

УДК

Анализ риска и оценка состояния водителей в ИТС дорожного движения

**Д-р техн. наук В.В. ДЕМЕНТИЕНКО,
канд. техн. наук А.П. ЮРОВ,
инженеры И.И. ИВАНОВ, Д.В. МАКАЕВ
(АО «НЕЙРОКОМ»)**

В статье проведен обзор исследований по анализу риска и оценка состояния водителей в ИТС дорожного движения. Разработанные данные позволяют существенно повысить надежность работы водителя. Приведены различные методики контроля состояния водителя.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, психофизиологические характеристики, интеллектуальные транспортные системы, анализ риска состояния водителя.

Одной из приоритетных целей государственной политики РФ является повышение безопасности дорожного движения, на которую оказывают влияние такие факторы, как изначальный уровень профессиональных качеств водителей с учетом интеграции в ИТС. Данные качества являются основой, которая позволяет прогнозировать успешность профессиональной деятельности водителя и его реакции на критические дорожные ситуации. Кроме того, профессионально важные качества могут совершенствоваться в ходе деятельности и изменять его при должной мотивации.

Факторы, влияющие на вероятность возникновения ДТП, принято разделять на две большие группы [1, 2]:

1. Объективные (конструктивные параметры и состояние дороги, интенсивность движения транспортных средств и пешеходов, обустройство дорог сооружениями и средствами регулирования, время года, часы суток).

2. Субъективные (состояние водителей и пешеходов, нарушение установленных правил водителями и пешеходами и т.п.).

Основные причины возникновения аварийных ситуаций можно проранжировать по нескольким группам.

А) Связанные с человеком

1. Пригодность (личностные, психофизиологические качества, состояние здоровья).

2. Работоспособность (режим труда и отдыха, условия на рабочем месте, состояние здоровья, режим питания, употребление различных лечебных препаратов, образ жизни).

3. Подготовленность (наличие необходимого объема знаний и навыков, приобретаемых в процессе профессионального обучения и в результате самообучения).

4. Мотивация (заинтересованность в безопасном процессе работы, результатах труда, удовлетворенность работой в целом).

5. Возраст (риск ДТП максимален до 25 лет и после 65 лет).

6. Пол (женщины более осторожны, нерешительны, недооценивают свои возможности; мужчины лучше справляются с опасными ситуациями, но чрезмерно самоуверенны и переоценивают свои возможности).

7. Опыт вождения (опасные периоды: первый год – отсутствие опыта; 5 лет ± 2 года – профессиональный автоматизм, снижение внимания, недооценка серьезности возникающих нестандартных ситуаций).

8. Информированность (об общей статистике ДТП, периодах времени и участках дорожной сети с повышенным риском ДТП).

9. Опасные состояния (алкогольное опьянение, наиболее опасно при небольших дозах алкоголя; утомление, усталость; монотония; хронические, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, психические заболевания и прием препаратов при них; низкий уровень интеллекта; наркотики).

Б) Связанные с транспортным средством

1. Выбор способа передвижения (2 группы средств передвижения: 1 – высокий риск ранения и тяжесть последствий в результате ДТП: мотоцикл, пешеход, велосипед; 2 – значительно меньший риск ранения и тяжесть последствий в результате ДТП: водители и пассажиры транспортных средств).

2. Размеры и масса (риск гибели в ДТП уменьшается примерно в 2 раза на каждые 800 кг дополнительной массы автомобиля).

3. Мощность двигателя и скоростные характеристики (автомобили с высокой мощностью имеют риск ДТП выше на 15–20% по сравнению с обычной мощностью при одинаковой массе автомобиля => риск ДТП повышается с увеличением мощности двигателя).

Распределение нагрузки на психофизиологические функции водителя

	Профессионально важные психофизиологические функции	Компоненты психофизиологических функций	%
1	Зрительное восприятие	Медицинские показатели, психологические показатели	17
2	Внимание	Концентрация, распределение, устойчивость, объем, переключаемость, помехоустойчивость, монотонустойчивость	24
3	Эмоциональная сфера	Эмоциональная устойчивость, стрессоустойчивость	16
4	Память	Кратковременная, долговременная	4
5	Скорость реакции	Простая двигательная реакция, сложная двигательная реакция	15
6	Интеллект	Общие способности, специальные способности	6
7	Личностная сфера	Склонность к риску, уровень субъективного контроля, конфликтность	18

4. Техническое состояние и оборудование транспортных средств (риск ДТП для грузовых автомобилей с техническими неисправностями возрастает на 60–70%; ужесточение требований по техническому состоянию автомобилей и конструктивной безопасности позволяет сократить численность погибших в ДТП на 30%).

В) Связанные с дорогой

1. Тип дороги.
2. Геометрические параметры (на дорогах с неоднородными условиями движения [крутые повороты, уклоны, чередующиеся с прямыми участками] относительное число ДТП выше по сравнению с дорогами, обеспечивающими плавные и спокойные условия движения).
3. Число пересечений и примыканий второстепенных дорог (с увеличением числа пересечений и примыканий на 1 км дороги число ДТП возрастает, поскольку возрастает вероятность неправильной оценки ситуации и возникновения ошибок водителей).
4. Обустройство перекрестков (число пересекающихся дорог, доля транспортных средств, въезжающих с второстепенных дорог на главную, способ организации движения на перекрестке, скоростной режим, техническая оснащённость перекрестка, качество его содержания).
5. Скоростной режим (снижение средней скорости движения на перекрестке ведет к снижению числа ДТП с ранеными и числа ДТП с погибшими; и наоборот).

Г) Связанные с внешней средой

1. Темное время суток (в темное время суток относительное число ДТП примерно в 1,5–3,5 раза выше по сравнению со светлым временем суток, условия видимости хуже, может быть больше водителей в состоянии алкогольного опьянения, утомленных водителей).
2. Неблагоприятные погодные условия (во время осадков число ДТП увеличивается; если осадки затяжные, то водители адаптируются и число ДТП постепенно снижается).
3. Состояние дорожного покрытия (на скользком дорожном покрытии, сразу после наступления гололеда,

риск возникновения ДТП возрастает, по мере адаптации водителей к сложным дорожным условиям число ДТП постепенно снижается; негативно отражаются и неровности дорожного покрытия).

4. Перегруженность дороги транспортными средствами (движение в насыщенном транспортном потоке повышает число ошибок участников дорожного движения, конфликтных ситуаций, что приводит к росту числа ДТП).

5. Проведение дорожно-ремонтных работ (создает препятствие для плавного движения транспортного потока, ограничивает пропускную способность дороги, в связи с чем может возникать перегруженность дороги).

При создании многофакторных сложных систем, таких как системы анализа рисков, в настоящее время широко применяется метод искусственного интеллекта или машинного обучения, так как данный метод позволяет решать задачи не только с параметрами риска и неопределенности, но и использовать методы, которые основаны либо на экспертных оценках, либо на статистических данных.

ИТС, построенные на базе машинного обучения и технологий искусственного интеллекта, продемонстрировали большую перспективность в прогнозировании аварийных ситуаций. По мере того, как они продолжают совершенствоваться, специалисты по безопасности дорожного движения будут все больше и больше использовать этот мощный инструмент для оказания водителям более точной, своевременной профилактической помощи. Применяя развитые алгоритмы, способные обрабатывать огромные объемы данных и в течение нескольких секунд предоставлять специалисту объективную информацию, можно существенно повысить безопасность дорожного движения, не увеличивая при этом трудозатраты и даже сокращая нагрузку.

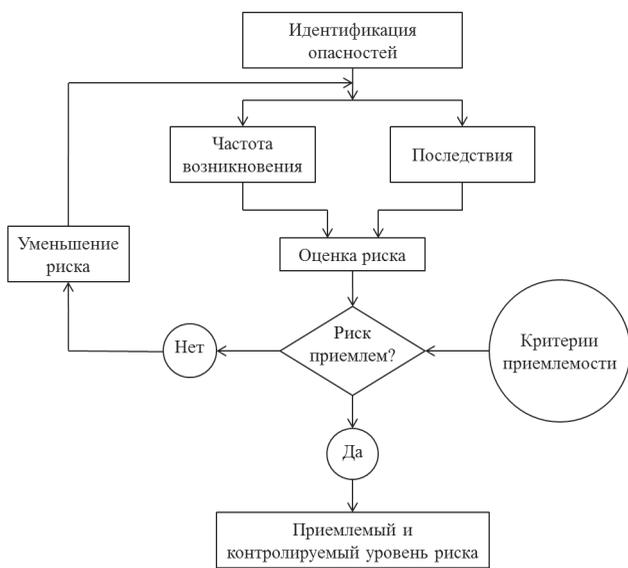


Рис. 1. Блок-схема алгоритма для online-системы анализа риска совершения водителями ошибочных действий.

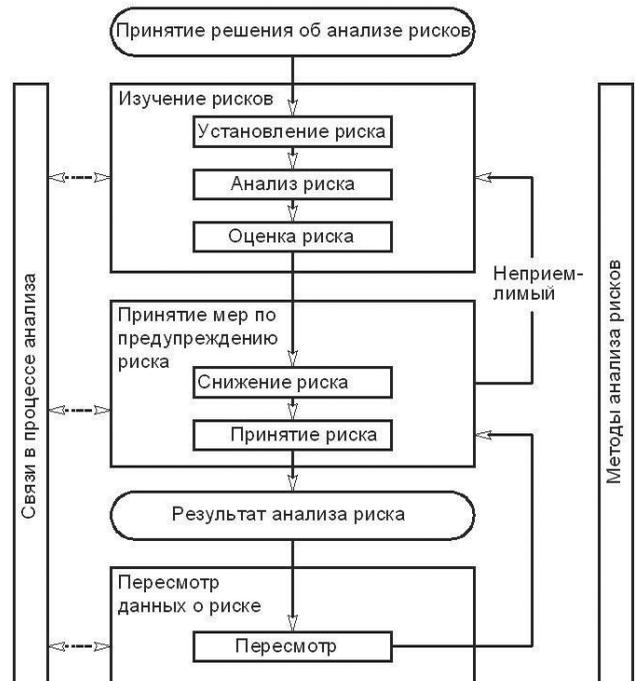


Рис. 2. Схема процесса анализа риска в действующей системе

Таким образом, одним из самых перспективных способов повышения безопасности дорожного движения и в итоге снижения смертности является создание online-систем контроля риска и поддержания работоспособности водителя, которые можно было бы встраивать в ИТС автопредприятий. Такие системы, построенные как централизованные сервисы по анализу текущего психофизиологического состояния водителя и выявлению в них факторов риска или подозрений на наличие заболеваний на более ранней стадии, могли бы взять часть профилактической работы на свои плечи, причем в полностью автоматическом режиме [2].

Разработанная система является системой поддержки принятия решений в виде самостоятельного программного продукта, построенного по принципу открытого web-сервиса, который можно было бы использовать в любых системах диспетчеризации путем интеграции с API. Система может принимать для анализа данные из множества источников и самостоятельно анализировать эти данные и, применяя различные методики анализа, включая существующие шкалы оценки риска и методы искусственного интеллекта, выявлять персональные факторы риска водителя и затем передавать их в формализованном виде в ту информационную систему, которая вызвала этот сервис.

Такой подход позволяет обеспечить максимальную скорость в обновлении программного продукта и в доставке информации до каждого рабочего места диспетчера или специалиста БД. В частности, он позволяет ускоренными темпами внедрять в практическое звено

не только известные, но и новые методы оценки рисков, в том числе построенные с использованием новых приборов контроля за состоянием и здоровьем водителя. За счет применения ИТС такой сервис научится со временем обнаруживать в психофизиологических и медицинских данных новые взаимозависимости, которые можно использовать для повышения безопасности дорожного движения и профилактики ДТП.

Еще одно важное преимущество создания системы в качестве независимого открытого web-сервиса – это его способность осуществлять оценку данных, не дожидаясь решения диспетчера или специалиста БД. Вызов такого сервиса могли бы осуществлять централизованные ИТС в сфере страхования. Это позволило бы постоянно актуализировать индивидуальные и популяционные оценки рисков и рассчитывать страховые премии на основании реальной работы по повышению БД на автотранспортном предприятии.

Алгоритмом обработки результатов с помощью искусственной нейронной сети был выбран алгоритм обучения методом распространения обратной ошибки.

Используются следующие виды сигмод:

функция Ферми (экспоненциальная сигмоида):

$$f(s) = \frac{1}{1 + e^{-2\alpha s}}$$

рациональная сигмоида:

$$f(s) = \frac{s}{|s| + \alpha}$$

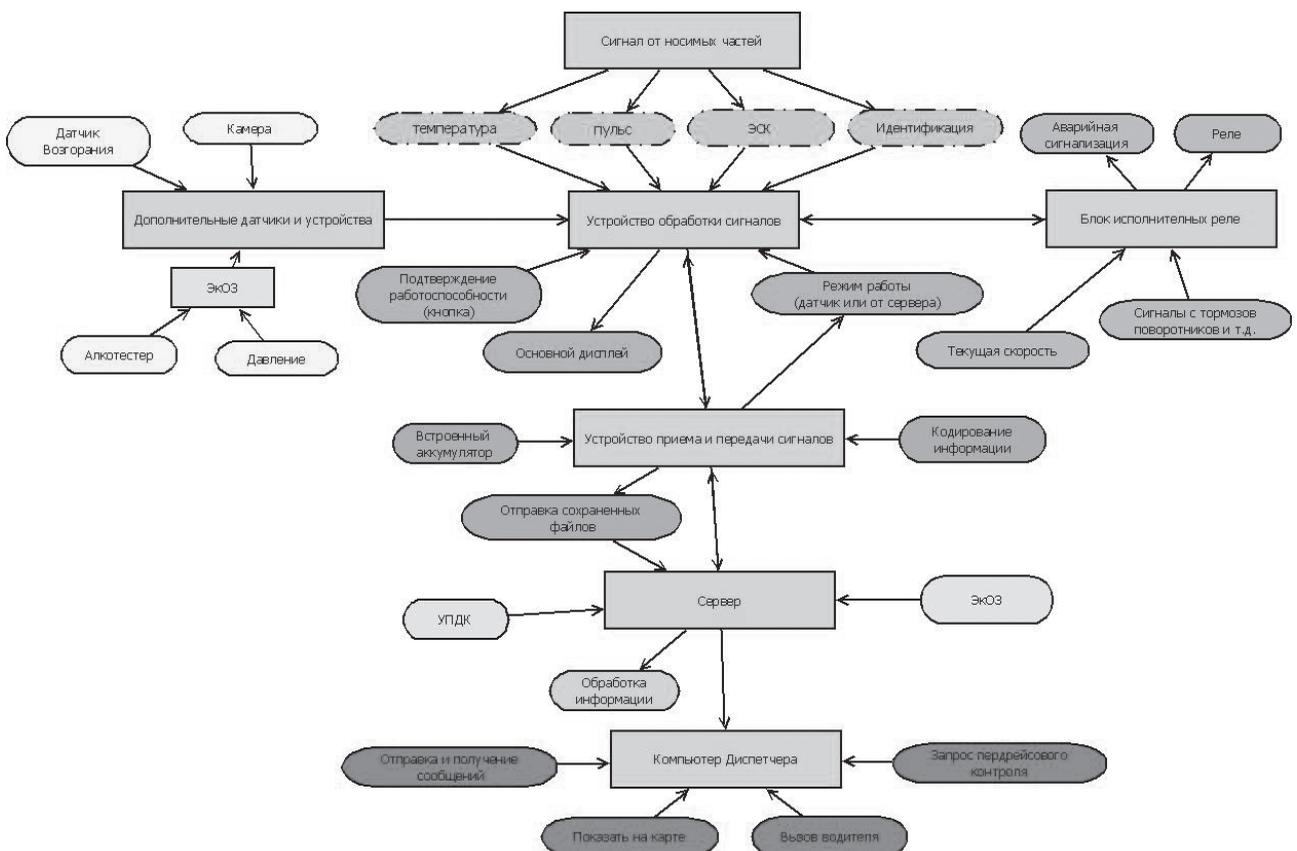


Рис. 3. Аппаратно-программная архитектура действующей системы

гиперболический тангенс:

$$f(s) = h \frac{s}{\alpha} = \frac{e^{\frac{s}{\alpha}} - e^{-\frac{s}{\alpha}}}{e^{\frac{s}{\alpha}} + e^{-\frac{s}{\alpha}}},$$

где s — выход сумматора нейрона, а — произвольная константа.

Входные сигналы (x_1 и x_2)

Желаемый результат Y .

Для удобства работы диспетчера была предложена типовая модель диспетчерского пункта, которая получила положительные отзывы в нескольких ПАТП.

Опыт использования разработанной подсистемы мониторинга текущего психофизиологического состояния водителя на предприятиях, осуществляющих пассажирские и грузовые перевозки (с учетом интеграции в ИТС) показывает уменьшение количества ДТП по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года. Наряду с

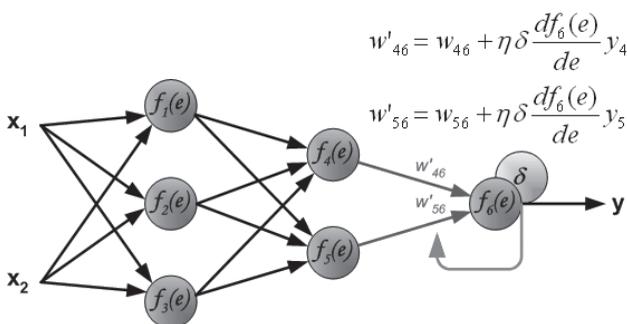


Рис. 4. Схема обучения многослойных нейронных сетей прямого распространения методом обратного распространения ошибки

комплексом уже применяемых на АТП мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения система показала себя как эффективный инструмент для снижения риска совершения ошибочных действий водителя.

Разработанная система позволяет существенно повысить надежность работы водителя исходя из его текущего психофизиологического состояния, показателей здоровья, индивидуальных профессионально важных качеств, а также других параметров ИТС.

Литература

1. Жанказиев С.В. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие. – М., 2016.
2. Dementienko V., Yurov A., Ivanov I., Makaev D. Remote Monitoring of the Driver Status as a Means of Improving Transport Safety // Transportation Research Procedia. – 2017. – N 20. – P. 138–142.
3. Дементиенко В.В., Юров А.А., Иванов И.И., Макаев Д.В. Подсистема мониторинга состояния водителя с учетом интеграции в ИТС дорожного движения // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2022. – № 1. – С. 39.
4. Жанказиев С.В., Новизенцев В.В., Замыцких А.В., Гаврилюк М.В. Определение коэффициента конфликтности дорожного потока в реальном времени средствами ИТС // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2022. – № 1. – С. 2.

Abstract:

The article provides a review of studies on risk analysis and assessment of the condition of drivers in the ITS of traffic. The developed data can significantly improve the reliability of the driver. Various methods of monitoring the driver's condition are given.

Keywords: road safety, psychophysiological characteristics, intelligent transport systems, risk analysis of the driver's condition.

Статья поступила в редакцию 04.09.2022 г., принята к публикации 15.10.2022 г.

Авторы: **Дементиенко Валерий Васильевич**, д-р техн. наук, генеральный директор АО «НЕЙРОКОМ», e-mail: v.dementienko@neurocom.ru; **Юров Александр Павлович**, канд. техн. наук, заместитель генерального директора АО «НЕЙРОКОМ», e-mail: a.yurov@neurocom.ru; **Иванов Илья Игоревич**, начальник отдела АО «НЕЙРОКОМ», e-mail: i.ivanov@neurocom.ru; **Макаев Дмитрий Владимирович**, заместитель начальника отдела АО «НЕЙРОКОМ», e-mail: d.makaev@neurocom.ru. Адрес: 105082, Россия, Москва, ул. Б. Почтовая, 39с1.

Сообщение:

Внимание!!! Сработала тревога СПРВ

Водитель: Стаж:

Гос номер: Модель ТС:

Текущая информация:

Время в пути	Время отдыха	Скорость	Тревог/час	Реакция	Пuls	Температура тела
5	8	120	3	0,7%	100	36,6

Предрейсовый контроль: Дата и время прохождения:

Алкоголь	Давление	ЧСС	Индекс Бейвоого
отриц	160/100	120	С/н/к

Психофизиологическое тестирование: Дата и время прохождения:

Уровень восприятия скорости и расстояния: ●

Склонность к риску: ●

Распределение внимания: ●

Эмоциональная устойчивость: ●

Сложная двигательная моторная реакция: ●

Склонность к монотонии: ●

Показать на карте Отправить сообщение Вызвать

Запрос бдительности Предрейсовый контроль Видео связь

Печать отчета

Рис. 5. Типовая модель диспетчерского пункта