

ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ «ВОДИТЕЛЬ-АВТОМОБИЛЬ-ДОРОГА-СРЕДА» В УСЛОВИЯХ СОВМЕЩЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Линник А. М.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Давыдовский А.Г. – кандидат биол. наук, доцент

Разработан комплекс вероятностных вероятностно-энтропийных моделей функциональной надежности системы «водитель-автомобиль-дорога-среда» на основе многофакторного анализа состояния ее компонентов.

Методологической основой исследования является концепция «совмещенная деятельность водителя», методика психофизиологического анализа причин дорожно-транспортных происшествий (ДТП), психофизиологическая классификация причин ДТП, концепция потенциала надежности водителя, а также базовые положения теории деятельности (А.Н. Леонтьев), теории функциональных систем (П.К. Анохин и К.В. Судаков) и концепцию «совмещенная деятельность» (Бодров В.А. и др.) разработана концепция «совмещенной деятельности водителя» [1].

Цель – разработка вероятностных и вероятностно-энтропийных моделей функциональной надежности системы «водитель-автомобиль-дорога-среда» в условиях совмещенной деятельности.

Совмещенная деятельность – это совокупность частных деятельностей, имеющих разные предметы, но направленных на достижение общей конечной цели. Кроме того, стало возможным разделить «вождение» и «управление» автомобилем и дать им определения. Под вождением понимается совмещенная деятельность, направленная на обеспечение движения транспортного средства (ТС) с учетом технических возможностей, соблюдение правил дорожного движения и интересов других его участников, а также выдерживание правильного положения на дороге и заданного маршрута. Управление же транспортным средством – это частная деятельность, направленная на обеспечение его движения. Следовательно, вождение, несмотря на свою внешнюю целостность (слитность), состоит из отдельных фрагментов (квантов), принадлежащих разным частным деятельностям, что обуславливает ее выраженный совмещенный характер.

Каждый компонент системы «ВАДС» характеризуется возможностью перехода в несколько различных равнозначных состояний. Тогда каждый компонент системы ВАДС может быть описан как источник потока событий, характеризующихся некоторой энтропией, оказывающий влияние на другие компоненты системы ВАДС с помощью системы линейных дифференциальных уравнений.

Для транспортного средства:

$$\frac{dH_A}{dt} = a_0 + a_1H_B + a_2H_D + a_3H_C - (a_4 + a_5)H_A, \quad (1)$$

для водителя:

$$\frac{dH_B}{dt} = b_0 + b_1H_A + b_2H_D + b_3H_C - (b_4 + b_5)H_B, \quad (2)$$

для дороги:

$$\frac{dH_D}{dt} = c_0 + c_1H_A + c_2H_B + c_3H_C - (c_4 + c_5)H_D, \quad (3)$$

для среды:

$$\frac{dH_C}{dt} = g_0 + g_1H_A + g_2H_B + g_3H_D - (g_4 + g_5)H_C. \quad (4)$$

Где энтропия любого компоненты системы ВАДС может быть описана формулой энтропии по К. Шеннону:

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i, \quad (5)$$

p_i – вероятность i -го состояния водителя, автомобиля, дороги или среды.

Уравнения (1)–(5) Вероятностно-энтропийная кинетическая модель надежности системы ВАДС.

В концепции «совмещенной деятельности водителя» [2], разработанной на основе концепции системогенеза профессиональной деятельности В.Д. Шадрикова, разработана психофизиологическая методика анализа причин ДТП и их классификация. При этом выделены четыре основные группы ДТП в зависимости от их психофизиологических причин:

– ДТП, обусловленные особенностями и недостаточностью развития мотивационной сферы водителя вследствие несовершенства потребности – мотивационной сферы личности при управлении ТС, обзоре и ориентации в окружающей обстановке, навигации, взаимодействии с другими ТС, водителями и пешеходами;

– ДТП, обусловленные низкой профессиональной готовностью водителя;

– ДТП, связанные с пониженной профессиональной работоспособностью водителя (снижение работоспособности и эффективности деятельности- различная степень утомления, влияние стрессовых факторов и т. п.; полная дезорганизация профессиональной деятельности – сон, болезнь);

– ДТП, обусловленные не достаточно развитыми профессионально важными качествами водителя (плохая концентрация и переключаемость внимания, слабая зрительная память, сниженная зрительно – моторная координация, недостаточное оперативное мышление, нервно – психическая неустойчивость, склонность к риску, агрессивность и др.).

При этом функциональная надежность ВАДС может быть обусловлена как индивидуальным вкладом каждого компонента, так и различных вариантов сочетаний групп компонентов:

$$P_{\text{ВАДС}} = \sum_{k=1}^n \left(\alpha_B P_B + \alpha_A P_A + \alpha_D P_D + \alpha_C P_C + \alpha_{AB} P_{AB} + \alpha_{AD} P_{AD} + \alpha_{AC} P_{AC} + \alpha_{BD} P_{BD} + \alpha_{BC} P_{BC} + \alpha_{CD} P_{CD} + \alpha_{ABD} P_{ABD} + \alpha_{ADC} P_{ADC} + \alpha_{ABC} P_{ABC} + \alpha_{BDC} P_{BDC} + \alpha_{ABDC} P_{ABDC} \right), \quad (6)$$

где P_B – функциональная надежность водителя;

P_A – техническая надежность автомобиля;

P_D – техническая надежность дороги;

P_C – вероятность влияния среды на надежность системы ВАДС;

$\alpha_B, \alpha_A, \alpha_D, \alpha_C$ и др. – удельно-весовые показатели надежности P_B, P_A, P_D, P_C , а также их произведений в различных сочетаниях, характерные для водителя, автомобиля, дороги и среды.

При этом функциональную надежность водителя целесообразно рассматривать как сумму вероятностей профессиональной подготовки ($P_{\text{ПП}}$), опыта профессиональной деятельности ($P_{\text{ОПД}}$), профессионально важных качеств ($P_{\text{ПВК}}$), состояния физического здоровья ($P_{\text{СФЗ}}$), биологического возраста ($P_{\text{БВ}}$):

$$P_B = 1 - (1 - P_{\text{ПП}})(1 - P_{\text{ОПД}})(1 - P_{\text{ПВК}})(1 - P_{\text{СФЗ}})(1 - P_{\text{БВ}}). \quad (7)$$

Техническую надежность автомобиля целесообразно рассматривать как сумму вероятностей удовлетворительного технического состояния ($P_{\text{ТС}}$), системы активной безопасности ($P_{\text{САБ}}$), системы пассивной безопасности ($P_{\text{СПБ}}$), послеаварийной безопасности ($P_{\text{ПАБ}}$):

$$P_A = 1 - (1 - P_{\text{ТС}})(1 - P_{\text{САБ}})(1 - P_{\text{СПБ}})(1 - P_{\text{ПАБ}}). \quad (8)$$

Техническую надежность дороги целесообразно рассматривать как сумму вероятностного влияния на надежность ВАДС интенсивности движения на трассе ($P_{\text{ИДТ}}$), технического состояния трассы ($P_{\text{ТСТ}}$), состояния покрытия трассы ($P_{\text{СПТ}}$):

$$P_D = 1 - (1 - P_{\text{ИДТ}})(1 - P_{\text{ТСТ}})(1 - P_{\text{СПТ}}). \quad (9)$$

Вероятностное влияние факторов среды на надежность системы ВАДС может быть рассмотрено как сумма вероятностей благоприятного влияния времени суток ($P_{\text{ВС}}$), климатических факторов ($P_{\text{КФ}}$), влияния сезонных факторов ($P_{\text{ВСФ}}$):

$$P_B = 1 - (1 - P_{\text{ВС}})(1 - P_{\text{КФ}})(1 - P_{\text{ВСФ}}). \quad (10)$$

Таким образом, предложен комплекс критериев оценки надежности системы ВАДС в условиях совмещенной деятельности, включающий уровень профессиональной подготовки, опыта профессиональной деятельности, профессионально важных качеств, состояния физического здоровья, биологического возраста, удовлетворительного технического состояния, системы активной безопасности, системы пассивной безопасности, послеаварийной безопасности, интенсивности движения на трассе, технического состояния трассы, состояния покрытия трассы, влияния времени суток, климатических факторов, влияния сезонных факторов.

Список использованных источников:

1. Кипор, Г.В. Оценка влияния наружной рекламы на факторы регуляции психофизиологического состояния водителей: параметры и типы в пределах нормативного психофизиологического статуса // Г.В. Кипор, Е.В. Козлов, В.В. Бессонов, С.Н. Зайцева. – Медицина катастроф. – 2012. – N2. – С. 31–35.
2. Козлов, Е.В. Психофизиологические причины ДТП - каковы они? / Е.В. Козлов // Автошкола. – 2011. –N11. – С. 18-21.