



Обзор книги «Синтез систем управления движением поездов на железнодорожных станциях с исключением опасных отказов»



Дмитрий ЕФАНОВ

Дмитрий Викторович Ефанов

Российский университет транспорта, Москва, Россия.

✉ TrES-4b@yandex.ru.

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.

В статье даётся короткая рецензия на только что вышедшую книгу профессора Вл. В. Сапожникова «Синтез систем управления движением поездов на железнодорожных станциях с исключением опасных отказов».

В книге рассмотрены основы синтеза безопасных систем управления движением поездов на железнодорожных станциях. Системы управления на этапе абстрактного синтеза представляются в виде совокупности множества

конечных автоматов, при реализации которых исключаются условия возникновения опасных отказов и, соответственно, возникновения катастрофических нарушений в работе, вызывающих угрозы пассажирам и перевозимым грузам.

Рекомендуется для разработчиков систем управления ответственными технологическими процессами, систем автоматизированного проектирования, тестирования, технического диагностирования и мониторинга устройств автоматизации на транспорте и в промышленности, а также студентов, аспирантов, преподавателей, инженеров, специалистов в сфере синтеза систем управления.

Ключевые слова: управление движением поездов, железнодорожные станции, отказы, синтез систем управления.

Для цитирования: Ефанов Д. В. Обзор книги «Синтез систем управления движением поездов на железнодорожных станциях с исключением опасных отказов» // Мир транспорта. 2021. Т. 19. № 5 (96). С. 122–124. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-5-16>.

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

Проблемам построения безопасных систем управления на транспорте и в промышленности посвящено большое количество работ, опубликованных с момента зарождения методов их синтеза как на релейной, так и на микроэлектронной и микропроцессорной основах до настоящего времени. Техника и элементная база постоянно совершенствуются, двигаясь соразмерно научно-техническому прогрессу. Меняются и компоненты, и методы реализации устройств на них, уменьшаются их габариты, снижаются пороги срабатывания элементов и т.д. Те крупные устройства, которые полвека назад выполняли простейшие операции включения или выключения объектов управления, заменяются устройствами, которые порой трудно различить невооруженным взглядом. Человечество переходит от реализации малофункциональных устройств к многофункциональным, способным размещаться в пространстве минимального объёма. Следует подчеркнуть эффект от прогресса в области, например, микроэлектроники: движением поездов на железнодорожной станции вполне может управлять современный смартфон взамен целой установки электрической централизации. Другой вопрос, это, конечно, обеспечение надёжного и безопасного выполнения алгоритмов управления с помощью миниатюрной техники!

Осенью 2021 года вышла в свет уникальная по своему наполнению книга, написанная нашим соотечественником и крупным учёным в области железнодорожной автоматики и телемеханики, заслуженным деятелем науки РФ, доктором технических наук, профессором Владимиром Владимировичем Сапожниковым (рис. 1), внёсшим колоссальный по своим масштабам вклад в развитие методов синтеза надёжных и безопасных систем управления на транспорте. Книга получила название «Синтез систем управления движением поездов на железнодорожных станциях с исключением опасных отказов» (рис. 2) и охватывает фундаментальные основы абстрактного и структурного синтеза систем управления движением поездов на железнодорожных станциях.

Необходимо отметить, что в большом количестве стран железнодорожные сети раздроблены на станции и перегоны. На станциях, в отличие от перегонов, имеется путевое развитие, уложены железнодорожные стрелки и выполняются все основные операции с вагонами, локомотивами, поездами. Именно поэтому наиболее важным вопросом является организация управления движением по станции. На перегоне этот процесс к настоящему



Рис. 1. Автор книги – Владимир Владимирович Сапожников (1940–2020).

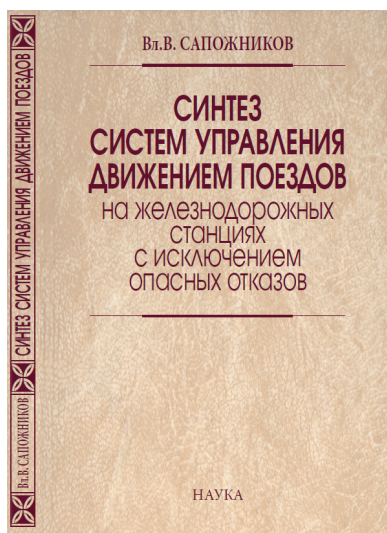


Рис. 2. Обложка книги «Синтез систем управления движением поездов на железнодорожных станциях с исключением опасных отказов».

времени доведён до автоматизма: светофоры фактически переключаются самими движущимися поездами. Для регулирования движения поездов, маневровых составов и локомотивов на станциях используются технические средства железнодорожной автоматики и телемеханики, на которые воздействуют дежурные по станциям (в ряде систем предусмотрены режимы автодействия). Системы управления реализуются таким образом, чтобы исключить влияние человека на безопасность выполнения алгоритмов, и влияние внешних и внутренних дестабилизирующих факторов. Таким образом, задача реализации схемных решений по надёжному и безопасному вы-



полнению алгоритмов управления объектами автоматизации на станциях является наиважнейшей. В освещаемом издании как раз и фокусируется внимание на решении данной задачи.

В представленной книге схемы железнодорожной автоматики и телемеханики представляются в виде одноконтурных (комбинационных) и многоконтурных (обладающих памятью) автоматов – конечных автоматов. Ставится научная задача синтеза безопасного автомата – такого автомата, в работе которого исключаются ложные воздействия, вызывающие срабатывание объектов управления и выполнение ими функций, не заложенных в алгоритмах. Из практической плоскости автор переводит решение задачи в теоретическую, благодаря использованию алгебры регулярных событий. А сами опасные переходы из состояния в состояние исключаются на этапе абстрактного синтеза конечного автомата.

Сформулировано важнейшее для теории синтеза безопасных систем управления в виде конечных автоматов положение (теорема о безопасных автоматах): опасные отказы в работе конечного автомата отсутствуют тогда и только тогда, когда для всех ложных переходов $S_i \rightarrow S_f$ и для всех ложных событий k выполняется условие:

$$E_{S_i \rightarrow S_f} E_{f(k)} \cap E_{on_k} = \emptyset,$$

где $E_{S_i \rightarrow S_f}$ есть множество слов, соответствующих ложным переходам конечного автомата из состояния S_i в состояние S_f ;

$E_{f(k)}$ – множество слов, переводящих конечный автомат из состояния S_f в состояния, представляющие ложные события из множества E_k ;

E_{on_k} – множество слов, переводящих конечный автомат в опасные состояния.

Введённые автором на основе регулярных выражений условия позволили сформировать алгоритмы синтеза конечных автоматов, которые исключают их переходы в опасные состояния при любых отказах, с вероятностью которых необходимо считаться. Для исключения опасных отказов в автомате достаточно запретить все опасные ложные переходы.

Книга разделена на четыре главы, охватывающие следующие основные вопросы:

1. Основы синтеза конечных автоматов с исключением опасных отказов.

2. Основы синтеза схем на релейной основе с исключением опасных отказов.

3. Основы абстрактного синтеза электрической централизации.

4. Основы структурного синтеза электрической централизации.

К каждой главе автор даёт краткие выводы, фокусирующие внимание читателя на основных положениях, определяющих особенности анализа и синтеза безопасных конечных автоматов и непосредственно схем электрической централизации стрелок и сигналов.

Примечательно то, что результаты, описанные автором в книге, не имеют привязки к конкретной элементной базе, а все рассмотренные реализации являются фактически примерами синтеза схем управления на релейной основе и на простейших логических элементах. Описанные теоретические основы не только актуальны для текущего этапа развития транспортной отрасли, но и будут востребованы в будущем. Сложно даже охватить тот период, в течение которого данная книга всё ещё «останется современной». Более того, описанные в книге теоретические основы легко распространяются на иные практические приложения как в транспортной отрасли, так и в промышленности.

По опыту работы в практической сфере, необходимо отметить, что настоящее издание будет полезно инженерам и разработчикам безопасных систем управления, контроля и мониторинга. Использование материалов данной книги помогло бы решению большого числа вопросов. В настоящее время ряд инженеров и разработчиков вынужден повторять путь, уже проделанный автором, хотя правильнее использовать накопленный опыт и наращивать результаты, охваченные данной книгой.

Книга профессора Вл. В. Сапожникова «Синтез систем управления движением поездов на железнодорожных станциях с исключением опасных отказов» рекомендуется к прочтению не только инженерами, разработчиками, студентами, аспирантами и преподавателями в области железнодорожной автоматики и телемеханики, но и специалистами в сфере синтеза систем управления в иных железнодорожных, транспортных и промышленных сегментах. ●

Информация об авторе:

Ефанов Дмитрий Викторович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте Российского университета транспорта, Москва, Россия, TrES-4b@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 18.09.2021, принята к публикации 05.11.2021.