

УДК: 338.32; 347.763.4

Об актуальных задачах и направлениях научно-технологического развития АО «НИИАС». Январь-май 2023 г.

On current tasks and directions of scientific and technological development of JSC «NIIAS». January-may 2023.

Бочков А.В., д.т.н., Учёный секретарь, АО «НИИАС»,
E-mail: a.bochkov@vniias.ru, Москва, Россия
Bochkov A.V., Doc.ofSci.(Tech), Scientific Secretary, «NIIAS» JSC,
E-mail: a.bochkov@vniias.ru, Moscow, Russia



Аннотация

В обзоре обобщены вопросы, рассмотренные на заседаниях профильных секций научно-технического совета АО «НИИАС» в первом полугодии 2023 года. Проанализированы существующие проблемы и предложена постановка задач будущих исследований в ключевых направлениях научно-технологического развития института. Уделено внимание вопросам повышения пропускной и провозной способности железных дорог, развитию методологического обеспечения определения эффективности и этапности выполнения ремонтно-путевых работ на сети ОАО «РЖД», актуальным задачам развития беспилотных технологий и стандартизации цифровых электронных карт, вопросам метрологии и автоматизации процессов закрепления и заграждения подвижного состава, развитию сети мобильного широкополосного доступа, безопасности программного обеспечения, развитию горизонтальных и вертикальных связей института с профильными научными организациями и академическими институтами.

Ключевые слова: транспорт, интервальное регулирование, ремонтно-путевые работы, беспилотные технологии, цифровая карта, метрологическое обеспечение, закрепление подвижного состав, широкополосный доступ, безопасность программного обеспечения, риск, функциональная безопасность.

Abstract

The review summarizes the issues discussed at the meetings of the specialized sections of the Scientific and Technical Council of JSC NIIAS in the first half of 2023. Existing problems are analyzed and the formulation of tasks for future research in key areas of scientific and technological development of the institute is proposed. Attention will be paid to the issues of increasing the throughput and carrying capacity of railways, the development of methodological support for determining the efficiency and phasing of the performance of repair and track works on the network of Russian Railways, the urgent tasks of development of unmanned technologies and standardizing digital electronic maps, metrology and automation of the processes of securing and blocking of mobile composition, development of a mobile broadband access network, software security, development of horizontal and vertical relations of the Institute with specialized scientific organizations and academic institutions.

Keywords: transport, interval control, road maintenance, unmanned technologies, digital map, metrological support, rolling stock securing, broadband access, software safety, risk, functional safety. >>>

1. Взаимодействие двух систем интервального регулирования «виртуальная сцепка» и АЛСО с ПБУ на сети ОАО «РЖД»

Авторы: Е. Н. Розенберг, А. П. Козловский, М. А. Дежков, А. А. Сулов. По материалам заседания НТС АО «НИИАС» от 26.04.2023. Секция 1. Системы обеспечения безопасности движения поездов и интервального регулирования (Розенберг Е.Н., Воронин В.А.).

Организация движения поездов по «виртуальной сцепке» на действующей инфраструктуре на базе технологии и системы интервального регулирования движения поездов [1-3], обеспечивает повышение пропускной способности и включает:

- безопасное повышение скорости движения поездов на «желтый огонь» за счет изменения нормативной документации и алгоритмов бортовых устройств безопасности (КЛУБ, БЛОК), обеспечивающее повышение пропускной способности до 3%;
- внедрение технологии ВСЦ точка-точка, обеспечивающее повышение пропускной способности до 7%;
- внедрение АЛСО с ПБУ на перегонах и станциях всего участка – «бесшовная» технология пропуска поездов, обеспечивающее повышение пропускной способности до 25%.

Основные преимущества использования «виртуальной сцепки» (далее – ВСЦ) заключаются в увеличении участковой скорости движения грузовых поездов, сокращении трудозатрат при соединении поездов по технологии ВСЦ в сравнении с жесткой сцепкой, сокращение межпоездного интервала и др., что в результате приведет к увеличению пропускной способности на действующей инфраструктуре.

Основные проблемы организации движения по ВСЦ заключаются в разрыве ВСЦ на станциях и в ограничении возможности движения ВСЦ поездов по неправильному пути, что вызвано некорректностью нормативной документации линейного уровня, недостаточным уровнем обучения штата, эксплуатирующего ВСЦ (ДСП, локомотивные бригады), а также в неравномерностью покрытия полигона техническими средствами для организации движения поездов по ВСЦ. Организация движения по неправильному пути по ВСЦ на текущий момент проблематична из-за отсутствия в базе данных системы «Автоведения» достаточной информации о действующих системах железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ).

Целевая модель развития участков Восточного полигона заключается во внедрении комплекса СИРД и технологий по сокращению межпоездных интервалов, которые обеспечат наибольший синергетический эффект, направленный на повышение пропускной способности до 30%.

Для снятия инфраструктурных ограничений для действующих систем АБ, включая АЛСО с ПБУ применяются различные технические решения.

Для решения целевых задач ОАО «РЖД» по провозу заданного тоннажа на участке Мариинск-Находка Транссибирской магистрали необходимо до реализации «бес-

шовной» технологии пропуска внедрять «адресные» технические решения, которые позволяют решать задачи сокращения межпоездных интервалов, исключают бросовые работы и в перспективе могут применяться комплексно с внедряемыми СИРД:

- применение АЛСО с ПБУ на «узких» местах Восточного полигона;
- применение дифференцированного участка удаления по маршрутам отправления со станции за счет установки дополнительных групповых выходных светофоров как для типовой АБ (с путевыми светофорами на перегоне), так и для АЛСО с ПБУ;
- использование АЛСО с ПБУ с целью сокращения интервала попутного отправления со станции на релейных ЭЦ за счет установки на выходных светофорах станции информационной таблички «перегон АЛСО»;
- внедрение АЛСО с ПБУ на участках, имеющих нейтральную вставку на пути;
- изменение подходов по проектированию и проследованию нейтральных вставок на участках АЛСО с ПБУ;
- внедрение на период капитального ремонта пути мобильных устройств ЖАТ, обеспечивающих сближение поездов по показаниям АЛС-ЕН;
- организация пропуска поездов в режиме подвижного блок-участка по главным путям станции, оборудованной ЭЦ релейного типа.

Основные факторы риска, лимитирующие пропускную способность в задаче определения эффективности применения технологии ИРДП:

- не соблюдение допустимых скоростей движения при проследовании по перегонам и станциям;
- надёжность технических средств;
- нормативные характеристики путевого хозяйства;
- неготовность систем тягового электроснабжения к сокращению межпоездных интервалов.

Результаты имитационного моделирования пропуска поездов по одному пути перегона показывают эффективность применения автоблокировки АБТЦ-МШ в части повышения пропускной способности порядка 17% при АЛСН и до 35% при АЛС-ЕН.

Предложена методика ранжирования перегонов для внедрения АЛСО с ПБУ (АБТЦ-МШ), предусматривающая два основных критерия: коэффициент заполнения пропускной способности и потребный межпоездный интервал. В качестве дополнительных критериев приоритетности внедрения системы предложено учитывать наличие выполненных ПИР и перегонов, на которых предусматривается капитальный ремонт.

В части технико-экономического обоснования (ТЭО) внедрения ВСЦ и АЛСО с ПБУ на Восточном полигоне определено, что Комплексное ТЭО, утвержденное распоряжением ОАО «РЖД» от 18.07.2022 № 1255, предусматривает оценку затрат и экономической эффективности от совместного применения обеих технологий ИРДП. Целевыми значениями при разработке Комплексного ТЭО явились поддерживающие мероприятия для обеспечения заданного роста пропускной способности Восточного полигона.

К 2025 году должно быть достигнуто значение 180 млн. тонн провезенного груза, к 2030 году – 210 млн. >>>

тонн груза, горизонт планирования 2036 год – 240 млн. тонн груза.

Проблема состоит в том, что заложенные в Комплексном ТЭО стартовые параметры применения технологии ВСЦ и АБТЦ-МШ в полном объеме в настоящее время не выполняются. Для достижения целевых значений по пропуску заданных объемов перевозок необходимо определить узкие места в пропускной способности Восточного полигона, где следует точно реализовывать мероприятия по оснащению участков АБТЦ-МШ.

Стоит отметить положительный опыт использования комплекса ВСЦ на участке Большой Луг – Слюдянка Восточно-Сибирской железной дороги, где подтверждено, что взаимодействие двух систем АЛСО с ПБУ и ВСЦ позволяет обеспечить межпоездной интервал для грузовых поездов до 5 минут.

В целях установки современного ПО на бортовые устройства безопасности требуется аппаратный апгрейд КЛУБа, разработанного до 2008 года.

АО «НИИАС» разработать технические решения, предусматривающие:

- установку дополнительных групповых выходных светофоров;
- реализацию АЛСО с ПБУ на действующих ЭЦ релейного типа;
- разработку на период капитального ремонта мобильных устройств ЖАТ, обеспечивающих сближения поездов по показаниям АЛС-ЕН.

При определении приоритетности внедрения системы АЛСО с ПБУ необходимо учитывать коэффициент заполнения пропускной способности и потребный межпоездной интервал. В качестве дополнительных критериев внедрения системы необходимо наличие выполненных ПИР, а также перегонов, на которых предусматривается проведение капитального ремонта.

2. Методологическое обеспечение определения эффективности и этапности выполнения ремонтно-путевых работ на инфраструктуре основных направлений сети ОАО «РЖД»

Авторы: И.Р. Гургенидзе, А.У. Шаяхметов. По материалам заседания НТС АО «НИИАС» от 21.04.2023. Секция 2. Технология управления перевозочным процессом (Гургенидзе И.Р., Бородин А.Ф.).

Получены результаты промежуточных этапов работы по определению этапности выполнения ремонтно-путевых работ на инфраструктуре основных направлений сети ОАО «РЖД» и по определению их эффективности, выполняемых НТК цифрового моделирования совместно с ЦДИ.

Выполнена оценка влияния технологических нарушений на перевозочный процесс. Отмечена проблема выделения единственной причины при учете комплексного влияния разных факторов: отсутствие путей обгона, от-

сутствие путей приема на технической станции, наличие ограничений скорости движения поездов и т.п.

Предложены изменения методики оценки пропускной способности [4] в зависимости от влияния отказов технических средств и технологических нарушений. Изменения проходят стадию согласования, но уже отражены в новой редакции методики. Разработан укрупненный алгоритм по определению потерь пропускной способности в зависимости от отказов технических средств и технологических нарушений. Оказалось возможным дифференцировать потери на перегонах и на станциях. При сопоставлении этих данных с информацией о проведении тех или иных видов ремонтов получена оценка чувствительности потока отказов технических средств к выполняемым видам ремонта. На примере Восточного полигона получена макрооценка отказов технических средств и технологических нарушений Могоча-Гуруша, а также дифференцированная оценка для перегонов и станций соответственно. Потери составляют 6% в доле от общих потерь поездо-часов. Аналогичная зависимость прослеживается и по другим исследованным участкам. Отмечен рост затрат в целом на проведение окон с 2018 года, однако явной зависимости задержек от частоты возникновения отказов не обнаружено. Если от капитального ремонта такая зависимость выражена явно, то от прочих видов ремонта зависимость не подтверждена.

Предложено для каждого перегона проводить адресную оценку [5,6]. Разработан алгоритм для определения участков первоочередного внедрения перспективного внедрения ЖАТ который максимально подкреплён методическим обеспечением. В его основу заложен расчет межпоездного интервала и коэффициент выполнения пропускной способности с учетом плановости капитального ремонта. Для определения степени влияния (веса) технических или технологических факторов привлекаются специалисты разных категорий РЖД от руководителей до специалистов линейного уровня. Минимальная группа – 36 человек. Анкета через ЦДИ проходит апробацию в АО «РЖД». После получения и обработки результатов предполагается адаптировать алгоритм для принятия решений о проведении капитального ремонта на том или ином перегоне.

При развитии проекта предполагается использовать наработки, полученные при внедрении методологии [7] управления ресурсами, рисками и анализа надежности (УРРАН). Согласно этой методологии, первичными являются показатели качества перевозочного процесса, а состояние технических средств по параметрам их надежности подразумевается поддерживать ровно таким, насколько это необходимо для обеспечения заданных показателей качества перевозок [8].

3. Актуальные комплексные задачи при развитии беспилотных технологий

Автор: П.А. Попов. По материалам заседания НТС АО «НИИАС» от 21.04.2023. Секция 2. Технология управления перевозочным процессом (Гургенидзе И.Р., Бородин А.Ф.). >>>

Беспилотные технологии – это комплексный проект, который затрагивает широкий спектр проблем в самых разных областях управления движением: стационарные подсистемы (СЦБ, СКОП, СКПВП, система тягового электроснабжения, базовые станции диф.коррекции), подсистемы передачи данных (оптоволоконные линии связи, широкополосная система связи LTE), бортовые подсистемы (система безопасности, управления, связи, тягового и вспомогательного оборудования) [9,10]. При этом, при решении проблем автоматизации появляются совершенно новые задачи, которые не имеют готовых решений или аналогов в прошлом. Они связаны с необходимостью решения как технических проблем, так чисто научных вопросов создания «цифровых моделей» машиниста: что он видит, как влияют на зрение погодные условия, днем и ночью, что он должен обнаруживать [11].

В настоящее время большое число проблем связано с системой LTE, со стационарным оборудованием, цифровым описанием инфраструктуры, бортовой системой унификации и стандартизации решений, взаимодействие с диспетчерской службой. Одно из достижений АО «НИИАС» за 2022 год – это понимание и осмысление самой технологии беспилотного управления и технического зрения [12,13]. Необходимо иметь прозрачные алгоритмы работы технических устройств и персонала и понимание того, как это будет работать при внедрении системы автоматического управления.

Крайне важен вопрос стандартизации и унификации оборудования. В настоящее время наблюдается большое разнообразие современных систем управления в части определения местоположения на борту, наличия цифровой связи с инфраструктурой, бортового технического зрения, дистанционного контроля и управления, а также автоматизации работы локомотива. Очень важно повышение точности определения местоположения.

В странах Европы программное обеспечение низкого уровня стандартное и типовое, в то время как при применении отечественных систем возникает проблема совместимости по интерфейсам и программному обеспечению [14]. Обилие существующих проектов ставит задачу унификации технических и программных решений особенно остро. Нужны общие стандарты, которые будут описывать и упрощать взаимодействие всех подсистем.

В настоящее время проблема номер один – решение вопросов цифровой связи. Необходимо также точное описание инфраструктуры и масштабирование получаемых решений. Отсюда следует необходимость стандартизации создания цифровых карт и поддержания построенных карт и цифровых моделей в аутентичном состоянии.

Крайне важен вопрос обеспечения функциональной безопасности, безопасности технического зрения и систем искусственного интеллекта в целом при их применении на железных дорогах. Здесь может оказаться полезным обмен опытом со специалистами по беспилотным технологиям в автомобилестроении и атомной отрасли. Требуется дополнительных исследований вопрос разработки математического аппарата, описывающего безопасные границы применения искусственного интеллекта в беспилотных технологиях [15,16].

4. Направления развития навигационных карт бортовых устройств подвижного железнодорожного состава и стандартизации цифровых электронных карт для устройств безопасности (подходы к методам формирования и эффективного использования)

Автор: А.А. Павловский. По материалам заседания НТС АО «НИИАС» от 12.04.2023. Секция 3. Беспилотное управление подвижным составом (Попов П.А., Чернин М.А.) совместно с Секцией 5. Геоинформационные технологии, спутниковая навигация и аэрокосмическое дистанционное зондирование (Павловский А.А., Василейский А.С.)

В настоящее время используется достаточно большое количество систем и программных продуктов в том или ином виде использующих пространственные данные в формате различных электронных карт [17,18]. Зачастую эти продукты имеют разные источники пополнения данных и их актуализации, как следствие все данные имеют разную степень актуальности, разную точность, по-разному между собой скоординированы, а такие источники данных как проектные изыскания в компаниях используются преимущественно на бумажных носителях на этапах строительства. Отсюда вытекают проблемы взаимной координации объектов подвижного состава с объектами инфраструктуры и определенными процессами, которые этими объектами выполняются. Поскольку имеет место динамическая картина, вся модель деятельности, особенно с учетом развития процессов автоматизации, не может быть построена без решения задач навигационного обеспечения и электронных карт.

Предлагается принципиальный переход от работы с электронными картами разного вида к подходу основанному на построении систем пространственных данных инфраструктуры железнодорожного транспорта как совокупности пространственных данных об объектах и процессах, которые над этими объектами происходят. При этом возможно уйти от масштабных планов, масштабов и перейти, фактически к работе с картой (планом) в масштабе 1:1. При этом важно сформировать набор требований к набору описания этих пространственных данных для обеспечения решения всех функциональных задач, которые требуют наличия таких данных [19,20].

Со стороны государства сформирована политика, регулирующая требования к проектированию и строительству в части базовых требований к пространственным данным любых объектов. Введено понятие инженерно-цифровых моделей местности как совокупности системы инженерных изысканий и требований к результатам этих изысканий [21,22]. Это создает основу для формирования поверх этих моделей системы пространственных данных железнодорожного транспорта. В настоящее время проектные организации, выполняя проект, собирают данные из открытых и специализированных >>>

источников, формируя проектную документацию и цифровой проект. Проблемой является то, что данные, собираемые проектными организациями, имеют определенный срок жизни и через некоторые промежутки времени становятся недействительными. Переход к системе пространственных данных и ведению этих данных на сети железных дорог позволит решить эту проблему и предоставлять причастным актуальные данные о состоянии объектов, инфраструктуры и активов.

Дополнительными источниками данных могут быть данные дистанционного зондирования Земли и съемки, выполняемые беспилотными авиационными системами, а также данными от «подвижных единиц», оснащенных системами технического зрения, которыми занимается АО «НИИАС». Эти данные после оцифровки могут быть также использованы для решения различных функциональных задач (получение моделей станций, обеспечение безопасности движения и т.п.).

Процесс развития навигационных карт бортовых устройств подвижного железнодорожного состава и стандартизации цифровых электронных карт для устройств безопасности должен увязываться с национальной системой пространственных данных. Для этого установлены рабочие контакты с Росреестром и Роскадастром с целью взаимной увязки данных на основе обоюдного интереса к имеющимся в распоряжении причастных данных. На сегодняшний день сформулированы две наиболее интересные задачи, которые будут формироваться на основе системы пространственных данных:

- задача формирования электронных карт безопасности для локомотивов;
- задача навигационного позиционирования подвижных объектов при работе на станциях.

Для этих двух направлений необходимо разработать стандарты, которые будут учитывать имеющиеся особенности.

5. Системы автоматизации технологических процессов в инфраструктурном комплексе (вкл. сортировочный комплекс)

Автор: А. Е. Хатламаджиян. По материалам заседания НТС АО «НИИАС» от 23 и 30.04.2023. Секция 4. Системы автоматизации технологических процессов в инфраструктурном комплексе (вкл. сортировочный комплекс) (Хатламаджиян А. Е., Соколов С. В.)

5.1. Метрологическое обеспечение автоматизации технологических процессов в инфраструктурном комплексе

Ведущая роль в области проведения метрологической экспертизы нормативной и технической документации, как головной организации ОАО «РЖД» принадлежит Центру метрологического обеспечения Опытно-конструкторского бюро АО «НИИАС».

В настоящее время существующие средства измерений (далее – СИ), обеспечивающие качество технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта подвижного состава, других технических средств железнодорожного транспорта и объектов инфраструктуры, эксплуатируются с превышением нормативного срока службы, а степень морального износа рабочих СИ близка к критической величине и не соответствует перспективным задачам развития ОАО «РЖД». Особенностью настоящего момента развития измерений на железнодорожном транспорте является не количественное наращивание парка СИ, а расширение измерительных возможностей. В этой связи использование единичных СИ должно уступить место применению информационным измерительным системам (далее – ИИС).

Указанные направления развития измерений требуют и нового подхода к метрологическому обслуживанию внедряемых ИИС, заключающемся в необходимости внедрения бездемонтажных дистанционных методов поверки и калибровки с применением цифровых эталонных моделей. Однако сегодня такой подход не реализуем, поскольку вопросы применения цифровых моделей в качестве эталонов не укладываются в существующую в стране парадигму обеспечения единства измерений и не рассматриваются соответствующим законодательством Российской Федерации. Очевидно, что потребность в применении цифровых эталонных моделей с развитием парка многофункциональных ИИС будет расти.

Риски появления дополнительных погрешностей при применении метрологически значимого программного обеспечения для обработки результатов измерений ИИС, требуют проведения метрологической аттестации программного обеспечения ИИС в соответствии с требованиями [23]. В настоящее время проводится разработка методических указаний, устанавливающих основные положения по метрологическому обеспечению ИИС, разрабатываемых, производимых и эксплуатируемых в интересах ОАО «РЖД».

Примером внедрения средств измерений параметров подвижного состава с применением технологии машинного зрения являются модули фотограмметрические измерений линейных размеров «Техновизор» (далее – Техновизор), применяемые в ОАО «РЖД» в составе Интегрированного поста автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях для бесконтактных оптических измерений линейных размеров диагностируемых элементов.

Применение искусственной нейронной сети позволило впервые в отечественной практике решить задачу автоматического определения координат контрольных точек при обработке изображений диагностируемых элементов. Техновизор успешно прошел испытания в целях утверждения типа СИ и приказом Росстандарта от 1 марта 2023 г. № 451 внесен в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений под регистрационным номером 88393-23. Метрологически значимая часть программного обеспечения Техновизора, а также результаты измерений защищены от преднамеренных и непреднамеренных изменений. >>>

Развитие функциональных возможностей Техновизора в части диагностирования подвижного состава позволит обеспечить измерениями значительную часть элементов грузовых вагонов и локомотивов, таких как ходовые части, автосцепное и крышевое оборудование. В рамках разработки модулей ЦЖС планируется реализация систем автоматизированной диагностики технического состояния подвижного состава и коммерческих неисправностей и автоматизированной диагностики технического состояния подвижного состава и коммерческих неисправностей по приему груза к перевозке и допуску на инфраструктуру РЖД с путей необщего пользования.

Большой потенциал эффективности присутствует в реализуемом проекте дистанционной калибровки СИ на полигоне Октябрьской железной дороги. Разработаны несколько организационно-технических вариантов реализации дистанционной калибровки, отличающиеся распределением функций по проведению калибровки между калибровщиком и оператором.

В качестве пилотного проекта дистанционной калибровки был выбран измерительный комплекс КТСМ-02, предназначенный для измерения разности температуры элементов железнодорожного подвижного состава и температуры окружающего воздуха.

После успешной апробации пилотного проекта подтверждена техническая возможность осуществления и эффективность дистанционной калибровки следующих видов СИ:

- в области теплофизических величин – помимо комплексов КТСМ-02 манометров технических, преобразователей давления, термосопротивлений и термопар;
- в области геометрических величин – электронных путевых шаблонов «Нева-1» и электронных путевых шаблонов других типов;
- в области электротехнических и магнитных величин – щитовых электротехнических СИ, мультиметров цифровых.
- в области механических величин – вагонных весов.

Анализ особенностей рабочих СИ, применяемых в ОАО «РЖД» и рассмотренных ограничений, показал, что дистанционной калибровкой потенциально можно охватить до 60 % парка измерительной техники компании.

С целью расширения области применения дистанционной калибровки под руководством Департамента технической политики была разработана «Дорожная карта внедрения методов дистанционной (удаленной) калибровки средств измерений в ОАО «РЖД», которой предусмотрено поэтапное выполнение ряда организационных и технических мероприятий на период до конца 2023 года.

Хорошие результаты показала дистанционная поверка СИ, входящих в состав Безопасных локомотивных объединенных комплексов БЛОК и БЛОК-М, установленных на специальном самоходном подвижном составе (далее – ССПС) [24].

АО «НИИАС» проводит разработку средств метрологического обеспечения СИ, входящих в состав устройств безопасности. В качестве пилотного проекта прорабатывается возможность создания Комплекса поверочно-программно-аппаратного (далее – КППА) для дистанционной поверки СИ из состава устройств безопасности

БЛОК 29 и БЛОК-М, установленных на ССПС. Процесс метрологического обслуживания таких СИ в настоящее время осложнен периодическими регламентными работами и необходимостью доставки СИ на производственный участок региональной дирекции по ремонту тягового подвижного состава.

Применение КППА позволяет изменить существующую технологию процесса поверки СИ за счет организации поверки непосредственно в местах проведения технического обслуживания ССПС.

Применение промежуточной версии КППА позволит заменить 2 поверочных стенда. При этом ведется отработка новой схемы, при которой поверитель подключается к КППА удаленно, а сбор метрологических цепей и выполнение операций поверки в части внешнего осмотра и опробования проводятся обслуживающим персоналом под его контролем, в том числе без демонтажа СИ. Такая схема в будущем позволит обеспечить возможность реализации одновременной поверки нескольких СИ из состава устройств безопасности БЛОК/БЛОК-М, находящихся в разных местах дислокации и автоматизированную передачу результатов в Автоматизированную систему управления метрологическим обеспечением ОАО «РЖД».

По предварительным оценкам эффект от внедрения одного КППА составит около 0,5 млн. руб., при этом экономия средств от применения технологии дистанционной поверки составит 24 млн. руб.

5.2. Механизация и автоматизация процессов закрепления и заграждения подвижного состава в парках станции

АО «НИИАС» выступает в качестве экспертной организации и интегратора разработки отдельных устройств в систему автоматизации всего технологического процесса закрепления с рядом организаций:

- ОКБ «Электроавтоматика» в области разработки, внедрения и регламентирования технического обслуживания домкратовидных устройств закрепления подвижных составов;
- ЗАО Концерн «ТРАНСМАШ» в области разработки и технологии проектирования балочных устройств закрепления типа БЗУ-ДУ-СП2К, ЗУБР, ЗУБР весовой с увеличением удерживающей мощности и защитой от потери электроснабжения, а также устройств для определения физических параметров закрепления;
- ООО «РМЗ» в области разработки балочного устройства закрепления (заграждения) составов УЗС (ведутся работы по включению в опытную эксплуатацию УЗС на станции Бердяуш), позволяющей контролировать большое количество параметров, что позволяет более точно диагностировать устройство и снизить нагрузку на эксплуатационный штат при возникновении отказов. При отключении энергоснабжения УЗС также сохраняет последнее положение за счет конструкции упоров;
- АО НПЦ Промэлектроника в области разработки Комплекса технических средств автоматизированного закрепления подвижного состава на станционных путях КТС АЗС.



Одна из актуальных задач состоит в необходимости унификации системы позиционирования, контроля и управления устройствами закрепления, а также необходимо разрабатывать единые протоколы увязки устройств, что позволит функциональному заказчику производить закупку необходимого для конкретных условий эксплуатации оборудования.

Крайне важны работы, ведущиеся АО «НИИАС» в рамках доказательства безопасности систем закрепления. Важно понимать, что проблема обеспечения функциональной безопасности автоматических устройств закрепления должна приниматься во внимание на всех этапах разработки устройств, систем, технологий, а обеспечение требуемых показателей безопасности должно выполняться в том числе за счет непрерывной диагностики технических средств.

Учитывая формирование в настоящее время нескольких типов механизированных устройств закрепления [25,26], взаимодействующих с подвижным составом на разных принципах активизировать работы по формированию технических требований с указанием требуемых характеристик устройств закрепления и порядка работы с ними; разработке технологии проверки статических и динамических параметров устройств; разработке правил проектирования систем закрепления, в том числе с учетом запаса по мощности и удерживаемому усилию для обеспечения безопасности, а также разработке унифицированных систем позиционирования подвижного состава, контроля и управления устройствами закрепления и поиска технических решений для снижения стоимости эксплуатации устройств автоматизированного закрепления, в том числе, за счет комбинированного использования новых систем и внедренных устройств [27].

6. Сеть мобильного широкополосного доступа на МЦК. Пути решения текущих проблем. Перспективы дальнейшего развития

Автор: А.В. Шурдак. По материалам заседания НТС АО «НИИАС» от 15.03.2023. Секция 6. Системы телекоммуникаций и передачи данных (Вериго А.М., Шурдак А.В.)

В настоящее время на МЦК в рамках федерального проекта «Информационная инфраструктура» национальной программы «Цифровая экономика» развернута сеть мобильного широкополосного беспроводного доступа (МШБД) LTE диапазона 1785-1805 МГц, которая предполагается к передаче на баланс ОАО «РЖД».

Несмотря на то, что в целом сеть находится в удовлетворительном состоянии и обеспечивает покрытие 95% непосредственно МЦК с обеспечением скорости передачи данных 2 Мбит/с «вниз» и 1 Мбит/с «вверх», существуют проблемы с покрытием соединительных путей к депо «Андроновка» и «Подмосковная» и путевого развития непосредственно в депо. Для обеспечения беспилотного движения на МЦК полученная пропускная спо-

собность является недостаточной. На сегодняшний день требования к передаче со стороны бортовых устройств (вверх) определены на уровне 4 Мбит/с. Кроме того, необходимо обеспечение покрытия депо «Подмосковная» и «Андроновка», где производится отстой и техническое обслуживание поездов ЭС2Г.

Нетривиальной является задача обеспечения суммарной пропускной способности в депо с учетом скопления большого числа поездов и необходимости обеспечения их вывода из депо в беспилотном режиме, которая должна решаться дооснащением сети дополнительными базовыми станциями пониженной мощности и переходом из режима использования диапазона 1785-1805 МГц с разделением по 5 МГц на базовую станцию (БС) в режим использования всей доступной полосы 10 МГц на одной БС, что обеспечит повышение пропускной способности отдельного сектора, но неизбежно приведет к дополнительной внутрисистемной интерференции.

АО «НИИАС» по заказу ОАО «РЖД» выполнены работы по проектированию дооснащения сети МШБД на МЦК 40 базовыми станциями, которые должны снять ограничения пропускной способности. Основные проектные решения прошли экспертизу ЦУЭП, но необходимо обновление коммерческих предложений и прайс-листов.

Существующая сеть построена на оборудовании вендора Huawei (географически разнесенные 2 комплекта ядра сети и 22 двойных комплекта БС), оборудование которого в настоящее время к заказу в РФ недоступно. Для продолжения дооснащения сети необходимо проведение комплекса работ по обеспечению совместимости существующего оборудования с БС других вендоров, в первую очередь, отечественных. Есть Hytera (Китай) и ряд отечественных вендоров, но окончательного решения нет. На станции Бекасово-Сортировочное идут испытания в инициативном порядке, но необходимо вывести эти работы на договорные отношения, учитывая низкий интерес вендоров в силу специфичности требований ОАО «РЖД» к оборудованию и его характеристикам.

В связи с озвученными выше обстоятельствами требуется решения научная проблема использования имеющегося частотного ресурса [28-30]. На сегодня, в связи с тем, что существует требование необходимости обеспечения полного резервирования сети, была применена схема, когда на каждом сайте установлено по 2 базовые станции, использующие диапазон 10 МГц с разделением по 5 МГц. Используется перекрестное покрытие, которое обеспечивает покрытие половины спектра в каждой точке. Развитие системы беспилотного управления до уровня GOA4 привело к повышению требований этой системы к каналу передачи данных до 8 Мбит/с. Расчетные и подтвержденные испытаниями характеристики радиоканала обеспечивают только 1 Мбит/с «вверх», 2 Мбит/с «вниз». На практике в ходе испытаний режима 10 МГц и одной абонентской станции в зоне покрытия БС (практически идеальные условия) удалось получить скорость 9 Мбит/с.

Проект был выполнен, но остановлен по причине ухода вендора Huawei. Как следствие, во-первых, необходимо снять проблему моновендорности сети. Существуют два ядра сети, рассчитанных на сотни базовых станций, но на сегодняшний день гарантирована их работа >>>

только с оборудованием Huawei, то есть необходимо отработать техническое решение, обеспечивающее возможность подключения к этим двум ядрам базовых станций других производителей.

Во-вторых, необходимо (не останавливая работ по первому направлению, ввиду отставания на 3 года) продолжать работы по строительной части проекта, т.е. нужно вести эту работу в ОАО «РЖД» и поэтапно, не дожидаясь появления оборудования, строить антенно-мачтовые сооружения и готовить узлы связи.

Ещё одна проблема – отсутствие на поездах радиостанции LTE. В настоящее время существует возимая радиостанция передачи данных, разработанная ООО КБ «Пульсар-Телеком» (г. Пенза), которая поддерживает диапазон 1785-1805 МГц в инициативном порядке. Однако она представлена в состоянии «как есть», т.к. никаких специальных требований к ней со стороны ОАО «РЖД» не предъявлялось. Необходимо активизировать эту работу с включением ее в план НТР ОАО «РЖД», чтобы получить тот продукт, который необходим. Без этого внедрение инноваций в области цифровизации железнодорожного транспорта невозможно.

В настоящее время ведутся проработки в диапазоне 350-370 МГц, но нужно оборудование и соответствующее согласование. ЦСС совместно с АО «НИИАС» принято концептуальное решение о применении диапазона 1785-1805 МГц на станциях и уникальных объектах типа МЦК и МЦД, но в целом для перегонов технология не лучшая в связи с малыми зонами покрытия. Необходимо развивать диапазон 350-370 МГц для больших перегонов с зонами покрытия 7-8 км со скоростями 1-2 Мбит/с.

Таким образом, в целях научного обоснования корректировки проектной документации в части раздела РТ, обеспечения возможности продолжения работ по развертыванию сети LTE 1785-1805, внедрения технологии беспилотного управления поездами на МЦК и обеспечения функциональной безопасности железнодорожного транспорта в современных условиях необходима постановка и выполнение научно-исследовательской работы по теме: «Разработка технических решений по обеспечению интероперабельности радиоэлектронных средств различных производителей в системе мобильного широкополосного беспроводного доступа на МЦК и оптимизации использования радиочастотного ресурса».

7. О задачах внедрения мер обеспечения безопасности программного обеспечения

Автор: А.Г.Сабанов. По материалам заседания НТС АО «НИИАС» от 09.03.2023. Секция 8. Информационная и кибербезопасность (Сабанов А.Г., Безродный Б.Ф.)

В марте состоялось заседание секции №8 НТС АО «НИИАС» по вопросу «Варианты применения систем безопасности в проекте станции «Лужская»». Заслушаны доклады А.А. Галдина о разработке системы защиты информации для комплекса систем, реализующих техно-

логию «Автомашинист» для маневровых локомотивов и П.А. Попова о подходах к защите информации автоматизированной системы «Автомашинист».

Одним из важнейших выводов из состоявшегося обсуждения является понимание необходимости учета проблем безопасности и риск-ориентированного подхода, начиная с ранних стадий проектирования [31-34].

В научно-практическом плане в настоящее время первоочередная задача связана с внедрением мер обеспечения безопасности программного обеспечения (БПО). Действующие стандарты и нормативные документы ФСТЭК России, а также проекты стандартов в преломлении к внедрению ГОСТ Р 56939 [35] к разработке программного обеспечения поднимают ряд нерешенных научных и организационных проблем.

Одной из научных проблем является выработка критериев внедрения БПО на различных этапах внедрения. В нормативной базе имеются только показатели внедрения, а критерии необходимо вырабатывать применительно к каждой организации в зависимости от требований не только от федеральной, но и локальной нормативной базы, уровня внедрения системы качества ИСО 9000 и сложившихся бизнес-процессов производства программных продуктов для автоматизированных и информационных систем. На рабочей группе по внедрению БПО в рамках ОАО «РЖД» решено, что в организационном плане внедрение ГОСТ Р 56939 будет осуществляться в три этапа, причем первые два – по два года длительностью, параллельно с развитием услуг системы добровольной сертификации. На первом этапе будут приняты временные требования, на втором – усиленные, а на заключительном этапе – полный набор требований ГОСТ Р 56939.

Второй научной проблемой является обеспечение кибербезопасности МПСУ и возможности парирования недекларированных возможностей импортных процессоров, используемых в системах ЖАТ.

8. Развитие форм самообразования и научно-методического взаимодействия АО «НИИАС» с РАН и сторонними организациями

Автор: А.В.Бочков. По материалам заседаний НТС АО «НИИАС». Секция 7. Управление активами, надёжностью и рисками (Шубинский И.Б., Бочков А.В.)

В рамках развития образовательных проектов АО «НИИАС» в тестовом режиме проведена первая лекция проф., д.т.н. Шубинского И.Б. по теме: «Элементы теории вероятности и случайных процессов». Лекция включала рассмотрение следующих вопросов: случайные события; условные вероятности; полная вероятность; случайные величины; распределения и потоки; случайные процессы. Помимо основного теоретического материала были рассмотрены примеры решения основных практических инженерных и научных задач, использующих вероятностные методы. >>>

Цель курса – изучение вероятностных законов и закономерностей; формирование представления о содержательных инженерных и научных задачах, использующих вероятностные методы, а также навыков математического (вероятностного) моделирования; освоение методов расчета в задачах, связанных с вероятностными методами. Целевая аудитория: научные сотрудники института, аспиранты и соискатели степени кандидата наук. В лекции приняли участие сотрудники НИИАС и Ростовского филиала. В процессе обсуждения подняты вопросы развития такой формы повышения квалификации сотрудников института с привлечением ведущих специалистов института и сторонних профильных ВУЗов.

Проведено первое заседание научно-методологического семинара ИМАШ РАН – НИИАС с приглашением специалистов НИИАС, МИИТ, ИМАШ. Этот семинар возрождает традиционные в прошлом семинары МИИТ-НИИАС и расширяет его формат на вопросы управления активами АО «РЖД» и проблемы риск-анализа. Со стороны ИМАШ РАН в заседании принял участие акад. Н.А. Махутов. Семинар организован в рамках действующих соглашений о взаимодействии ОАО «РЖД» и РАН и призван способствовать свободному обмену мнениями и сближению позиций между представителями разных научных школ и направлений по широкому кругу вопросов, связанных с надежностью, безопасностью, функциональной безопасностью и надежностью, анализом рисков и управлением физическими активами железнодорожной отрасли.

Первое заседание было посвящено обсуждению вопросов единой терминологии в области анализа и оценки рисков.

Риск понимается разными исследователями то как событие, то как процесс. Такое различие в восприятии отчасти диктуется базовой теоретической подготовкой исследователя.

Например, воспринимать риск как событие предпочитают специалисты в области математической статистики и теории вероятностей, поскольку при таком подходе возможно применить богатый инструментарий, наработанный в данной области знаний для описания этого события в некотором пространстве состояний и получения количественной меры для последующего сравнения разных оценок. При этом подходе риск рассматривается с точки зрения вероятности возникновения самого события, и ожидаемого ущерба от этого события для рискующего субъекта. По сути, ожидаемый ущерб (то есть то, чем готов рискнуть субъект) уменьшается на долю, пропорциональную вероятности рискованного события. Самый наглядный пример такого подхода – страхование от часто повторяющихся несчастных случаев (например, дорожно-транспортных происшествий, распространенных заболеваний, отказов технических устройств и механизмов и т. п.). В этом случае исследователь имеет представительную статистику, которую он может обработать (проанализировать) и получить необходимые для оценки распределения и аналитические зависимости. Сюда же можно отнести попытки связать риск с неопределенностью. При этом снова вводятся понятие неопределенности, правила её моделирования и способы определения вероятности,

связанной с риском. Таким образом определяют вероятностное пространство, в котором работают с риском. При этом, утверждается, что оба понятия, неопределенность и вероятность, являются базовыми, а значит, никаких определений им дать невозможно. В основе любых подобных аксиоматических установок лежит теория множеств. В нем используется базовая концепция множества. Определения множества (как и любого другого базового понятия в любой теории) не существует. Множество может быть неофициально описано как набор объектов, обладающих некоторыми общими признаками (то есть понятие «множество» здесь выражается через понятие «набор»).

Специалисты же с базовой инженерной подготовкой, тяготеющие к прикладным математическим знаниям, рассматривают риск как процесс (в пределе – волновой процесс), который имеет точки максимума и минимума воздействия, при котором, соответственно, возможны явления резонанса (взаимного усиления или ослабления) разных факторов риска. При этом подходе риск рассматривается как мера недостижения поставленной рискующим субъектом цели, то есть оценкой качества организации целенаправленного процесса некоторой деятельности. Для реализации рискованного события необходимо наступление некоторого момента времени, так называемого «кайроса». В качестве примера можно привести задачу снятия оказавшегося в момент отлива на отмели большого судна. Мероприятия по его отводу на «большую воду» крайне затратны, если их начать проводить в момент отлива, но практически ничего не стоят, если знать про цикличность приливов и отливов и просто дождаться подходящего момента. Похожие события случаются нечасто и для адекватного реагирования на них необходим уже не анализ (поскольку часто анализировать почти нечего), а синтез риска. То есть, необходимо проанализировать всю известную о месте ожидаемого возникновения рискованного события, а также об объекте, который может подвергнуться риску, информацию, а затем выполнить синтез риска и оценить возможность достижения цели (которая будет заключаться в максимальном избегании риска).

То есть, риск в зависимости от совокупности факторов и особенностей самого объекта риска (и рискующего субъекта), проявляется двояко. И анализ, и оценку, необходимо выполнять с учетом этого дуализма, не подменяя один аппарат оценки другим. Слепой перенос вероятностного анализа на область синтеза риска приводит к катастрофическим последствиям (хотя, на близком горизонте планирования, он может давать приемлемые для рискующего субъекта оценки).

Главной проблемой технического регулирования рисков является отсутствие у научного сообщества единого понимания самого термина «риск». Дело в том, что если риск – это событие, то оно должно характеризоваться вероятностью возникновения в определенном месте в определенный момент времени и ожидаемыми последствиями (ущербом). Такой подход справедлив в теории надежности и системах массового обслуживания, страхования, где события отказа происходят достаточно часто при прогнозном фоне, близком к однородному. >>>

Современные прогностические модели, построенные на параметрах случайности влияния учитываемых предпосылок «среднестатистического» типа, без учета вероятности значительных отклонений приводят не к снижению, а к накоплению рискованных ситуаций и неэффективному управлению рисками.

В реальной же жизни не наблюдаются вероятностные распределения. Наблюдаются события. Поэтому, как правило, отсутствует информация о статистических параметрах — до тех пор, пока событие не произошло. Если взять ряд наблюдений, одним и тем же результатам может соответствовать множество статистических распределений, но каждое будет по-разному экстраполироваться вне того набора фактов, из которого оно выведено. Эта проблема реконструкции встает тем острее, чем большее количество теорий и распределений удастся «подверстать» под тот или иной набор данных, — особенно когда имеются нелинейные эффекты или неэкономное распределение. Гауссово распределение является экономным (так как определяется всего двумя параметрами). Однако добавление уровней возможных скачков, со своей вероятностью для каждого, открывает бесконечную перспективу для комбинирования параметров. Катастрофические события в статистику, как правило, не попадают, стало быть, основанные на подобных данных распределения заставляют наблюдателя переоценивать стабильность и недооценивать потенциальный риск и волатильность.

Не существует надежного способа просчитать низкую вероятность. Невозможно на основании известных данных оценить, насколько далеко от Гауссианы мы находимся. Например, мера, которая определяет «толщину хвостов», то есть роль редких событий, называется коэффициентом эксцесса. Часто бывает так, что после сорока лет ежедневных наблюдений, позволивших накопить десять тысяч единиц информации, одно-единственное наблюдение дает 90% эксцесса. Ошибка выборочного обследования слишком велика, чтобы делать хоть какие-то статистические умозаключения касательно того, насколько негауссовым является какой-то процесс. Иными словами: если пропущено одно-единственное число прогноз несостоятелен. Изменяемость коэффициента эксцесса говорит о том, что целый класс статистических величин следует полностью перечеркнуть. Соответственно все ссылки на «стандартное отклонение», «дисперсию», «минимальное квадратичное отклонение» и прочее не работают при прогнозировании редких событий. Малейшее отклонение в «хвостовой экспоненте», вызванное ошибкой в наблюдениях, влечет за собой минимум в десять раз большее отклонение в оценке вероятности. Практический вывод: в определенной области стараться не подвергать себя воздействию малых вероятностей, поскольку их попросту невозможно рассчитать.

Опасное заблуждение, что внедрение риск-ориентированного подхода само по себе способствует росту безопасности. Это не так! Цель его внедрения — достижение максимального состояния безопасности и защищенности персонала (уровня промышленной безопасности) при минимально возможном (с учетом опасности

не угадать) объеме контрольной деятельности и, соответственно, минимально возможных затратах на обеспечение требуемых уровней безопасности. То есть, например, риск в системе контроля оценивается не для аварий, а относительно ошибки выбора объектов контроля (опасности). Раньше проверяли 100%, а теперь, например, 20%, но «самых опасных». А риск возможных при этом катаклизмов и инцидентов мы принимаем, поскольку «верим», что не ошиблись. В конечном счете внедрение риск-ориентированного подхода влияет на затраты (их надо меньше), на нагрузку на эксплуатанта (его реже беспокоят), но не на безопасность. Риск-ориентированный подход — это послабление, а значит большая ответственность при выборе того, что действительно нужно контролировать. Опасность может стать даже выше, т.к. несовершенны существующие методики оценки риска и выбора объектов контроля! При этом, при сокращении объемов контроля существенно возрастает потребность в аналитике и мониторинге. Сам контроль становится больше аналитической работой, а не натурной. Эта задача в пределе аналогична задаче обеспечения надёжности технического устройства при малом числе испытаний. Это не одно и то же, что повышение безопасности этого устройства или предотвращённый ущерб от его отказа или аварии.

Рассуждения о двоякой природе риска приводят к восьми базовым концепциям, охватывающим современное представление о риске как об оценке события и оценке процесса.

ПЕРВАЯ ГРУППА — концепции, в которых риск характеризует событие:

- **риск, как относительная величина** (риск определяется как отношение вероятности исхода в группе, подвергшейся некоторому воздействию, к вероятности исхода в группе, не подвергавшейся данному воздействию) [36,37];
- **риск, как следствие наступления некоторого случайного события** из возможного семейства всех событий или совокупность возможного ущерба в некоторой стохастической ситуации и его вероятности (эта концепция охватывает так называемый частотный, статистический подход, наиболее часто применяемый к системам массового обслуживания, в страховании, теории надёжности и т.п.) [38,39];
- **риск, как критерий выбора решения** в «играх с природой» при неопределённости ответной реакции на выбранное решение (сюда относятся т.н. максиминная полезность Вальда (гарантированный результат, минимальный выигрыш) или минимаксное сожаление Сэвиджа (максимальный проигрыш), критерий Гурвица (коэффициент оптимизма)) [40];
- **риск, как байесовская оценка** (здесь вероятность рассматривается как степень доверия событию, которая может измениться, когда будет собрана новая информация, риск в данном случае — матожидание от дисперсии апостериорного распределения) [41].

ВТОРАЯ ГРУППА — концепции, описывающие риск, как волновой процесс: >>>

- **риск, как трудность достижения цели** (риск определяется через функционал, описывающий эволюцию системы на множестве заданных траекторий, являясь мерой оценки качества системы по отношению к требуемому для достижения цели качеству) [42,43];
- **риск, как мера оценки качества процесса** (риск – мера оценки степени несовпадения реального и эталонного процесса) [44,45];
- **риск, как анти-потенциал развития** (риски выступают как замедлители скорости воспроизводства всей системы) [46];
- **риск, как мера неупорядоченности** (риск оценивается как минимум суммарной несогласованности экспертных оценок (исходя из равноправия всех участников экспертизы) вариантов развития системы, измеренной в инверсиях переходов, необходимых для восстановления лексикографического порядка сравниваемых вариантов) [47].

Риск всегда является следствием нашего незнания, порождающего неопределённости разного рода в процессе принятия того или иного решения. Наука разработала рациональную модель принятия решений в условиях неопределенности, которая описывает разумное поведение индивида или группы, благодаря чему часто достигается успешное достижение поставленной цели. Важнейшее требование, которому также должно удовлетворять любое рациональное решение, заключается в том, чтобы все альтернативы выбора решения должны быть упорядочены соответствующим отношением предпочтения, которое обладает свойствами определенности, сравнимости и транзитивности. Хотя методы современной науки обеспечивают возможность все более точных предсказаний, а тем самым и преодоления рисков, тем не менее неопределенность остаётся неизбежным спутником человеческой деятельности. В этих условиях проблема оценки и прогнозирования риска приобретает особую актуальность. Поэтому к её решению должны быть привлечены не только традиционные вероятностно-статистические методы, но и новые способы исследования, возникшие в рамках синергетики, нелинейной динамики и теории неравновесных систем, а также экспертные методы.

Важно учитывать, что риск зависит от целевой функции объекта и именно синтез рисков в рамках представленных выше концепций призван эффективно решать такие задачи.

9. По материалам конференции «Функциональная безопасность сложных технических систем на основе машинного зрения и искусственного интеллекта»

(Москва, 17 марта 2023 г., в рамках выставки «Экспотехностраж»)

Функциональная безопасность является частью общей безопасности системы или части оборудования,

нацелена на аспекты безопасности, связанные с функционированием устройства или системы, и гарантирует, что устройство или система работают правильно в ответ на команды, которые они получают.

Концепцию функциональной безопасности можно представить как надёжность работы систем, устройств и средств, обеспечивающих снижение рисков в производственных процессах для безопасности людей и предприятий в целом. Если система автоматизированного контроля, отвечающая за функциональную безопасность, диагностирует критическое или аварийное состояние технологического процесса, то она формирует управляющее воздействие в соответствии с заложенным алгоритмом для предотвращения угрозы. В зависимости от уровня риска определяются меры для его снижения. Меры снижения риска разделяют на соответствующие уровни: уровень эффективности защиты (PL) или уровень полноты безопасности (SIL).

Требования к устройствам управления систем безопасности подробно описаны в специальных стандартах ГОСТ ISO 13849-1 и ГОСТ Р МЭК 61508/61511/62061, а также в большом числе отраслевых стандартов и руководств. Серия стандартов ГОСТ Р МЭК 61508 (IEC 61508) является базовой для Российских стандартов, определяющих порядок разработки устройств, к которым предъявляются требования функциональной безопасности. Как известно, при разработке устройств, связанных с функциональной безопасностью, существуют отраслевые стандарты, регламентирующие порядок разработки (для железных дорог таковыми являются ГОСТ Р 52980-2015 «Требования к ПО», ГОСТ Р 34012-2016 «Общие требования к аппаратуре ЖД» и т.д.).

17 марта 2023 года на выставке «Экспотехностраж» в рамках Выставки передовых технологий обеспечения безопасности личности, общества и государства «ЭКСПОТЕХНОСТРАЖ. День передовых технологий» состоялась научная конференция «Функциональная безопасность сложных технических систем на основе машинного зрения и искусственного интеллекта». Спикеры обсудили безопасность сложных технических систем, которые оборудованы системами MV для автоматизации управления.

Замена функций человека на производстве — это следующий шаг технического прогресса. В традиционных отраслях промышленности исключение человеческого фактора повысит эффективность. А на опасных и вредных производствах замена сделает работу человека безопаснее. Главная проблема — это проверить и доказать, что системам с искусственным интеллектом можно доверять, что их логика понятна и предсказуема.

На научной конференции «Функциональная безопасность сложных технических систем на основе машинного зрения и искусственного интеллекта» от МНОЦ «Безопасность и надёжность критических цифровых технологий» Университета ИТМО и АО «НИИАС» спикеры обсудили

- международный опыт решения задач функциональной безопасности сложных технических систем на основе машинного зрения и искусственного интеллекта;
- безопасность беспилотных транспортных средств, комплексный подход на основе функциональной и информационной безопасности;



- риски применения систем машинного зрения и искусственного интеллекта на объектах повышенной опасности;
- требования к датчикам и сенсорам с учетом условий эксплуатации и норм безопасности;
- схемы резервирования и алгоритмы комплексирования данных для повышения уровня отказоустойчивости, надежности и безопасности;
- оценка степени влияния программных методов и нейронных сетей на функциональную безопасность сложных технических систем;
- мониторинг и диагностика состояния беспилотных транспортных средств в соответствии с уровнями полноты безопасности программно-управляемых систем;
- стандартизация требований к функциям безопасности сложных технических систем на основе машинного зрения и искусственного интеллекта;
- доказательства (обоснования), аудит и оценка функциональной безопасности сложных технических систем на основе машинного зрения и искусственного интеллекта;
- функциональная безопасность и «Индустрия 4.0». Цифровые двойники и симуляторы.

На конференцию были представлены доклады:

1. Шубинский И.Б., Генеральный директор ЗАО «ИБ-Транс». Тема: Общие подходы к обоснованию безопасности интеллектуальных систем.
2. Попов П.А., Заместитель генерального директора – Директор Санкт-Петербургского филиала АО «НИИАС». Тема: Функциональная безопасность сложных технических систем на железнодорожном транспорте.
3. Кировский О.М., ведущий инженер, ООО «СЕЙФЕТИ КОНСАЛТ». Тема: Опыт валидации функций высокоавтоматизированного транспортного средства.
4. Строева Е.Н., ассистент; Тонких А.А., магистр, кафедры «Информационная безопасность», ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова. Тема: Методы формальной верификации нейронных сетей и перспективы их применения в системах автономного управления поездами.
5. Илюшин А.М., ведущий инженер Центра интеллектуальных систем, ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». Тема: Требования функциональной безопасности при оценке соответствия автоматизированных систем вождения в автотранспортной отрасли.

Модератор конференции – П.А. Попов, заместитель генерального директора АО «НИИАС» анонсировал проведение до сентября 2023 года эксперимента, запланированного в рамках работы над системой машинного зрения, которая сможет автоматически фиксировать препятствия на железнодорожных путях. В ходе эксперимента будет сравниваться внимательность машинистов поездов и «внимательность» автоматической системы технического зрения.

Как отметил Павел Попов, в ОАО «РЖД» уже есть группа из 10 машинистов, заинтересованных в тестах. Испытания будут проводиться на полигоне Щербино. Как рассказал эксперт, уже сегодня в неформальных наблюдениях результаты машины и человека сопоставимы с точки зрения дальности восприятия препятствий. Для реализации этой системы используется ИИ, который, по мнению Павла Попова, стал «ключом к пониманию данных сенсоров». А наиболее актуальной проблемой разработки является бесконечное количество сценариев положения дел на путях, которые нужно вложить в систему, чтобы она правильно отреагировала. На текущем этапе в рамках тестов исследователи фиксировали ситуацию, когда система видела не существующее в реальности препятствие, но, чуть притормозив и подъехав поближе, распознавала ошибку. ■

Список литературы

1. Логистика интервального регулирования движения поездов / П. В. Куренков, А. А. Шатохин, Е. Н. Розенберг, С. А. Филипченко // Рынок транспортных услуг (проблемы повышения эффективности). – 2020. – № 1(13). – С. 130-139. – EDN KNUNZA.
2. Автономное движение – отечественный и зарубежный опыт / А. И. Долгий, Е. Н. Розенберг, А. В. Озеров [и др.] // Автоматика, связь, информатика. – 2022. – № 12. – С. 14-16. – DOI 10.34649/AT.2022.12.12.002. – EDN FALVXQ.
3. Шубинский, И. Б. К оценке безопасности системы автоведения поездов / И. Б. Шубинский, Х. Шебе, Е. Н. Розенберг // Надежность – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 31-37. – DOI 10.21683/1729-2646-2021-21-4-31-37. – EDN BSJTJL.
4. Методика определения пропускной и провозной способностей инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования. Утв. приказом Минтранса России от 18.07.2018 № 266.
5. Патент № 2788769 С1 Российская Федерация, МПК В61L 27/04. Система для формирования стратегии планирования пропуска поездов через железнодорожный полигон с учетом планирования "окон": № 2022130028 : заявл. 18.11.2022: опубл. 24.01.2023 / И. Р. Гургенидзе, Ю. Д. Железняк, Р. Т. Идиатулин [и др.]; заявитель Акционерное общество "Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте". – EDN ZAVUBX.
6. Патент № 2780240 С1 Российская Федерация, МПК В61L 17/00. Система поддержки принятия решений для оперативно-диспетчерского и эксплуатационного персонала на железнодорожном транспорте: № 2022107606: заявл. 23.03.2022: опубл. 21.09.2022 / А. И. Васекин, А. В. Вуколов, И. Р. Гургенидзе [и др.]; заявитель Акционерное общество "Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте". – EDN AWFXLW.
7. Розенберг, И. Н. Создание АСУ УРРАН / И. Н. Розенберг, А. М. Замышляев, С. В. Калинин // Железнодорожный транспорт. – 2012. – № 10. – С. 41-44.
8. Замышляев, А. М. Прикладные информационные системы управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте / А. М. Замышляев. – Ульяновск: Областная типография «Печатный двор» – 2013. – 143 с.
9. Попов, П. А. Разработка системы управления электропоездами в автоматическом режиме / П. А. Попов // Труды АО "НИИАС" : Сборник статей. Том 1. Выпуск 11. – Москва: Типография АО "Т 8 Издательские Технологии", 2021. – С. 86-89. – EDN DCEZNE.
10. Попов, П. А. Переход к беспилотным поездам текущие вызовы и пути решения / П. А. Попов, С. В. Кудряшов // Автоматика, связь, информатика. – 2021. – № 11. – С. 18-20. – DOI 10.34649/AT.2021.11.11.005. – EDN MNDPKK.
11. Патент № 2766936 С1 Российская Федерация, МПК В61L 25/04. Устройство контроля за управлением локомотивом и бдительностью машиниста : № 2021130361 : заявл. 19.10.2021 : опубл. 16.03.2022 / А. И. Долгий, М. Г. Лысиков, А. В. Озеров [и др.]; заявитель Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте». – EDN WNXPHK.
12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022685972 Российская Федерация. Бортовая система технического зрения. Подсистема диагностики и связи : № 2022686341 : заявл. 30.12.2022 : опубл. 30.12.2022 / А. Е. Хатламаджиян, П. А. Попов, Е. С. Чеботарев, А. А. Катаенко ; заявитель Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте». – EDN KFPDIT.
13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022685970 Российская Федерация. Бортовая система технического зрения. Подсистема позиционирования и электронных карт : № 2022686339 : заявл. 30.12.2022 : опубл. 30.12.2022 / А. Е. Хатламаджиян, П. А. Попов, Е. С. Чеботарев, А. А. Катаенко ; заявитель Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте». – EDN AVUCCS.
14. Розенберг, Е. Н. Европейская практика инновационного развития в области автоматизации управления движением поездов / Е. Н. Розенберг, А. В. Озеров // Интеллектуальные транспортные системы: материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 26 мая 2022 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2022. – С. 278-284. – EDN TNELBJ.
15. Петренко, К. К. Искусственный интеллект как решение прогностических проблем на железнодорожном транспорте на примере компании ОАО "РЖД". Национальная ассоциация ученых, № 1 (27-28), 2017. – С. 41-43.
16. Сабиров, Н. З. Перспективы применения искусственного интеллекта на железнодорожном транспорте / Н. З. Сабиров, Ш. К. Валиев, Р. Ш. Валиев // Инновационный транспорт. – 2022. – № 2(44). – С. 20-23. – DOI 10.20291/2311-164X-2022-2-20-23. – EDN GIWXMФ.
17. Возможности использования спутниковых технологий для мониторинга железнодорожной инфраструктуры / И. Н. Розенберг, Е. А. Лупян, М. М. Железнов, А. С. Василейский // Ренессанс железных дорог: фундаментальные научные исследования и прорывные инновации / Объединенный ученый совет ОАО "РЖД". – Ногинск : Аналитика Родис, 2015. – С. 97-112. – EDN WGCWJD.
18. Духин, С. В. Возможности применения спутникового дистанционного зондирования в системе геотехнического мониторинга железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона / С. В. Духин, А. С. Василейский // Труды АО "НИИАС" : Сборник статей. Том 2. Выпуск 11. – Москва : Типография АО "Т 8 Издательские Технологии", 2021. – С. 137-155. – EDN HMNQPA.
19. Павловский, А. А. Требования к характеристикам пространственно-временной информации, используемой для автоматизации бизнес-процессов ОАО «РЖД» / А. А. Павловский, С. В. Духин, Н. А. Духина // Труды АО "НИИАС" : Сборник статей. Том 2. Выпуск 11. – Москва : Типография АО "Т 8 Издательские Технологии", 2021. – С. 156-165. – EDN QOHNYW.
20. Павловский, А. А. Геоинформационные и спутниковые технологии железнодорожного транспорта. Единая база геоданных / А. А. Павловский, С. В. Духин, Н. А. Духина // Железнодорожный транспорт – 2021. – № 12. – С. 43-48. – EDN WGDFNX.
21. ГОСТ Р 52440-2005. Национальный стандарт Российской Федерации. Модели местности цифровые. Общие требования.
22. СП 333.1325800.2020. Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла.
23. ГОСТ Р 8.654-2015. Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения. >>>

24. Комплексные системы диагностирования грузового подвижного состава / А. Е. Хатламаджиян, В. В. Шаповалов, В. В. Кудюкин, А. С. Зенько // Труды АО "НИИАС" : Сборник статей. Том 1. Выпуск 11. – Москва : Типография АО "Т 8 Издательские Технологии", 2021. – С. 108-117. – EDN SIASZE.
25. Оленцевич, В. А. Современные устройства механизированного закрепления подвижного состава / В. А. Оленцевич // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2022. – № 9. – С. 191-192. – EDN QHONTR.
26. Петров, А. С. Современные устройства и технологии обеспечения безопасности движения на сортировочной станции при закреплении подвижного состава / А. С. Петров, А. Д. Обухов // Актуальные проблемы развития транспорта : материалы III Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 29 января 2016 года / Федеральное агентство железнодорожного транспорта; Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, Нижегородский филиал. – Нижний Новгород: ООО "Стимул-СТ", 2016. – С. 21-25. – EDN VWSYQN.
27. Патент № 2788208 С1 Российская Федерация, МПК В61L 25/00, В61К 7/02. Система для позиционирования железнодорожного подвижного состава при закреплении механизированными устройствами : № 2022124235: заявл. 13.09.2022 : опубл. 17.01.2023 / А. И. Долгий, К. И. Корниенко, И. А. Ольгейзер [и др.]; заявитель Акционерное общество "Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте". – EDN POUIUO.
28. Гузеватая, А. А. О проблемах обеспечения широкополосного доступа / А. А. Гузеватая, И. Я. Львович // Проблемы развития современного общества: Сборник научных статей 8-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 4-х томах, Курск, 19–20 января 2023 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 236–238. – EDN RLIWUI.
29. Андриевская, И. С. Исследование систем обеспечения широкополосного доступа к сети интернет в поездах дальнего следования / И. С. Андриевская, А. В. Бондаренко, П. С. Демидов // Научно-практические исследования. – 2019. – № 7-4(22). – С. 13-15. – EDN EBJVIE.
30. Дорошин, Н. Р. Преимущества и недостатки системы широкополосного доступа McWiLL / Н. Р. Дорошин // Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем: сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции, Г. МОСКВА, РОССИЯ, 13–17 ноября 2017 года / Московский технологический университет (МИРЭА). Том Часть 1. – г. Москва, Россия: Московский технологический университет (МИРЭА), 2017. – С. 175-178. – EDN YNRJVV.
31. Сабанов, А. Г. Методика идентификации рисков процессов аутентификации / А. Г. Сабанов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2013. – № 4(30). – С. 136-141. – EDN RWDYUN.
32. Сабанов, А. Г. Метод анализа технологических рисков первичной идентификации субъектов доступа / А. Г. Сабанов, И. Б. Шубинский // Защита информации. Инсайд. – 2020. – № 3(93). – С. 57-61. – EDN XСMTMT.
33. Гапанович, В. А., Шубинский, И. Б., Замышляев, А. М. Построение и использование матриц рисков в системе управления рисками на железнодорожном транспорте // Надежность. – 2011. – № 4. – С. 56-68. EDN: OQNQGJ.
34. Сабанов, А. Г. Концепция предварительного анализа рисков первичной идентификации субъектов доступа // Защита информации. Инсайд. – 2020. – № 2. – С. 2-7.
35. ГОСТ Р 56939-2016. Защита информации. Разработка безопасного программного обеспечения. Общие требования.
36. Dimitrov, V. The Axioms in My Understanding from Many Years of Experience. *Axioms* 2021, 10, 176. <https://doi.org/10.3390/axioms10030176>.
37. Sistrom CL, Garvan CW (январь 2004 г.). «Пропорции, шансы и риск». *Радиология*. 230(1): 12–9. doi:10.1148/радиол.2301031028. PMID 14695382.
38. Королёв, В. Ю., Бенинг, В. Е., Шоргин, С. Я. Математические основы теории риска: Учебн. пособ. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2007. – 544 с. – ISBN 978-5-9221-0782-2.
39. Рыков, В. В., Иткин, В. Ю. Надёжность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 192 с. – (Высшее образование).
40. Жуковский, В. И., Жуковская, Л. В. Риск в многокритериальных и конфликтных системах при неопределённости / под ред. В.С. Молостова. Изд. 2-е. М.: Издательство ЛКИ, 2010. – 272 с.
41. Nozer D. Singpurwalla, *Reliability and Risk A Bayesian Perspective*, Wiley and Sons (2007), ISBN: 978-0-470-06034-6, November 2007. – 400 Pages.
42. Руссман, И. Б., Бермант, М. А. О проблеме оценки качества. Журнал "Экономика и математические методы", №4, 1978, С. 691-699.
43. Руссман, И. Б., Гайдай, А. А. Непрерывный контроль процесса достижения цели. "Управление большими системами". Сборник трудов института проблем управления РАН, Выпуск 7, Москва, 2004, С. 106-113.
44. Bochkov, A.V. Hazard and Risk Assessment and Mitigation for Objects of Critical Infrastructure, pp. 57-135. In: Ram M., Davim J. (eds) *Diagnostic Techniques in Industrial Engineering. Management and Industrial Engineering*. Springer, Cham, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-319-65497-3_3, Publisher Name: Springer, Cham. – 2017. ISBN 978-3-319-65496-6. – 247 p.
45. Бочков Александр Владимирович. Методология обеспечения безопасности функционирования и устойчивости Единой системы газоснабжения в чрезвычайных ситуациях: диссертация ... доктора Технические наук: 05.26.02 / Бочков Александр Владимирович; [Место защиты: ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ»], 2019.
46. Zhigirev, N.; Bochkov, A.; Kuzmina, N.; Ridley, A. Introducing a Novel Method for Smart Expansive Systems' Operation Risk Synthesis. *Mathematics* 2022, 10, 427. <https://doi.org/10.3390/math10030427>.
47. A. Bochkov, N. Zhigirev, A. Kuzminova. Inversion Method of Consistency Measure Estimation Expert Opinions // *Reliability: Theory & Applications*, vol. 17, no. 3 (69), 2022, pp. 242-252. doi:10.24412/1932-2321-2022-369-242-252.