

САМСОНКИН В.Н., доктор технических наук, профессор кафедры организации перевозок и управления транспортом (Государственный экономико-технологический университет транспорта),

ПЕТИНОВ Я.П., магистр ЕС, машинист электропоезда (локомотивное депо Киев-Пассажирский Юго-Западной железной дороги)

Математическая модель информационно-управляющей системы контроля операционной деятельности машиниста скоростного поезда

Исследованы возможности применения системного подхода Самсонкина – Друзя для повышения безопасности функционирования системы «машинист – поезд – инфраструктура железнодорожного транспорта». Разработан метод мониторинга состояния машиниста с использованием его индивидуальной нормы, представляющий собой математическую модель информационно-управляющей системы контроля операционной деятельности машиниста в процессе управления скоростным поездом. Это позволило определить актуальные задачи, перспективные направления повышения надёжности человеческого фактора в обеспечении безопасности движения поездов.

Ключевые слова: индивидуальная норма, контроль состояния, машинист поезда, информационно-управляющая система, математическая модель, системный подход.

1. Введение

Безопасность движения поездов является высшим приоритетом деятельности железнодорожного транспорта, его главным системообразующим фактором. Обеспечение безопасности движения зависит от эффективного взаимодействия и взаимосвязи многих составляющих транспортного процесса: технического состояния инфраструктуры, подвижного состава, свойства грузов, способов и технологии перевозки, квалификации персонала, факторов внешней среды и т. д.

Внедрение скоростного движения на железных дорогах мира привело к необходимости применения дополнительных мер обеспечения безопасности движения поездов. К традиционным мерам технического, технологического характера, связанным с эксплуатацией подвижного состава, потребовались дополнительные: новые виды конструкций подвижного состава и инфраструктуры, расширение программы испытаний и входного контроля, обеспечение жизни и здоровья пассажиров при крушении (аварии) и др. Отдельных мероприятий потребовали обеспечение адекватного поведения т. н. «человеческого фактора», прежде всего – машиниста поезда.

Анализ статистики нарушений безопасности движения на железных дорогах мира по вине машиниста скоростного пассажирского поезда

показывает, что эти случаи весьма нечасты. Однако последствия таких ошибок одни из самых масштабных. Кроме того, по разным оценкам, от 80 до 90 % транспортных происшествий в мире происходят именно по вине «человеческого фактора» [1].

Железнодорожный транспорт по своей природе является прямым источником опасности для людей. При этом в выполнении его основной функции – перевозки грузов и пассажиров – ключевую роль играет именно машинист, непосредственно отвечающий за управление и безопасность движения поезда в рамках своей компетенции [2].

Таким образом, актуальность задачи обеспечения надёжного контроля ведения поезда машинистом требует создания современных информационно-управляющих систем, направленных на повышение уровня безопасности движения поездов. Это является одним из наиболее актуальных направлений научных исследований в области железнодорожного транспорта.

2. Анализ литературных источников и постановка проблемы

На сегодня существует ряд различных устройств и систем обеспечения контроля состояния машиниста поезда. Подавляющее большинство эксплуатируемого тягового подвижного состава оборудовано «консервативными» устройствами контроля бдительности машиниста, разработанными уже достаточно давно (от 30 до 60 лет тому назад) [3].

Из последних разработок в этом направлении известна телемеханическая система контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ), в основе которой лежит метод отслеживания физиологического состояния машиниста, определяемого при помощи специального устройства (наручного браслета), измеряющего параметры сопротивления кожи на руке [4].

С одной стороны, можно считать это устройство на порядок выше предыдущего поколения более простых аналоговых систем [5]. Однако, это далеко не исчерпывающий метод для более-менее достоверного определения фактического состояния машиниста, особенно учитывая то, что немало «мудрых» представителей этой профессии уже давно практикуют своеобразные методы обхода этой аппаратуры.

Система контроля работоспособности машиниста поезда (СКРМ) [6] основана на определении текущего значения физиологических параметров машиниста и смысловом соответствии его ответа на вопрос (команду, действие). Она значительно «нагружает» и без того напряжённо работающего машиниста, использует лишь среднее арифметическое «человеческого фактора», без учёта индивидуальных особенностей машиниста.

Существующие «консервативные» устройства и последние разработки в области контроля состояния машиниста поезда проблему повышения уровня безопасности движения поездов в широком смысле пока ещё не решают.

Поэтому как одно из приоритетных направлений научных исследований в области железнодорожного транспорта необходимо рассматривать решение проблемы повышения уровня безопасности движения поездов на основе эффективного контроля состояния машиниста поезда, учитывающего его индивидуальные особенности.

3. Цель и задачи исследования

Проведённые исследования ставили перед собой целью практическое применение в области обеспечения безопасности движения поездов на магистральном железнодорожном транспорте системного подхода Самсонкина – Друзя [7] для повышения безопасности функционирования системы «машинист – поезд – инфраструктура железнодорожного транспорта».

Особое внимание обращено на аспект обеспечения безопасности движения поездов в части управления тяговым подвижным составом, исходя из личного опыта вождения поездов разных категорий, а также накопленных общесетевых достижений в этом направлении [8].

Для достижения цели необходимо решить такие задачи: разработку системы контроля состояния машиниста поезда на основе системного подхода

Самсонкина – Друзя; формирование метода мониторинга состояния машиниста с использованием его индивидуальной нормы; представление математической модели информационно-управляющей системы контроля операционной деятельности машиниста в процессе управления скоростным поездом.

4. Материалы и методы исследования и разработки математической модели информационно-управляющей системы

Для разработки системы контроля состояния машиниста поезда использован системный подход Самсонкина – Друзя [7]. В общем виде метод контроля состояния машиниста в процессе управления поездом представлен на рис. 1.

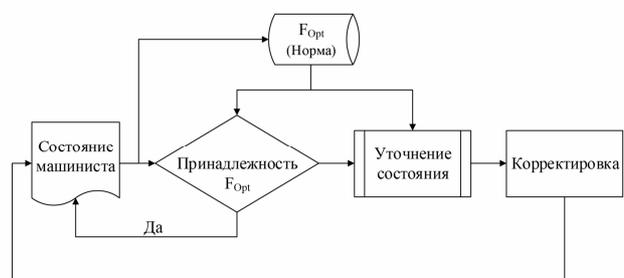


Рис. 1. Обобщённая структурная схема метода мониторинга состояния машиниста с использованием индивидуальной нормы

Рассмотрим элементы предложенной структурной схемы и соответствующие операции, производящиеся в них.

4.1. Элемент «Состояние»

На этом этапе определяется состояние машиниста поезда: измеряется численными значениями параметров конечного результата деятельности системы. Конечный результат – цель и системообразующий фактор деятельности любой функциональной системы, к которой относится взаимодействие «машинист-локомотив». Параметров конечного результата деятельности машиниста много: технологические, социальные, экономические.

Значения параметров конечного результата (главным образом их вариация, т. е. изменчивость) зависят от состояния функциональной системы. Состояние системы возможно определять по вариации каких-нибудь параметров конечного результата. Для этого необходимо знать их динамику, источником которой являются измерения, совокупность измерений, статистика.

Параметры конечного результата для оценки состояния машиниста называются параметрами

контроля. Количество параметров контроля должно быть как можно меньшим. В работе [9] доказано, что состояние системы можно определять даже **по любому одному параметру**.

Принципы выбора параметра контроля: он должен измеряться, быть переменным (изменяемым), информативным. Наиболее эффективным является выбор технологического параметра контроля.

В нашем случае в качестве параметра контроля состояния машиниста используется скорость движения поезда v на участке с заданной скоростью v_z , а точнее, разница $(v - v_z)$. Значение параметра v и $(v - v_z)$ можно автоматически считывать в режиме реального времени при помощи имеющихся на тяговом подвижном составе современных цифровых автоматизированных устройств контроля скорости движения поезда, например таких, как КЛУБ-У, АЛС-МУ и т. п.

Таким образом, в качестве параметра контроля выбирается технологический, а не физиологический, как это принято традиционно, параметр характеристики операционной деятельности машиниста, который считывается автоматически, независимо от машиниста.

Такой подход не нагружает машиниста дополнительными действиями; не предусматривает

дополнительных технических устройств, таких как датчики на теле, лампочки, рукоятки (кнопки) на пульте управления и т. п.; не отвлекает машиниста от основных обязанностей по ведению поезда, наблюдению за сигналами и другими внешними объектами, контролю состояния локомотива.

4.2. Элемент «Норма»

Данный элемент должен содержать в себе имеющуюся «норму» деятельности машиниста – стереотип ведения поезда. Из теории контроля известно, что соответствие требованиям определяется путем сравнения с нормой.

Показателем адекватного состояния системы (предприятия) выбрано понятие **«норма как функциональный оптимум»**, т. е. зона оптимального функционирования системы (предприятия) во взаимодействии с окружающей средой. В дальнейшем, для краткости, будем употреблять термин «норма» или «индивидуальная норма», который всегда употребляется в смысле «функциональный оптимум».

Поскольку параметром контроля состояния выбрана скорость движения поезда на участке с заданной скоростью, то правило формирования нормы будет таким, как показано на рис. 2.

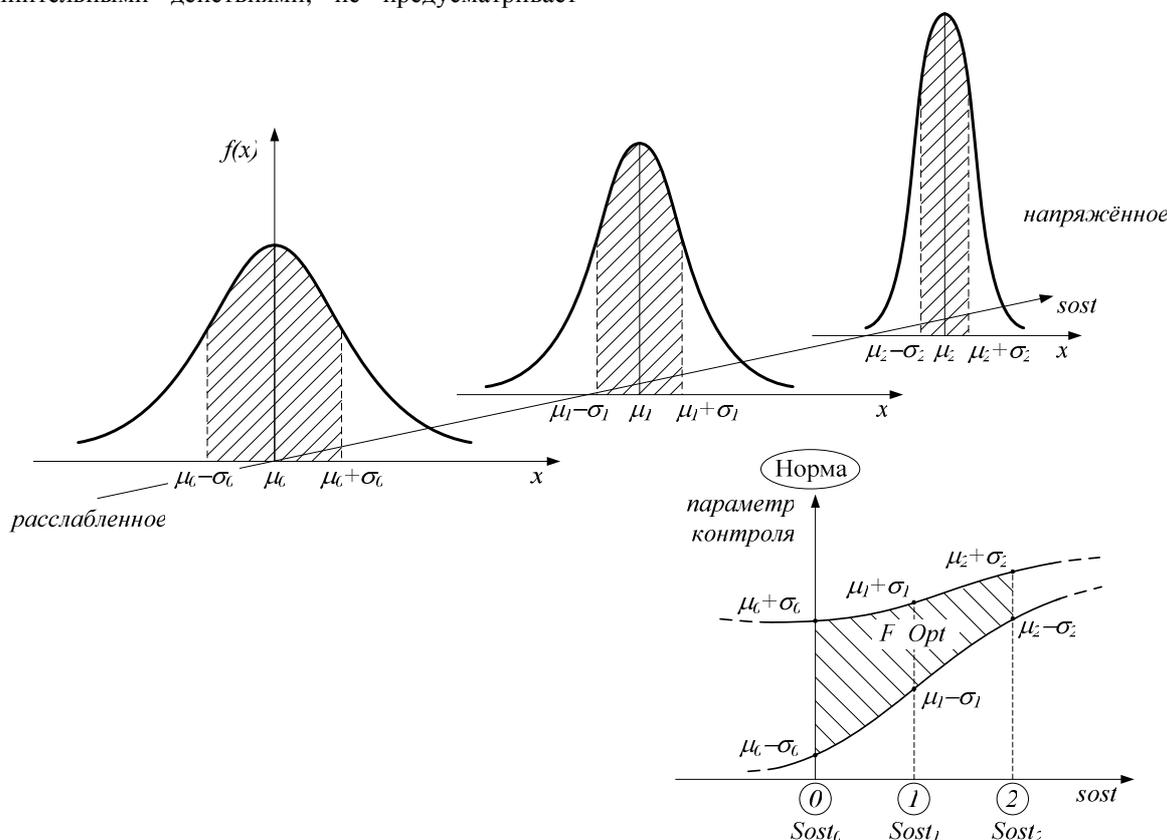


Рис. 2. Графическая модель определения функционального оптимума для машиниста поезда

Как видно из рис. 2, при определении нормы поведения машиниста необходимо учесть состояние. Это было реализовано на практике путём получения статистики поведения машинистов из выборки большого объёма (несколько тысяч вариантов).

Рассмотрим два варианта формирования нормы управления поездом машинистом.

Обозначим через δ параметр контроля, т. е. разницу между заданной v_z и фактической v скоростью движения на участке контроля,

$$\delta = v - v_z. \quad (1)$$

Тогда во временной области обозначим параметр контроля в момент времени t фиксирования параметра контроля как

$$\delta_t = (v - v_z)_t. \quad (2)$$

В общем виде норма как функциональный оптимум представляется в виде формулы [10]

$$FOpt = [\bar{\delta}_i - \sigma_i, \bar{\delta}_i + \sigma_i], \quad (3)$$

где $\bar{\delta}_i$ и σ_i – соответственно среднее арифметическое и среднеквадратическое отклонение множества M_i .

Рассмотрим два варианта: классический и вариант контроля по заданной скорости.

В первом варианте, т. е. классическом, в формуле (3) i принимает значения:

$$i = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3. \quad (4)$$

Множества M_i – множества формирования нормы – реализуют принцип толерантности системного подхода Самсонкина – Друзя. Прежде чем привести правило (математическую модель) формирования множеств M_i , введём следующие обозначения.

Уровень толерантности (различимости) будем определять по формуле

$$\Delta = \frac{\max \delta - \min \delta}{6}, \quad (5)$$

где $\max \delta$ и $\min \delta$ – соответственно максимальное и минимальное значение параметра контроля на интервале с постоянной v_z .

Тогда математическая модель формирования множеств M_i имеет вид следующей системы уравнений:

$$\begin{aligned} &\text{если } -\frac{\Delta}{2} < (\delta_t - \delta_{t-1}) < +\frac{\Delta}{2}, \text{ то } \delta_t \in M_0; \\ &\text{если } -\frac{3\Delta}{2} < (\delta_t - \delta_{t-1}) \leq -\frac{\Delta}{2}, \text{ то } \delta_t \in M_{-1}; \\ &\text{если } +\frac{\Delta}{2} \leq (\delta_t - \delta_{t-1}) < +\frac{3\Delta}{2}, \text{ то } \delta_t \in M_1; \\ &\text{если } -\frac{5\Delta}{2} < (\delta_t - \delta_{t-1}) \leq -\frac{3\Delta}{2}, \text{ то } \delta_t \in M_{-2}; \\ &\text{если } +\frac{3\Delta}{2} \leq (\delta_t - \delta_{t-1}) < +\frac{5\Delta}{2}, \text{ то } \delta_t \in M_2; \\ &\text{если } (\delta_t - \delta_{t-1}) \leq -\frac{5\Delta}{2}, \text{ то } \delta_t \in M_{-3}; \\ &\text{если } +\frac{5\Delta}{2} \leq (\delta_t - \delta_{t-1}), \text{ то } \delta_t \in M_3. \end{aligned} \quad (6)$$

Этот вариант описывает классический подход или общий случай формирования нормы. Однако сложность его применения заключается в том, что на поведение машиниста оказывает влияние не только его состояние, но и локомотива, инфраструктуры, движение других поездов, показания сигналов, сигнальных указателей, знаков и т. д.

Необходимо исходить из общей цели: прибытие на станцию назначения (проследование промежуточной станции или другого установленного объекта на маршруте следования) в соответствии с графиком движения поездов (заданным или расчётным временем). Поэтому говорить о стереотипе управления поездом на всём маршруте можно лишь с очень большой натяжкой. В таком случае контроль состояния по индивидуальной норме окажется неэффективным из-за неправильных выводов вследствие изменившихся условий взаимосвязи с внутренней и внешней средой системы либо большой дисперсии нормы.

Данный вариант можно детальнее рассмотреть и практически применять лишь на отдельных линиях для скоростного движения, когда можно рассматривать движение однородных поездов в одинаковых условиях.

Более же продуктивным в реальных условиях магистральных железных дорог является контроль при заданной скорости движения. Задание скорости может осуществляться различными способами: автоматически, в зависимости от показания локомотивного светофора (например, такими устройствами, как АЛС-МУ, КЛУБ-У и т. п.), максимально допустимой скорости движения по

условиям инфраструктуры, графика движения поездов и других параметров, а также «вручную».

Разница в вариантах – в формировании нормы, т. е. в множествах M_i .

В данном случае в формуле (3) значения

$$i = 1, 2, \dots, I, \quad (7)$$

где I – количество заданных скоростей $v_z = \{v_z^{(1)}, v_z^{(2)}, \dots, v_z^{(I)}\}$.

Тогда математическая модель формирования множеств M_i имеет вид следующей системы:

$$\begin{aligned} \text{если } v_z = v_z^{(1)}, \text{ то } \delta_t \in M_1; \\ \text{если } v_z = v_z^{(2)}, \text{ то } \delta_t \in M_2; \\ \dots\dots\dots \\ \text{если } v_z = v_z^{(I)}, \text{ то } \delta_t \in M_I. \end{aligned} \quad (8)$$

Актуализация нормы. Норма – это живая сущность. Она постоянно изменяется в течение жизни человека вообще и машиниста в частности. Поэтому её следует постоянно актуализировать. Тем самым норма (функциональный оптимум) постоянно отслеживает особенности деятельности машиниста, его здоровья, изменения среды, инфраструктуры, подвижного состава.

Это ключевой принцип: не машинист зависит от нормы, а норма зависит от индивидуальных особенностей машиниста. Актуализация происходит в автоматическом режиме, поэтому никаких дополнительных действий персонала не нужно.

Период актуализации может быть различным: один раз в месяц, квартал или год. Однако правильнее всего производить актуализацию нормы после каждого измеренного δ_t .

Таким образом, после соотнесения по формулам (6) или (8) δ_t тому или иному множеству M_i следует пересчитать $\bar{\delta}_i$ и σ_i того множества M_i , которому было соотнесено δ_t .

4.3. «Проверка принадлежности F_{Opt} »

На этом этапе осуществляется проверка соответствия текущего значения параметра контроля δ_t функциональному оптимуму (индивидуальной норме). Оценка состояния организации осуществляется путём сопоставления значения (δ_t, M_i) с актуальной индивидуальной нормой деятельности машиниста F_{Opt} по формуле

$$(\delta_t, M_i) \in [\bar{x}_i - \sigma_i, \bar{x}_i + \sigma_i]. \quad (9)$$

Если формула (9) выполняется, то всё «в норме» во всех смыслах, т. е. процесс управления проходит правильно. Если формула (9) не выполняется, то необходимо предпринимать меры по соблюдению безопасности движения. Какие именно – будет описано ниже.

Формула (9) описывает предварительную процедуру оценки принадлежности состояния машиниста его норме, определяя необходимое, но ещё недостаточное условие обоснованного вмешательства в процесс управления поездом.

4.4. «Уточнение состояния»

В данном исследовании впервые предлагается более точная процедура оценки состояния с многоуровневым решением. Эта процедура основывается на практическом применении контрольных карт Шухарта [11, 12] в части под названием «Проверка структур на особые причины» [11].

Выбор контрольных карт Шухарта объясняется несколькими составляющими подобия этого метода с объектом исследования: процесса – контроль состояния производимой продукции по параметрам контроля (принимается случайной величиной), закона распределения плотности вероятности параметра контроля – нормальный закон или закон Гаусса. Для интерпретации хода контроля Шухарт применил восемь дополнительных критериев, из которых в работе использованы четыре.

Здесь мы обращаемся к модели Шухарта в том случае, если состояние машиниста не соответствует его индивидуальной норме (F_{Opt}).

Опишем математическую модель в соответствии с выбранными четырьмя критериями, назовём их правилами уточнения состояния; процедура дополнительной проверки значения контрольного параметра представляет собой такую последовательность:

$$(\delta_t, M_i) \notin [\bar{\delta}_i - 3\sigma_i; \bar{\delta}_i + 3\sigma_i]; \quad (10)$$

$$\begin{aligned} (((\delta_{t-1}, \delta_t) \text{ или } (\delta_{t-2}, \delta_t) \text{ или } (\delta_{t-2}, \delta_{t-1})), M_i) \leq (\bar{\delta}_i - 2\sigma_i) \text{ или} \\ (((\delta_{t-1}, \delta_t) \text{ или } (\delta_{t-2}, \delta_t) \text{ или } (\delta_{t-2}, \delta_{t-1})), M_i) \geq (\bar{\delta}_i + 2\sigma_i); \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} C_5^4((\delta_{t-4}, \delta_{t-3}, \delta_{t-2}, \delta_{t-1}, \delta_t), M_i) \in [\bar{\delta}_i - 2\sigma_i, \bar{\delta}_i - \sigma_i] \text{ или} \\ C_5^4((\delta_{t-4}, \delta_{t-3}, \delta_{t-2}, \delta_{t-1}, \delta_t), M_i) \in [\bar{\delta}_i + \sigma_i, \bar{\delta}_i + 2\sigma_i]; \end{aligned} \quad (12)$$

$$((\delta_{i-7}, \delta_{i-6}, \delta_{i-5}, \delta_{i-4}, \delta_{i-3}, \delta_{i-2}, \delta_{i-1}, \delta_i), M_i) \notin [\bar{\delta}_i - \sigma_i, \bar{\delta}_i + \sigma_i] \quad (13)$$

Рассмотрим сформированные соотношения (10) – (13) более детально.

В случае (10) хотя бы одно значение контрольного параметра находится за пределами интервала 6σ какого-либо множества M_i . Это очень редкое событие. Известно, что его вероятность составляет 0,0027 (0,27 % генеральной совокупности). Это может быть катастрофическое изменение состояния машиниста или локомотива, действия машиниста вследствие необычного явления внешней среды, инфраструктуры, экстренного торможения и т. п. Или просто механическое воздействие на машиниста за пределами регламента. В любом случае этот факт требует немедленного вмешательства в зависимости от результата проверки.

При выполнении соотношений (11) два из трёх последовательных значения параметра контроля находятся за пределами зоны $[-3\sigma, -2\sigma]$ или $[2\sigma, 3\sigma]$. Вероятность такого события равна 0,0428, т. е. 4,28 %. Возможны причины: неадекватность поведения, потеря бодрствования, случайные выбросы. В любом случае необходима обязательная дополнительная проверка.

В варианте (12) 4 из 5 последовательных значений параметра контроля находятся в зоне $[-2\sigma, -\sigma]$ или $[\sigma, 2\sigma]$ какого-либо множества M_i , а при этом 1 оставшийся – в зоне F_{Opt} из (3). Такое положение дел можно трактовать как начало выхода из состояния нормы. Это может быть результатом усталости машиниста, случайные действия и др.

В случае (13) 8 последовательных значений параметра контроля находятся слева и справа от F_{Opt} (3), то есть в зоне $[-2\sigma, -\sigma]$ и $[\sigma, 2\sigma]$. Такой колебательный процесс, с точки зрения теории устойчивости [13], притом с возрастающей амплитудой, является признаком неустойчивого состояния по типу «неустойчивый фокус». Если эту ситуацию не прервать, то она постепенно или резко приведёт к переходу в другое, уже недопустимое состояние. Поэтому следует обязательно оперативно вмешаться в текущую деятельность машиниста по управлению поездом в соответствии с результатами дополнительной проверки.

4.5. «Корректировка»

В данном элементе осуществляется корректировка операционной деятельности машиниста по управлению поездом.

Если имеет место соотношение (10), то машинист отстраняется от выполнения своих обязанностей одним из возможных способов: передача функций

управления бортовому автоматическому устройству на некоторое время (при его наличии на тяговом подвижном составе); передача функции управления помощнику машиниста (при его наличии в кабине машиниста); автоматическое управление торможением поезда до полной остановки (экстренное или полное служебное торможение в зависимости от результатов дополнительной проверки).

В случае актуализации соотношения (11) способы корректировки могут быть такие: предупредить машиниста об обнаружении неадекватного состояния (например, голосовое сообщение или визуальная сигнализация) с требованием соответствующих ответных действий для подтверждения восстановления адекватности (например, воздействие на какие-либо как минимум два прибора, кнопки, рукоятки и т. п. в определённой последовательности); потребовать машиниста применить первую ступень служебного торможения со снижением скорости.

Когда имеет место соотношение (12), что является признаком начала выхода из состояния индивидуальной нормы, то корректировкой оперативной деятельности машиниста по управлению поездом может послужить, например, визуальная сигнализация машинисту, требующая ответной реакции в виде, скажем, однократного нажатия «стандартной» кнопки или педали.

В случае подтверждения соотношения (13), что указывает на возможное развитие событий в сторону неустойчивости, то корректирующим действием может быть короткое звуковое предупреждение для мобилизации внимания машиниста на возможном неблагоприятном развитии состояния.

5. Результаты исследования и разработки математической модели контроля операционной деятельности машиниста скоростного поезда

Проведённые исследования показали, что в рассматриваемой эргатической системе «машинист – поезд – инфраструктура железнодорожного транспорта» вполне возможно применить системный подход Самсонкина – Друзя для повышения безопасности функционирования системы.

Благодаря такому системному подходу разработана математическая модель информационно-управляющей системы контроля операционной деятельности машиниста в процессе управления скоростным поездом.

Основные результаты исследований говорят о том, что:

- системный подход позволяет создать эффективную математическую модель информационно-управляющей системы контроля операционной деятельности машиниста в процессе управления движением поезда;
- разработанная модель во взаимодействии с

существующими современными цифровыми автоматизированными системами безопасности движения на тяговом подвижном составе позволяет обеспечить практически полный контроль операционной деятельности машиниста, а значит, и обеспечить высокий уровень безопасности движения поездов;

- для эффективного использования разработанной модели необходимо провести соответствующие научные исследования и эксперименты, позволяющие актуализировать все элементы системы и практически использовать их в целом.

6. Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что разработка математической модели информационно-управляющей системы контроля операционной деятельности машиниста в процессе управления движением поезда стала возможной вследствие использования современных бортовых компьютерных систем, например таких, как КЛУБ-У, АЛС-МУ.

Разработанная модель представляет собой платформу для повышения уровня безопасности движения поездов. Система определения состояния машиниста поезда в соответствии с системным подходом Самсонкина – Друзь на основе контрольных карт Шухарта позволяет ввести уровни обоснованного вмешательства в действия машиниста.

Литература

- Самсонкін, В.М. Теорія безпеки на залізничному транспорті [Текст]: монографія / В.М. Самсонкін, В.І. Мойсеєнко. – К.: Видавництво «Каравела», 2014. – С. 5–12.
- Інструкція локомотивній бригаді [Текст]: № 876-ЦЗ. – Затв. наказом Укрзалізниці 22.11.2004. – Вид. офіц. – К., 2004. – С. 5, 18.
- Посмитюха, А.А. Локомотивные приборы безопасности и контроль за их работой [Текст] / А.А. Посмитюха. – М.: Транспорт, 1992. – 61 с.
- Шахнарович В.М. Телеметрическая система контроля бодрствования машиниста локомотива (ТСКБМ) [Электронный ресурс]: пат. 2376159 / В.М. Шахнарович. – Режим доступа: <http://www.neurocom.ru/ru2/rail/tskbm.html>.
- Контроль над психофизиологическим состоянием машиниста [Электронный ресурс] // Евразия Вести. Международное информационно-аналитическое обозрение. - 2006, - №3. – Режим доступа: <http://www.eav.ru/publ1.php?publ1=2006-03a16>.
- Система контроля работоспособности машиниста поезда [Электронный ресурс]: пат. 2511506 / Галчѐнков Л.А. Рабинович М.Д., Кожанов И.А., Никифоров Б.Д. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/251/2511506>.
- Самсонкин, В.Н. Метод статистической закономерности в управлении безопасностью движения на железнодорожном транспорте [Текст] / В.Н. Самсонкин, В.А. Друзь. – Донецк: ДонИЖТ, 2005.
- Самсонкин, В.Н. Исследование особенностей деятельности машиниста поезда в современных условиях: взгляд изнутри профессии [Текст] / В.Н. Самсонкин, Я.П. Петин // Восточно-Европейский журн. передовых технологий. – 2015. - №6 (3). - С. 40-45.
- Самсонкин, В.Н. Теоретические основы автоматизированного контроля человеческого фактора в человеко-машинных системах на железнодорожном транспорте [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук. / В.Н. Самсонкин. – Харьков, 1997. – 440 с.
- Методика визначення норми як зони функціонального оптимуму виробничого процесу при контролі якості продукції [Текст]: Свідоцтво № 61849 про реєстрацію авторського права на літературний письмовий твір наукового характеру. / В.М. Самсонкін, Р.Ю. Дьомін, В. Відді та ін. – К., 2015.
- ДСТУ ISO 8258-2001. Статистичний контроль. Контрольні карти Шухарта [Текст]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003.
- Самсонкін, В.М. Системный подход в управлении организацией (тренинг по применению) [Текст]: Свідоцтво № 64896 про реєстрацію авторського права на літературний письмовий твір наукового характеру / В.М. Самсонкин. – К., 2016.
- Андронов, А.А. Теория колебаний [Текст] / А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин. - 2-е изд., перераб. и испр. – М.: Наука, 1981. – 918 с.

Самсонкін В.М., Петінов Я.П. Математична модель інформаційно-керуючої системи контролю операційної діяльності машиніста швидкісного поїзда. Досліджено можливості застосування системного підходу Самсонкіна – Друзь для підвищення безпеки функціонування системи «машиніст – поїзд – інфраструктура залізничного транспорту». Розроблено метод моніторингу стану машиніста на основі його індивідуальної норми, яка являє собою математичну модель інформаційно-керуючої системи контролю операційної діяльності машиніста у процесі керування швидкісним поїздом. Це дозволило визначити актуальні завдання і перспективні напрямки підвищення надійності людського фактора у забезпеченні безпеки руху поїздів.

Ключові слова: індивідуальна норма, контроль стану, машиніст поїзда, інформаційно-керуюча система, математична модель, системний підхід.

Samsonkin V.N., Petinov Y.P. Mathematical model of the information management system of control of operating activities of high-speed train's driver. The article researches application possibility of Samsonkin – Druz' system approach. This method increases the safety of system "train's driver – the train – infrastructure of railway transport" activity. Authors have developed a new method for monitoring driver status, using individual norm. This monitoring method is a mathematical model of information management operations control system operator in the management of high-speed train. Application of the theory Samsonkin – Druz' possible to determine the actual problems and future directions of improving the reliability of the human factor in ensuring traffic safety problem.

Key words: information management system, mathematical model, train's driver, professional activity, human factor, traffic safety of trains, individual norm.

Рецензент доктор технических наук, профессор Мироненко В.К. (Государственный экономико-технологический университет транспорта).

Поступила 10.05.2016 р.

Самсонкін В.М., доктор технічних наук, професор кафедри організації перевезень та управління транспортом Державного економіко-технологічного університету транспорту, академік ТАСУ, Київ, Україна.

Петінов Я.П., магістр ЄС, машиніст електропоїзда, локомотивне депо Київ-Пасажирський Південно-Західної залізниці, Київ, Україна.

Samsonkin V.N., Doctor of engineering, professor department of the organization of transportations and management of transport, State Economy and Technology University of Transport, academician of TASU, Kyiv, Ukraine.

Petinov Y.P., European master's degree, engine-driver, engine depot Kyiv-Passenger of South-West Railway, Kyiv, Ukraine.