

СИСТЕМА ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ (ИЗМЕРИТЕЛЕЙ) И РАБОТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Технико-эксплуатационные показатели (измерители) (ТЭП), применяемые для описания операций транспортного процесса, подготовки к выполнению перевозок грузов, организации и оценки работы на маршрутах (в транспортных системах доставки грузов), можно подразделить на внутренние и внешние по отношению к обслуживаемым транспортным системам. К внешним показателям можно отнести численность и структуру подвижного состава АТП, общую грузоподъемность, готовность парка выполнять перевозки и его использование и т.п.

Группу внутренних показателей составляют те, которые определяют уровень выработки подвижного состава, напряженность плана перевозок, режим функционирования транспортных систем. К ним относятся показатели время работы подвижного состава и систем, скорость движения, пробега, грузоподъемность транспортных средств и ее использование.

Разделение показателей на внешние и внутренние довольно условно, так как они взаимосвязаны между собой и изменение одних из них, как правило, влечет за собой изменение многих других. Например, рост расстояния перевозок сопровождается увеличением среднетехнической скорости, общим сокращением времени простоя транспортных средств в погрузочно-разгрузочных пунктах, увеличением общего пробега и возрастанием программы по техническому обслуживанию и ремонту.

Правильное представление о сущности и содержании каждого показателя (измерителя) позволяет оценить его значимость для транспортного процесса, а при разработке вопросов управления – эффективность принимаемых решений.

2.1. Парк подвижного состава

Для исполнения автотранспортного процесса организации и предприятия имеют автомобили, тягачи и прицепы. Их общее количество принято называть парком подвижного состава.

Инвентарным (списочным) парком подвижного состава $A_{и}$ – являются автомобили, тягачи и прицепные системы транспортного назначения, числящиеся на балансе автотранспортного предприятия (АТП).

По своему техническому состоянию инвентарный подвижной состав разделяют на годный к эксплуатации $A_{гэ}$ (т.е. технически исправный) и требующий ремонта или технического обслуживания – $A_{р}$:

$$A_{и} = A_{гэ} + A_{р} \quad (2.1)$$

В связи с этим количество автомобилей, которое может быть использовано для перевозки грузов всегда меньше инвентарного количества.

Подвижной состав, годный к эксплуатации, может быть использован на работе (быть в эксплуатации) $A_{э}$ или частично простаивать без работы в АТП по различным организационным или техническим причинам.

$$A_{и} = A_{э} + A_{п} \quad (2.2)$$

$$A_{и} = A_{э} + A_{р} + A_{п} \quad (2.3)$$

2.2. Измерители времени на автомобильном транспорте

Каждая единица подвижного состава $A_{и}$ в течение определенного количества $D_{и}$ дней инвентарных (календарных дней), может находиться в годном для эксплуатации состоянии $D_{гэ}$ дней и состоянии, требующем ремонта, $D_{р}$ дней, тогда

$$D_{и} = D_{гэ} + D_{р} \quad (2.4)$$

В свою очередь исправные транспортные средства могут находиться на работе (в эксплуатации) $D_{э}$ дней и в простое $D_{п}$, тогда

$$D_{и} = D_{э} + D_{п} \quad (2.5)$$

$$D_{и} = D_{э} + D_{р} + D_{п} \quad (2.6)$$

Если рассматривать не единицу подвижного состава, а весь парк, то необходимо использовать измеритель АД – автомобиле-дни. В общем случае автомобиле-дни - это сумма всех дней (эксплуатации, простоя или ремонта) по каждой единице подвижного состава.

Автомобиле-дни инвентарные

$$AD_{и} = D_{и1} + D_{и2} + \dots + D_{ин} = \sum_1^{A_{и}} D_{иi} \quad (2.7)$$

где $D_{иi}$ – дни инвентарные i -го автомобиля (тягача, прицепа).

Автомобиле-дни в эксплуатации

$$AD_{э} = D_{э1} + D_{э2} + \dots + D_{эн} = \sum_1^{A_{э}} D_{эi} \quad (2.8)$$

где $D_{эi}$ – дни в эксплуатации i -го транспортного средства.

По аналогии с измерителями времени для единицы подвижного состава

$$AD_{ГЭ} = AD_{Э} + AD_{П} \quad (2.9)$$

$$AD_{и} = AD_{Э} + AD_{Р} + AD_{П} \quad (2.10)$$

В течение каждых суток инвентарное время (24 часа), выраженное в часах, может быть представлено

$$24 = T_{н} + T_{г} \quad (2.11)$$

где $T_{н}$ – количество часов в наряде (на работе);

$T_{г}$ – количество часов простоя в гараже.

Время нахождения в наряде тратиться на движение с грузом $T_{дг}$ и без груза $T_{дх}$, а также на простои: при выполнении погрузочно-разгрузочных работ $T_{пв}$, по технической неисправности $T_{птн}$ и различным организационным причинам $T_{по}$.

Время, в течение которого единица подвижного состава находится в гараже, может быть связано с необходимостью проведения технического обслуживания $T_{пто}$ или в ожидании работы $T_{пс}$ (простой на стоянке).

$$24 = T_{дг} + T_{дх} + T_{пв} + T_{птн} + T_{по} + T_{пто} + T_{пс} \quad (2.12)$$

Представленное описание затрат времени суток (2.12) показывает, что производительным временем при выполнении автотранспортного процесса является только движение с грузом. Подготовительным временем для исполнения перевозок является часть времени, затрачиваемого на: погрузку-выгрузку, движение без груза и проведение технического обслуживания и ремонта. Остальные элементы времени (различные простои) это непроизводительное время и должны отсутствовать в общем балансе времени подвижного состава.

Долю пребывания транспортного средства в наряде можно оценить с помощью коэффициента использования времени суток

$$\rho = T_n / 24 , \quad (2.13)$$

а всего парка подвижного состава

$$\rho = \frac{AT_n}{A_{Ди} 24} \quad (2.14)$$

где AT_n = сумма времени пребывания в наряде транспортных средств АТП.

По данным ЦСУ величина коэффициента в лучшие годы, достигала значения 0,39. Что соответствует $T_n = 9,2$ ч, т.е. практически весь грузовой подвижной состав страны в среднем находился на работе в одну смену. Это крайне низкое использование в течение суток приводило к неоправданно завышенной потребности в транспортных средствах.

В момент времени, когда автомобили простаивают (на открытых стоянках), они под воздействием осадков и колебаний температур приходят в негодность и тем самым средства вложенные в их производство, в значительной мере, только разрушают биосферу. Следовательно, организация работы в две, а лучше три смены способствует лучшему использованию транспортных средств, сокращению потребности в них и тем самым уменьшению вредного воздействия на биосферу.

Из времени пребывания в наряде только часть времени используется на движение - $T_{дг}$ и $T_{дх}$. Какую часть составляет время в движении, рассчитывается с помощью коэффициента использования рабочего времени:

для оборота

$$\delta_o = \frac{t_{до}}{t_o} , \quad (2.15)$$

для любого числа автомобилей за любой период времени

$$\delta_o = \frac{AT_d}{AT_n} , \quad (2.16)$$

где AT_d – сумма времени движения транспортных средств за период пребывания в наряде.

Величина коэффициента δ , согласно отчетным данным в лучшие годы работы всех отраслей народного хозяйства не превышала значения 0,5. Поэтому среднее значение времени движения транспортного средства в сутки составляло $9,2 \cdot 0,5 = 4,6$ ч. Если учесть, что половину пробега автомобили проходили без груза, то среднее производительное время достигло величины 2 – 2,3 часа в сутки. В настоящее время дело обстоит еще хуже, т.к. значительная часть транспортных средств неделями, а то и месяцами не выходит за пределы АТП.

Необходимо отметить, что коэффициент использования рабочего времени не отражает насколько производительно используется подвижной состав, т.к. во время движения включается и время движения без груза. Поэтому этот коэффициент служит, главным образом, средством анализа производительности и себестоимости работы подвижного состава.

2.3. Коэффициенты готовности и использования парка

Коэффициент технической готовности. Готовность единицы подвижного состава или любой совокупности транспортных средств выполнять перевозки грузов оценивается с помощью коэффициента технической готовности, который в настоящее время рассчитывается:

для отдельной транспортной единицы

$$\alpha_T = D_{ГЭ} / D_{И} \quad (2.17)$$

для группы транспортных средств

$$\alpha_T = A_{ДГЭ} / A_{ДИ} \quad (2.18)$$

за отдельный день

$$\alpha_T = A_{ГЭ} / A_{И} \quad (2.19)$$

Однако данная методика определения готовности транспортных средств выполнять перевозки грузов не всегда отражает фактическую способность. В связи с этим плановые расчеты по перевозкам имеют расхождения с учитываемой транспортной работой, так как почти всегда имеются транспортные средства, преждевременно сошедшие с линии по технической неисправности. В силу того, что они были на линии и выполнили какую-то работу, эти автомобили уже учтены в сумме автомобиле-дней, годных к эксплуатации. Поэтому расчетная готовность выше фактической.

На практике возникают ситуации, когда АТП, добиваясь высокого значения коэффициента технической готовности, снижают провозные возможности парка транспортных средств. Это связано с тем, что повышение α_T достигается за счет первоочередного ремонта и обслуживания автомобилей малой грузоподъемности как менее трудоемких в сравнении с большегрузными. Некоторые ученые предлагают определять

$$\alpha_T = \frac{\sum_{i=1}^n A_{гэ_i} q_i}{\sum_{i=1}^n A_{и_i} q_i} \quad (2.20)$$

где q_i – грузоподъемность автомобиля i – ой марки, т;

n – число групп (марок) автомобилей различной грузоподъемности.

Но предложенным способом можно считать провозную возможность парка только в данный момент времени. Следует сказать, что для выполнения парком общего объема перевозок оценка готовности провозной возможности представляет больший интерес, чем просто количество исправных автомобилей.

В то же время для выполнения плановых расчетов требуется ответ не только сиюминутный. Поэтому должен учитываться фактор времени для описания готовности провозной возможности как отдельно взятого автомобиля, так и всего парка.

Тогда коэффициент готовности для отдельно взятого транспортного средства

$$\alpha_T = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ГЭi}}{24 \sum_{i=1}^n D_i} \quad (2.21)$$

где $T_{ГЭi}$ – время нахождения в исправном состоянии автомобиля в i -й день, ч.

Для АТП

$$\alpha_T = \frac{\sum_{i=1}^{A_i} \sum_{j=1}^{D_i} T_{ГЭij} q_j}{\sum_{i=1}^{A_i} 24 D_{ij} q_j} \quad (2.22)$$

где $T_{ГЭij}$ – время нахождения в исправном состоянии j -го автомобиля в i -й день, ч;

q_j – грузоподъемность j – го автомобиля, т;

D_{ij} – число инвентарных дней автомобиля j – го автомобиля в рассматриваемом периоде.

За отдельный день

$$\alpha_T = \frac{\sum_{j=1}^{A_i} T_{ГЭij} q_j}{24 \sum_{j=1}^{A_i} q_j} \quad (2.23)$$

Применение зависимостей 2.21 – 2.23 в планировании и учете позволяет более точно оценивать готовность транспортных средств выполнять программу по перевозкам грузов.

Если воспользоваться действующей методикой расчета α_T и считать, что в рабочие дни все технически исправные автомобили находятся в эксплуатации, то коэффициент технической готовности можно представить

$$\alpha_T = A_{ДЭ} / (A_{ДЭ} + A_{ДР}), \quad (2.24)$$

где АД_р – автомобиле-дни в ремонте.

Показатель АД_р можно определить:

$$АД_р = АД_э \cdot l_{CC} \cdot d_y, \quad (2.25)$$

где l_{CC} - среднесуточный пробег, км;

d_y – удельный простой в техническом обслуживании и ремонте, приходящийся на 1000 км пробега, дней.

Для целей планирования величина d_y может быть найдена в соответствии с Положением о техническом обслуживании и ремонте автомобилей. Таким образом, это плановый простой, а не фактический, который может быть больше в связи с ожиданием проведения обслуживания из-за отсутствия кадров, материалов, запасных частей и других причин или меньше, если технические воздействия выполняются в межсменное время:

$$l_{CC} = T_H \cdot \delta \cdot V_T, \quad (2.26)$$

$$\delta = l_M / (l_M + V_T \sum_{i=1}^n t_{ПВi}), \quad (2.27)$$

где l_M – средняя длина маршрута, км;

$\sum_{i=1}^n t_{ПВi}$ – среднее суммарное время разгрузочных-погрузочных работ за один оборот, ч;

n – среднее число ездов за оборот.

Подставив (2.27) в (2.26) и, выполнив преобразования, получаем

$$l_{CC} = T_H \cdot l_M \cdot V_T / (l_M + V_T \sum_{i=1}^n t_{ПВi}), \quad (2.28)$$

После подстановки выражения (2.28) в (2.25), а затем в (2.24) имеем:

$$\alpha_T = \frac{АД_э}{АД_э + АД_э \cdot T_H \cdot l_M \cdot V_T \cdot d_y / (l_M + V_T \sum_{i=1}^n t_{ПВi})}, \quad (2.29)$$

или окончательно

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + T_H \cdot l_M \cdot V_T \cdot d_y / (l_M + V_T \sum_{i=1}^n t_{ПВi})}, \quad (2.30)$$

Как следует из представленной зависимости (2.30), рост показателей T_H , l_M , V_T и сокращение $t_{ПВ}$ соответствуют повышению интенсивности эксплуатации транспортных средств и могут вызвать сокращение $A_{ДЭ}$, готовность автомобилей выполнять перевозки грузов. Об этом иногда забывают, особенно при использовании системы планирования от достигнутого уровня.

Коэффициент использования парка. Автотранспортным предприятиям не всегда удается использовать все технически исправные транспортные средства. Из-за многих причин организационно - эксплуатационного характера ежедневно простаивает на предприятиях до 17 % технически исправных автомобилей.

Степень использования единицы подвижного состава и всего парка для работы на линии оценивается в среднем в течение календарного времени коэффициентом использования $\alpha_{И}$.

Для отдельной транспортной единицы

$$\alpha_{И} = D_{Э} / D_{И} \quad (2.31)$$

для группы транспортных средств (АТП)

$$\alpha_{И} = A_{ДЭ} / A_{ДИ} \quad (2.32)$$

за отдельный день

$$\alpha_{И} = A_{Э} / A_{И} \quad (2.33)$$

В автотранспортных предприятиях этот коэффициент заранее планируется и может быть рассчитан

$$\alpha_{И} = (A_{ДИ} - A_{ДР} - A_{ДП}) / A_{ДИ} = 1 - A_{ДР} / A_{ДИ} - A_{ДП} / A_{ДИ} \quad (2.34)$$

В формуле 2.34 $(1 - A_{ДР} / A_{ДИ})$ есть не что иное, как коэффициент технической готовности. Поэтому $\alpha_{И} \leq \alpha_{Т}$. Равенство этих коэффициентов возможно если АТП работает во все дни года и если все технически исправные автомобили эксплуатируются.

Величина $\alpha_{И}$ зависит от: типа и марки автомобилей, организации и качества выполнения технического обслуживания и ремонта подвижного состава, величины среднесуточного пробега, использования прицепов, дорожных и климатических условий, сезонности работы и различных причин организационного характера.

Коэффициент выпуска подвижного состава характеризует использование парка для работы на линии в рабочие дни. Если заранее известно, что АТП не будет работать в субботние, воскресные и (или) праздничные дни, то для выполнения запланированных $A_{ДЭ}$, в рабочие дни необходимо выпускать больше автомобилей на линию, чем это предусматривается средним расчетом по кален-

дарным дням согласно коэффициенту $\alpha_{и}$. Тогда величина коэффициента выпуска рассчитывается:

Для отдельной транспортной единицы

$$\alpha_{в} = D_{э} / (D_{и} - D_{нп}) \quad (2.35)$$

где $D_{нп}$ – дни нормируемого простоя (субботные, выходные и праздничные).

для группы транспортных средств (АТП)

$$\alpha_{в} = A_{D_{э}} / (A_{D_{и}} - D_{нп}) \quad (2.36)$$

за отдельный рабочий день

$$\alpha_{и} = A_{э} / A_{и} \quad (2.37)$$

Ввиду того, что за отдельный день $\alpha_{в}$ и $\alpha_{и}$ определяются одинаково и равны по величине произошло смешение понятий использования и выпуска транспортных средств для работы на маршрутах.

В соответствии с формулами 2.33. и 2.37 можно утверждать, что величина $\alpha_{в}$ зависит от всех причин, от которых зависит - $\alpha_{и}$ и дополнительно от режима работы АТП.

Между этими показателями существует связь

$$\alpha_{и} = \alpha_{в} \cdot D_{рг} / D_{и} \quad (2.38)$$

где $D_{рг}$ – плановое число рабочих дней в году.

Если АТП работает по режиму $D_{рг} = 365$ рабочих дней в году, то отношение $D_{рг} / D_{и} = 1$ и смысл коэффициентов использования и выпуска для такого АТП совпадают. Как только режим работы становится меньше 365 дней, эти коэффициенты приобретают разное содержание.

Коэффициенты выпуска и использования парка, рассчитываемые по формулам 2.31 – 2.37, могут отражать только число транспортных единиц, выпускаемых на линию. Но ежедневно имеются автомобили, которые по различным причинам преждевременно возвращаются в АТП, или автомобили, выходящие на линию с опозданием. В значениях коэффициентов они учитываются, так как, если автомобиль выполнил хоть одну езду, он считается на выходе. Естественно, что автомобили, работающие с уменьшенным временем наряда в одинаковых условиях эксплуатации, вырабатывают разное количество продукции.

Автотранспортные предприятия различаются по режиму работы. Одни работают в одну смену, другие в две или даже в три. Как для таких АТП рассчитывать величины $\alpha_{в}$ и $\alpha_{и}$? Если считать выход в каждую смену, то число автомобилей в эксплуатации будет больше списочного. Поэтому оценка использования согласно применяемой методике не совсем объективна.

Более правильно оценивать выпуск и использование подвижного состава через значения величин коэффициентов α_B и $\alpha_{И}$, определенные с помощью показателей: часы и автомобиле-часы. Тогда коэффициенты использования подвижного состава могут быть найдены:

для отдельно взятого транспортного средства

$$\alpha_{И} = \frac{\sum T_{нi}}{24 D_{И}} \quad (2.38)$$

для группы автомобилей (АТП)

$$\alpha_{И} = \frac{\sum_{Аэ} \sum_{Дэ} T_{нij}}{\sum_{Аи} 24 D_{Иj}} \quad (2.39)$$

За один день

$$\alpha_{И} = \frac{\sum T_{нj}}{24 A_{И}} \quad (2.40)$$

где $T_{нi}$ – время пребывания в наряде в i -й день, ч;

$T_{нij}$ – время пребывания в наряде j – го автомобиля в i – й день, ч;

$T_{нj}$ - время пребывания в наряде j – го автомобиля за один рабочий день, ч.

При определении коэффициента выпуска $\alpha_{И}$ следует учитывать, что есть период времени, когда согласно режиму работы АТП технически исправные автомобили не выпускаются на линию. Тогда для выполнения объема перевозок в рабочие дни должно выходить на линию большее число транспортных средств, чем это предусматривается в среднем значении $\alpha_{И}$. Отсюда значения коэффициента выпуска будут определяться:

для отдельно взятого транспортного средства

$$\alpha_B = \frac{\sum T_{нi}}{24 (D_{Иi} - D_{нпj})} \quad (2.41)$$

для группы автомобилей

$$\alpha_B = \frac{\sum_{Aэ} \sum_{Дэ} T_{Hij}}{A_{И} \sum 24 (D_{Иj} - D_{ИПj})} \quad (2.42)$$

за один день

$$\alpha_B = \frac{\sum_{Aэ} T_{Hj}}{24 A_{И}} \quad (2.43)$$

где $D_{ИПj}$ – нормированный простой j – го автомобиля (простой в выходные, субботные и праздничные дни, если по условиям работы клиентуры автомобиль в эти дни не используется), дни.

При таком расчете коэффициентов можно выдержать условие сопоставимости при оценке использования подвижного состава.

Сравнение использования транспортных средств для АТП, имеющих неодинаковый подвижной состав и работающих в различных эксплуатационных условиях, следует выполнять с помощью отклонений фактических значений коэффициентов $\alpha_{И}^{\Phi}$ и α_B^{Φ} от плановых $\alpha_{И}^{\Pi}$ и α_B^{Π} , которые рассчитываются:

$$\Delta\alpha_{И} = (\alpha_{И}^{\Pi} - \alpha_{И}^{\Phi}) \quad (2.44)$$

$$\Delta\alpha_B = (\alpha_B^{\Pi} - \alpha_B^{\Phi}) \quad (2.45)$$

Лучше работают там, где отклонение будет меньше. Численные значения $\Delta\alpha_{И}$ и $\Delta\alpha_B$ после вычислений могут получиться со знаком «-». Это значит, что фактические коэффициенты больше плановых и перевыполняются задания по выпуску подвижного состава.

Рассмотрим пример расчета $\alpha_{И}$ для двух АТП за месяц. В первом АТП среднее время пребывания в наряде $T_H = 9,1$ ч, а во втором $T_H = 15,8$ ч. В месяце 30 дней. В первом АТП автомобили находятся в эксплуатации в среднем 21 день, а во втором 20. Для упрощения принято, что на обоих предприятиях $A_{И} = 100$ ед. Значения коэффициента $\alpha_{И}$:

	АТП-1	АТП-2
По действующей методике	0,7	0,66
По формулам 2.38 – 2.40	0,265	0,435

Результаты показывают, что расчет по разработанной методике значительно точнее отражает использование подвижного состава для перевозок. В АТП-2 более интенсивно используют транспортные средства для работы на линии, и коэффициент 0,439 действительно отражает сущность явления.

Через рассмотренные коэффициенты α_T , $\alpha_{и}$, ρ , δ и автомобиле-дни можно выразить следующие величины:

$$\begin{aligned} A_{ДГЭ} &= A_{Ди} \cdot \alpha_T; & A_{ДЭ} &= A_{Ди} \cdot \alpha_{и}; & A_{ДР} &= A_{Ди} \cdot (1 - \alpha_T); \\ A_{ДП} &= A_{Ди} \cdot (\alpha_T - \alpha_{и}); & A_{ТН} &= A_{Ди} \cdot \alpha_{и} \cdot 24 \cdot \rho; & A_{ТД} &= A_{Ди} \cdot \alpha_{и} \cdot 24 \cdot \rho \cdot \delta; \end{aligned}$$

2.4. Измерители скорости.

Среднетехническая скорость. Это средняя скорость движения транспортных средств на данном расстоянии с учетом кратковременных простоев и задержек в зависимости от условий движения.

Скорость движения является важным фактором, который в значительной мере определяет выработку подвижного состава, безопасность движения, сроки доставки грузов и затраты на выполнение перевозок.

Осуществляя доставку грузов, транспортные средства движутся с различными скоростями, поэтому при выполнении эксплуатационных расчетов применяется усредненная величина скорости.

В общем случае среднетехническая скорость рассчитывается:

$$V_T = A_{I_{Общ}} / A_{Ди} \cdot \alpha_{и} \cdot 24 \cdot \rho \cdot \delta \quad (2.46)$$

где $A_{I_{Общ}}$ - общий пробег, выполненный или подлежащий выполнению всеми автомобилями, км.

Для целей планирования на автомобильном транспорте установлены технические нормативные скорости движения $V_{ТН}$ в зависимости от типа дорожного покрытия, а в городских условиях эксплуатации в зависимости от грузоподъемности подвижного состава.

Однако известно, что скорость, с которой подвижной состав движется на отдельных участках пути как в городе, так и за городом, определяется дорожными и климатическими условиями, организацией и регулированием движения, квалификацией водителя, интенсивностью транспортного потока. При значительной интенсивности обгон становится невозможным, и скорость каждого автомобиля и всего потока определится скоростью наиболее медленно движущегося транспортного средства.

Среднетехническая скорость в определенной мере возрастает с увеличением расстояния перевозки грузов. Установлено, что зависимость скорости от расстояния перевозки может быть описана корреляционным уравнением:

$$V_T = a - b / l_{ГЕ} \quad (2.47)$$

где a , b – коэффициенты, найденные методом наименьших квадратов.

Указанные положения не учитываются в величинах нормативных скоростей, поэтому они не отражают реальной эксплуатации подвижного состава. Величины технических нормативных скоростей составлялись с учетом автомобилей устаревших марок и моделей, что не соответствует тяговым возможно-

стям современных транспортных средств и, в сущности, не стимулирует водителей и руководителей АТП к более эффективному использованию подвижного состава. Исследования, проведенные в Минске на примере автомобильных поездов показали, что они движутся по улицам города со средними скоростями 30-35 км/ч и, при решении задач оперативного планирования V_T должна приниматься в интервале 30-33 км/ч для груженых и 32-35 км/ч для порожних автопоездов, а не 24 км/ч как это регламентируется в настоящее время.

По исследованиям Сибирского автомобильно-дорожного института (СибАДИ), проведенным в г. Омске, установлено, что среднетехническая скорость мало зависит от грузоподъемности подвижного состава. В зависимости от интенсивности движения на разных магистралях V_T составила 30,97 – 37,19 км/ч. Изучение работы грузовых автомобилей показало, что на грунтовых дорогах средняя скорость составляет примерно 40 км/ч, что значительно выше нормативной.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод, что используемые в настоящее время величины нормативной скорости для планирования транспортной работы значительно ниже фактических скоростей движения транспортных средств, а это указывает на наличие резервов повышения эффективности использования подвижного состава или на возможность экономии топливных ресурсов.

Выявить количественное влияние всех перечисленных факторов на уровень скорости движения довольно затруднительно и, учитывая, что ни один из известных методов расчета средней скорости на маршруте не может быть рекомендован для практического использования, маршрутные среднетехнические скорости для решения задач оперативного планирования должны устанавливаться на основе натурных или статистических исследований, которые сразу позволяют учесть совокупное влияние всех факторов.

При использовании статистических методов определения скорости движения необходимо иметь массив данных. Статистический материал о скорости движения в реальных потоках может быть получен с помощью:

самопишущих приборов (тахографов и автометров), предназначенных для наблюдений и регистрации движения подвижного состава без участия человека. Техническая скорость движения определяется как средняя арифметическая ряда мгновенных значений, снятых с ленты тахографа;

анкет, заполняемых водителями;

фотографий рабочего дня автомобилей, проводимых специальными контролерами-исследователями, и др.

Независимо от метода получения статистических данных весь материал обрабатывается с помощью методов математической статистики. На основании собранных сведений о времени движения транспортных средств и известных расстояний рассчитываются значения среднетехнической скорости:

$$V_{Ti} = l_i / t_{di} \quad (2.48)$$

где l_i – расстояние, пройденное единицей подвижного состава на i – ом маршруте, км; $t_{Дi}$ – время, за которое было пройдено l_i , ч.

Полученное значение V_T используется для составления рабочей таблицы, предварительная величина интервалов для которой определяется по формуле Г.А. Стреджерса

$$C_i = (V_{\max} - V_{\min}) / (1 + 3,332 \lg n) \quad (2.49)$$

где V_{\max} , V_{\min} – соответственно максимальная и минимальная скорости, полученные в процессе исследований, км/ч;

n – число проведенных наблюдений (общее количество полученных значений среднетехнической скорости).

При исследовании работы транспортных средств на вывозке урожая на государственные заготовительные пункты в Щербакульском районе Омской области было получено 418 значений V_{Ti} , причем V_{\max} составила 60 км/ч, а V_{\min} – 20 км/ч. Величина интервала, согласно формуле (2.49), $C_i = 5$ км/ч, а число разрядов $K = 8$.

Процедура вычислений производится в специальной таблице, куда заносится вся исходная информация (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Рабочая таблица вычислений

№ разряда	Интервалы скорости движения, км/ч	Среднее значение интервала, км/ч	Эмпирическая частота	1	2
1	20-25	22,5	7	7	7
2	25-30	27,5	16	23	30
3	30-35	32,5	30	53	83
4	35-40	37,5	120	173	–
5	40-45	42,5	138	–	–
6	45-50	47,5	74	107	–
7	50-55	52,5	27	33	39
8	55-60	57,5	6	6	6
$\Sigma n_i = 418$				256	120
				146	45
				405	165
				-110	-75

S
d

За начальное значение величины V_a принимается то среднее значение интервала, которому соответствует большая эмпирическая частота. В данном случае $V_a = 42,5$ км/ч.

Рассчитанные величины S и d (табл. 2.1) используются для вычисления начальных моментов распределения m_1 и m_2 ;

$$m_1 = d_1 / n \quad (2.50)$$

$$m_2 = (S_1 + 2S_2) / n \quad (2.51)$$

Среднее значение $\overline{V_T}$ определяется с помощью первого начального момента:

$$\overline{V_T} = V_a + C_{и} \cdot m_1 \quad (2.52)$$

По расчету $m_1 = -110/418 = -0,263$, тогда $\overline{V_T} = 42,5 - 5 \cdot 0,263 = 41,2$ км/ч.

Полученную величину среднетехнической скорости необходимо использовать при расчете производительности, и следовательно, планового задания для автомобилей в рассмотренных конкретных условиях доставки грузов. Но значение среднетехнической скорости является случайной величиной. Поэтому фактические скорости будут отличаться от среднетехнической, т.е. в действительности автомобили будут прибывать в пункт погрузки и разгрузки раньше или позже того времени, которое предусматривается средним расчетом, что и было зафиксировано при практическом наблюдении. Мерой рассеивания случайной величины $\overline{V_T}$ служит среднеквадратичное отклонение σ .

Для нахождения σ необходимо знать второй центральный момент M_2 исследуемого ряда распределения скоростей, который может быть найден на основании второго начального момента:

$$M_2 = m_2 - m_1^2, \quad (2.53)$$

$$\sigma = C_{и} \sqrt{M_2}, \quad (2.54)$$

$$m_2 = (402 + 2 \cdot 165) / 418 = 1,75;$$

$$M_2 = 1,75 - (-0,263)^2 = 1,681;$$

$$\sigma = 5 \cdot \sqrt{1,681} = 6,45 \text{ км/ч.}$$

Рассчитанное значение среднеквадратичного отклонения указывает, что фактические скорости движения транспортных средств находятся в пределах

$$V_T = \overline{V_T} \pm \sigma \quad (2.55)$$

Для рассмотренного примера были рассчитаны величины эксцесса и асимметрии, которые составили соответственно 0,1585 и 0,01. Близость характеристик асимметрии и эксцесса к нулю свидетельствует о том, что распределение среднетехнической скорости соответствует нормальному распределению, плотность которого описывается уравнением

$$f(V) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V_i - \overline{V})^2}{2\sigma^2}} \quad (2.56)$$

где $\pi = 3,1415\dots$

Теоретические частоты, на основании которых построена выравнивающая кривая (рис. 2.1), приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 – Величины теоретических частот

Среднее значение интервала, км/ч	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5
Теоретические частоты	10,08	23,69	48,75	114,6	136,2	81,9	24,6	3,63

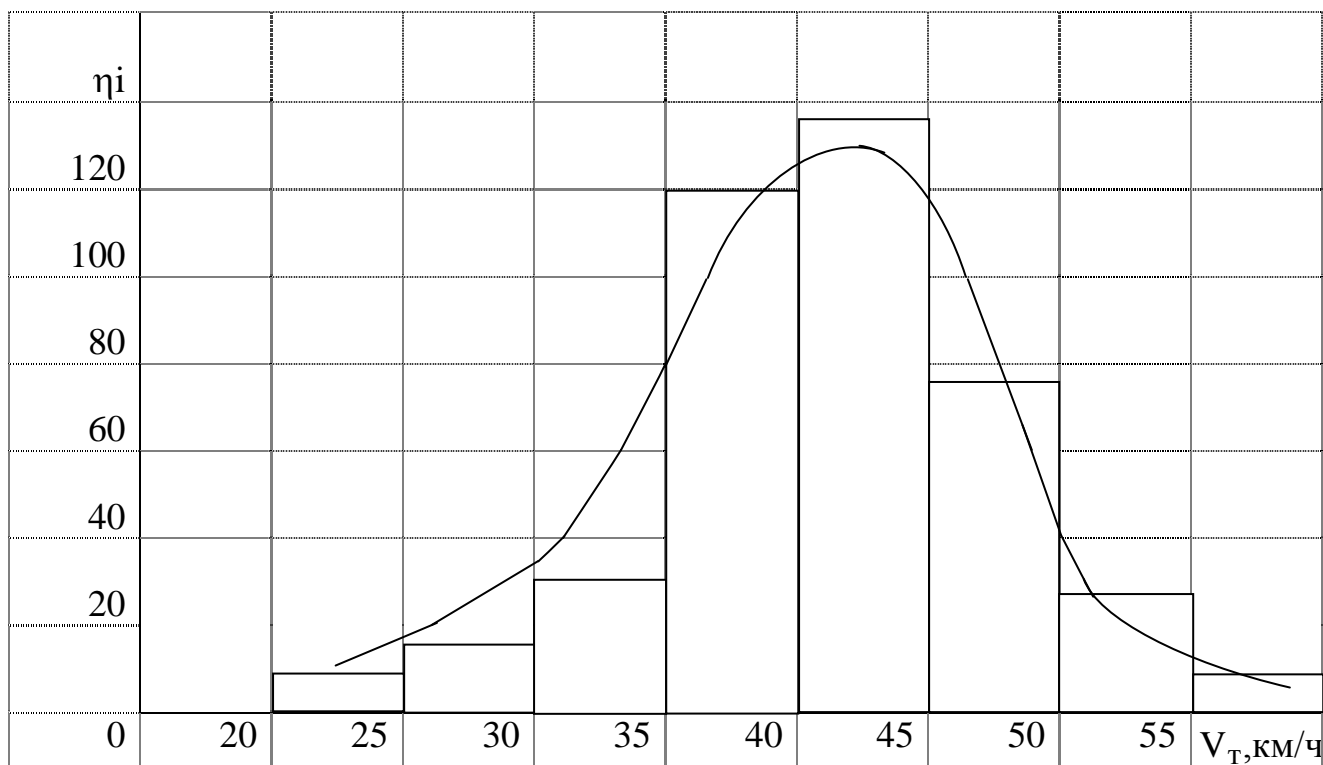


Рис. 2.1. Гистограмма распределения скорости V_T и выравнивающая теоретическая кривая.

Представленная графическая зависимость подтверждает, что транспортные средства могут прибывать в грузовые пункты через неравные промежутки времени. Вероятностный характер скорости движения подвижного состава приводит к тому, что в равные интервалы прибывает разное количество автомобилей, а для возникновения очереди автомобилей и простоев погрузочно-разгрузочного оборудования достаточно того, чтобы в прибытии транспортных средств наблюдались местные сгущения и разрежения. Это одна из причин, вызывающих отклонение или невыполнение часовых графиков работы подвижного состава и приводящих к сбою в работе всей системы.

Значение величины σ указывает, что если при планировании для расчета потребности в транспортных средствах использовать значение скорости $V_T = \bar{V}_T - \sigma$, то все автомобили часть времени будут простаивать в ожидании обслуживания в грузовых пунктах, но зато такая система по переработке груза

будет функционировать практически без простоев. Сама величина σ позволяет рассчитать максимальный резерв автомобилей, который достаточен для гарантированной доставки груза.

Эксплуатационная скорость. В эксплуатационных и экономических расчетах наряду с V_T используется средняя эксплуатационная скорость $V_э$. Это условная скорость движения транспортных средств за время в наряде. С такой скоростью автомобили не движутся. Между V_T и $V_э$ существует взаимосвязь, которая описывается уравнением:

$$V_э = V_T \cdot \delta \quad (2.57)$$

Если подставить значение величины коэффициента использования рабочего времени, то тогда $V_э$ будет выражена через ТЭП транспортного процесса:

$$V_э = I_{ге} \cdot V_T / (I_{ге} + t_{пв} \cdot \beta \cdot V_T) \quad (2.58)$$

где β - коэффициент использования пробега.

Согласно математической формулировке (2.58) с увеличением β средне-эксплуатационная скорость должна уменьшиться. К такому выводу можно прийти, если для анализа применять метод цепных подстановок, который повсеместно используется в практической работе. Но увеличение β может сопровождаться появлением дополнительного грузового пункта на маршруте, и тогда одновременно произойдет рост общего времени, затрачиваемого на выполнение погрузочно-разгрузочных работ за оборот, увеличиться пробег с грузом. Автомобили с грузом движутся медленнее, чем не груженные, в связи с чем, V_T станет меньше.

Возьмем для рассмотрения маятниковый маршрут, где первоначально: $\beta = 0,5$; $I_{ге} = 12$ км; время, затрачиваемое на погрузку-выгрузку за одну езду, $t_{пв} = 1$ ч; скорость груженого автомобиля $V_{ТГ} = 24$ км/ч и не груженого $V_{ТХ} = 26$ км/ч, что вполне реально, так как, по исследованиям профессора П.Я. Говорущенко, разность между указанными скоростями может достигать 15%, а по исследованиям СибАДИ до 17 %.

Как только на рассматриваемом маршруте β станет больше 0,5 (т.е. в обратном направлении перевозится груз), тогда время $t_{пв}$ за оборот может возрасти в 2 раза (табл. 2.3).

Таблица 2.3 – Результаты расчета влияния величины β на изменение V

β	$I_{ге2}$, км	V_T , км/ч	$t_{пв}$, ч.	$V_э$, км/ч
0,5	0,0	25,0	1,0	12,24
0,6	2,4	24,76	2,0	8,08
0,7	4,8	24,56	2,0	8,06
0,8	7,2	24,36	2,0	8,04
0,9	9,6	24,19	2,0	8,02
1,0	12,0	24,0	2,0	8,0

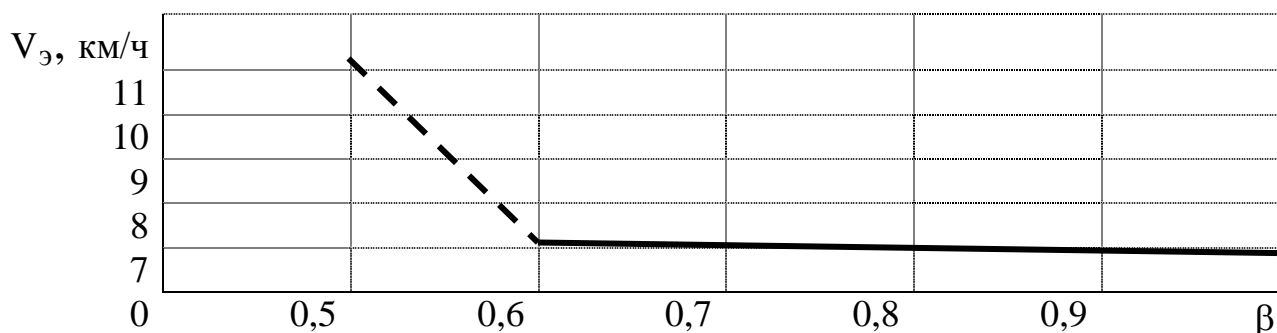


Рис. 2.2. Зависимость скорости $V_э$ от коэффициента β на маятниковом маршруте

Данные расчета (см. табл. 2.3.) и построенного графика (рис. 2.2.) показывают, что с ростом β величины V_T и $V_э$ не возрастают, а уменьшаются, а это, согласно действующей теории, должно приводить к снижению количества перевозимого груза. В действительности все наоборот. Поэтому вызывает сомнение правильность вывода о том, что если скорость растет, то и растет производительность подвижного состава.

Пробег с грузом может возрастать по-разному: в результате перевозки груза в обратном направлении или увеличении расстояния перевозки груза. Во втором случае, как показывает уравнение (2.58), $V_э$ должна возрастать, что и подтверждается расчетами, результаты которых приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4 – Изменение $V_э$ при увеличении $l_{ге}$

$l_{ге}, \text{ км}$	$V_T, \text{ км/ч}$	β	$t_{пв}, \text{ ч.}$	$V_э, \text{ км/ч}$
12	25	0,5	1,0	12,24
14				13,20
16				14,03
18				14,75
20				15,38

Если формула (2.58) и расчеты $V_э$ (см. табл. 2.4.) не вызывают сомнения, то весьма сомнительным выглядит положение, что с увеличением скорости возрастает выработка подвижного состава, измеряемая количеством перевезенного груза, так как в другом месте действующая теория утверждает, что увеличение $l_{ге}$ приводит к падению указанной выработки.

В тех случаях, когда будет наблюдаться рост $V_э$ за счет увеличения V_T , возможно возрастание выработки транспортных средств, но это происходит далеко не всегда.

Применение значений среднеэксплуатационной скорости при планировании перевозок может, как показывают выполненные исследования, привести к необоснованным результатам и выводам.

Скорость сообщения V_c . Скоростью сообщения называется средняя скорость доставки грузов. Она определяется отношением расстояния перевозки грузов ко времени нахождения их в пути (с момента окончания погрузки до

момента начала выгрузки). Скорость сообщения обычно меньше технической скорости и больше эксплуатационной, так как при ее определении не учитываются простои транспортных средств в начальных и конечных пунктах маршрута.

При расчетах экономической эффективности мероприятий по повышению скоростей движения транспортных средств необходимо исходить из того, что эффект может быть достигнут в том случае, если в результате роста V_T и $V_Э$ получаем дополнительно целое число ездов за время T_n . В противном случае будет рост эксплуатационных расходов и повышенный износ транспортных средств.

При увеличении скорости сообщения сокращается грузовая масса, находящаяся на транспорте, что способствует лучшему использованию ресурсов.

2.5. Измерители пробега.

Пробегом принято называть расстояние, проходимое транспортным средством за определенное время. Если автомобиль движется с грузом, то его пробег является производительным – $L_{Г}$. Пробег без груза подразделяется на нулевой и не грузовой и является непроизводительным пробегом.

Нулевым пробегом называется подготовительный пробег для выполнения транспортной работы: подача автомобилей к месту работы из АТП в пункт погрузки и из пункта выгрузки в АТП. К нулевому пробегу относятся заезды автомобилей на заправку, техническое обслуживание, ремонт и т.п.

Не грузовой пробегом (холостым) называется пробег без груза, совершаемый при подаче подвижного состава от места выгрузки под очередную погрузку в пункт погрузки.

Общий пробег единицы подвижного состава:

$$L = L_{Г} + L_x + L_n \quad (2.59)$$

Общий пробег для всего парка подвижного состава:

$$AL = AL_{Г} + AL_x + AL_n \quad (2.60)$$

где общий пробег с грузом

$$AL_{Г} = L_{Г_1} + L_{Г_2} + \dots + L_{Г_n} = \sum_i^A L_{Г_i} \quad (2.61)$$

где $L_{Г_i}$ пробег с грузом i -го автомобиля, км.

Аналогично определяется AL_x и AL_n .

Коэффициент использования пробега. Это показатель β , оценивающий, на какой части общего пробега транспортные средства перевозили грузы.

В общем случае

$$\beta = \Sigma l_{г} / (\Sigma l_{г} + \Sigma l_{х} + \Sigma l_{н}), \quad (2.62)$$

где $\Sigma l_{г}$ – суммарный пробег с грузом, км;
 $\Sigma l_{х}$ - суммарный пробег без груза, км;
 $\Sigma l_{н}$ - суммарный нулевой пробег, км.

При организации работы стремятся сокращать непроизводительные пробеги подвижного состава путем загрузки в прямом и обратном направлениях. Для этого тщательно изучаются структура и направление грузопотоков, которые затем с помощью экономико-математических методов и ЭВМ – увязываются в рациональные маршруты, имеющие высокое значение β .

В настоящее время считается, что 1% увеличения β дает снижение себестоимости перевозок на 0,5 % и повышение производительности на 0,9%. Но эти положения могут и не выполняться.

Исследования, выполненные на примере 1000 автомобилей за 46 месяцев позволили установить влияние ТЭП на величину производительности, а полученные величины коэффициентов эластичности \mathcal{E}_x показали процентное изменение себестоимости при изменении каждого фактора. Для β коэффициент составил $\mathcal{E}_{\beta} = -0,204$. Это указывает на то, что рост β на 10% повлечет уменьшение себестоимости примерно на 2 %.

Сравнение влияния ТЭП показало, что β влияет весьма незначительно, коэффициент влияния составил всего 3,4 %. Полученный результат, конечно, является частным, но для рассматриваемых условий указывает на слабую связь между производительностью, от величины которой зависит себестоимость, и β или вообще на отсутствие закономерной связи. Такой вывод подтверждается и результатами планирования перевозок, полученными в работе Ефремова А.В. из МАДИ, когда план, составленный по критерию β_{max} , оказался самым неэффективным.

Вообще величины β , рассчитанные на разных маршрутах, нельзя складывать между собой с целью определения β , так как они имеют разное экономическое содержание. Например, два автомобиля, работая на разных маршрутах, но одинаковой протяженности ($l = 10$ км), перевозят грузы в одном направлении. На обоих маршрутах $\beta = 0,5$. Но на одном маршруте автомобиль перевозит за каждую езду 1 т груза, а на другом 5 т. Тогда каждому коэффициенту использования пробега соответствует транспортная работа 10 и 50 т·км за каждую езду и за каждой долей этих коэффициентов стоят разные затраты по заработной плате, эксплуатационным и капитальным ресурсам.

Изложенный материал показывает, что правомерность применения β в планировании вызывает сомнение. Изучению влияния β на выработку транспортных средств должно быть уделено особое внимание.

Средняя длина груженой ездки. Во время работы транспортные средства совершают ездки на разные расстояния. В связи с этим при эксплуатационных расчетах применяют среднее значение ездки с грузом $\overline{l_{ге}}$

$$\bar{l}_{ge} = \frac{l_{ge_1} Z_{e_1} + l_{ge_2} Z_{e_2} + \dots + l_{ge_n} Z_{e_n}}{Z_{e_1} + Z_{e_2} + \dots + Z_{e_n}} \quad (2.63)$$

где $l_{ge_1}, l_{ge_2}, \dots, l_{ge_n}$ – соответственно длины ездов с грузом к первому, второму, ... n-му клиентам, км;

$Z_{e_1} + Z_{e_2} + \dots + Z_{e_n}$ – соответственно число ездов.

Средняя длина груженной ездки устанавливается после закрепления организаций и предприятий грузополучателей согласно их производственным связям за поставщиками.

Обычно клиентура АТП складывается годами и, как правило, резко не меняется. В таких условиях основными факторами, вызывающими изменение l_{ge} , являются изменения структуры парка подвижного состава и перевозимых грузов, что, в свою очередь, влияет на число ездов к клиентам.

Ежесуточно конкретные расстояния перевозки грузов изменяются и может сложиться ситуация, когда фактически перевозки будут выполняться не по среднему расстоянию, а по меньшим или большим, в зависимости от того, откуда, куда и в каких объемах в каждые сутки необходимо доставлять грузы. Образование объемов наличия и потребности в грузах у обслуживаемых поставщиков и потребителей, т.е. необходимость в перевозках, зависит от многих причин случайного характера, связанных с технологическими и организационными особенностями их производственных процессов. Поэтому и изменение l_{ge} по дням происходит случайным образом.

Рассмотрим пример изменения \bar{l}_{ge} , данные для которого приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5. – Исходные данные и величина \bar{l}_{ge}

Потребители	Показатели			
	Q_i , т.	l_{ge_i} , км.	Z_{e_i} , ед	l_{ge} , км.
1	100	8	20	8,7
2	60	12	12	
3	25	7	5	
4	45	11	9	
5	70	6	14	

Анализ данных изменения расстояния перевозок, полученных за ряд лет, показывает, что не существует закономерности в колебаниях доставки грузов в конкретные организации по дням года. Поэтому, статистические данные, полученные за предыдущие годы, не могут быть применены в расчетах \bar{l}_{ge} на последующий год или при проектировании вновь организуемых перевозок. Тогда следует исходить из принципа, что вероятность возникновения отказа в перевозках для какого-либо потребителя находится в обратной зависимости от среднесуточной потребности в грузах. Чем меньше данная организация потребляет груза, тем больше вероятность отказа.

Частоту выполнения перевозок по определенному расстоянию ρ_i можно найти

$$\rho_i = Q_i / \sum Q_i, \quad \text{или} \quad \rho_i = Z_{ei} / \sum Z_{ei}, \quad (2.64)$$

Таблица 2.6 – Результаты расчетов

Потребители	ρ_i	l_{gei} , км.	\bar{l}_{ge} , км.	$(l_{gei} - \bar{l}_{ge})^2 \rho_i$	σ
1	0,333	8	8,7	0,163	2,25
2	0,2	12		2,178	
3	0,084	7		0,242	
4	0,15	11		0,793	
5	0,233	6		1,698	
	1,000			5,074	

Значение частоты позволяет найти значение величины среднего квадратичного отклонения σ (табл. 2.6.), которое характеризует отклонение l_{ge} от среднего значения и рассчитывается:

$$\sigma = \sqrt{\sum (l_{gei} - \bar{l}_{ge})^2 \rho_i}, \quad (2.65)$$

Величина σ показывает, что в различные рабочие дни l_{ge} будет принимать значения, которые находятся в пределах

$$l_{ge} = \bar{l}_{ge} \pm \sigma = 8,7 \pm 2,25 \quad (2.66)$$

В те дни, когда $l_{ge} = 8,7 - 2,25 = 6,45$ км, будет наблюдаться избыток транспортных средств, а когда $l_{ge} = 8,7 + 2,25 = 10,95$ км, то недостаток.

В зависимости от того, какая задача ставиться перед АТП, принимается соответствующее решение. Если необходимо ежедневно выполнять суммарный объем перевозок, как, например, доставка зерна на заготовительные пункты в период заготовки сельскохозяйственной продукции, то необходимо иметь резервные транспортные средства и для расчета общего их количества принимать $l_{ge} = \bar{l}_{ge} + \sigma$. Здесь σ будет характеризовать величину резерва транспортных средств (рис. 2.3.).

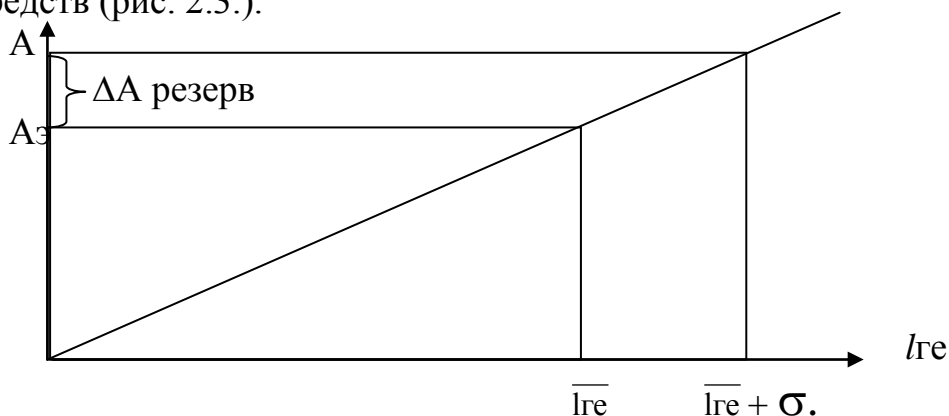


Рис. 2.3. Потребность в транспортных средствах в зависимости от расстояния перевозок

Рассмотренная причина и вероятностный характер $I_{ге}$ вызывает колебания выполнения плана доставки грузов и неравномерную потребность в транспортных средствах. Это одна из причин несоответствия текущего планирования и оперативной работы, которая осложняет планирование перевозок грузов.

Среднесуточный пробег $L_{сс}$. Это средняя величина пробега транспортного средства (средств) за время пребывания в наряде. Величина среднесуточного пробега используется для эксплуатационных расчетов при определении производственной программы по перевозкам, техническому обслуживанию и ремонту.

Исходя из данного определения

$$L_{сс} = AL / АДэ, \quad (2.67)$$

Используя средние величины показателей T_H , V_T и δ можно выразить, что

$$L_{сс} = T_H \cdot V_T \cdot \delta, \quad (2.68)$$

Подставив выражение δ для отдельно взятого транспортного средства, получаем

$$L_{сс} = (T_H \cdot V_T \cdot I_m) / (I_m + t_{пв} \cdot V_T) \quad (2.69)$$

Согласно математической формуле (2.69) можно сделать вывод, что $L_{сс}$ определяется после изучения грузопотоков, состояния дорог, расстояний до пунктов погрузки и выгрузки, применяемого подвижного состава, организации и механизации погрузочно-разгрузочных работ, проектирования маршрутов и других условий эксплуатации.

Зная измерители пробега можно записать:

$$AL = АД_{и} \cdot \alpha_{и} \cdot 24\rho \cdot \delta \cdot V_T - \text{общий пробег парка};$$

$$AL_{г} = АД_{и} \cdot \alpha_{и} \cdot 24\rho \cdot \delta \cdot \beta \cdot V_T - \text{общий пробег парка с грузом};$$

$$AL_{х} = АД_{и} \cdot \alpha_{и} \cdot 24\rho \cdot \delta \cdot (1-\beta) \cdot V_T - \text{общий пробег парка без груза};$$

$$L_{сс} = 24\rho \cdot \delta \cdot V_T - \text{среднесуточный пробег}.$$

2.6. Грузоподъемность подвижного состава и ее использование

Номинальная грузоподъемность каждой транспортной единицы q устанавливается заводом-изготовителем. Это один из важнейших показателей, определяющих производительность подвижного состава. Номинальная грузоподъемность – величина постоянная, но в зависимости от того, как используются транспортные средства, она может быть переменной. Учитывая, что в АТП

имеются разные автомобили, в эксплуатационных расчетах применяют среднюю величину, которая рассчитывается:

$$\bar{q} = \Sigma A_i q_i / \Sigma A_i \quad (2.70)$$

Значение полученной грузоподъемности применяется также и при расчете групповых норм расхода топлива.

Но это именно статистическая величина, получаемая на какой-то момент времени. Фактически в эксплуатации имеем другую грузоподъемность $\bar{q}_{\text{Э}}$, величина которой может значительно отличаться от \bar{q} , так как $\bar{q}_{\text{Э}}$ зависит от того, каких и сколько автомобилей выпускается на линию и сколько ездов выполняется каждым автомобилем за время пребывания в наряде.

Например, для выполнения перевозок направлены два транспортных средства: автомобиль ЗИЛ-130 с прицепом ИАПЗ-754В ($q=9$ т) и автомобиль ГАЗ-53А ($q=4$ т), тогда, согласно формуле (2.70),

$$\bar{q} = (9 + 4) / 2 = 6,5 \text{ т.}$$

За время работы автопоезд выполнил одну езду, а автомобиль ГАЗ-53А пять. Вместе они перевезли 29 т груза. Возникает вопрос, автомобиль какой грузоподъемности $q_{\text{Э}}$ за шесть ездов мог бы выполнить ту же работу?

$$\bar{q}_{\text{Э}} = Q / Z_e = 29 / 6 = 4,83 \text{ т.}$$

Полученный результат указывает, что более правильно в расчетах использовать $q_{\text{Э}}$, величина которой может быть найдена

$$\bar{q}_{\text{Э}} = (\Sigma A_i q_i \alpha_{\text{ИИ}} Z_{e_i}) / (\Sigma A_i \alpha_{\text{ИИ}} Z_{e_i}) \quad (2.71)$$

Величина $\bar{q}_{\text{Э}}$ – переменная, значение которой может колебаться по дням эксплуатации и год от года. Являясь случайной величиной, $\bar{q}_{\text{Э}}$ зависит от многих причин: поставок и списания транспортных средств, материально-технического снабжения и даже один и тот же парк в зависимости от снабжения запасными частями соответствующей номенклатуры может ежегодно иметь разную величину $\bar{q}_{\text{Э}}$. Это, в свою очередь, оказывает влияние на величину прогнозируемой работы и факт ее выполнения.

Закономерность изменения $\bar{q}_{\text{Э}}$ установить невозможно, но ее величиной можно и нужно управлять, так как от этого зависят выполнение плана перевозок и удельный расход топлива. Например, для выполнения 1 ткм автомобилю ГАЗ-51 необходимо 114 г бензина, автомобилю ЗИЛ-130 – 87,5 г, а автопоезду на базе ЗИЛ-130 – 55,6 г. Вот почему важно в первую очередь ремонтировать и интенсивно использовать автомобили повышенной грузоподъемности.

Таким образом, формула (2.71) является инструментом, который указывает, что занимаясь вопросом управления техническим состоянием и использованием парка подвижного состава, тем самым, производится некоторое управление расходом топлива и выполнением перевозок.

Управление расходом топлива напрямую связано с созданием ресурсосберегающих технологий при доставке грузов.

Коэффициент использования грузоподъемности. Из практической деятельности автотранспорта известно, что далеко не всегда номинальная грузоподъемность транспортного средства используется полностью. Степень использования грузоподъемности автомобиля (автопоезда) оценивается с помощью коэффициента использования грузоподъемности γ .

За одну езду

$$\gamma = Q / q \quad (2.72)$$

где Q – количество перевезенного (подлежащего перевозке) груза в тоннах;

q – номинальная грузоподъемность транспортного средства в тоннах.

За любое число ездов

$$\gamma = Q / q Z_e \quad (2.73)$$

где Z_e – количество ездов, при выполнении которых доставлено (подлежит доставке) Q тонн груза.

Величина γ зависит от соответствия подвижного состава виду перевозимого груза и правильности упаковки и укладки груза.

При мелкопартионных перевозках использование грузоподъемности автомобиля может быть повышено путем предварительной подборки и группировки грузов.

Для определенного вида груза коэффициент использования грузоподъемности определяется по формуле

$$\gamma = (a \cdot b \cdot h \cdot v) / q \quad (2.74)$$

где a – длина кузова в м;

b – ширина кузова в м;

h – допустимая погрузочная высота в м;

v – вес 1 м^3 груза в т.

Данная формула (2.74), как следует из ее описания, является инструментом для подбора автомобиля при перевозке определенного вида груза или для расчета необходимой высоты погрузки, позволяющей максимально использовать грузоподъемность.

В практике нередко встречаются случаи, когда из-за мелких партий грузов или плохой организации перевозок не полностью используется номинальная грузоподъемность подвижного состава. В этих случаях степень использования грузоподъемности зависит только от количества груза в кузове автомобиля, а не от его объемного веса.

При перевозках легковесных грузов (грузов торговли, почты) для правильного расчета количества груза, которое может быть размещено в кузове (фургоне) автомобиля следует использовать понятие грузовместимости. Под грузовместимостью следует понимать количество мест легковесного груза, которое можно разместить на площади или в объеме кузова транспортного средства.

2.7. Работа и производительность грузовых автотранспортных средств

В результате выполнения транспортного процесса грузы перемещаются на определенные расстояния и, при этом, выполняется транспортная работа, измеряемая в тоннах и тонно-километрах.

За каждую езду автомобиль перевозит определенное количество груза

$$Q = q \cdot \gamma \quad (2.75)$$

Весь парк подвижного состава за общее число ездов доставляет груз

$$Q = q \cdot \gamma \cdot AZe \quad (2.76)$$

$$AZe = Ze_1 + Ze_2 + \dots + Ze_n = \sum_{1}^{Ze} Ze_i \quad (2.77)$$

где Ze_i – количество ездов, выполненное i – м автомобилем.

Транспортная работа за езду составляет

$$P = q \cdot \gamma \cdot l_{ге} \quad (2.78)$$

А общая транспортная работа парка

$$P = q \cdot \gamma \cdot Al_{ге} \quad (2.79)$$

В общем случае:

$$Al_{г} = A_{Ди} \cdot \alpha_{и} \cdot 24\rho \cdot \delta \beta \cdot V_T \quad (2.80)$$

$$AZe = Al_{г} / l_{ге} \quad (2.81)$$

После преобразования получаем, что общее математическое выражение работы, для любого количества транспортных средств и за любой промежуток времени, измеряемое количеством перевезенного груза, может быть записано

$$Q = (A_{\text{Ди}} \cdot \alpha_{\text{и}} \cdot 24\rho \cdot \delta \beta \cdot V_{\text{T}} \cdot q\gamma) / lge \quad (2.82)$$

А транспортная работа, измеряемая в тонно-километрах –

$$P = A_{\text{Ди}} \cdot \alpha_{\text{и}} \cdot 24\rho \cdot \delta \beta \cdot V_{\text{T}} \cdot q\gamma \quad (2.83)$$

Производительность – это транспортная работа, выполняемая в единицу времени. По аналогии с промышленностью, где производительность оборудования (станков) определяется как количество продукции изготовленной в течение часа, на автомобильном транспорте под производительностью (к сожалению до сих пор) понимается количество перевезенного груза в течение часа и количество транспортной продукции (ткм), полученной в течение того же часа.

Так как транспортная работа выполняется только в период нахождения на линии (в эксплуатации), то, разделив выражения (2.82, 2.83) на время исполнения, получаем формулы для описания производительности:

$$W_Q = (\delta \beta \cdot V_{\text{T}} \cdot q\gamma) / lge \quad , \text{т/ч}; \quad W_P = \delta \beta \cdot V_{\text{T}} \cdot q\gamma \quad , \text{ткм/ч} \quad (2.84)$$

Подставив выражение δ , получаем классические формулы часовой производительности

$$W_Q = (\beta \cdot V_{\text{T}} \cdot q\gamma) / (lge + t_{\text{пв}} \cdot \beta \cdot V_{\text{T}}) \quad , \text{т/ч} \quad (2.85)$$

$$W_P = (lge \cdot \beta \cdot V_{\text{T}} \cdot q\gamma) / (lge + t_{\text{пв}} \cdot \beta \cdot V_{\text{T}}) \quad , \text{ткм/ч} \quad (2.86)$$

Однако данным теоретическим зависимостям присущ ряд недостатков:

- они не учитывают, какое целое число ездов выполняется в течение одного часа, а время простоя под погрузкой и разгрузкой берется соответствующее одной езде;
- согласно полученным формулам (2.85, 2.86) транспортные средства в течение смены могут выполнять не целое число ездов, чего не наблюдается на практике;
- перспективное и текущее планирование, по вышеприведенным формулам, не согласуется с оперативным планированием и работой службы эксплуатации, которая ориентируется на целое число ездов, выполненных каждой единицей подвижного состава за смену;
- формулы не отражают особенности эксплуатации автомобилей на кольцевых и развозочно-сборных маршрутах, так как создавались применительно к маятниковым маршрутам, о чем указывал профессор Лейдерман С.Р., когда по сути создавал теоретические основы перевозок;

- применение формул для проектирования работы на уровне АТП требует введения средних величин ТЭП, а тогда имеем дело с какими-то абстрактными средствами и маршрутами. Становится совершенно ясным, что на их основе невозможно разрабатывать ресурсосберегающие технологии, соответствующие ноосферному мышлению;

- методологической основой теоретических разработок явилось представление о том, что транспортный процесс является монотонно изменяющимся, что не соответствует реальной действительности.

Согласно представленным формулам получается, что производительность подвижного состава есть условная величина, значение которой определяется путем обратного расчета на основе спланированного или отчетного объема работы.

Повсеместно планирование объема работы выполняют путем перемножения величины производительности на фонд рабочего времени. Но планирование работы на автомобильном транспорте по такому принципу может приводить к неверным результатам. В первую очередь это связано с тем, что ежедневно и ежесуточно рабочий процесс начинается заново, а не имеет непрерывного характера. В связи с тем, что транспортный процесс ежесуточно претерпевает разрывы, то те доли ездки (согласно расчетов по часовой производительности), которые складываются в течение смены, не могут быть прибавлены к работе в следующие сутки. Поэтому прямое перемножение рассчитанной величины производительности подвижного состава на месячный, а тем более годовой фонд рабочего времени, с целью расчета будущей работы, тем больше будет не соответствовать действительной выработке, чем за больший срок она подсчитывается.

Указанные недостатки математических формулировок и методологии свидетельствуют, что в области описания производительности и работы не все благополучно. Требуется иметь математический аппарат, адекватно описывающий реальные процессы, протекающие (в первую очередь) на маршрутах доставки грузов, а также современную идеологию планирования перевозок, которая бы позволяла не только точно считать, но и давала бы возможность проектировать ноосферные (см. предисловие) технологии доставки грузов.