



Безопасные железные дороги

(рецензия на монографию «Функциональная безопасность систем управления на железнодорожном транспорте»)



Дмитрий ЕФАНОВ

Дмитрий Викторович Ефанов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ Петра Великого), Санкт-Петербург, Россия.

Научно-исследовательский и проектный институт транспортной и строительной безопасности, Санкт-Петербург, Россия.

Российский университет транспорта, Москва, Россия.

Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан.

✉ TrES-4b@yandex.ru.

АННОТАЦИЯ

Шубинский И. Б., Розенберг Е. Н. Функциональная безопасность систем управления на железнодорожном транспорте: Монография. – М.: Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 360 с. ISBN 978-5-9729-1553-8.

Обеспечение безопасности – одно из главных условий существования человечества. Поэтому понятие «безопасности» находится в фокусе внимания различных сфер деятельности, начиная от сельского хозяйства, медицины и заканчивая космосом. При этом трактовка понятия «безопасности» до настоящего времени неоднозначна. Теория и практика «функциональной безопасности» наибольшее развитие получила в настоящее время в атомной промышленности и на железнодорожном транспорте. На железнодорожном транспорте в области функциональной безопасности создана серия европейских (CEN), международных (IEC), межгосударственных (ГОСТ), национальных (ГОСТ Р) стандартов. В них основное внимание уделяется аппаратно-программным системам управления.

В монографии Игоря Шубинского и Ефима Розенберга «Функциональная безопасность систем управления на железнодорожном транспорте» представлен широкий спектр вопросов функциональной безопасности – от научных основ (понятий, постулатов, принципов) до методов и способов обеспечения безопасности технических средств и программного обеспечения систем управления на железнодорожном транспорте, включая прогрессивные методы обеспечения безопасности с помощью виртуальных каналов и цифровых двойников.

Монография представляет интерес для научных работников, специалистов железнодорожной отрасли, связанных с процессами управления, профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов вузов железнодорожного транспорта. Может быть полезна учёным и специалистам других областей промышленности и транспорта, связанным с проблемами функциональной безопасности и надёжности систем и объектов управления.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, функциональная безопасность систем управления, методы обеспечения безопасности, виртуальные каналы, цифровые двойники, искусственный интеллект.

Для цитирования: Ефанов Д. В. Безопасные железные дороги // Мир транспорта. 2023. Т. 21. № 6 (109). С. 160–162. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2023-21-6-18>.

Полный текст статьи-рецензии на английском языке публикуется во второй части данного выпуска.
The full text of the review article in English is published in the second part of the issue.

Вопросы функциональной безопасности систем управления в промышленности и на транспорте первостепенны. С развитием интеллектуальных технологий управления и появлением новейших средств автоматизации они приобретают более сложную форму, а ответы и последующие решения становятся основой безопасности разрабатываемых систем критического применения. Анализ научных публикаций в сфере транспорта подчеркивает актуальность исследования методов реализации функционально безопасных систем управления, в том числе, в сегменте железнодорожного транспорта.

Если принципы реализации функционально безопасных систем управления на релейной элементной базе просты и понятны и основаны на использовании неконтролируемых реле (в простонародье – реле первого класса надежности) в ответственных цепях и кабельных сетях для управления распределенными объектами, то с применением устройств и систем, реализованных с использованием микроэлектронных средств, на программируемой элементной базе, имеющих и аппаратные, и программные компоненты, наделяемых искусственным интеллектом и использующих беспроводные тракты передачи управляющей и диагностической информации, увязываемых с периферийными системами мониторинга в комплексные системы управления движением возникают колоссальные проблемы в обеспечении высоких показателей надёжности и безопасности их функционирования.

Представленная читателю монография под названием «Функциональная безопасность систем управления на железнодорожном транспорте» [1], написанная весьма известными в отрасли учёными, докторами технических наук, профессорами Игорем Борисовичем Шубинским и Ефимом Наумовичем Розенбергом является по истине фундаментальной работой, обобщающей ключевые исследования, как соавторов книги, так и других известных исследователей и учёных в сфере реализации надежных и безопасных систем управления на железнодорожном транспорте. Данная монография – это, вообще, именно та книга, которая должна встать в один ряд на книжной полке с трудами таких мэтров теории синтеза надежных и безопасных систем управления на железнодорожном транспорте, как докторов технических наук, профессоров Валерия Владимировича Сапожникова, Владимира Владимировича Сапожникова и Виктора Михайловича Лисенкова. Выделим четыре отдельные их монографии [2–5], два учебных пособия [6; 7] и фундаментальный обзор [8]. Надо сказать, что, судя по всему, сегодня мы имеем три основных ответвления и, соответственно тому, три ключевые научные школы в направлении надёжности и функциональной

безопасности систем управления на железнодорожном транспорте – профессоров Сапожниковых (исследования в их научной школе в большей мере были сосредоточены на развитии методов обеспечения аппаратной надёжности и безопасности и синтезе контролепригодных, самопроверяемых и отказоустойчивых устройств), профессора Лисенкова (исследования в его научной школе касались вопросов статистической теории безопасности движения поездов и теоретических основ построения безопасных микроэлектронных систем управления) и профессоров Шубинского и Розенберга (в их работах представлена теория функциональной безопасности систем управления, методы и способы обеспечения надёжности и безопасности аппаратно-программных средств, в том числе, затрагиваются более современные вопросы применения технического зрения, виртуальных каналов обработки информации, цифровых двойников и искусственного интеллекта).

Обратим внимание на суть рецензируемой монографии, включающей в себя семь основных разделов, посвящённых таким вопросам:

1. Основные понятия, постулаты и принципы функциональной безопасности на железнодорожном транспорте.

2. Графовые методы определения показателей функциональной безопасности и надёжности систем управления на железнодорожном транспорте.

3. Модели функциональной безопасности систем управления на железнодорожном транспорте.

4. Принципы построения функционально безопасных устройств.

5. Обеспечение функциональной безопасности программных средств.

6. Методы и технологии создания функционально безопасных систем.

7. Подтверждение соответствия требованиям безопасности систем управления.

Особый интерес у читателей, знакомых с предметной областью монографии, вызовут материалы, посвящённые строгому и приближенному графовому полумарковскому методу моментов, графовому полумарковскому методу определения показателей функциональной безопасности на основе операторных преобразований, алгоритмам расчёта показателей надёжности и безопасности систем графовыми методами, моделям функциональной безопасности резервированных систем, методам обеспечения функциональной безопасности программных компонентов, а также вопросам практического характера применения разработанных авторами принципов для описания функционально безопасных систем с применением технического зрения, виртуальных каналов обработки данных, цифровых двойников и искусственного интеллекта.



Авторами книги не только систематизированы и обогащены знания в области разработки, сертификации и эксплуатации надёжных и функционально безопасных систем управления на железнодорожном транспорте, но и созданы строгие и приближенные методы расчета и прогнозирования показателей функциональной безопасности, с помощью которых им удалось исследовать модели сложных систем управления на железнодорожном транспорте.

Следует отметить, что в представленной монографии авторы сосредоточили свое внимание на анализе функциональной безопасности отдельных систем, например управления движением локомотива с помощью виртуального канала обработки информации, систем с цифровым двойником, систем беспилотного управления и т. п. Однако в настоящее время активно развиваются и комплексные системы управления, в которых каждая из рассмотренных авторами систем является подсистемой. Данные об их работе дополняются внешними системами периодического и стационарного мониторинга, а информационные потоки также направляются на уровень организации, планирования и управления перевозками для оптимизации всех протекающих процессов. В качестве примера таких разрабатываемых систем можно обратить внимание на автоматизированную комплексную систему управления движением поездов в метрополитенах [9]. Кроме того, в настоящее время назрела необходимость разработки функционально безопасных и тесно интегрируемых с системами обеспечения безопасного движения поездов систем стационарного мониторинга объектов железнодорожной инфраструктуры, от работы которых также зависит безопасность перевозочного процесса [10; 11]. Вопросы надёжности и функциональной безопасности таких комплексных систем управления также крайне интересны читателю, а их изучение, по всей видимости, дело уже ближайшего будущего в предметной области рассматриваемой монографии.

Книга «Функциональная безопасность систем управления на железнодорожном транспорте», безусловно, должна быть рекомендована к прочтению любым специалистом в сфере систем управления движением поездов, будь то зарождающийся инженер путей сообщения, разработ-

чик, исследователь или специалист «со стажем». Материалы же книги являются базовыми для специалиста в сфере систем безопасного управления движением поездов и должны рассматриваться в современных лекционных и практических курсах университетов для студентов, аспирантов и инженеров, повышающих свою квалификацию.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шубинский И. Б., Розенберг Е. Н. Функциональная безопасность систем управления на железнодорожном транспорте. – М.: Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 360 с. ISBN 978-5-9729-1553-8.
2. Лисенков В. М. Статистическая теория безопасности движения поездов. – М.: ВИНТИ РАН, 1999. – 331 с. ISBN 5-900242-29-3.
3. Сапожников В. В., Сапожников Вл. В., Христов Х. А., Гавзов Д. В. Методы построения безопасных микроэлектронных систем железнодорожной автоматики. – Под ред. Вл. В. Сапожникова. – М.: Транспорт, 1995. – 272 с. ISBN 5-277-01690-2.
4. Сапожников В. В., Сапожников Вл. В., Талалаев В. И. [и др.]. Сертификация и доказательство безопасности систем железнодорожной автоматики: Под редакцией Вл. В. Сапожникова. – М.: Транспорт, 1997. – 288 с. ISBN 5-277-02000-4.
5. Сапожников Вл. В. Синтез систем управления движением поездов на железнодорожных станциях с исключением опасных отказов. – М.: Наука, 2021. – 229 с. ISBN 978-5-02-040877-7.
6. Сапожников В. В., Шаманов В. И., Сапожников Вл. В. Надёжность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. – М.: Маршрут, 2003. – 261 с. ISBN 5-89035-119-2.
7. Сапожников В. В., Сапожников Вл. В. Основы технической диагностики. – М.: Маршрут, 2004. – 318 с. ISBN 5-89035-123-0.
8. Гавзов Д. В., Сапожников В. В., Сапожников Вл. В. Методы обеспечения безопасности дискретных систем // Автоматика и телемеханика. – 1994. – № 8. – С. 3–50. EDN: YZNRGT.
9. Аверченко Е. О., Баранов Л. А., Шевченко М. А. Функциональная структура комплекса систем управления движением поездов метрополитена // Автоматика на транспорте. – 2021. – Т. 7. – № 3. – С. 343–361. DOI: 10.20295/2412-9186-2021-7-3-343-361.
10. Ефанов Д. В., Хорошев В. В., Осадчий Г. В. Концептуальные основы синтеза безопасных систем управления движением поездов // Мир транспорта. – 2022. – Т. 20. – № 3 (100). – С. 50–57. DOI: 10.30932/1992-3252-2022-20-3-6.
11. Ефанов Д. В., Михайлюта Е. М. Управление надёжностью и безопасностью перевозочного процесса с применением систем непрерывного мониторинга объектов железнодорожной инфраструктуры // Мир транспорта. 2023. – Т. 21. – № 2 (105). – С. 84–94. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2023-21-2-10>. ●

Информация об авторе:

Ефанов Дмитрий Викторович – доктор технических наук, профессор, действительный член Международной Академии транспорта, член Института инженеров электротехники и электроники; профессор Высшей школы транспорта Института машиностроения, материалов и транспорта Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ Петра Великого); заместитель генерального директора по научно-исследовательской работе «Научно-исследовательский и проектный институт «Транспортной и строительной безопасности» (ООО «НИПИ «ТрансСтройБезопасность»), Санкт-Петербург, Россия; профессор кафедры автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте Российского университета транспорта, Москва, Россия; профессор кафедры автоматики и телемеханики Ташкентского государственного транспортного университета, Ташкент, Узбекистан, TrES-4b@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 30.11.2023, принята к публикации 23.12.2023.