

Индивидуальный интеллект проявляют люди и некоторые представители животного мира. Коллективный интеллект присутствует у муравьиной колонии, роя пчел, в животных сообществах.

Машинный – интеллект, продуцируемый машиной. Примерами машинного интеллекта являются нейросети, метод группового учета аргументов Ивахненко А. Г. [3].

Интеграция естественного и искусственного интеллекта уже нашла свое широкое распространение. Это, например, нейро-нечеткое моделирование.

В разработках ИИ на ЖДТ интеграция возможна в двух аспектах: коллективный интеллект и машинный; индивидуальный интеллект и машинный.

Технологии развития искусственного интеллекта можно разделить на два направления: максимальное приближение возможностей ИИ к естественному, а также их дальнейшая интеграция в повседневную жизнь; создание полноценного искусственного разума, который сможет решать человеческие задачи самостоятельно.

*С чего начать?*

1 Необходимо создать систему подготовки кадров для разработки и обслуживания ИИ на ЖДТ.

2 Обеспечить стимулирование разработок ИИ. Одним из средств этого может выступить создание в отраслевых вузах страны репозиторий, коммерциализирующий разработки в вузах [6].

3 Повысить уровень финансовой обеспеченности разработок ИИ на транспорте. Решить эту задачу в условиях дефицита средств можно комплексным применением нескольких инструментов: государственно-частное партнерство, государственная и отраслевая поддержка исследований, эндаумент-фонды вузов [7].

#### Список литературы

1 Frost & Sullivan [Электронный ресурс] : [офис. сайт]. – Режим доступа : <https://www.frost.com/>. – Дата доступа : 10.09.2023.

2 Zhongguo rebgongzhineng chanye baipishu [White Paper Artificial Intelligence Industry in China] [Electronic resource]. – Mode of access : <https://deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/innovation/>. – Date of access : 10.09.2023.

3 Железнодорожный транспорт: на пути к интеллектуальному управлению : [монография] / С. Е. Адауров [и др.]. – Ростов н/Д : ЮНЦ РАН, 2010. – 322 с.

4 Виды интеллекта — классификация в психологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://psychologist.tips/1310-vidy-intellekta-klassifikatsiya-v-psiologii.html>. – Дата доступа : 10.09.2023.

5 Иоселиани, А. Д. «Искусственный интеллект» и человеческий разум / А. Д. Иоселиани // Манускрипт. – 2019. – Т. 12. – Вып. 4. – С. 102–107. – DOI :10.30853/manuscript.2019.4.21.

6 Шепилова, Е. Г. Репозиторий вуза – инструмент совершенствования его деятельности и коммерциализации интеллектуальной собственности / Е. Г. Шепилова // Известия высших учебных заведений Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2014. – № 6 (181). – С. 139–142.

7 Шепилова, Е. Г. Подготовка кадров в железнодорожной отрасли: проблемы, пути решения : [монография] / Е. Г. Шепилова. – Ростов н/Д : ФГБОУ ВПО РГУПС. – 2014. – 148 с. – ISBN 978-5-88814-406-0.

УДК 656.2

## КОНЦЕПЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СТРУННОГО ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

*А. Э. ЮНИЦКИЙ, В. А. ГАРАХ, Т. С. ЛИТВИНОВИЧ, Д. Н. ШЕВЧЕНКО*  
*ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Республика Беларусь*

Транспортные системы являются системами с повышенной степенью опасности. Базовое определение безопасности как отсутствие недопустимого риска [1] для транспортных систем уточняется и детализируется в зависимости от опасностей и угроз (прежде всего – видов опасностей и их причин), характерных для того или иного вида транспорта. Подробное рассмотрение составляющих безопасности дается в технических регламентах для железнодорожного подвижного состава (ТР ТС 001/2011), для инфраструктуры железнодорожного транспорта (ТР ТС 003/2011) и колесных транспортных средств. Транспортные системы наряду с опасностями, характерными для ее компонентов, подвержены дополнительным видам опасностей, следовательно, приобретают дополнительные составляющие свойства безопасности: транспортная, экономическая и др.

Однако систематизация составляющих безопасности транспортной системы (комплекса) в нормативной документации и научной литературе отсутствует. Например, не уточняются различия

биологической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности; безопасность работы приборов и оборудования при электромагнитных воздействиях (электромагнитная совместимость), как и термическая безопасность, рассматривается отдельно от безопасности излучений. Некоторые составляющие определены недостаточно чётко или вовсе не определены (безопасность конструкции, безопасная утилизация). Вместе с тем корректный учет всех составляющих безопасности весьма актуален для полного системного анализа безопасности вновь разрабатываемой инновационной струнной транспортной системы. В докладе приводится краткая характеристика струнного транспорта; указывается, что соответствующий пакет нормативной документации еще находится в стадии разработки; отмечается, что подход учета опасностей на основе опыта эксплуатации самой системы неприемлем, поэтому требуется подробный анализ опыта эксплуатации других видов транспорта, прежде всего, рельсового.

В докладе обсуждаются некоторые вопросы систематизации и определения составляющих безопасности. Особое внимание уделяется понятию безопасности движения и его взаимосвязи с безопасностью эксплуатации и функциональной безопасностью. Показывается, что некоторые существующие определения безопасности перевозочного процесса или являются весьма абстрактными, или определяют лишь значение частного количественного показателя, или не являются актуальными, поскольку не используют современный подход, основанный на риске [1]. Еще большая неопределенность касается конкретных условий безопасности движения рельсовых транспортных средств (РТС). В стандартах по перегонным и станционным системам железнодорожной автоматики приводится перечень условий, нарушение которых недопустимо, поскольку влечет нарушение условий безопасности движения поездов. Однако состав указанных условий жестко привязан к реализации эксплуатируемых систем управления [5]; вынужден обеспечивать функциональную совместимость с предшествующими системами. При этом условия безопасности не уточняются, а наследуются.

Важно представлять базовые (исходные) и элементарные (неразложимые) условия безопасности движения РТС, на основе которых можно формировать требования к новым системам управления перевозочным процессом. Также важно определить базовые функции безопасности движения, чтобы на их основе без рудиментных подсистем и функций формировать требования для струнной транспортной системы. В докладе анализируются базовые функции безопасности, предусматриваемые тремя международными стандартами для рельсового транспорта. Стандарт IEC [2] предлагает набор из четырёх функций, стандарт ANSI [3] – из четырнадцати, а IEEE [4] – шестнадцать функций. Обсуждаются проблемы полноты предлагаемых наборов функций, а также возможности реализации одной функции посредством нескольких других. Демонстрируются примеры и особенности реализации функций в реальных транспортных системах.

На основе проведенного анализа предлагается следующий состав базовых условий и функций безопасности движения РТС для их реализации автоматизированной системой управления перевозочным процессом в условиях струнного транспортного комплекса.

Условие 1. Недопустимо соударение РТС с препятствиями (другими РТС, объектами инфраструктуры). Возможная альтернатива: определение допустимой скорости соударения РТС между собой и/или с препятствиями.

Условие 2. Возможна мгновенная остановка (впереди) движущегося РТС [2–4]. Возможная альтернатива: вычисление координат впередиидущего РТС из предположения служебного или экстренного торможения впередиидущего РТС.

Функция 1. Позиционирование РТС: определение местоположения, скорости и направления движения каждого отдельного РТС с установленной точностью. Многомодульные (разделяемые) РТС должны обеспечивать независимое позиционирование каждого отдельного модуля (в противном случае список базовых функций должен быть дополнен функцией защиты от разделения состава).

Функция 2. Защита от превышения скорости движения, установленной для каждого конкретного участка трассы с учетом его особенностей и технических характеристик РТС).

Функция 3. Обеспечение безопасного торможения (снижения скорости РТС от местоположения) РТС, используемого в алгоритмах автоведения и интервального регулирования, с учетом всех задержек и составляющих, предусмотренных стандартом [4], а также гарантированными значениями замедления, реализуемыми для конкретного участка трассы и погодных условий функцией служебного торможения при наихудшем одиночном отказе тормозного оборудования [3]. Функция служебного торможения реализуется «рабочим» тормозным оборудованием РТС, не влекущим повы-

шенный износ подвижного состава и путевой структуры, допускает отмену функции торможения и многократное повторное применение. Функции экстренного и аварийного торможения предусматриваются для остановки РТС в качестве дополнительной эшелонированной защиты в нештатных ситуациях.

Функция 4. Обеспечение безопасного маршрута, когда все требуемые участки пути и автоматизированные объекты инфраструктуры (стрелки и др.) заблокированы в определенных состояниях для беспрепятственного пропуски конкретного РТС, а также для исключения их использования другими РТС.

Функция 5. Обеспечение движения РТС (продолжение или возобновление) только по команде, соответствующей подготовленному безопасному маршруту. Поскольку в процессе движения возможно изменение технологического и технического состояния объектов транспортной системы (РТС, стрелок и других объектов инфраструктуры), то команда на движение должна периодически актуализироваться (повторяться или отменяться).

Функция 6. Блокировка начала движения при незапертых дверях [3], а также без успешной проверки дополнительных условий, связанных с технологическим (заряжена батарея) и техническим состоянием РТС (не диагностированы отказы, выполнение прочих условий безопасности движения).

Функция 7. Блокировка открытия дверей при невыполнении хотя бы одного условия: позиция двери РТС соответствует платформе; скорость РТС равна нулю; отключена тяга; включена функция удерживающего или стояночного торможения [3]; имеется команда на открытие двери РТС из центральной системы управления.

Полнота и корректность предложенного набора базовых функций подтверждается тем, что на его основе могут быть получены функции стандартов [2–4], а также возможностью формирования прочих умозаключений об алгоритмах организации перевозочного процесса. Например, из двух условий и «функции 3» следует, что дистанция между попутно следующими РТС должна быть не меньше гарантированной длины тормозного пути РТС. Из «условия 2» и «функции 1» следует, что местоположение РТС считается неизменным до тех пор, пока не получена информация о новом местоположении РТС.

#### Список литературы

1 СТБ ИЕС 61508-4-2014. Функциональная безопасность электрических, электронных и программируемых электронных систем, связанных с безопасностью. Ч. Термины и определения и сокращения. – Введ. 2015-06-01. – Минск : БелГИМ, 2015. – 32 с.

2 ИЕС 62290-1:2014. Railway applications – Urban guided transport management and command/control systems – Part 1: System principles and fundamental concepts. – 2014. – 38 p.

3 ANSI / ASCE / T & DI 21-13 Automated People Mover Standards. Part 1. – 2013. – 105 p.

4 IEEE 1474.1-2004 IEEE Standard for Communications-Based Train Control (CBTC). Performance and Functional Requirements [Electronic resource]. – Mode of access : <https://sagroups.ieee.org/1474wg2/>. – Date of access : 10.09.2023.

5 Памятка ОСЖД Р817. Эксплуатационно-технические требования к системам интервального регулирования движения поездов на перегонах. – Варшава : Комитет ОСЖД, 2016. – 20 с.