

В условиях усиливающейся конкуренции между различными видами транспорта необходима реализация мероприятий, связанных с повышением качества железнодорожных пассажирских перевозок и, прежде всего, сокращения времени в пути следования за счет высокоскоростного движения.

Список литературы

- 1 Власюк, Т. А. Пригородные пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте в Республике Беларусь (перспектива и развитие) : [монография] / Т. А. Власюк, А. А. Михальченко. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 201 с.
- 2 Лapidус, Б. М. Железнодорожный транспорт на современном этапе : сб. тр. ВНИИЖТ / Б. М. Лapidус; под ред. Б. М. Лapidуса, Г. В. Гогричани. – М. : ВМГ-Принт, 2014. – 292 с.
- 3 Якунин, В. И. В будущее России – с высокой скоростью : [монография] / В. И. Якунин. – М. : Научный эксперт. – 2012. – С. 21–23, 46–49.
- 4 Киселёв, И. П. Высокоскоростные железные дороги / И. П. Киселёв, Е. А. Сотников, В. С. Суходоев. – СПб. : ПГУПС. – 2001. – С. 16–38.
- 5 Высокоскоростные поезда мира / под ред. И. П. Киселева // ЖД-Коллекция. – 2002. – № 4. – С. 11–17.
- 6 Франк, С. О. Международные коридоры путь интеграции России с Европой и Азией / С. О. Франк // Северо-Западный федеральный округ (спец выпуск). – 2004. – С. 7–8.
- 7 Харина, Е. В. Скоростное и высокоскоростное движение: оценка затрат / Е. В. Харина // Железнодорожный транспорт. – 2002. – № 11. – С. 64–67.
- 8 Ленский, И. Л. Железные дороги: будущее за скоростями / И. Л. Ленский // Большая Москва. – № 28 (59). – 29 июля 2015.
- 9 Организация высокоскоростного сообщения (экономическая оценка применения государственно-частного партнёрства на направлении Москва – Самара / П. В. Куренков [и др.] // Вестник транспорта. – 2011. – № 1. – С. 28–34.

УДК 625.42(500)

СИСТЕМА TCDS 3-Й ЛИНИИ МЕТРОПОЛИТЕНА Г. ШЭНЬЧЖЭНЬ И ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

ЛИ ЖУЙЖУН

*Гуанчжоуский железнодорожный профессионально-технический колледж,
Китайская Народная Республика*

ВЭНЬ ЧЖИЦЗЯН

Shenzhen Metro Group, г. Шэньчжэнь, Китайская Народная Республика

Система контроля и диагностики поезда (TCDS) 3-й линии метрополитена г. Шэньчжэнь состоит из трех уровней: контроля над поездом, двигателем и локальной шиной. С помощью статистики неисправностей ключевого оборудования системы контроля и диагностики поезда 3-й линии метрополитена г. Шэньчжэнь были проанализированы основные причины неисправности системы TCDS и предложены меры по их устранению. Это позволило повысить эффективность системы TCDS ее надёжность и безопасность при движении поезда и снизить частоту неисправностей.

Система контроля и диагностики поезда – система компьютерной связи, занимающаяся считыванием, передачей корреспонденции, логическим вычислением данных и управлением выводом информации подсистемы и соответствующей контрольной цепи поезда. Данная система способна обеспечивать контроль в реальном масштабе времени и идентифицировать информацию о ее состоянии на основании энергоснабжения, скорости и режима движения поезда, а также отправлять разным его подсистемам соответствующие команды по управлению считанной информацией. Таким образом, осуществляется регулирование и контроль соответствующих подсистем и реализуется более эффективное управление поездом.

Система TCDS поезда 3-й линии метрополитена г. Шэньчжэнь состоит из двух блоков центрального управления (CCU), 4 блоков управления поездом (VCU), 4 модулей ввода-вывода (MVB I/O) и 2 интерфейсов дисплея человека-машины (экран-DU), расположенных в разных подсистемах всего поезда и соединяющих полную сеть поезда. Данная система обеспечивает контроль всего поезда. Система соответствует техническим условиям поезда шины TCN. Шина поезда типа витой пары (WTB) реализует корреспонденцию между двумя блоками и образует сеть управления поездом. Многофункциональная шина поезда (MVB) осуществляет корреспонденцию между системой TCDS, прицепной системой, тормозной системой, вспомогательной системой электроснабжения

и прочим оборудованием внутри блока; образует сеть управления машиной. Стык RS485 реализует корреспонденцию между блоком VCU каждого вагона и информации пассажиров, трансляционной системой, дверями вагонов и кондиционерами, образует сеть локальной шины поезда. Схема сетевой топологии системы TCDS показана на рисунке 1.

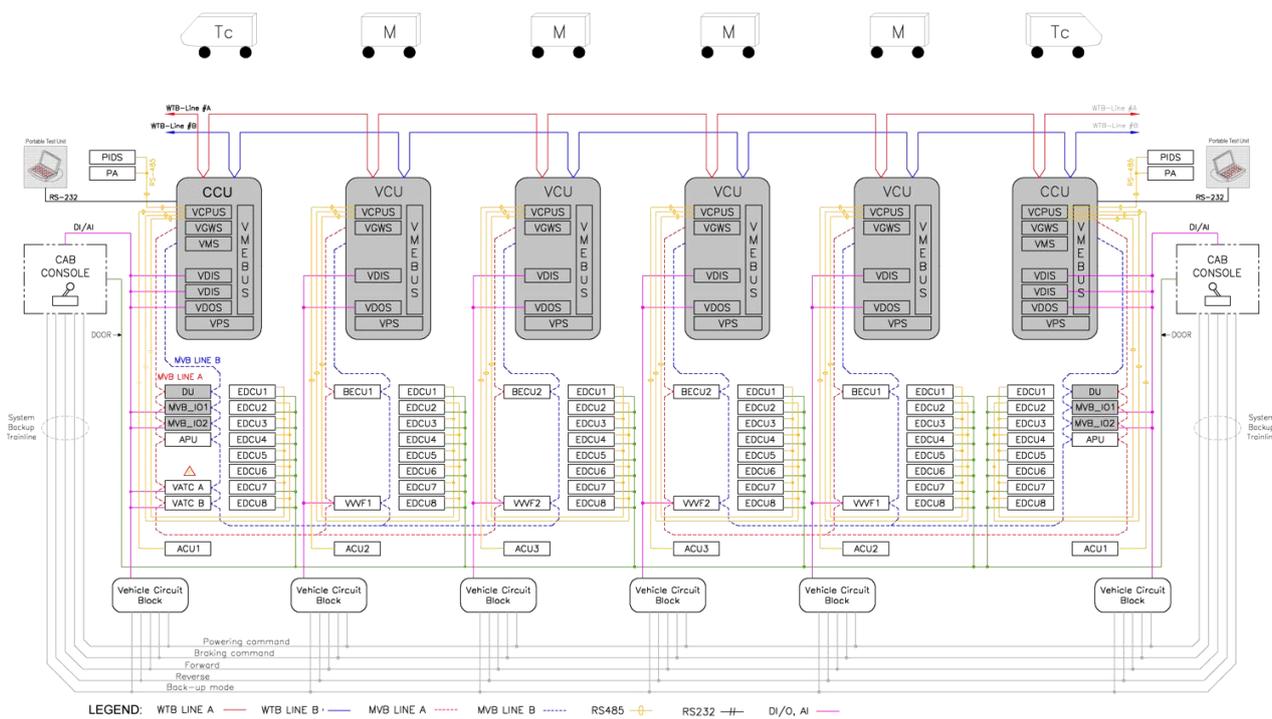


Рисунок 1 – Схема сетевой топологии системы TCDS

По статистике количество неисправностей оборудования системы TCDS 3-й линии метрополитена г. Шэньчжэнь в 2011 и 2012 гг. составило 49. Статистический анализ данных неисправностей приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Количество неисправностей оборудования системы TCDS

Год	Оборудование			
	Экран DU	CCU/VCU	MVB I/O	Ездовой контроллер
2011	12	9	3	0
2012	11	10	2	2
Итого	23	19	5	2

По данным таблицы 1, главными источниками неисправностей системы TCDS являются неисправности оборудования экрана-DU, оборудования CCU/VCU, доли которых в пропорции общих неисправностей составляют соответственно 46,9 и 38,8 %.

Интерфейс дисплея человека-машины (экран-DU) состоит из блока интерфейса дисплея человека-компьютерного взаимодействия (трекпада), блока корреспонденции MVB и модуля памяти базы данных. Количество неисправностей экрана-DU 3-й линии метрополитена г. Шэньчжэнь составило в 2011–2012 гг. 23 (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика неисправностей экрана-DU в 2011–2012 гг.

Блок неисправностей	Поломка трекпада	Ущерб от горения блока корреспонденции PCB	Расшатывание креплений	Неисправности карты памяти CF
Количество неисправностей	10	8	3	2

Анализ таблицы 2 показал, что поломка трекпада и повреждения блока корреспонденции PCB являются основным источником неисправностей, доли которых в пропорции общих неисправностей составляют соответственно 43,5 и 34,8 %.

Анализ неисправностей трекпада. Функционирование экрана-DU 3-й линии метрополитена г. Шэньчжэнь осуществляется с помощью индукционного принципа давления. Проверка экранов с неисправностями сенсора позволила обнаружить поломки на поверхности трекпада.

Анализ неисправностей блока корреспонденции РСВ позволил выделить в количественном соотношении 8 неисправностей из-за невозможности перезагрузки экрана, которые заводом-изготовителем были проанализированы и обнаружены причины их появления. Среди них термическая усталость экрана-DU, которая приводит к неисправности блока корреспонденции РСВ. Первоначальная версия о причине данной неисправности – закрытый тип установки. В связи с этим были выбраны 2 образца экрана-DU и проведены испытания на усталость соответственно в установке закрытого и открытого типа при высокой температуре. По результатам испытаний в отличие от образца № 1, работающего в закрытой установке при температуре, равной 75 °С, образец № 2 работал в установке открытого типа 36 часов без отклонений.

Количество неисправностей оборудования ССУ/VCU линии метрополитена г. Шэньчжэнь составило в 2011–2012 гг. 19 (таблица 3).

Таблица 3 – Неисправности оборудования ССУ/VCU в 2011–2012 гг.

Блок неисправностей	Распределительный щит (VPS)	Центральный процессор (VCPUS)	Щит шлюза (VGWS)	Запоминающее устройство (VMS)	Щит цифрового ввода (VDIS)	Щит цифрового выхода (VDOS)
Количество неисправностей	11	2	1	2	1	2

ССУ в основном состоит из центрального процессора (VCPUS), щита шлюза (VGWS), запоминающего устройства (VMS), щита цифрового ввода и выхода (VDIS и VDOS) и распределительного щита (VPS). Анализ таблицы 3 показал, что главным источником неисправностей системы TCDS является распределительный щит (57,9 %), где отмечается автоматический рестарт при значении входного напряжения до DC147V. Защитная функция щита VPS заключается в том, что при повышении входного напряжения за DC147V ($DC140V \pm 5\%$) происходит удаление выходного напряжения (DC5V) для защиты внутренней цепи. При рекуперативном торможении во время движения повышение напряжения электросети приводит к скачку напряжения блока питания и выхода постоянного тока вспомогательного инвертора на DC147V, в результате которого происходит удаление входного напряжения распределительного щита (VPS) как защита от превышения напряжения. Слишком низкая пороговая величина антискачка напряжения щита VPS приводит к ошибочному включению защиты от превышения напряжения. Это является главной причиной неисправностей щита VPS.

Трехлетнее наблюдение за работой 3-й линии метрополитена г. Шэньчжэнь позволило выделить следующие недостатки в программах мониторинга системы TCDS:

1) снижение безопасности троллея при нулевом вводе сетевого давления в поезде, когда в нём осуществляется автоматическое торможение только под контролем машиниста, что может привести к большой вероятности самопроизвольного отправления поезда;

2) наблюдение и проверка неисправностей кондиционера во время движений по главному пути показали, что при неисправностях компрессора кондиционера, конденсированного вентилятора, вентилятора и другого оборудования на интерфейсе движения красным цветом будет показан штрих-код неисправностей (только последний), что создает для машиниста неудобство в работе во время движения по главному пути, оказывает влияние на качество обслуживания пассажиров;

3) программа мониторинга в системе TCDS включает 98 пунктов, регистрирующих режимы работы подвижного состава, основными среди которых являются: вождение, команды тяги и торможения, а также аварийное торможение, открытие и закрытие дверей, АТО, подъем и спуск токоприёмника и т. д., однако количество существующих пунктов мониторинга недостаточно и неудобно для контроля за рабочим состоянием блоков в подсистемах для анализа неисправностей.

Повышение помехоустойчивости перепада напряжения распределительного щита (VPS) может быть рассмотрено на примере схемы защиты от перенапряжения щита VPS, приведенной на рисунке 2.

Данная электроцепь получает выборочное значение защиты от превышения напряжения с помощью цепей делителя напряжения R9 и R12, когда сила тока у R12 превышает DC147V, осуществляется удаление функции выхода переключателя DC/DC (диапазон рабочего напряжения) с помощью блока управляющей логикой перенапряжения (Over Voltage Control Logic). При рекупе-

ративном торможении во время движения 3-й линии метрополитена г. Шэньчжэнь перепад напряжения источника тока вспомогательного преобразователя слишком высок, и щит VPS неоднократно включается, что приводит к несоответствию с требованием фактического использования. В испытании мы удалили цепь делителя R9 и таким образом отменили функцию защиты от превышения напряжения блока. Защита от превышения напряжения осуществляется только через собственную функцию защиты от превышения напряжения переключателя DC/DC. Таким образом снизили количество неисправностей из-за неоднократных включений защиты от превышения напряжения щита VPS, повысив тем самым стабильность системы.

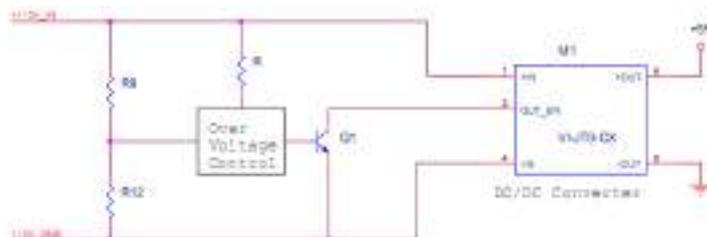


Рисунок 2 – Схема защиты от перенапряжения щита VPS

В ноябре 2012 года завершено исправление распределительного щита CCU/VCU всех 43 поездов. По наблюдениям не обнаружилось неисправности перезагрузки CCU/VCU.

Дальнейшее совершенствование теплоотводности экрана-DU

План исправления: имеются 2 слоя охлаждающего ребра между изначальной панелью экрана-DU и CPU, как показано на рисунке 3, а. На основе результатов испытаний на усталость при высокой температуре (рисунок 3, б) они помещены между охлаждающим ребром А и охлаждающим ребром В и между охлаждающим ребром В и задней панелью экрана-DU, что повышает теплоотводность внутри экрана-DU.

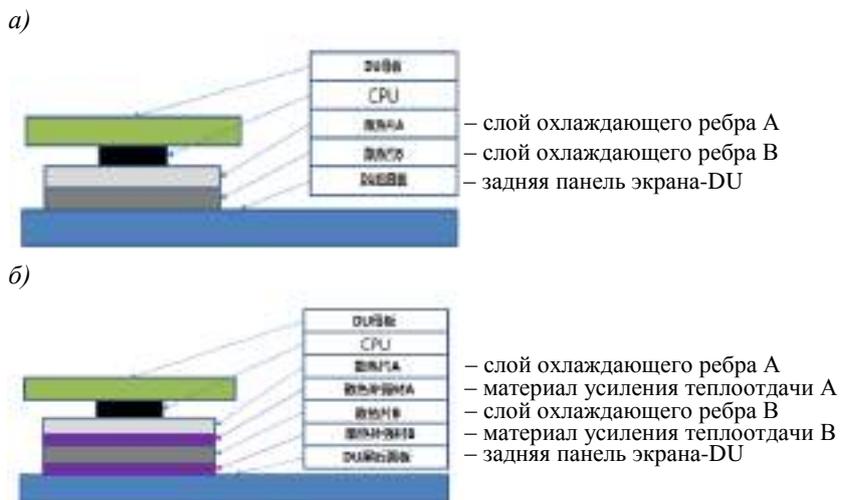


Рисунок 3 – Структурная схема теплоотводности экрана-DU:

а – до исправления; б – после исправления

Проведены двухнедельные испытания экрана-DU на усталость при высокой температуре (70 °С) в закрытой испытательной установке, результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты испытаний экрана-DU на усталость при высокой температуре

Температура испытательной машины в течение 24 ч, °С	+70		+75		+80	
	До исправления	После исправления	До исправления	После исправления	До исправления	После исправления
Температура CPU	85,65	77,36	91,48	81,90	96,53	87,04
Рабочее состояние	Без нарушений	Без нарушений	Синий экран	Без нарушений	Пустой экран	Без нарушений

По результатам испытаний температура экрана-DU увеличивается более чем на 9 °С, эффективность теплоотдачи CPU повышается, что способствует стабильной работе экрана-DU при неблагоприятных условиях.

Увеличение пунктов мониторинга в программе системы TCDS

Как говорилось выше, количество пунктов программы мониторинга в системе TCDS мало для контроля за рабочим состоянием блоков в подсистемах и анализом неисправностей. С помощью дополнительного наблюдения рабочего состояния тяги, торможения, АТС и других ключевых элементов улучшается эффективность системы TCDS. Дополнительные 144 пункта мониторинга в основном являются ключевыми параметрами интерфейса и частью двухпозиционного измерения жёсткой линии между системами TCDS и АТС, тяги, торможения, APS, PIS и кондиционера, включают фактическую величину силы тяги/тормозной силы, выходное напряжение и электрический ток трёхфазного APS, температуру аккумулятора, силу тяги и запроса рекуперативного торможения VVVF, удаление VVVF, команду замыкания и отзыв состояния обрыв провода и высокого провода VVVF, включение и выключение кондиционера, разгрузку кондиционера, включение и перегрузку воздушного компрессора, вынужденную ремиссию, точку перехода электротормоза и пневматического торможения, показ кода последней и следующей станции, состояние выключателя дверей, замыкание и выключение аккумулятора, развитие энергоснабжения, команду и отзыв положения выключателя и т. д.

Во время движения по главному пути в 2012 г. 3 раза наблюдались отключения термозащитного реле (FR), невозможно было включить воздушный компрессор. Причины неисправностей не обнаружили. А после перезагрузки термозащитного реле FR продолжалось нормальное функционирование. 5 августа 2013 г. завершилось обновление версии щитов VCPUS, VMS и экрана-DU для 43 поездов. 29 августа 2013 г. обнаружилась перегрузка воздушного компрессора у поезда № 03371. По записи программы мониторинга TCDS щит выхода у CCU (VDOS) неоднократно конвертировал команды включения и выключения. После смены щита VDOS всё вернулось в нормальное состояние. Новая версия программы позволила произвести точный анализ неисправности.

Совершенствование контроля безопасности тролля

В результате совершенствования программного обеспечения контроля безопасности тролля в системе TCDS при режиме выпуска поезда, если происходит сбой при подаче давления DC1500V, происходит экстренное торможение.

Визуализация неисправностей кондиционера экрана-DU

Изменен интерфейс экрана-DU: непосредственно на интерфейсе движения показываются состояния кондиционера в виде значков (рисунок 5), что позволяет машинисту следить за состоянием оборудования.



Рисунок 5 – Интерфейс движения экрана-DU после исправления

В данной статье приведена статистика неисправностей ключевого оборудования: экрана-DU, CCU/VCU, MVB I/O и ездового контроллера на примере поезда 3-й линии метрополитена г. Шэньчжэнь. На основании неисправностей системы TCDS в 2011–2012 гг. были проведены статистические анализы главных источников неисправностей экрана-DU, CCU/VCU с большей частотой помехи. В результате анализа специфики главных неисправностей были предложены и проверены на практике меры по устранению недостатков системы TCDS. В результате эффективность системы TCDS и надёжность безопасного движения поезда повысилась.

УДК 656.225

УСЛОВИЯ ОТКРЫТИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ДЛЯ ПОСАДКИ, ВЫСАДКИ ПАССАЖИРОВ НА ИНФРАСТРУКТУРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

И. М. ЛИТВИНОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Железнодорожный остановочный пункт является составной частью подсистемы инфраструктуры железнодорожного транспорта. В условиях увеличения скоростей движения поездов, необходимости повышения уровня безопасности движения, обеспечения безопасности жизни и здоровья пассажиров, повышения санитарно-гигиенических и экологических требований вопросы размещения остановочных пунктов на инфраструктуре железнодорожного транспорта становятся всё более актуальными.

На остановочном пункте должны быть созданы условия для безопасного краткосрочного пребывания пассажиров с целью ожидания поезда и справочно-информационного обеспечения.

В настоящее время открытие и эксплуатация остановочного пункта для предоставления услуг пассажирам осуществляется оператором инфраструктуры и должны способствовать повышению уровня транспортного обслуживания населения и расширению сферы транспортных услуг оператора инфраструктуры.

Остановочные пункты, размещаемые на инфраструктуре железнодорожного транспорта в зависимости от категории железнодорожной линии и места расположения, подразделяются на соответствующие категории:

- 1 – расположенные на скоростных железнодорожных линиях;
- 2 – расположенные на железнодорожных линиях 1-й и 2-й категорий;
- 3 – расположенные на железнодорожных линиях 3-й категории;
- 4 – расположенные на железнодорожных линиях 4-й категории.

Категория остановочного пункта определяет характер и размер перевозок на прилегающем участке, в зависимости от которых устанавливаются требования по обеспечению безопасности пассажиров.

В зависимости от расчетного пассажиропотока, отправляемого в одном поезде, остановочные пункты подразделяются на классы:

- первый – расчетный пассажиропоток, отправляемый в одном поезде, составляет более 50 человек;
- второй – расчетный пассажиропоток, отправляемый в одном поезде, составляет от 10 до 50 человек;
- третий – расчетный пассажиропоток, отправляемый в одном поезде, составляет до 10 человек.

Место расположения остановочных пунктов на железнодорожной инфраструктуре должно выбираться с учетом максимального охвата населенных пунктов и объектов промышленного и сельскохозяйственного назначения, расположенных в зоне тяготения остановочного пункта. При этом величина транспортной доступности для остановочных пунктов, осуществляющих посадку (высадку) пассажиров на (из) поезд(а), установлена для городских линий – 900 м, для региональных линий – 2000 м. В свою очередь, расстояние между остановочными пунктами