695-7467-2

ПРЕДИСЛОВИЕ

Переход России к рыночной экономике характеризовался целым рядом радикальных реформ в сфере управления, изменением структуры производственных отношений и форм собственности, которые нашли отражение и на автомобильном транспорте. Большинство автотранспортных предприятий (АТП) в послереформенный период стали частными и приобрели полную хозяйственную самостоятельность.

Для обеспечения эффективной хозяйственной деятельности на автомобильном транспорте в условиях рыночной экономики в первую очередь необходимо выявление и эффективное использование имеющегося производственного потенциала предприятий, внедрение современных форм организации труда и высоких технологий.

Конечная модель подсистемы автомобильного транспорта, ответственной за обеспечение работоспособности подвижного состава, в обозримом будущем ясна — это, с одной стороны, многоукладная, динамичная, сложная модель с точки зрения разнообразия форм и методов технической подготовки автомобилей для выполнения транспортного процесса, с другой стороны — простая, адаптивная, чувствительная к спросу и предложению. Параметры этой модели технической эксплуатации автомобилей (ТЭА) близки к основным характеристикам реально функционирующей системы обеспечения работоспособности подвижного состава автомобильного транспорта в развитых странах Западной Европы и Японии.

Как и в странах с развитой рыночной экономикой, в сложившейся структуре предприятий автомобильного транспорта России базовыми остаются комплексные АТП, осуществляющие перевозку народнохозяйственных грузов и техническую подготовку подвижного состава к транспортному процессу. Стихийное строительство и реорганизация (разукрупнение) большинства АТП в силу необходимости осуществления экономически выгодных перевозок для различных отраслей народного хозяйства в тех или иных регионах страны привели к неупорядоченному развитию их производственно-технической базы (ПТБ), мощность которой в большинстве случаев не соответствует реальным потребностям. В одних случаях имеет место избыточная мощность подразделений по выполнению технического обслуживания (ТО) и ремонта парка АТС, вызванная разукрупнением предприятий, в других, напротив — недостаточность мощности

производств создаваемых предприятий. Последнее обстоятельство часто обусловлено ограниченностью ресурсов на создание ПТБ, несовершенством методов обоснования мощности и хозяйственной замкнутостью технических служб (ТС) автотранспортных предприятий частных владельцев, в том числе и муниципального автомобильного транспорта.

Так, в настоящее время более четверти парка грузовых автомобилей страны простаивает по техническим причинам. В то же время уровень использования мощности производства по техническому обслуживанию и текущему ремонту (ТР) автомобилей неоправданно низок: сменность работы ТС АТП колеблется в пределах 1,0... 1,5, средний уровень загрузки технологического оборудования не достигает и 40 %, а уровень использования рабочих производственных участков 40... 60 %.

Такие противоречивые показатели (с одной стороны, большие простои автомобилей, с другой — низкий уровень использования производственного потенциала) объясняются не только несоответствием производственных мощностей реальным потребностям, но и недостаточной эффективностью их использования в сложных производственных ситуациях, характерных для производств по ТО и ремонту парков автомобилей.

Разработкой мероприятий по оптимальному использованию производственного потенциала АТП по ТО и ремонту автомобилей занимались многочисленные научные учреждения и организации, в результате были выявлены основные пути повышения эффективности производства: интенсификация, специализация, кооперация, а для мегаполисов также и концентрация производства. Однако решение этих вопросов без учета влияния мощности на уровень технической готовности парка автомобилей ведет к большим погрешностям при расчете реального экономического эффекта от внедрения тех или иных мероприятий. Традиционно на автомобильном транспорте для определения мощности АТП по ТО и ремонту используют технологический расчет производственной программы.

Технологический расчет автотранспортных предприятий по ТО и ремонту представляет собой детальный инженерный расчет производственных мощностей различных подразделений технической службы, базирующийся на нормативных материалах или конкретных статистических данных.

При определении мощности ТС АТП сложились три подхода:

- экономический;
- детерминированный;
- экономико-вероятностный.

Использование *экономического подхода* при оценке мощности ТС АТП предполагает сравнение определенной группы показателей с нормативами, а также установление связи между мощностью ТС

и коэффициентом технической готовности с помощью корреляционных зависимостей.

Этот подход исключает возможность получения конкретных технологических, проектных и организационных решений при реконструкции и проектировании предприятий. При этом оценка эффективности использования ПТБ методом сравнения с нормативами необъективна, так как не отражает различные условия работы подвижного состава, его характеристики, эффективность использования персонала и другие эксплуатационные факторы.

Обоснование мощности с помощью традиционного *детерминированного технологического расчета* АТП более адекватно отражает влияние эксплуатационных факторов на параметры технической службы АТП и нашло наибольшее распространение. Для стадии проектирования предприятий этот метод продолжает оставаться основным благодаря простоте расчетных формул и наличию необходимой нормативной базы. Погрешности результатов расчетов не имеют серьезных последствий для проектных решений на стадии проектирования предприятий вследствие их корректирования в процессе планировки помещений согласно требованиям стандартов и применения типоразмерного ряда конструктивных элементов зданий, а также последующего корректирования параметров технической службы в соответствии с реальными потребностями практики. Однако серьезное противоречие традиционного технологического расчета состоит в том, что основной показатель качества функционирования технической службы — *коэффициент технической готовности парка автомобилей предприятий* — определяется в самом начале алгоритма расчетов, хотя по логике он должен быть результатом проведенных вычислений. При этом на стадии функционирования предприятий отсутствие аналитических связей между мощностью ТС, с одной стороны, и коэффициентом технической готовности парка и экономическими показателями предприятий, с другой стороны, не позволяет оценить эффективность использования имеющихся производственных площадей, оборудования, трудовых и других ресурсов предприятий.

Экономико-вероятностные методы оценки эффективности и оптимизации мощности обладают рядом преимуществ по сравнению с детерминированными методами. Эти методы позволяют учесть влияние эффективности использования мощности ТС на технико-экономические показатели АТП. В частности, можно учесть влияние режимов работы персонала, вариантов организации труда и производства, стохастичности производственных процессов, степени использования агрегатного метода ремонта и т.д. на показатели функционирования технической службы АТП, что обеспечивает поиск оптимизационных решений.

С помощью применения вероятностных математических моделей можно рассчитывать технико-экономические показатели ТС АТП на

всех стадиях развития предприятий. Однако они не нашли должного распространения применительно к автомобильному транспорту из-за невозможности использования для оптимизации мощности имеющейся нормативной базы.

Таким образом, используя перечисленные методы, не представляется возможным оценить имеющуюся мощность ТС АТП и произвести технико-экономическое обоснование путей ее эффективного использования и поиск оптимальных значений при различных критериях оптимальности.

Детально разработанный экономико-вероятностный метод технологического расчета, изложенный в данном учебном пособии, позволяет перейти к оптимизации мощности ТС АТП на всех стадиях развития и функционирования предприятия.

В результате его использования становится возможным количественно оценить эффективность организационных, технологических и проектных решений и, следовательно, выявить резервы и оптимальные пути реализации производственного потенциала вплоть до трансформации технических служб АТП в централизованные специализированные производства (ЦСП) и станции технического обслуживания (СТО). Однако такое изменение структуры предприятий должно происходить как результат развития производственных отношений и конкуренции между различными типами предприятий.

Судя по зарубежному опыту, в перспективе комплексные АТП, в особенности малые и средние, будут продолжать играть ведущую роль в народно-хозяйственных перевозках, как предприятия со сложившейся производственно-технической базой и адаптированные к рыночным условиям хозяйствования. Процесс разукрупнения, трансформации и создания новых предприятий является постоянным фактором функционирования комплексных АТП и неизбежным условием выживания и успешной деятельности в рыночной среде.

В настоящем пособии изложены основы технологического расчета АТП на стадиях проектирования, реконструкции, а также эффективного использования мощности ТС действующих автотранспортных предприятий по ТО и ремонту на стадии функционирования в условиях рыночной экономики.

В первом разделе учебного пособия приведены основные положения традиционного технологического расчета. В связи с тем, что традиционный метод технологического расчета, а также планировка предприятий представлены в учебной литературе достаточно подробно, автор основное внимание уделил вероятностному оптимизационному методу расчета показателей подразделений и в целом технической службы автотранспортных предприятий.

В частности, рассмотрены вопросы оптимального формирования и использования мощности зон по ТО и ТР парков автомобилей, производственных участков по восстановлению элементов автомобилей с учетом специализации и концентрации производства, ра-

циональной организации и режимов работы персонала, формирования и использования комплекта технологического оборудования, использования агрегатного метода ремонта и совершенствования материально-технического снабжения предприятий.

Все эти параметры предлагается оптимизировать по признанным критериям оптимальности: *максимуму прибыли, минимуму издержек, заданному значению коэффициента технической готовности парка автомобилей*, что в целом позволяет квалифицировать предлагаемый метод технологического расчета как оптимизационный и адаптированный к условиям рыночной среды функционирования предприятий.

Практическое использование этого метода может оказать заметное влияние на эффективность работы автомобильного транспорта путем снижения затрат на ТО и ТР при обеспечении оптимального уровня технической готовности автомобильных парков конкретных АТП.

При использовании оптимизационного метода технологического расчета описание производственных процессов функционирования технической службы АТП, принятие проектных и технологических решений базируются на системном подходе с использованием математических аппаратов теории массового обслуживания и управления запасами, статистического моделирования, метода динамического программирования.

В учебном пособии рассмотрены закономерности производственных процессов при ТО и ремонте автомобилей с целью оптимального формирования и использования мощности подразделений технической службы АТП с учетом полной экономической самостоятельности в рыночной среде функционирования.

Впервые доказана возможность использования имеющейся нормативной базы автомобильного транспорта для решения вероятностных оптимизационных задач. Также впервые рассмотрен комплекс составляющих мощности: здания — оборудование — персонал — запасные части автомобилей и закономерности влияния их на технико-экономические показатели предприятий.

В результате в учебном процессе по дисциплинам «Проектирование предприятий автомобильного транспорта», «Техническая эксплуатация автомобилей» наряду с оптимизацией параметров ТС АТП в целом отдельно для выполнения специальных заданий в проектах могут быть использованы следующие методики:

- расчета оптимальной структуры числа постов зоны текущего ремонта для основных вариантов специализации и концентрации производства;
- технико-экономического обоснования комплекта технологического оборудования для АТП;
- расчета оборотного фонда автообъединений при централизованном восстановлении и поставке узлов и агрегатов;

- определения неснижаемого запаса и оборотного фонда узлов и агрегатов на АТП;
- расчета оборотного фонда узлов и агрегатов, предназначенного для компенсации неравномерной загрузки мощности производственных участков.

При использовании оптимизационного метода технологического расчета появляется возможность выполнения курсовых проектов по разнообразной тематике, отдельные математические модели и алгоритмы могут быть применены при проведении научно-исследовательской работы студентов, магистров и аспирантов.

ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ АТП

Традиционный метод технологического расчета мощности технической службы АТП многие десятилетия является наиболее приемлемым способом определения строительных параметров производственно-технической базы, необходимого технологического оборудования и персонала. Несмотря на недостатки, этот метод остается основным при проектировании на стадиях расширения производства, реконструкции предприятий и создания новых АТП ввиду простоты расчетных формул и наличия большого массива нормативных исходных данных, накопленных ведущими проектными и исследовательскими институтами страны путем обобщения опытных данных из эксплуатации автомобильного парка страны в различных климатических зонах, дорожных условиях по всем основным маркам и моделям отечественных автомобилей различного пробега. Влияние различных эксплуатационных факторов на производственную программу ТС АТП учтено с помощью известных коэффициентов корректирования, что позволяет вести расчеты без проведения дополнительного сбора исходных данных на основе нормативной базы.

Разработка технического проекта АТП включает в себя технологический расчет предприятия, планировку производственного корпуса и генерального плана. В последующем технический проект является основой для разработки документации на строительство зданий и сооружений, предусматривающей привязку к местности, к тепловым и электрическим сетям и т.д. Принципы планировки помещений, зданий и сооружений, а также генерального плана АТП изложены в многочисленной учебной и нормативной литературе достаточно подробно, в связи с чем нет необходимости освещения этого раздела в данном учебном пособии.

Ввиду того что традиционный детерминированный метод технологического расчета также нашел широкое освещение в учебниках и учебных пособиях для высшего и среднего профессионального образования, в данном пособии материал дается в разрезе алгоритма технологического расчета при курсовом и дипломном проектировании.

Это позволяет в последующих главах при изложении вероятностного технологического расчета ссылаться на детерминированные нормативные исходные данные и известные формулы определения параметров ТС АТП. Целесообразность краткого изложения традиционного технологического расчета в данном пособии обусловлена также тем, что при двухуровневой подготовке специалистов высшего профессионального образования ознакомление с данным методом является достаточным для получения необходимой квалификации бакалаврами, а для магистров этот материал послужит базой для глубокого понимания вероятностных оптимизационных методов расчета технико-экономических показателей ТС АТП и их успешного применения на практике.

Глава 1

Расчет производственной программы автотранспортного предприятия по техническому обслуживанию и ремонту парка автомобилей

Производственная программа представляет собой объем работы, выполняемый технической службой АТП по ТО и ТР парка эксплуатируемых автомобилей и автомобилей сторонних организаций и частных лиц по договору за определенный период времени. На практике получили распространение два вида программ: суточная и годовая. *Суточная производственная программа* рассчитывается в целях планирования работы зон и участков на ближайший период времени, *годовая* — для определения размеров и структуры ПТБ и необходимого персонала при совершенствовании организации производства, техническом перевооружении, расширении производства, реконструкции и проектировании АТП.

Исходными величинами для расчета производственной программы являются факторы внешней и внутренней среды предприятий.

К *внешним факторам* относятся климатические и дорожные условия; к *внутренним факторам* — характеристики подвижного состава, режимы работы производства и режимы работы подвижного состава.

Классификации климатических и дорожных условий приведены в нормативном документе ОНТП-01—91. К характеристикам подвижного состава относятся нормативные и планируемые параметры (списочное количество по маркам и моделям, пробеги с начала эксплуатации, нормативы по ТО и ТР автомобилей). Режимы работы подвижного состава характеризуют среднесуточные пробеги, время в наряде, число смен, число дней работы автомобилей в году. Режим

работы производства по ТО и ТР (технической службы) определяется числом дней работы в году, продолжительностью смены и числом смен.

Многообразие и различные значения факторов, определяющих техническое состояние автомобилей, затрудняет формирование исходных данных для технологического расчета мощности ТС АТП. В этой связи разработано двухэтапное нормирование исходных параметров автомобилей. На первом этапе нормируются показатели автомобилей, эксплуатирующихся в наиболее типичных условиях, на втором этапе основные нормативы корректируются в зависимости от степени влияния на них пяти основных эксплуатационных факторов. Типичные условия эксплуатации называют также *эталонными* условиями.

В соответствии с действующим Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, а также стандартом ОНТП-01—91 установлены основные нормативы для эталонных условий эксплуатации.

Эталонные условия характеризуются следующими эксплуатационными факторами с соответствующими значениями.

1. Категория условий эксплуатации — первая.
2. Базовые модели автомобилей:
для грузовых автомобилей — бортовые;
для легковых автомобилей и автобусов — все модели и марки.
3. Климатический район — умеренный.
4. Пробеги автомобилей с начала эксплуатации — в пределах 50... 70 % от пробега до капитального ремонта.
5. Размер автотранспортного предприятия — 200—300 ед. подвижного состава, составляющих три технологически совместимые группы.

Очевидно, что эталонное значение последнего фактора — размера АТП, принятое по средним данным автотранспортной отрасли 1980-х гг., не соответствует средним величинам парков автомобилей после разукрупнения подавляющего числа АТП в послереформенный период. Однако это обстоятельство не дает усомниться в достоверности корректирующих коэффициентов, разработанных для АТП различных размеров, в том числе и с небольшим парком автомобилей.

1.1. Корректирование нормативов технического обслуживания и ремонта парка автомобилей

Если реальные условия эксплуатации АТС отличаются от эталонных, то производится корректирование нормативов с помощью коэффициентов корректирования:

- для категории условий эксплуатации — K_1 ;
- для модификации автомобилей, отличающихся от базовых, — K_2 ;
- для климатических районов — K_3 ;

- для пробегов автомобилей с начала эксплуатации — K_4, K'_4 ;
- для размеров АТП — K_5 .

С помощью данных коэффициентов корректируются эталонные (основные) нормативы:

- для периодичности ТО — $K_1 K_3$;
- для трудоемкости ТО — $K_2 K_5$;
- для пробега до капитального ремонта — $K_1 K_2 K_3$;
- для трудоемкости текущего ремонта — $K_1 K_2 K_3 K_4 K_5$;
- для простоев в ТО и ТР — $K_2 K_4$.

Результирующие коэффициенты K_p определяются путем перемножения частных коэффициентов для каждого вида воздействия.

В связи с тем что коэффициенты корректирования нормативов удельной трудоемкости текущего ремонта K_4 и продолжительности простоев ТО и ТР K'_4 , зависящие от величины пробега, определяются для всей совокупности автомобилей одной марки, их значения рассчитывают как средневзвешенные величины:

$$K_{4cp} = \sum_{i=1}^m K_{4i} A_{гpi} / A_{гp},$$

$$K'_{4cp} = \sum_{i=1}^m K'_{4i} A_{гpi} / A_{гp}, \quad (1.1)$$

где m — число интервалов пробега до капитального ремонта; K_{4i}, K'_{4i} — коэффициенты корректирования для $A_{гpi}$, числа автомобилей, находящихся в i -м интервале (Приложение 8); $A_{гp}$ — списочное число автомобилей в одной группе; $A_{гpi}$ — число автомобилей в i -м интервале.

Средний пробег автомобилей группы с начала эксплуатации, выраженный в долях от пробега до капитального ремонта $L_{кр}$, определяют по следующей формуле:

$$L_{cp} = \sum_{i=1} L_i A_{гpi} / A_{гp}, \quad (1.2)$$

где L_i — середины интервалов пробега в долях от $L_{кр}$.

Пример 1. На АТП имеется 25 автомобилей ЗИЛ ММЗ-4505, которые распределены по интервалам пробега $L_{кр}$ следующим образом:

- 0,25 ... 0,5 — 5 ед.;
- 0,75 ... 1,0 — 10 ед.;
- 1,0 ... 1,25 — 10 ед.

Определить средневзвешенное значение удельной трудоемкости текущего ремонта и продолжительность простоя автомобилей в ТО и ремонте.

Решение. Из Приложения 8 находим по колонке «грузовые» для интервала пробега 0,25 ... 0,5 коэффициент $K_4 = 0,7$; для пробега 0,75 ... 1,0 — $K_4 = 1,2$; для пробега 1,0 ... 1,25 — $K_4 = 1,3$.

В результате по формуле (1.1) рассчитываем средневзвешенное значение удельной трудоемкости текущего ремонта

$$K_{4cp} = (0,7 \cdot 5 + 1,2 \cdot 10 + 1,3 \cdot 10) / 25 = 1,14.$$

Аналогично рассчитываем средневзвешенное значение продолжительности простоев автомобилей в ТО и ремонте. Для этого используем также формулу (1.1) и Приложение 8, где даны значения K'_4 для соответствующих интервалов пробега.

Для интервала пробега 0,25...0,5 коэффициент $K'_4 = 0,7$; для интервала 0,75...1,0 $K'_4 = 1,2$; для интервала 1,25...1,5 $K'_4 = 1,3$.

По формуле (1.1) рассчитываем средневзвешенное значение

$$K'_{4cp} = (0,7 \cdot 5 + 1,2 \cdot 10 + 1,3 \cdot 10) / 25 = 1,14.$$

Пример 2. По данным предыдущего примера рассчитать средний пробег группы автомобилей с начала эксплуатации.

Решение. Вначале определяем середины интервалов L_i :

$$(0,25 + 0,5) / 2 = 0,375; (0,75 + 1) / 2 = 0,875; (1 + 1,25) / 2 = 1,125.$$

По формуле (1.2)

$$L_{cp} = (0,375 \cdot 5 + 0,875 \cdot 10 + 1,125 \cdot 10) / 25 = 0,875 L_{кр}.$$

В целях систематизации процесса корректирования нормативов составляется специальная таблица (табл. 1.1), которая заполняется для каждой марки автомобилей в определенной последовательности.

Основные нормативы — заносятся в столбец 4 табл. 1.1:

1) из Приложения 1 устанавливаются основные нормативы для периодичности ТО-1 и ТО-2 (пп. 1, 2 первого столбца);

2) из Приложения 2 устанавливается пробег до капитального ремонта (п. 3 первого столбца);

3) из Приложения 3 определяются нормативы трудоемкости на ежедневное обслуживание (ЕО) (п. 4), на ТО-1 (п. 5), на ТО-2 (п. 6), на ТР (п. 7);

4) из Приложения 4 определяются продолжительности простоя в текущем ремонте (п. 8) и в капитальном ремонте (п. 9).

Пример 3. Определить основные нормативы по ТО и ремонту для автомобилей ЗИЛ ММЗ-4505.

Решение. Воспользовавшись нормативами из приложения, имеем:

периодичность ТО-1 4 000 км (из Приложения 1);

периодичность ТО-2 16 000 км (из Приложения 1);

пробег до капитального ремонта 450 000 км (из Приложения 2).

Из Приложения 3 берем все нормативы трудоемкости: ЕО — 0,3; ТО-1 — 3,6 чел.-ч; ТО-2 — 14,4 чел.-ч; ТР — 3,4 чел.-ч/1000 км.

Из Приложения 4 нормативы простоев равны: в ТО и ТР — 0,38 дней/1 000 км; в капитальном ремонте — 22 дня.

После заполнения столбца 4 табл. 1.1 по всем видам воздействия (пп. 1—9) приступают к корректированию нормативов с помощью коэффициентов. Для упрощения процесса подбора коэффициентов целесообразно определять каждый коэффициент по всем видам воздействия. Так, *коэффициент корректирования в зависимости от условий эксплуатации* K_1 определяется из Приложения 5 одновременно для периодичности, удельной трудоемкости ТР и пробега до капитального ремонта.

Пример 4. Определить коэффициенты корректирования для автомобилей ЗИЛ ММЗ-4505, эксплуатирующихся во II категории эксплуатации.

Решение. Коэффициенты из Приложения 5 имеют следующие значения: для периодичности ТО-1 и ТО-2 $K_1 = 0,9$; для трудоемкости ТР $K_1 = 1,1$; для пробега до КР $K_1 = 0,9$.

Коэффициент корректирования в зависимости от модификации подвижного состава K_2 определяется только для грузовых небортовых автомобилей (для автобусов и легковых автомобилей коэффициент $K_2 = 1$) из Приложения 6 для следующих параметров:

- трудоемкости ЕО, ТО-1, ТО-2, ТР;
- продолжительности простоя в ТО и ТР;
- пробега до капитального ремонта (ресурса).

Пример 5. Для автомобилей-самосвалов ЗИЛ ММЗ-4505 из Приложения 6 имеем: для трудоемкости ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР $K_2 = 1,15$; для продолжительности простоя в ТО и ТР $K_2 = 1,1$; для пробега до КР (ресурса) $K_2 = 0,85$.

Коэффициент корректирования в зависимости от климатических условий K_3 определяется из Приложения 7 для следующих видов воздействий:

- периодичности ТО-1 и ТО-2;
- трудоемкости ТР;
- пробега до капитального ремонта (ресурса).

Пример 6. Из Приложения 7 для умеренного климатического района имеем: коэффициенты для периодичности ТО-1 и ТО-2 $K_3 = 1$; трудоемкости ТР $K_3 = 1$; ресурса $K_3 = 1$.

Коэффициенты корректирования нормативов в зависимости от пробегов с начала эксплуатации K_{4cp} и K'_{4cp} вычислены ранее по формуле (1.1) (см. пример 1) и полученные значения заносятся в табл. 1.1: для трудоемкости ТР (коэффициент K_{4cp}); простоя в ТО и ТР (коэффициент K'_{4cp}).

Коэффициент корректирования в зависимости от размеров АТП K_5 определяется из Приложения 9 в зависимости от числа всех

Таблица 1.1. Результаты корректирования нормативов ТО и ремонта подвижного состава АТП (пример)

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Основной норматив	Значение коэффициентов					Результующий коэффициент	Скорректированное значение норматива
				К ₁	К ₂	К ₃	К ₄	К ₅		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Автомобили ЗИЛ ММЗ-4505</i>										
Периодичность										
1	ТО-1	км	4 000	0,9		1			0,9	3 600
2	ТО-2	км	1 600	0,9		1			0,9	14 400
3	Пробег до КР	тыс. км	450 000	0,9	0,85	1			0,765	344 250
Трудоёмкость										
4	ЕО	чел.-ч	0,3		1,15				1,05	0,36
5	ТО-1	чел.-ч	3,6		1,15				1,05	4,35
6	ТО-2	чел.-ч	14,4		1,15				1,05	17,28
7	ТР	чел.-ч/1000 км	3,4	1,1	1,15	1	1,14		1,05	5,15
Простой										
8	В ТО и ТР	дни/1000 км	0,38		1,15		1,14		1,05	4,45
9	В КР	дни	22							22

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Основной норматив	Значение коэффициентов					Результующий коэффициент	Скорректированное значение норматива
				K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Автомобили ЗИЛ-5301</i>										
Периодичность										
1	ТО-1	км	4 000	0,9		1			0,9	3 600
2	ТО-2	км	1 600	0,9		1			0,9	14 400
3	Пробег до КР	тыс. км	300 000	0,9	1	1			0,9	270 000
Трудоёмкость										
4	ЕО	чел.-ч	0,3		1,2				1,05	0,38
5	ТО-1	чел.-ч	3,6		1,2				1,05	4,5
6	ТО-2	чел.-ч	14,4		1,2				1,05	18,3
7	ТР	чел.-ч/1 000 км	3	1,1	1,2	1	1,16		1,05	4,8
Простой										
8	В ТО и ТР	дни/1 000 км	0,35				1,10			0,385
9	В КР	дни	20							20

Автомобили ГАЗ-2705

Периодичность

1	ТО-1	км	4 000	0,9		1			0,9	3 600
2	ТО-2	км	16 000	0,9		1			0,9	14 400
3	Пробег до КР	тыс. км	175 000	0,9		1	1		0,9	157 500

Трудоёмкость

4	ЕО	чел.-ч	0,3		1,2			1,05	1,26	0,38
5	ТО-1	чел.-ч	3		1,2			1,05	1,26	3,78
6	ТО-2	чел.-ч	12		1,2			1,05	1,26	15,12
7	ТР	чел.-ч/1 000 км	2	1,1	1,2	1	0,98	1,05	1,36	2,7

Простой

8	В ТО и ТР	дни/1 000 км	0,3				0,90			0,27
9	В КР	дни	18							18

автомобилей в парке $A_{\text{сп}}$ и заносится в табл. 1.1 для корректирования трудоемкости всех видов воздействий (пп. 4—7 первого столбца).

Занесенные в табл. 1.1 коэффициенты корректирования для каждого вида воздействий (или факторов) перемножаются и полученный результат есть результирующий коэффициент корректирования K_p , который заносится в столбец 10 табл. 1.1. Значение K_p перемножается с основным нормативом (столбец 4 табл. 1.1) и получается скорректированное значение норматива, которое заносится в столбец 11 табл. 1.1.

Пример 7. Рассчитать скорректированные нормативы $L_{\text{кор}}$ для периодичности ТО-1 и ТО-2.

Решение. Основной норматив для ТО-1 $L_{\text{ТО-1}} = 4000$ км; результирующий коэффициент $K_p = K_1 K_3 = 0,9 \cdot 1 = 0,9$; $L_{\text{кор}} = L_{\text{ТО-1}} K_p = = 4000 \cdot 0,9 = 3600$ км.

Основной норматив для ТО-2 $L_{\text{ТО-2}} = 16000$ км; результирующий коэффициент $K_p = K_1 K_3 = 0,9 \cdot 1 = 0,9$; $L_{\text{кор}} = L_{\text{ТО-2}} K_p = 16000 \cdot 0,9 = 14400$ км.

После заполнения всех пп. 1—9 (см. табл. 1.1) по первой группе автомобилей переходят к корректированию нормативов для второй группы и т.д. по всем группам автомобилей АТП одной марки (модели).

После завершения корректирования нормативов приступают к расчету производственной программы предприятия.

Исходным для расчета годовой производственной программы являются скорректированные нормативы, списочный состав $A_{\text{сп}}$ всего предприятия и годовые суммарные пробеги автомобилей.

1.2. Расчет годового пробега, коэффициента технической готовности и количества воздействий

В связи с тем что годовой пробег определяется для каждой отдельной группы автомобилей, для расчетов берут скорректированные исходные величины.

Годовой пробег, км, группы автомобилей определяют по формуле

$$L_r = \frac{A_{\text{гп}} D_{\text{г.а}}}{\frac{1}{l_{\text{сс}}} + \frac{d_{\text{к}}}{L_{\text{к}}} + \frac{d_{\text{ТО,гп}}}{1000}}, \quad (1.3)$$

где $A_{\text{гп}}$ — списочное число автомобилей в группе; $l_{\text{сс}}$ — среднесуточные пробеги автомобилей, км; $D_{\text{г.а}}$ — число рабочих дней работы автомобилей на линии в году; $d_{\text{к}}$ — количество дней нахождения авто-

мобилей в капитальном ремонте; L_k — скорректированный пробег до капитального ремонта, км; $d_{\text{ТО,ТР}}$ — скорректированный норматив простоя автомобилей на ТО и ТР, дни / 1000 км.

При ведении расчетов по формуле (1.3) могут быть допущены ошибки из-за малых значений отдельных дробных величин составляющих. Поэтому целесообразнее вести расчеты по той же формуле с введением коэффициента перехода единиц измерения километров к тысячам километров.

Тогда

$$L_r = \frac{1000 A_{\text{ТР}} D_{\text{г.а.}}}{\frac{1}{l_{\text{cc}}} + \frac{d_k}{L_k} + d_{\text{ТО,ТР}}}, \quad (1.4)$$

где l_{cc} — среднесуточный пробег автомобилей, тыс. км; L_k — скорректированный пробег до капитального ремонта, тыс. км.

Заметим, что в послереформенный период полнокомплектный капитальный ремонт автомобилей на авторемонтных заводах не производится по экономическим, организационным и технологическим причинам. Однако капитальный ремонт автомобилей, узлов и агрегатов до настоящего времени при определенных условиях остается целесообразным и выгодным видом технического воздействия. К этим условиям относится выполнение капитального ремонта по узлам и агрегатам отдельно по мере достижения ими предельного технического состояния.

В качестве математического ожидания капитального ремонта автомобиля в целом для расчетов следует принимать *средний пробег до восстановления рамы* для грузовых автомобилей и *кузова* для автобусов и легковых автомобилей. Очевидно, что для крупных АТП этот вид ремонта целесообразно выполнять собственными силами, для малых АТП — на специализированных предприятиях. В итоге для обоих случаев расчетная формула (1.4) по определению годовых пробегов не претерпевает изменения.

Необходимо иметь в виду, что величина среднесуточного пробега является скорректированной по отношению к коэффициенту выпуска автомобилей на линию, т. е. $l_{\text{cc}} = l_{\text{с.э}} \alpha_{\text{в}} / \alpha_{\text{т}}$, где $l_{\text{с.э}}$ — среднесуточный пробег автомобиля в наряде; $\alpha_{\text{в}}$ — коэффициент выпуска; $\alpha_{\text{т}}$ — коэффициент технической готовности парка автомобилей одной группы. Таким образом, величина l_{cc} несколько меньше фактического значения суточного пробега автомобиля $l_{\text{с.э}}$, вышедшего на линию (находящегося в эксплуатации).

Для проверки правильности результатов расчетов по формуле (1.4) необходимо использовать выражение для максимального значения годового пробега $L_{\text{г max}}$, которое может быть достигнуто теоретически при отсутствии простоев в ТО и ремонте автомобилей:

$$L_{\Gamma \max} = A_{\Gamma p} D_{\Gamma .a} l_{cc}.$$

Отношение L_{Γ} к $L_{\Gamma \max}$ есть *коэффициент технической готовности* α_{Γ} для данной группы автомобилей:

$$\alpha_{\Gamma} = L_{\Gamma} / L_{\Gamma \max}, \quad (1.5)$$

который для проверочных целей можно определить также по известному выражению

$$\alpha_{\Gamma} = \frac{1}{l_{cc} \left(\frac{1}{l_{cc}} + \frac{d_{\kappa}}{L_{\kappa}} + d_{\text{ТО, ТР}} \right)}. \quad (1.6)$$

Среднее значение коэффициента технической готовности по всему предприятию определяется по формуле

$$\alpha_{\text{т.ср}} = \sum_{i=1}^K \alpha_{\Gamma i} A_{\Gamma i} / A_{\text{сп}}, \quad (1.7)$$

где K — количество групп автомобилей в парке; $\alpha_{\Gamma i}$ и $A_{\Gamma i}$ — соответственно коэффициент технической готовности и списочное число автомобилей в i -й группе; $A_{\text{сп}}$ — общее списочное число автомобилей предприятия, шт.

Пример 1. Количество автомобилей $A_{\Gamma p} = 25$; $l_{cc} = 120,0$ км, число дней работы автомобилей на линии $D_{\Gamma .a} = 253$; число дней простоя в капитальном ремонте $d_{\kappa} = 26$; скорректированный норматив $L_{\kappa} = 230$ тыс. км, норматив простоя в ТО и ТР в днях на 1000 км пробега $d_{\text{ТО, ТР}} = 0,6$. Рассчитать суммарный годовой пробег L_{Γ} , максимальный годовой пробег $L_{\Gamma \max}$ и коэффициент технической готовности α_{Γ} .

Решение. Вначале переводим единицу измерения l_{cc} в тысячи километров, т.е. $l_{cc} = 0,12$ тыс. км. По формуле (1.4) определяем

$$L_{\Gamma} = \frac{1000 \cdot 25 \cdot 253}{\frac{1}{0,12} + \frac{26}{230} + 0,6} = 699180,9 \text{ км};$$

$$L_{\Gamma \max} = 1000 \cdot 25 \cdot 253 \cdot 0,12 = 759000 \text{ км};$$

$$\alpha_{\Gamma} = 699180 / 759000 = 0,92.$$

Заметим, что значение полученного коэффициента α_{Γ} является *нормативным* для данной группы автомобилей, так как базируется на нормативных исходных данных.

Количество технических воздействий за год определяется в начале расчетов по каждой группе отдельно исходя из суммарного годового пробега группы автомобилей:

количество капитальных ремонтов, шт.,

$$N_{\kappa} = L_{\Gamma} / L_{\kappa}; \quad (1.8)$$

количество технических обслуживаний ТО-2, шт.,

$$N_{\text{ТО-2}} = L_r/L_{\text{ТО-2}} - N_k; \quad (1.9)$$

количество технических обслуживаний ТО-1, шт.;

$$N_{\text{ТО-1}} = L_r/L_{\text{ТО-1}} - N_k - N_{\text{ТО-2}}; \quad (1.10)$$

количество ежедневных обслуживаний, шт.,

$$N_{\text{ЕО}} = L_r/l_{\text{сс}}; \quad (1.11)$$

количество сезонных обслуживаний (СО), шт.,

$$N_{\text{СО}} = 2A_{\text{гр}}. \quad (1.12)$$

Полученные значения по первой группе автомобилей необходимо занести в сводную таблицу и, проведя расчеты по остальным группам автомобилей, найти суммарное количество воздействий по всему предприятию.

Пример 2. По данным предыдущего примера для модели ЗИЛ ММЗ-4505 рассчитать количество воздействий всех видов.

Решение. По формулам (1.8) — (1.12) определяются значения:

$$N_k = 699\,180/344\,250 = 2,03 \approx 2;$$

$$N_{\text{ТО-2}} = 699\,180/14\,400 - 3 = 45,7 \approx 46;$$

$$N_{\text{ТО-1}} = 699\,160/3\,600 - 3 - 46 \approx 148;$$

$$N_{\text{СО}} = 2 \cdot 25 = 50;$$

$$N_{\text{ЕО}} = 699\,180/120 = 5\,827.$$

Аналогично расчеты ведутся по всем группам автомобилей с учетом их технологической совместимости.

1.3. Расчет годовой трудоемкости работ по ТО и ТР

Годовая трудоемкость по каждому виду воздействий определяется на основании скорректированных трудоемкостей из табл. 1.1 и годового количества воздействий (в человекочасах).

Для ежедневного обслуживания суммарная годовая трудоемкость:

$$T_{\text{ЕО}} = N_{\text{ЕО}} t_{\text{ЕО}}; \quad (1.13)$$

для ТО-1

$$T_{\text{ТО-1}} = N_{\text{ТО-1}} t_{\text{ТО-1}}; \quad (1.14)$$

для ТО-2

$$T_{\text{ТО-2}} = t_{\text{ТО-2}}(N_{\text{ТО-2}} + m_{\text{СО}} N_{\text{СО}}); \quad (1.15)$$

для текущего ремонта

$$T_{\text{ТР}} = \frac{L_{\text{Г}} t_{\text{ТР}}}{1000}, \quad (1.16)$$

где $m_{\text{СО}}$ — доля трудоемкости ТО-2, приходящаяся на одно сезонное обслуживание.

Для очень холодного и очень жаркого климатических районов принимают $m_{\text{СО}} = 0,5$; для холодного и жаркого климатических районов $m_{\text{СО}} = 0,3$; для прочих районов $m_{\text{СО}} = 0,2$.

Пример 1. По данным табл. 1.1 примера 2 из подразд. 1.2 для автомобилей марки ЗИЛ ММЗ-4505 и значениям исходных величин $N_{\text{ЕО}} = 5827$; $N_{\text{ТО-1}} = 148$; $N_{\text{ТО-2}} = 46$ и $L_{\text{Г}} = 699180$ км рассчитать годовую трудоемкость каждого вида воздействия, если известны скорректированные значения трудоемкостей, чел.-ч: $t_{\text{ЕО}} = 0,36$; $t_{\text{ТО-1}} = 4,35$; $t_{\text{ТО-2}} = 17,28$; $t_{\text{ТР}} = 5,15/1000$ км.

Решение. Расчеты ведутся по формулам (1.13) — (1.16):

$$\begin{aligned} T_{\text{ЕО}} &= 5827 \cdot 0,36 = 2097,7 \text{ чел.-ч;} \\ T_{\text{ТО-1}} &= 148 \cdot 4,35 = 643,8 \text{ чел.-ч;} \\ T_{\text{ТО-2}} &= 17,28(46 + 0,2 \cdot 50) \approx 3136 \text{ чел.-ч;} \\ T_{\text{ТР}} &= 699180 \cdot 5,15/1000 = 3600,7 \approx 3601 \text{ чел.-ч.} \end{aligned}$$

Аналогичные расчеты ведутся по всем группам автомобилей, а для всего парка АТС АТП результаты суммируются.

Диагностические работы проводятся при выполнении ТО-1, ТО-2 и ТР двух видов: экспресс-диагностика Д-1 при выполнении ТО-1 и углубленная диагностика Д-2 при выполнении ТО-2. Для текущего ремонта выполняются оба вида диагностических работ.

Трудоемкость каждого вида диагностики определяется в долях от соответствующего вида воздействия (чел.-ч):

$$T_{q1, \text{ТО-1}} = K_{q1} T_{\text{ТО-1}}; \quad (1.17)$$

$$T_{q2, \text{ТО-2}} = K_{q2} T_{\text{ТО-2}}; \quad (1.18)$$

$$T_{q, \text{ТР}} = (K_{q1, \text{ТР}} + K_{q2, \text{ТР}}) T_{\text{ТР}}, \quad (1.19)$$

где K_{q1} — доля трудоемкости диагностических работ Д-1 от объема ТО-1; K_{q2} — доля трудоемкости диагностических работ Д-2 от объема ТО-2; $K_{q1, \text{ТР}}$, $K_{q2, \text{ТР}}$ — соответствующие доли трудоемкости Д-1 и Д-2 от объема работ по ТР.

Значения коэффициентов $K_{q1, \text{ТО-1}}$, $K_{q2, \text{ТО-2}}$, $K_{q1, \text{ТР}}$ и $K_{q2, \text{ТР}}$ (доли в процентах) даны в Приложении 10.

С учетом формул (1.17) — (1.19) определяется объем диагностических работ для первой группы автомобилей:

$$T_{q1} = T_{q1, \text{ТО-1}} + T_{q2, \text{ТО-2}} + T_{q, \text{ТР}}. \quad (1.20)$$

Для определения общего объема диагностических работ по всему предприятию необходимо суммировать трудоемкость диагностики по всем K группам автомобилей

$$T_{q,ATП} = \sum_{i=1}^K T_{qi}, \quad (1.21)$$

где K — число групп автомобилей в АТП.

1.4. Расчет скорректированной годовой трудоемкости работ

Ввиду того что часть работ по ТО и ремонту выполняется на постах диагностики, соответствующая скорректированная трудоемкость определяется путем вычитания из расчетного объема трудоемкости диагностических работ по каждому виду воздействий:

$$T_{ТО-1,c} = T_{ТО-1} - T_{q,ТО-1}; \quad (1.22)$$

$$T_{ТО-2,c} = T_{ТО-2} - T_{q,ТО-2}; \quad (1.23)$$

$$T_{ТР,c} = T_{ТР} - T_{q,ТР}. \quad (1.24)$$

Годовая трудоемкость работ по ТО, ТР и диагностике для одной группы автомобилей определяется по выражению

$$T_{гpi} = T_{ЕО} + T_{ТО-1,c} + T_{ТО-2,c} + T_{ТР,c} + T_{qi}. \quad (1.25)$$

Суммарная годовая трудоемкость ТО, ТР и диагностики для всего предприятия с количеством групп автомобилей K равна

$$T_{ATП} = \sum_{i=1}^K T_{гpi}. \quad (1.26)$$

В эту трудоемкость не включены объемы вспомогательных работ, предназначенных для обеспечения работоспособности технической службы предприятий.

1.5. Расчет трудоемкости вспомогательных работ

В состав вспомогательных работ входят ТО и ремонт технологического оборудования и инструмента, оборудования теплоснабжения, электроснабжения, а также транспортные и погрузочно-разгрузочные работы, перегон автомобилей по территории предприятия, уборка производственных помещений. Объем вспомогательных работ нормируется в зависимости от суммарного годового объема работ по ТО и ТР автомобилей и составляет не более 30 %:

$$T_{всп} = K_{всп} T_{ATП}, \quad (1.27)$$

где $K_{всп}$ — коэффициент вспомогательных работ (25 ... 30 %).

При технологическом расчете АТП учитывают работы по самообслуживанию, которые в свою очередь определяются в долях от объема вспомогательных работ:

$$T_{\text{сам}} = K_{\text{сам}} T_{\text{всп}}, \quad (1.28)$$

где $K_{\text{сам}}$ — коэффициент (доля) работ по самообслуживанию, составляющий 40... 50 % от $T_{\text{всп}}$.

Если годовая трудоемкость работ по самообслуживанию превышает 10 тыс. чел.-ч, то образуется самостоятельный участок — отдел главного механика (ОГМ). При $T_{\text{сам}} < 10$ тыс. чел.-ч работы по самообслуживанию распределяются между участками по ТО и ремонту автомобилей следующим образом:

- механические (10 % от $T_{\text{сам}}$), слесарные (16 % от $T_{\text{сам}}$), трубопроводные (22 % от $T_{\text{сам}}$) включают в трудоемкость слесарно-механического участка;
- электрические (25 % от $T_{\text{сам}}$) включают в трудоемкость электротехнического участка;
- медницкие (1 % от $T_{\text{сам}}$) включают в трудоемкость медницкого участка;
- ремонтно-строительные и столярные работы (16 % от $T_{\text{сам}}$) включают в трудоемкость деревообрабатывающего участка;
- сварочные работы (4 % от $T_{\text{сам}}$) включают в трудоемкость сварочного участка;
- жестяницкие работы (2 % от $T_{\text{сам}}$) включают в трудоемкость жестяницкого участка;
- кузнечно-рессорные работы (4 % от $T_{\text{сам}}$) включают в трудоемкость кузнечно-рессорного участка.

1.6. Распределение трудоемкости ТО и ТР по зонам и участкам

Общая трудоемкость работ по обеспечению функционирования технической службы АТП распределяется по подразделениям: зонам и участкам.

При этом в зонах ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР и на постах диагностики выполняются постовые работы, а на участках — доли объемов работ по текущему ремонту в процентах согласно Приложению 10. Абсолютные значения этих трудоемкостей заносятся в табл. 1.2 по каждой группе автомобилей отдельно, и по каждому виду воздействия рассчитываются итоговые значения трудоемкостей (столбец 9).

Следует обратить внимание на то, что сварочные, жестяницкие и окрасочные работы выполняются как на постах, так и на участках. В связи с этим трудоемкости данных видов работ на постах и на участках суммируются и включаются в общую трудоемкость соответствующего участка.