

# ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**А. Загородних,**  
канд. техн. наук,  
**С. Копылов,**  
г. Орел

Безопасность труда водителей определяется надежным функционированием системы «Водитель – транспортное средство – дорога – среда». Исходя из этого, все факторы, потенциально влияющие на безопасный исход движения транспортных средств, можно разделить на три группы:

- личностные факторы;
- технические факторы;
- факторы внешней среды.

Как правило, все эти факторы находятся во взаимосвязи друг с другом, а по своему характеру бывают случайными и неустойчивыми. На рис.1 показаны взаимосвязи этих групп факторов.

**Личностные факторы** выступают как следствие вполне конкретных причин, заложенных в индивидуальных характеристиках людей, а именно:

- в их профессиональном уровне;

- психофизическом состоянии;
- дисциплинированности;
- личных особенностях.

Профессиональный уровень у подавляющего большинства водителей транспортных средств, задействованных в сельскохозяйственном производстве, формируется стихийным путем в процессе производственной деятельности. В среднем для этого требуется не менее 5–7 лет профессиональной водительской деятельности, в течение которых водитель наблюдает, переживает и запоминает большое число опасных ситуаций. При этом в его памяти остаются наиболее характерные (типичные), острые по своему развитию, с возможными серьезными последствиями начальные и конечные фазы развития и взаимодействия факторов дорожного движения. Если наблюдаемая дорожная ситуация уже встречалась водителю в прошлом и при-

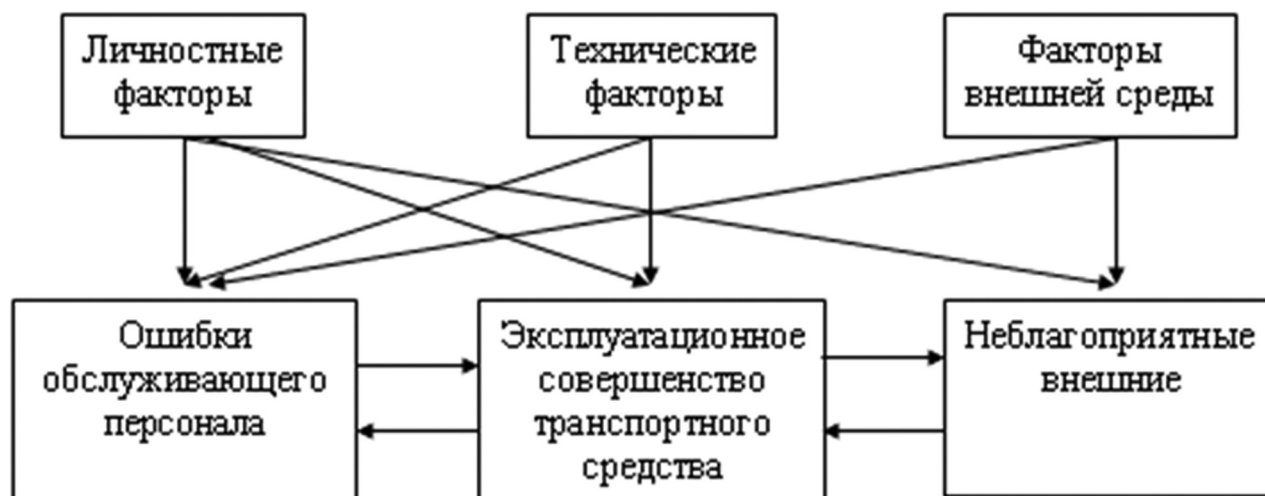
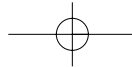


Рис. 1. Структурная схема взаимосвязей неблагоприятных факторов



## ОХРАНА ТРУДА

водила к опасности, у него появляется возможность на основе опыта прогнозировать ее развитие и действовать так, чтобы предотвратить ее тяжелые последствия. Однако для формирования такого профессионального уровня характерны очевидные недостатки: длительность по времени, фиксирование в памяти некоторых ошибочных действий, неполный охват возможных ситуаций в реальных условиях в силу случайного характера их появления для каждого водителя и другие, что может привести к возможности совершения транспортного происшествия.

Многообразие психологических, социальных и профессиональных особенностей труда водителей требует больших физических усилий и нервного напряжения, обусловленных дефицитом времени, серьезностью последствий при неправильном решении возникающих ситуаций. В результате чего в организме водителя развивается система функциональных чувств, имеющих важное значение для его работы: повышается утомляемость и время реакции, снижается скорость переработки информации. В целом это воздействие можно выразить через информационную загрузку и энергозатраты водителя. Таким образом, все это, воздействуя на водителя, определяет психофизиологические условия его трудовой деятельности. Чем лучше перечисленные элементы удовлетворят требованиям водителя, тем выше безопасность движения.

Функциональное состояние водителя – многокомпонентная характеристика, которая определяется активностью психофизиологических функций. Каждый элемент вызывает у водителя определенное нервно-эмоциональное напряжение, точнее – сдвиги нервного напряжения [1]:

$$e_i = K (e_{i1} - e_{i2}), \quad (1)$$

где  $e_i$  – показатель нервно-эмоционального напряжения;

$K$  – коэффициент преобразования информации в эмоциональное напряжение;

$e_{i1}$  – информация, получаемая водителем при движении от  $i$ -го раздражителя, бит;

$e_{i2}$  – информация (алгоритм), вырабатываемая центральной нервной системой водителя на основе накопленного жизненного опыта, бит.

При движении транспортного средства суммируются элементные напряжения от раздражителей, возникающих в данный момент, и запомненные ситуации в предыдущие моменты:

$$I = \sum_{n=1}^n e_i (T), \quad (2)$$

где  $I$  – суммарная информационная нагрузка,  $n$  – число раздражителей в некоторый момент времени  $T$ .

Более 90 % информации водитель воспринимает через зрительный анализатор, а решение об изменении режима движения принимает в зависимости от числа и важности информации. Для характеристики числа факторов, которые водитель способен воспринять в течение одной секунды, введено понятие о плотности событий:

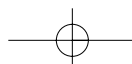
$$E = MV/L, \quad (3)$$

где  $M$  – число факторов, которые могут быть учтены в пределах зоны концентрации зрения длиной  $L$ , м;

$V$  – скорость движения, м/с.

В зависимости от четкости восприятия зрение делят на центральное и периферийное. Площадь наиболее четкой видимости заключена в конусе острого зрения, равного 1,3 градуса. При фиксированном положении глаза зрение остается вполне чувствительным внутри конуса в 5...6 градусов, а удовлетворительным – внутри конуса в 20 градусов. Угол острого зрения в горизонтальной плоскости в 1,5...2 раза больше, чем в вертикальной, что необходимо учитывать при размещении различной информации. Зрительное восприятие зависит от скорости движения. Профессор Е.М. Лобанов выделяет зону, в пределах которой находится взгляд водителя в течение 95 % всего времени движения и называет ее полем концентрации [2]. Между скоростью, углом зрения и деятельностью сосредоточенного внимания существует зависимость:

Скорость, км/ч	20	30	40	50	60
Угол зрения, град.	66	60	55	49	43
Дальность сосредоточенного внимания, м	8	21	46	105	180



Значительную часть информации водитель получает от ощущения вибрации и колебания транспортного средства, движения рулевого колеса. Воспринимая и перерабатывая информацию об условиях движения, водитель выбирает режим и траекторию движения транспортного средства. Состояние дороги и условия движения оказывают большое влияние на усталость водителя, которая увеличивает время реакции, вызывает сонливость. Движение транспортного средства по неровной дороге сопровождается вертикальными перемещениями, колебаниями, которые передаются на водителя, вызывая его перегрузку. Усталость водителя вызывают также монотонное движение, слепящий свет и другие факторы. В результате усталости водителя снижается его реакция, что приводит к транспортным происшествиям и травмам.

Важным условием безопасной работы водителей является их взаимодействие с другими участниками движения, основанное на их личной дисциплинированности, культуре управления транспортным средством, строгом соблюдении правил дорожного движения и уважения к другим участникам движения.

**Факторы внешней среды** можно определить не только как факторы природной среды, но и как опасные факторы, создаваемые самим транспортным средством.

К факторам природной среды относятся:

– метели (с выпадением снега продолжительностью 12 часов и более, при скорости ветра 15 м/с и более, а также метели, ухудшающие видимость до 50 м и менее);

– снегопады (при количестве выпавших осадков 20 мм и более за 24 часа и менее);

– туман (при видимости 50 м и менее продолжительностью 24 часа и более);

– гололедица (вызывающая прекращение движения транспортных средств на шоссейных дорогах);

– дождь (с количеством осадков 30 мм и более за 12 часов и менее в селевых и ливневых районах, 50 мм и более за 12 часов и менее, на остальных территориях, ливневый 20 мм за 1 час и менее);

– ветры (при средней скорости 25 м/с и более и при порывах 30 м/с и более).

Пыльные бури, высокие уровни вод, селевые потоки, сходы снежных лавин и другие погод-

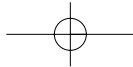
ные условия, усложняющие условия движения, естественно, снижают уровень безопасности дорожного движения.

В процессе движения транспортного средства оно само создает опасные факторы. К группе таких факторов в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы» относятся: повышенный уровень шума, вибрации, повышенная или пониженная температура (влажность) воздуха рабочей зоны и поверхностей оборудования, повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны и прочие [3].

*Шум* – любой нежелательный звук или совокупность звуков, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм человека. Под шумом объекта транспорта понимается акустическое излучение, производимое им при работе. Транспортное средство как источник акустического излучения характеризуют значением излучаемой акустической мощности, ее спектром и диаграммой направленности излучения.

В транспортном комплексе источниками шума являются процессы механического, аэродинамического, электромагнитного, гидродинамического происхождения, прежде всего от двигателя, коробки передач, агрегатов трансмиссии, выпускного трубопровода, шин в контакте с дорогой, вентилятора системы охлаждения. Кроме того, причиной существенного повышения уровня шума могут быть неотрегулированные приборы системы питания, тормозов, дисбаланс вращающихся деталей, несвоевременная замена изношенных деталей, несмазанные детали, плохое крепление грузов, неплотная подгонка стекол на окнах кабины и т. д. Сам кузов транспортного средства представляет собой своеобразную резонансную систему, а уровень шума в нем можно рассматривать как физическое проявление результирующего вектора, полученного геометрическим сложением векторов звуковых колебаний, генерирующих отдельными источниками шума.

Продолжительный шум вызывает у водителя головную боль, головокружение, а также может привести к заболеванию нервной и сердечно-сосудистой систем, к развитию тугоухости и нарушению функций желудочно-кишечного тракта и обменных процессов в организме. У водителей, работающих в условиях постоянного шума,



## ОХРАНА ТРУДА

наблюдается повышенная утомляемость, замедленная скорость психических реакций, снижение памяти. Кроме того, шум нарушает концентрацию внимания, точность и координированность движений, ухудшает восприятие звуковых и световых сигналов опасности и поэтому является вредным фактором, способствующим росту ТП.

*Вибрация* – движение точки или механической системы под воздействием какой-либо внешней силы, при котором происходят колебания характеризующих ее скалярных величин (виброперемещение, виброскорость, виброускорение).

В условиях современного высокомеханизированного сельского хозяйства источниками вибрации является прежде всего самоходная техника. Колебания на транспорте возникают в результате движения машин по местности, агрофонам и дорогам. К человеку вибрация передается в момент контакта с вибрирующим объектом. Если действию вибрации подвергаются руки, то ее называют локальной, если весь организм – общей.

Длительное действие общей вибрации на организм водителя приводит к расстройству нервной системы, нарушению функциональных свойств сосудов и вестибулярного аппарата, а локальной вибрации приводит к поражению нервно-мышечного и опорно-двигательного аппарата и к спазму периферических сосудов, т. е. происходит изменение именно тех функций, которые так важны для безопасной работы. Большое влияние на состояние водителя, несомненно, оказывают колебания его головы. Анализ ускорений колебаний головы водителя в вертикальном, горизонтальном и поперечном направлениях показывает, что колебания имеют низкочастотный характер и могут быть разделены на три диапазона: с частотой колебаний от 4 до 6 Гц, от 7 до 9 Гц и около 18 Гц.

Таким образом, вибрация, действующая на организм водителя, является одним из неблагоприятных факторов, способствующих росту ТП.

*Микроклимат* в кабине транспортного средства оказывает существенное влияние на самочувствие водителя, безопасность и производительность его труда, который во многом зависит от имеющихся систем отопления и вентиляции.

Для отопления кабин транспортных средств в зимнее время используется горячая вода или же

тосол, поступающие в радиатор отопителя из системы охлаждения двигателя, которые нагревают поступающий снаружи воздух.

Вентиляция кабин транспортных средств происходит за счет включения вентилятора. Однако имеющиеся системы вентиляции не обеспечивают оптимальный микроклимат даже в самых комфортабельных транспортных средствах, поэтому многие водители для вентиляции салона используют окна, люки и прочие дополнительные средства, что приводит к большой кратности воздухообмена.

Значительные колебания микроклимата могут приводить к перегреву или переохлаждению организма.

Повышение температуры окружающей среды замедляет удаление тепла из организма, а в результате повышается его температура, учащается сердцебиение и дыхание, увеличивается потоотделение, ухудшается внимание, расстраивается координация движений, уменьшается скорость реакций организма на зрительные и слуховые раздражения.

При потовыделении вместе с водой из организма удаляются соли, витамины С и В, сгущается кровь, повышается количество гемоглобина, содержание сахара и кальция, понижается кислотность желудочного сока, усиливаются расход углеводов и распад белков.

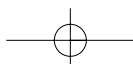
Понижение температуры окружающей среды также вредно для организма, потому что может наступить его переохлаждение, которое приводит к расстройству кровообращения, снижению иммунологических свойств крови, к заболеванию дыхательных путей, а также ревматизмом, гриппом и другими простудными заболеваниями.

Необходимо также учитывать, что для людей в состоянии покоя скорость воздуха менее 0,1 м/с ощущается как его застой, а выше 0,25 м/с – как сквозняк.

Таким образом, высокая и низкая температура воздуха вызывает значительное напряжение терморегуляторного аппарата организма водителя, что снижает производительность труда и влечет за собой возможность заболевания и совершения ТП.

*Токсические вещества*

Среди отрицательных явлений, возникновением которых человечество обязано автомоби-



лизации, одно из первых мест занимает загрязнение воздушной среды токсическими веществами. Не вызывает сомнения, что в первую очередь воздействию токсических веществ подвергается сам водитель транспортного средства. Многие водители указывают на действие токсических веществ как на причину ухудшения самочувствия при вождении транспортного средства.

При контрольных проверках транспортных средств в эксплуатации органами Госконтроль-атмосферы и Госавтоинспекции МВД России в отработавших газах транспортных средств были обнаружены завышенные нормы: а) с бензиновыми двигателями – окиси углерода и углеводородов; б) с дизельными двигателями – дымность. Это способствовало разработке нормативных документов, регламентирующих нормы содержания окиси углерода и углеводородов, а также дымности в отработавших газах транспортных средств – это ГОСТ 17.2.2.03-87 «Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями» и ГОСТ 21393-75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений» [4,5].

Помимо этих вредных веществ в зоне дыхания водителя присутствуют пары бензина, акролеин, формальдегид, окислы азота и угарный газ [6].

Адаптация организма к воздействию токсических веществ представляет собой одну из фаз интоксикации и сопровождается напряжением его компенсаторно-защитных механизмов, и в первую очередь регулирующих и координирующих систем. При длительном воздействии токсических веществ фаза адаптации сменяется развитием заболеваний.

При управлении транспортным средством в условиях колеблющихся концентраций и действия разнообразных факторов длительность фазы адаптации может сокращаться. Однако весьма сложным является вопрос об одновременном действии нескольких токсических веществ. Известно, что при хроническом действии относительно небольших концентраций ядов наблюдается эффект суммации их токсического действия. Следует также указать, что влияние токсических веществ может значитель-

но ускорить развитие утомления у водителей в процессе производственной деятельности и совершения ТП.

**Технические факторы** можно представить следующими группами:

- проектно-конструкторское и технологическое совершенство транспортного средства;
- надежность (безотказность) функциональных систем транспортного средства;
- контролеспособность и ремонтнопригодность конструкции транспортного средства;
- эргономическое совершенство транспортного средства.

Совокупность вышеперечисленных групп характеризует эксплуатационное совершенство транспортного средства. Несовершенство одной из этих комплексных характеристик может привести к ошибкам водителей при управлении транспортным средством и следовательно к ТП.

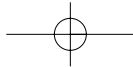
Проведенные нами исследования выявили несовершенство системы сигнализации о торможении транспортного средства, которая базируется на простом принципе: сигнал от педали тормоза зажигает стоп-сигналы и никак не реагирует на другие виды торможения.

Однако не при всех способах служебного торможения используют педаль тормоза. Правильное использование различных способов служебного торможения в значительной степени определяет безопасность движения, долговечность и надежность тормозной системы транспортного средства. К таким способам можно отнести:

- торможение двигателем;
- торможение с отсоединенным двигателем;
- совместное торможение двигателем и тормозными механизмами;
- торможение с использованием вспомогательной тормозной системы;
- ступенчатое торможение.

При торможении двигателем без использования тормозных механизмов водитель уменьшает или прекращает подачу топлива (горючей смеси) в цилиндры двигателя, в результате чего его мощность оказывается недостаточной для преодоления возникающих в нем сил трения и двигатель играет роль тормоза.

Торможение отсоединенным двигателем применяют при полном торможении плавным нажатием на тормозную педаль.



## ОХРАНА ТРУДА

---

Совместное торможение двигателем и тормозными механизмами повышает эффективность торможения, увеличивая долговечность тормозных механизмов и уменьшая затраты энергии на торможение. На дорогах с малым значением коэффициента продольного сцепления шин с дорогой при этом уменьшается вероятность возникновения заноса.

Торможение с использованием вспомогательной тормозной системы применяют для поддержания желаемой скорости движения на спусках. Этот способ иногда применяют в сочетании с работой тормозных механизмов рабочей тормозной системы.

Ступенчатый способ торможения заключается в чередовании (частичное отпускание педали). Уменьшение усилия производится без потери контакта ноги водителя с тормозной педалью при выбранном свободном ходе. Время нахождения педали в нажатом состоянии увеличивается по мере уменьшения скорости транспортного средства. Колеса транспортного средства благодаря такому нагружению тормозными моментами, катятся с частичным проскальзыванием почти на грани блокировки колес. В результате эффективность торможения получается достаточно высокой.

С увеличением количества транспортных средств резко сократилась дистанция между ними, а скорости значительно возросли. Доли секунды при торможении стали играть порой решающее значение. При внезапном торможении транспортного средства последующим машинам

недостаточно времени на торможение. Исследования показали, что происходит это из-за того, что реальную информацию об опасностях, возникающих на дороге, получает лишь «лидер», а остальные участники движения судят о ней по его реакции на различные опасности по тормозным огням его транспортного средства. Так как в реальных дорожных условиях опасность может появиться внезапно, а ее характер быть различным, то «лидер» выбирает наиболее подходящий для себя способ торможения – тормозами или двигателем. В последнем случае стоп-сигналы, как известно, не срабатывают. Значит, ведомым транспортным средствам приходится ориентироваться по каким-то другим признакам. Скажем, по замедлению движения «лидера». В итоге, как показывают специальные исследования [7], водитель транспортного средства, движущегося за «лидером», замечает опасность и приводит в действие тормоз своего транспортного средства почти на 2 с позже «лидера». Это время складывается из времени реакции водителя (0,8–1,4 с) и времени срабатывания привода тормоза (0,4 с). Причем опоздание в цепочке СТМ возрастает от водителя к водителю.

Таким образом, отсутствие сигнализации на стоп-сигналах о торможении транспортного средства двигателем становится одним из наиболее существенным фактором транспортного происшествия, а следовательно, и опасности травмирования водителей. Все это требует решения вопроса о фиксировании момента начала торможения с более высокой точностью.

---

### Литература

1. *Загородних А.Н. и др.* Обеспечение безопасности самоходных машин инженерно-техническими средствами. – Тракторы и сельскохозяйственные машины. – № 11. – 2005. С. 41–44.
2. *Лобанов Е.М.* Проектирование дорог и органы зрения движения с учетом психофизиологии водителя. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.
3. ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы» (СТ СЭВ 790-77) Классификация.
4. ГОСТ 17.2.2.03-87 «Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями».
5. ГОСТ 21393-75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений».
6. *Вайсман А.И.* Здоровье водителей и безопасность дорожного движения. – М.: «Транспорт», 1979. – 136 с.
7. *Загородних А.Н., Севрюгина Н.С., Загородних Н.А.* Теоретические основы повышения безопасности и эффективности работы самоходной техники. – Орел: Орел ГТУ, 2005. – 301 с.

