

# Беспилотное вождение поездов

---

© НТБ РГУПС

Составитель: Демидова Г.Л., ведущий библиотекарь

Редактор: Приимова О.М., главный библиограф

Железнодорожный транспорт - реальное место для осуществления передовых и прорывных технологий, поиска ответов на цифровые вызовы нашего времени.

Цифровизация и развитие беспроводных телекоммуникационных технологий обеспечивают значительный прогресс в организации управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте.

Неотъемлемой частью четвертой технологической революции стала разработка транспортных средств для организации беспилотного движения.

На сети дорог эксплуатируется подвижной состав с системами автоведения, что соответствует 2-му уровню автоматизации международного стандарта МЭК-62290. Уделяется внимание исследованиям и разработкам систем управления, соответствующих 3-му уровню с оперативным персоналом на борту, а также 4-му уровню с полностью беспилотным движением.

Технология беспилотного движения активно развивается во всем мире. Информацию о текущих исследованиях в области создания беспилотного подвижного состава печатают в различных изданиях.

Предлагаем виртуальную выставку, которая включает статьи, опубликованные в 2019-2020 гг. в журналах. Среди авторов - ученые, преподаватели высших учебных заведений, специалисты-железнодорожники. Используются электронные ресурсы НТБ РГУПС, электронная библиотек Public.ru.



Линия EverLine в Южной Корее построена по типу Московского монорельса, но полностью автоматическая

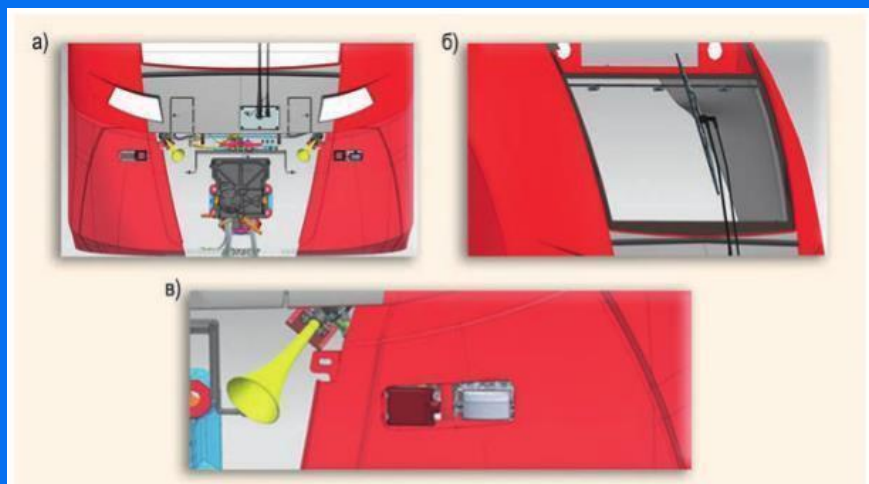
Андреев В.Е. Перспективы применения беспилотных технологий в ОАО «РЖД» / В.Е. Андреев. – Текст : электронный // Автоматика, связь, информатика: электронный журнал. - 2019. - № 8. - С. 2-3.

Внедрение проектов беспилотного управления подвижным

составом для реализации 3-го уровня автоматизации включает восемь основных этапов.

Стоит отметить, что в РФ уже реализованы первые пять из восьми основных этапов:

- разработка концепции создания беспилотного железнодорожного транспорта;
- разработка технических решений по созданию беспилотной системы управления;
- создание стенда для испытаний датчиков системы машинного зрения;
- создание центра дистанционного контроля и управления подвижным составом;
- применение математических алгоритмов для объединения данных от датчиков и создание платформы машинного зрения.








Проект размещения и подключения датчиков системы машинного зрения в электропоезде ЭС2Г «Ласточка» на МЦК: а) – общий вид кабины машиниста; б) – общий вид размещения камер; в) – левый фальшборт с установленными радаром и лидаром



В следующей статье обозначена лишь незначительная часть задач, решаемых при реализации автоматизированных систем беспилотного движения на российских железных дорогах.

Гапанович В.А. Некоторые аспекты беспилотного движения / В.А. Гапанович. – Текст : электронный // Автоматика, связь, информатика: электронный журнал. - 2019. - № 3. - С. 10-11.

Степень автоматизации	Тип управления поездом	Управление поездом при движении	Остановка поезда	Закрытие дверей	Управление при внештатных ситуациях
 1	Ведение машинистом	Машинист	Машинист	Машинист	Машинист
 2	Ведение машинистом с функцией автоведения	Автоматическое	Автоматическая	Машинист	Машинист
 3	Автоведение без машиниста	Автоматическое	Автоматическая	Проводник	Проводник
 4	Полностью беспилотное	Автоматическое	Автоматическая	Автоматическое	Автоматическое
Версия ОАО «РЖД»					
 5	Автоведение без машиниста с ДУ	Автоматическое	Автоматическая	Проводник	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>ДК</span> <span>ДУ</span> </div>

ДК/ДУ – дистанционный контроль за 10 поездами с возможностью дистанционного управления выбранным поездом

В рамках проекта «Цифровая железная дорога» в 2015 г. на сортировочной горке станции Лужская Октябрьской железной дороги была запущена в эксплуатацию система управления маневровым тепловозом без участия машиниста на основе системы МАЛС (маневровой автоматической локомотивной сигнализации). В 2017 г. маневровый локомотив был оснащен системой технического зрения и разработано удаленное рабочее место машиниста-оператора. Данные технологии позволили подготовить основу для применения системы беспилотного управления электропоездами на Московском центральном кольце (МЦК).

Основные направления развития современных систем беспилотного управления на железнодорожном транспорте раскрываются в статье:

Попов П.А. Поезд без машиниста - российские перспективы / П.А. Попов, А.Л. Охотников. – Текст : электронный // Автоматика, связь, информатика : электронный журнал. - 2019. - № 8. - С. 4-6.



«Ласточка 113» с установленным комплектом машинного зрения

Система МАЛС как составляющая цифровой железной дороги / М.Ю. Акинин, С.И. Долганюк, Н.В. Романов [и др.] . – Текст : электронный // Автоматика, связь, информатика: электронный журнал. - 2019. - № 4. - С. 26-28.



МАЛС обладает уникальными функциями в сфере обеспечения передвижений на железнодорожной станции, которые позволяют решить задачи цифровизации транспорта. Система МАЛС позволяет сократить влияние человеческого фактора благодаря применению современных компьютерных технологий. С точки зрения безопасности в МАЛС основной является функция исключения проезда любого станционного сигнала. Автоматизированный архив МАЛС позволяет получить данные о нерациональном использовании локомотивов на станции.



Попов П.А. Беспилотные поезда: основные принципы работы / П.А. Попов. – Текст : электронный // Железнодорожный транспорт: электронный журнал. - 2019. - № 8. - С. 36-38.

Для определения пути следования и обнаружения препятствий при движении локомотива применяются технические средства «машинного зрения»: радары, лидары, стереокамеры, инфракрасные и SWIRкамеры, ультразвуковые датчики.

Переход к более высоким степеням автоматизации требует развития технологий технического зрения и точного позиционирования, создания электронных карт, совершенствования технических средств радиосвязи и технологий киберзащиты, повышения автоматизации.



Рис. 2. Железнодорожная колея, покрытая снегом.



Меркулов П.М. Анализ и перспективы развития средств контроля и диагностики локомотивных устройств безопасности движения / П.М. Меркулов, В.С. Кузьмин . – Текст : электронный // Локомотив: электронный журнал. - 2019. - № 11. - С. 14-15.



В ОАО «РЖД» контроль работоспособности бортовой локомотивной аппаратуры осуществляется в условиях контрольных пунктов (КП АЛСН). Диагностика блоков релейной локомотивной аппаратуры производится в контрольно-ремонтных пунктах (КРП). Другим направлением работы является разработка и внедрение «Цифрового рабочего места по обслуживанию устройств безопасности и радиосвязи».



Применение технологии 5G на примере гетерогенной сети / И.Е. Сафронова, Н.А. Казанский, Ю.В. Немцов [и др.] . – Текст : электронный // Автоматика, связь, информатика: электронный журнал. - 2019. - № 10. - С. 18-21.

Сети 5G являются ключевой составляющей инфраструктуры беспилотных технологий в транспортных системах, где на первое место выходят комфорт, высокая эффективность, надежность и безопасность. Приводятся рекомендации по организации и эксплуатации сетей 5G на транспорте.

В инфраструктуре железнодорожного сообщения возможны пять основных сценариев организации связи, каждый из которых обозначен на рис. 1 соответствующей цифрой.

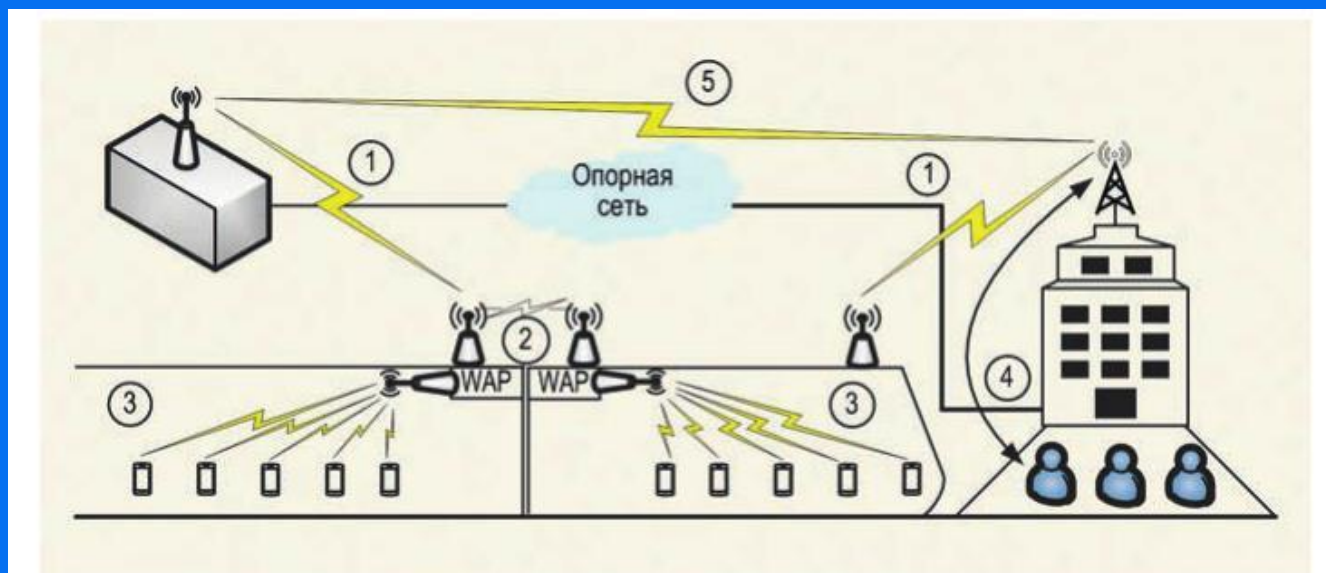


РИС. 1

Якушев Д.А. Электронная карта для беспилотного управления движением поездов / Д.А. Якушев. – Текст : электронный // Железнодорожный транспорт: электронный журнал. - 2019. - № 12. - С. 34-36.

Бортовая электронная карта решает следующие задачи: высокоточное позиционирование подвижного состава; определение препятствий; информирование о профиле пути, скорости и объектах по ходу движения.

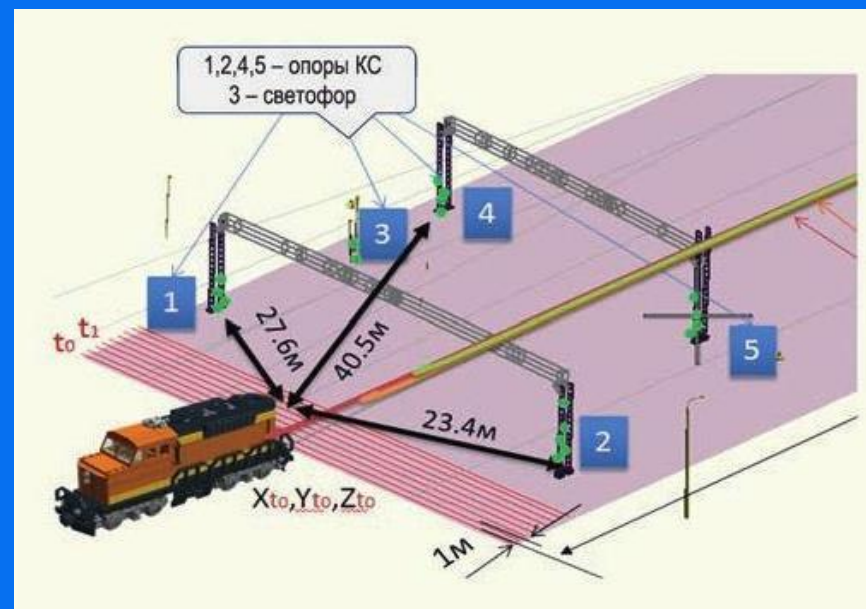
Обновление электронных карт на железнодорожном подвижном составе осуществляется по цифровому радиоканалу с единой общей картой, хранящейся в облаке на информационных системах ОАО «РЖД».



Особенности построения и функционирования интегрированной системы высокоточного позиционирования рассматриваются в следующей статье:

Попов П.А. Система высокоточного позиционирования беспилотного подвижного состава / П.А. Попов, В.Ф. Иванов. – Текст : электронный // Автоматика, связь, информатика: электронный журнал. - 2020. - № 4. - С. 16-20.

Точность и локальная доступность решения навигационной задачи, т.е. определение кинематического Вектора Состояния (ВС) к системе позиционирования беспилотного подвижного железнодорожного транспорта необходимы при остановках на платформах, при определении препятствий.





Неваленная Ю.В. Аугментация данных для задач сегментации колеи / Ю.В. Неваляенная. – Текст : электронный // Автоматика, связь, информатика: электронный журнал. - 2020. - № 8. - С. 39-41.

Аугментация - создание искусственного набора данных на основе имеющихся. Автор в данной статье описывает различные методы формирования синтетических наборов данных и их необходимость для решения задач. Отдельное внимание уделяется генеративно-сопоставительным сетям и особенностям их тренировки для получения реалистичных изображений. Приводятся результаты экспериментов на Московском центральном кольце (МЦК).



Первоначально Интернет вещей использовался как мониторинг состояния подвижного состава, сбор данных от многочисленных датчиков. Сейчас внедряются регистраторы событий и цифровые видеокамеры.

Интернет вещей и повышение эффективности управления поездом. – Текст : электронный // Железные дороги мира : электронный журнал. - 2020. - № 6. - С. 58-62.



Современные локомотивы оснащаются интеллектуальными системами для управления тяговым приводом, тормозами, устройствами отопления, вентиляции и даже санитарно-техническим оборудованием. Каждая подсистема генерирует собственные данные, которые могут поступать в платформу Интернета вещей. Объединение всех этих систем способствует повышению эффективности железнодорожного транспорта, обеспечивая возможность управления потреблением топливно-энергетических ресурсов, безопасностью и надежностью практически в реальном времени.

Охотников А.Л. Беспилотное управление локомотивом: вчера, сегодня, завтра / А.Л. Охотников, П.А. Попов. – Текст : электронный // Автоматика, связь, информатика: электронный журнал. - 2019. - № 8. - С. 12-17.

В статье рассматриваются направления развития систем автопилотирования в странах Европы, Азии, Америки, Австралии. Испытания беспилотных поездов начались в конце 1940 г., а первые образцы автопилотов для поездов пригородного сообщения появились в середине 1960 г. Сейчас беспилотные пассажирские поезда курсируют в 20-ти городах мира. Эти беспилотные системы работают на выделенных участках дорог, которые практически не пересекаются с другими видами транспорта и где вероятность появления препятствия крайне низкая.



Скоростной поезд TGV оператора SNCF (Франция)

Преимуществом полностью автоматизированного транспорта является высокий уровень безопасности, энергоэффективности, снижение нагрузки на операторов, что в конечном итоге упрощает организацию движения.



Испытания беспилотного поезда,  
оборудованного системой LEADER  
AutoPilot, на полигоне ТТЦИ