



Системы мониторинга состояния водителя и уровень полноты безопасности

Валерий ДЕМЕНТИЕНКО,
генеральный директор
АО «Нейроком», д.т.н.

В разговоре с водителями часто можно услышать следующее: «Со мной этого не случилось, я себя хорошо контролирую». Это понятное утверждение принадлежит тем, кто не заснул – другие такого уже рассказать не могут. Бывает, что человек засыпает незаметно для себя. Более 2 тысяч погибших ежегодно на дорогах нашей страны из-за водителей, у которых уровень бодрствования снизился ниже допустимого предела (иными словами, задремавших или заснувших) – аргумент за поиски решения. Маловероятно, что винов-

При рассмотрении возможности использования приборов, помогающих водителю не уснуть за рулем, в СМИ встречаются такие утверждения: «Эксперты категорически не рекомендуют приобретать подобные гаджеты, поскольку самые первые признаки утомления и усталости способен определить каждый здоровый человек. А доводить себя до неконтролируемого состояния и доверять при этом свою жизнь электронике крайне опасно».

ники этих ДТП осознанно доводили себя до опасного состояния.

К сожалению, случаются ситуации, когда человек, расслабившись с его точки зрения незначительно, теряет возможность самоконтроля. И тут ему мог бы помочь либо сосед в кресле рядом, либо электронное устройство, удовлетворяющее опре-

деленным требованиям, которые для нас сформулированы в соответствующих ГОСТ.

Так, например, в СССР была создана система нормативных документов, обеспечивающих на железных дорогах один из самых высоких уровней безопасности в мире. Эта система продолжает существовать



и в Российской Федерации. В основе этой системы лежит общественно допустимое количество возможных фатальных исходов, что связывает этот подход с международными стандартами. В рамках этих стандартов были разработаны требования к системам, обеспечивающим надлежащее состояние машиниста в рейсе. Одним из главных параметров в этих требованиях является вероятность опасного отказа прибора, контролирующего состояние водителя.

Ни одно устройство не может быть абсолютно безопасным, совершенно не иметь отказов, как нет и людей, не совершающих ошибки. Уровень риска, считающийся приемлемым, зависит от многих факторов, таких, как среда обитания человека, транспортная система, условия работы и так далее. Общество вырабатывает своё отношение к существующим рискам в виде нормативных актов, в которых указывается, какие риски являются допустимыми, а какие – нет. Необходимость формализовать степени риска привела не только к качественной классификации рисков, но и к количественным описаниям рисков в виде вероятности опасных событий.

Международная интеграция привела к дальнейшей формализации показателей устройств безопасности, в результате чего получила развитие концепция уровней полноты безопасности (УПБ), которая теперь используется в стандартах, имеющих отношение к проблеме безопасности любых технических систем. Так, в стандарте ГОСТ Р ИСО 26262-2014, определяются УПБ для автомобиля. Уровни полноты безопасности позволяют на основе идентификации и классификации опасных событий формализовать степени риска и раз-

ложить требования к устройствам безопасности на 4 основные группы. Этим достигается наибольшая информативность и наглядность общей картины опасных событий, что позволяет избежать или смягчить опасности, а также предотвратить неоправданный риск.

Согласно официальным данным Росстата, в 2017 году на 169,4 тыс. ДТП погибло 19,1 тыс. человек. То есть, вероятность погибнуть в результате аварии составляет $P = 0,11$. Вследствие потери состояния бодрствования водителей по мировой статистике происходит около 15% ДТП. Таким образом, в 2017 году по причине потери работоспособного состояния водителями произошло около 25410 ДТП, в которых погибло около 2865 человек.

Эти потери можно было бы значительно снизить при применении устройств мониторинга водителя, которые предупреждают засыпание.

Вероятность отказа устройства контроля $P_{от}$ – комбинация вероятности отказа собственно техники и алгоритма в неё заложенного. Если прибор разрабатывал специалист в области отказа-безопасного конструирования (fail safe design), то

вероятность опасного отказа будет определяться достоверностью алгоритма определения наступления опасного состояния у человека по физиологическим параметрам.

Технические решения для создания электронно-вычислительных устройств, обеспечивающих заданный уровень УПБ, известны или могут быть разработаны в соответствии с ГОСТ. Однако психофизиологические или поведенческие показатели, которые предлагаются большинством разработчиков к использованию в устройствах контроля, почти никогда не сопровождаются параметрами достоверности. Обычно неявно предполагается очевидность надёжности этих параметров. Например, часто предлагаются устройства на основе видеонаблюдения за глазами водителя. Считается очевидным, что если глаза закрыты некоторое время, то он спит, и надо подавать тревогу, если же глаза открыты, то всё в порядке. Однако есть люди, спящие с открытыми глазами. И таких случаев может быть до 3–5 из ста засыпаний. Это – опасный отказ с вероятностью $P_{от} \cong 0,03$, что соответствует УПБ1 (А).

Таблица 1 показывает, что безопасность дорожного движения,

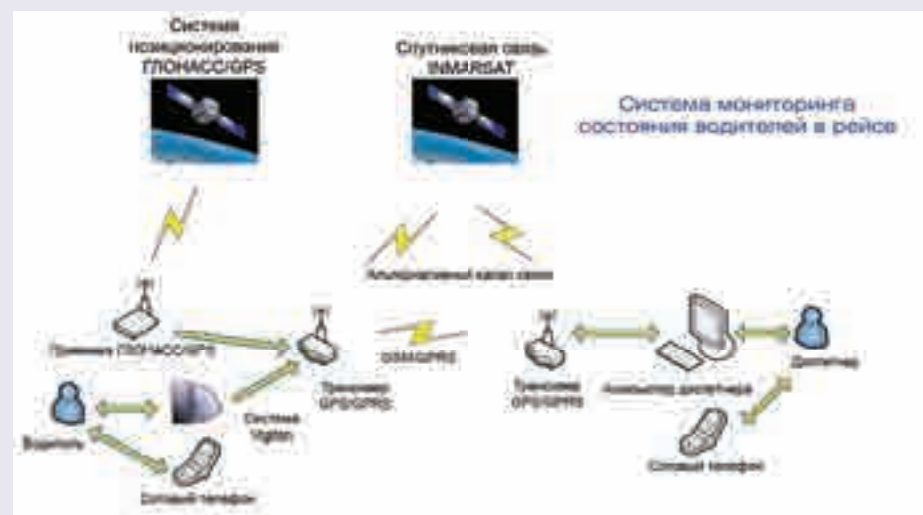




Таблица 1. Связь уровня полноты безопасности устройств мониторинга водителей и параметров аварийности по причине потери ими работоспособного состояния. Б/У – отсутствие устройств мониторинга водителей

УПБ (УПБА)	Средняя вероятность отказа устройства, $P_{от}$	Число ДТП за 2017 год	Число погибших за 2017 год
Б/У	–	25410	2865
Прогнозные значения при условии оснащения ТС системами контроля работоспособности водителя			
1 (А)	10-2 – < 10-1	254 – 2541	29 – 286
2 (В)	10-3 – < 10-2	25 – 254	3 – 29
3 (С)	10-4 – < 10-3	2,5 – 25	0,3 – 3
4 (D)	10-5 – < 10-4	0,25 – 2,5	0,03 – 0,3

выраженная в числе ДТП и цифрах фатальных случаев, должна улучшаться с ростом УПБ устройств мониторинга водителей. Однако приведенные результаты расчётов не отразили один важный компонент, связанный с безопасностью движения – самого водителя. Здесь необходимо отметить, что помимо факторов усталости и состояния здоровья на засыпание водителя очень сильное влияние оказывают психологические установки. Как поведёт себя человек, который знает, что за его состоянием следит специальное устройство? При контроле водителей средствами мониторинга у него может возникнуть полная или частичная вера в идеальную работу этих устройств. Как следствие такого самовнушения у определённого процента водителей ослабевают психологические установки на бодрствование, и, тем самым, увеличивается вероятность их засыпания. Российскими учёными показано, что система мониторинга водителя, работающая с малой надёжностью, например, с предельной вероятностью отказа около $P_{от} \sim 0,1$, что формально соответствует уровню УПБ1 (А), для безопасности дорожного движения хуже, чем вообще её отсутствие.

На сегодняшний день подавляющее большинство разработок, которые ведутся в этой области, попадают только в диапазон УПБ1 (А). Это системы мониторинга усталости водителя, на основе автоматической обработки его изображения, его глаз, производимые с помощью видеокамер; системы на основе обработки биосигналов – пульса, ЭЭГ и ЭКГ; системы с определением двигательной активности водителя. Некоторые системы, использующие сразу несколько типов указанных датчиков, добиваются алгоритмической вероятности отказа около $P_{от} = 0,02$.

Таким образом, для повышения уровня безопасности дорожного движения необходимо разрабатывать устройства контроля состояния водителя с достаточно высокой

степенью эффективности, то есть с низкой вероятностью опасного отказа, прежде всего алгоритма оценки по психофизиологическому или поведенческому показателю. Это должны быть сертифицированные устройства, обеспечивающие как минимум УПБ2 (В) по стандарту ГОСТ Р ИСО 26262-2014.

С ростом УПБ устройств мониторинга уменьшится число ДТП и количество погибших в них людей. Однако возрастёт и цена такого устройства. Необходим разумный компромисс между ценой и уровнем безопасности устройства. При этом необходимо учитывать, что малоэффективная система мониторинга водителя с низким УПБ будет повышать аварийность, связанную с потерей бдительности или засыпанием водителя.

