

Критерии оценки уровня надежности водителей лесовозных автопоездов

Т. В. Скворцова¹

Воронежская государственная лесотехническая академия

АННОТАЦИЯ

В статье установлены критерии оценки уровня надежности водителей лесовозных автотранспортных средств: производительность, экономичность, безопасность. Недостаточная квалификация водителей – одна из основных причин, вызывающих дорожно-транспортные происшествия.

Ключевые слова: лесовозный автопоезд, безопасность движения, экономичность управления автомобилем, оценка надежности.

SUMMARY

The article studies the criteria for reliability evaluating of the drivers on timber: performance, efficiency, safety to enhance security at the roads. Insufficient qualification of drivers – one of the main causes of road accidents.

Keywords: combination of wood, safety, cost of driving, assessment of reliability.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Автомобильные дороги определяют экономическую доступность лесоматериалов на участках лесного фонда и возможность эффективного лесопользования. Вывозка леса по автомобильным дорогам – сложный производственный процесс с участием людей, лесовозных автотранспортных средств, дорожных сооружений и обустройств.

При вывозке хлыстов и сортиментов по дорогам общего пользования с соблюдением ограничений габаритных параметров лесовозных автотранспортных средств в соответствии с Правилами дорожного движения имеется ряд существенных недостатков:

– управлять лесовозным автотранспортным средством (ЛАТ) значительно труднее, чем одиночным автомобилем, так как его тормозной путь больше, во время движения прицеп постоянно отклоняется в стороны от траектории движения автомобиля-тягача, что повышает опасность при обгоне и встречном разъезде;

– маневренность ЛАТ хуже, чем у одиночного автомобиля вследствие того, что водитель управляет очень массивным снарядом, который на скорости сопротивляется повороту, но главное – быстро не останавливается.

Существующие методы и технические средства обучения не дают возможности объективно оценивать уровень безопасного управления ЛАТ в реальных дорожных условиях и не позволяют вырабатывать обоснованные рекомендации по работе с водителем в направлении повышения этого уровня. Обучение водителей навыкам безопасного управления ЛАТ из-за отсутствия необходимой методической и технической оснащенности процесса обучения является недостаточно эффективным.

Одним из направлений решения проблемы повышения безопасности автомобильных дорог, обусловленной тем, что основным виновником дорожно-транспортных происшествий является водитель – это совершенствование методов и средств обучения водителей лесовозных автотранспортных средств.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

На основании теоретических исследований с учетом особенностей работы водителей лесовозных автотранспортных средств, установлены критерии оценки уровня профмастерства водителей лесовозных автотранспортных средств: производительность, экономичность, безопасность [1].

Безопасность движения. Выполнение требований безопасности движения предполагает высокую надежность и точность выполнения водителем приемов управления транспортным средством. Иными словами, оценить мастерство вождения с точки зрения безопасности можно по степени безошибочного выполнения водителем отдельных операций по управлению транспортным средством. При этом следует оценивать деятельность водителя в обычных некритических ситуациях.

Такая установка выбрана только потому, что в реальных условиях движения практически невозможно без риска для жизни воспроизвести критические дорожно-транспортные ситуации, но и потому, что всякое ошибочное действие водителя если и не влечёт за собой непосредственно ДТП, всегда является его косвенной предпосылкой.

При оценке профмастерства с точки зрения надежности целесообразно учитывать не только количество совершенных водителем ошибочных действий, но и степень их опасности, характеризующую уровнем самой ошибки и объемом ее действия. Безопасность управления транспортным средством можно оценивать показателем K_B , определяемым по выражению

$$K_B = \frac{K_n + K_{pa_x} + K_{pa_y}}{3}, \quad (1)$$

где K_n – показатель, характеризующий надежность (безошибочность) работы водителя; K_{pa_x}, K_{pa_y} – показатели степени равномерности движения по продольной и поперечной осям транспортного средства.

¹ Автор – доцент кафедры вычислительной техники и информационных систем.

Количественная надежность работы водителя складывается из частных показателей ошибочного выполнения отдельных операций транспортного процесса [2]. В качестве таковых операций целесообразно принять самые важные операции транспортного процесса, при осуществлении которых водители наиболее часто совершают ошибки, а именно: разгон и торможение; осуществление поперечных маневров; поддержание скорости движения в пределах, обеспечивающих исключение превышений разрешенной скорости.

Разгон и торможение. Разгон и торможение ЛАТ – процессы, особенно важные с точки зрения безопасности движения.

Первый – торможение тягача и прицепа синхронно. Это идеальный вариант, но практически недостижим.

Второй – прицеп усиливает торможение тягача. В этом случае обеспечивается растяжение ЛАТ, что исключает его складывание.

Третий вариант – при торможении прицеп накатывается на тягач. Иногда это приводит к складыванию ЛАТ.

При торможении на закруглении может возникнуть занос прицепа или складывание ЛАТ, за которым может последовать опрокидывание, столкновение автомобиля-тягача в кювет или поломка буксирного устройства.

Резкое выполнение этих маневров создает перегрузки для организма, что вызывает неприятные ощущения у водителя. Поэтому мастерство выполнения водителем разгонов и торможений целесообразно оценивать по конечному результату их действий, то есть по величине ускорений (положительных или отрицательных). Оценка производится по объему ошибочных действий, то есть разгонов и торможений, при выполнении которых величина ускорений превышает допустимые пределы.

С целью исключения излишне жестких условий при оценке мастерства вождения водителей установлена предельная с точки зрения безопасности и комфортабельности перевозок величина продольных ускорений – $2,0 \text{ м/с}^2$.

Предлагается формула определения показателя оценки степени ошибочного выполнения разгонов и торможений транспортного средства $K_{Ouw(p.m)}$:

$$K_{Ouw(p.m)} = \left(1 + \frac{\Pi_{Ouw(p.m)}}{S} \right) \times \frac{\Pi_{Ouw(p.m)}}{T_{Ouw(p.m)}^2 \cdot j_{don(p.m)}} \quad (2)$$

где $\Pi_{Ouw(p.m)}$ – объем ошибочных действий при выполнении разгонов и торможений (с предельными ускорениями, превышающими $2,0 \text{ м/с}^2$);

$$T_{Ouw(p.m)} = \sum_{i=1}^{M_{Ouw(p.m)}} T_{Ouw(p.m)i} - \text{общая продолжительность движения транспортного средства с продольными ускорениями, превышающими } 2,0 \text{ м/с}^2;$$

$M_{Ouw(p.m)}$ – количество неверно выполненных разгонов и торможений; S – протяженность испытательного маршрута, м; $j_{don(p.m)} = 2,0 \text{ м/с}^2$ – установленная допустимая величина линейных ускорений;

Объем ошибочных разгонов-торможений определяется по выражению:

$$\Pi_{Ouw(p.m)} = \sum_{i=1}^{M_{Ouw(p.m)}} T_{Ouw(p.m)i} \int_0^{T_{Ouw(p.m)i}} j_{Ouw(p.m)i} dt \times \sum_{i=1}^{M_{Ouw(p.m)}} T_{Ouw(p.m)i} \quad (3)$$

где $j_{Ouw(p.m)i}$ – мгновенное значение продольного ускорения, превышающее $2,0 \text{ м/с}^2$; $T_{Ouw(p.m)i}$ – продолжительность i -го разгона (торможения) с ускорением, превышающим $2,0 \text{ м/с}^2$;

$\sum_{i=1}^{M_{Ouw(p.m)}} \int_0^{T_{Ouw(p.m)i}} j_{Ouw(p.m)i} dt$ – сумма интегралов от кривых $j_{Ouw(p.m)i}$ по времени.

Поперечные маневры. Резкое выполнение поперечных маневров приводит к повышенному износу шин, создает аварийные ситуации, так как нередко водитель оказывается не в состоянии справиться с управлением, что вызывает выезд ЛАТ на встречную полосу, а при недостаточных сцепных качествах дороги – занос и даже опрокидывание. Водителю следует учитывать, что во время поперечных маневров ЛАТ прицеп смещается в сторону центра поворота и увеличивается коридор движения ЛАТ. Некоторые прицепы и полуприцепы имеют управляемые колеса, которые поворачиваются и обеспечивают движение колес прицепа по колее тягача. Водителю приходится постоянно изменять положение управляемых колес тягача, при этом небольшие ошибки дают большие уводы прицепа в сторону. Квалифицированного водителя отличает умение плавно осуществлять поперечные маневры, сообразуясь с дорожными условиями и сложившейся транспортной ситуацией. Величи-

на поперечных (центробежных) ускорениях при этом не должна превышать $3,0 \text{ м/с}^2$.

По аналогии с продольными ускорениями, показатель оценки степени ошибочного выполнения поворотов предлагается оценивать по формуле

$$K_{\text{ou}(n)} = \left(1 + \frac{P_{\text{ou}(n)}}{S} \right) \frac{P_{\text{ou}(n)}}{T_{\text{ou}(n)}^2 \cdot j_{\text{don}(n)}}, \quad (4)$$

где $P_{\text{ou}(n)}$ – объем ошибочных действий при выполнении поперечных маневров;

$$T_{\text{ou}(n)} = \sum_{i=1}^{M_{\text{ou}(n)}} T_{\text{ou}(n)i} - \text{общая продолжительность}$$

движения транспортного средства, когда поперечное ускорение превышает $3,0 \text{ м/с}^2$; $j_{\text{don}(n)} = 3,0 \text{ м/с}^2$ – установленная допустимая величина поперечных ускорений.

Объем ошибочных действий при осуществлении поперечных маневров определяется по выражению:

$$P_{\text{ou}(n)} = \sum_{i=1}^{M_{\text{ou}(n)}} T_{\text{ou}(n)i} \int_0^{T_{\text{ou}(n)i}} j_{\text{ou}(n)i} dt \times \sum_{i=1}^{M_{\text{ou}(n)}} T_{\text{ou}(n)i}, \quad (5)$$

где $j_{\text{ou}(n)i}$ – i -ое мгновенное значение поперечного ускорения, превышающее $3,0 \text{ м/с}^2$; $T_{\text{ou}(n)i}$ – продолжительность i -го поперечного маневра, выполненного с ускорением, превышающим $3,0 \text{ м/с}^2$;

$$\sum_{i=1}^{M_{\text{ou}(n)}} T_{\text{ou}(n)i} \int_0^{T_{\text{ou}(n)i}} j_{\text{ou}(n)i} dt - \text{сумма интегралов от кри-$$

вых $j_{\text{ou}(n)i}$ по времени.

Производительность перевозок. Общеизвестным параметром оценки производительности является работа, совершенная в единицу времени. Соответственно производительность перевозок следует оценивать полезной работой, совершенной автопоездом в единицу времени. Однако задача оценки профмастерства водителя с точки зрения производительности перевозок значительно упрощается, если в качестве параметра, характеризующего производительность, принять среднюю скорость движения транспортного средства. Очевидно, что при равенстве прочих показателей, автомобиль совершит тем большую полезную работу, чем выше средняя скорость движения.

Установив некое базовое значение средней скорости движения для испытательного маршрута (на основании его предварительного обследования), можно оценить производительность перевозок безразмерной величиной

$$K_n = \frac{v_{cp}}{v_{cpб}}, \quad (6)$$

где K_n – показатель оценки профмастерства водителя с точки зрения производительности перевозок; v_{cp} – величина средней скорости движения, достигнутая на маршруте испытуемым водителем; $v_{cpб}$ – базовая величина средней скорости движения транспортного средства.

Величина средней скорости движения определяется по выражению

$$v_{cp} = \frac{S}{T_{\text{де}}}, \quad (7)$$

где S – протяженность маршрута, пройденного ЛАТ, м; $T_{\text{де}}$ – время движения по маршруту, с.

Объектом исследования был выбран автопоезд МАЗ-509А+ГКБ-9383, груженный сортирентами с соблюдением допустимых габаритных параметров.

Протяженность маршрута, пройденного автопоездом, с целью повышения точности определения v_{cp} определяется по показаниям счетчика количества оборотов ведущего колеса ЛАТ

$$S = 2\pi R_k \cdot N_k, \quad (8)$$

где R_k – радиус качения колеса; N_k – количество оборотов, совершенных ведущим колесом ЛАТ при проезде по испытательному маршруту.

Всего выполнено 160 наблюдений параметра R_k . При измерении числа оборотов колеса использовался импульсный датчик колеса DATRON – универсальное измерительное средство. Датчик передает 1000 импульсов в оборот (возможно и другое число оборотов).

При определении базовой величины средней скорости движения важным вопросом является выбор количества проводимых опытов. В рассматриваемом случае целесообразно задачу решать при малых выборках (число наблюдений $n \leq 20 \dots 30$). Этим достигается уменьшение материальных затрат и времени проводимой работы.

Экономичность управления автопоездом. Определяется расходом технического ресурса его агрегатов и расходом топлива.

Расход технического ресурса (износ) агрегатов транспортного средства зависит от целого ряда факторов. Большое влияние оказывает режим работы двигателя. При движении транспортного средства по испытательному маршруту профессиональное мастерство водителя во многом определяет режим работы двигателя: изменения в его работе будут тем более плавными, чем выше квалификация водителя. Резко переменный режим работы двигателя значительно ускоряет и износ деталей трансмиссии транспортного средства. Однако здесь сказывается и умение водителя пользоваться коробкой передач.

Поэтому экономичность управления транспортным средством с точки зрения расхода технического ресурса его агрегатов целесообразно оценивать по двум показателям: степени равномерности работы двигателя и степени правильности пользования коробкой передач. Степень равномерности работы двигателя представляет собой степень отклонения мгновенной частоты вращения коленчатого вала от ее среднего значения.

Степень правильности пользования коробкой передач оценивается степенью отклонения средневзвешенного передаточного числа коробки передач от базового (для данного маршрута) его значения.

Величина расхода топлива является одним из наиболее важных показателей эффективности транспортной работы, она также зависит от ряда факторов. Однако при равенстве факторов, определяемых условиями перевозок, эксплуатационными качествами ЛАТ и дорожными характеристиками, расход топлива будет определяться профмастерством водителя. Водитель, у которого знания и навыки по экономичному управлению транспортным средством недостаточны или вовсе отсутствуют, не сможет достичь оптимальных показателей расхода топлива даже на транспортном средстве, имеющем самую совершенную регулировку системы питания в ходовой части. Для оценки экономичности управления транспортным средством по расходу топлива предлагается безразмерный показатель K_Q

$$K_Q = \frac{Q_c}{Q}, \quad (9)$$

где Q_c – базовая для данного маршрута величина расхода топлива, см³; Q – фактический расход топлива, достигнутый испытуемым водителем при проезде по маршруту, см³.

Расход топлива определяется объемным методом с помощью мерного бака малой емкости.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

На основании теоретических исследований с учетом особенностей работы водителя, установлены критерии оценки уровня надежности водителей лесовозных автотранспортных средств, а именно: производительность, экономичность, безопасность. В качестве оценочного показателя производительности принята средняя скорость движения автопоезда по заданному маршруту. Экономичность предложено оценивать тремя показателями: равномерностью работы двигателя, расходом топлива за время движения, точностью пользования коробкой передач. Для оценки безопасности приняты показатели, характеризующие надежность (безошибочность) работы водителя и степень равномерности движения по продольной и поперечной осям автопоезда.

Заключение об уровне надежности водителя давалось на основании дальнейшей обработки результатов обследования. Если оценка уровня надежности недостаточно высока, на основании результатов обследования даются конкретные рекомендации по дальнейшей работе с этим водителем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мурахина Н. А. Оптимизация подготовки водителей [Текст] / Н. А. Мурахина. М.: МАДИ, 1975. С. 117–121.
2. Иванов В. Н. Наука управления автомобилем [Текст] / В. Н. Иванов. М.: Транспорт, 1977. 95 с.