

УДК 656.256.3

Ганбаатар Ж., А.В. Пультяков

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПЕЗДОВ СИРДП-Е НА УЛАН-БАТОРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Аннотация. *В настоящее время хозяйство автоматики и телемеханики железных дорог Монголии способно обеспечить перевозочный процесс в заданных размерах. Однако, в силу физического и морального износа оборудования, которое находится в постоянной эксплуатации более 30 лет нет возможности обеспечивать растущий объём перевозок. Поэтому имеется необходимость в проведении комплексной реконструкции устройств железнодорожной автоматики и телемеханики с применением современных технических решений, в том числе внедрение новых систем автоблокировки, электрической и диспетчерской централизаций.*

Ключевые слова: *характеристика Улан-Баторской железной дороги, архитектура системы управления движением поездов, основные цели модернизации, принципы организации движения поездов при внедрении системы СИРДП-Е, компоненты СИРДП-Е*

Ganbaatar Zh., A.V. Pulyakov

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

EXPERIENCE OF INTRODUCING THE SYSTEM OF INTERVAL REGULATION OF THE SIRDP-E TRAIN TRAFFIC ON THE ULAN-BAATOR RAILWAY

Abstract. *At present, the facilities of the signaling and security system of the railways of Mongolia are able to provide the transportation process in the given sizes. However, due to physical and moral depreciation of equipment that has been in constant operation for more than 30 years, there is no way to ensure the growing volume of transportation. Therefore, there is a need for a comprehensive reconstruction of railway automation and remote control devices using modern technical solutions, including the introduction of new automatic blocking systems, electrical and dispatch centralization.*

Keywords: *characteristics of the Ulaanbaatar railway, architecture of the train traffic control system, main objectives of modernization, principles of organizing train traffic when implementing the SIRDP-E system, components of the SIRDP-E*

Введение

На Улан-Баторской железной дороге (УБЖД) российская компания ОАО Элтеза реализовала проект по оснащению участка магистрали от станции Хойт (граница с РФ) до станции Замын-Удэ (граница с КНР) системой интервального регулирования движением поездов на базе радиоблокировки [1]. Согласно плану модернизации УБЖД системой интервального регулирования движением поездов на базе радиоблокировки были созданы три центра радиоблокировки (РБЦ) на станциях Дархан, Улан-Батор и Сайшанд.

В этом проекте радиоблокировка с подвижными блок-участками внедрена поверх существующих на линии систем релейной централизации. В результате значительно увеличена пропускная способность железнодорожной линии, повышена её надежность и безопасность.

По сравнению с традиционными системами управления движением поездов на перегонах и станциях система интервального регулирования движения поездов на базе радиоканала (СИРДП-Е) реализует ряд новых функций:

- возможность безусловной остановки поезда по команде диспетчера;
- введение временных ограничений скорости командой диспетчера;
- контроль выезда за пределы станции в маневровом режиме;

- автоматическое введение временных ограничений скорости в случае отказа АПС и остановка поезда при включении заградительных светофоров;
- непрерывный контроль за движением поезда и его фактическим местоположением в режиме реального времени.

Принципы построения системы СИРДП-Е

Одним из прорывных решений в области интервального регулирования движения поездов является система СИРДП-Е. Она предназначена для безопасного управления движением поездов, как на вновь строящихся, так и на модернизируемых существующих линиях и направлена на повышение эффективности работы железнодорожного транспорта за счет повышения пропускной способности линий, сокращения эксплуатационных расходов, энерго- и ресурсопотребления, а также износа пути и подвижного состава [2, 3].

СИРДП-Е представляет собой комплекс устройств, предназначенный для регулирования движения поездов и обеспечения безопасности их следования, состоящий из трёх основных технических средств:

- диспетчерская централизация, обеспечивающая дистанционное управление движением поездов (из ЦУП), контроль состояния стрелок, светофоров и других объектов, входящих в состав ЭЦ и МПЦ в пределах оборудуемой линии;
- радиоблокировка, обеспечивающая движение одного и более попутно следующих поездов на одном перегоне при помощи подвижных блок-участков с заданными параметрами в зависимости от поезда ситуации в соответствии с правилами организации движения поездов;
- межстанционная блокировка, предназначенная для организации безопасного движения поездов при отправлении со станции, движении по перегону, а также при приёме на станцию.

На рисунке 1 представлены основные цели модернизации Улан-Баторской железной дороги системой СИРДП-Е.



Рис. 1. Основные цели модернизации УБЖД

В СИРДП-Е имеются следующие подсистемы:

а) Центр радиоблокировки (РБЦ). Предназначен для организации движения поезда зарегистрированного в системе радиоблокировки (РП) с безопасными интервалами попутного следования. Организация движения РП производится на основе сбора, хранения, логической обработки информации от устройств сопряжения с контролируруемыми объектами, получаемой от БСБ информации о местонахождении поездов, целостности их составов, передачи БСБ информации о расстоянии до точки прицельного торможения, допустимой скорости движения, включая временные и постоянные ограничения скорости по состоянию пути и искусственных сооружений, и другой информации, необходимой для организации безопасного движения по перегонам и станциям. РБЦ, кроме того, поддерживает обмен информацией со смежными системами управления движением.

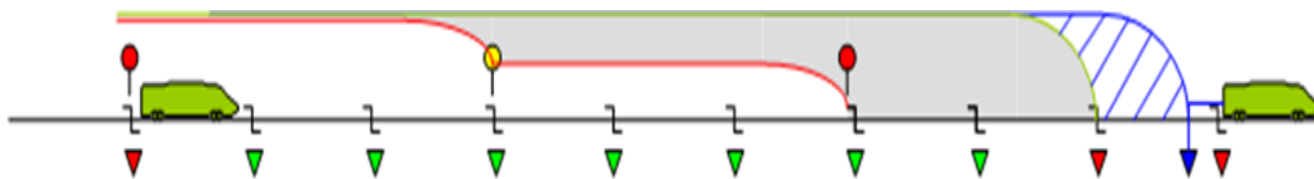
б) Бортовая система безопасности (БСБ). Предназначена для организации движения РП и осуществления контроля безопасности движения. БСБ состоит из панели оборудования, дисплея машиниста, передающего машинисту информацию о движении поезда и команды на действия, связанные с безопасностью движения. Обеспечивает передачу по радиоканалу, обработку и выполнение допустимых параметров движения, учитывающих требования к движению по данной железнодорожной магистрали с системой контроля целостности состава поезда (СКЦП). СКЦП состоит из двух полукомплектов: локомотивного и хвостового (устанавливается на последней автосцепке хвостового вагона).

в) Реперные датчики. Предназначены для корректировки координаты местоположения поезда при проследовании заранее определенных географических точек. Реперные датчики устанавливаются в колее.

г) Система контроля свободности перегона методом счета осей. Предназначена для определения и контроля занятости стрелочно-путевых участков на станциях и путей на перегонах и станциях. Счетчики осей устанавливаются на рельсовые нитки.

д) Система передачи данных по радиоканалу. Предназначена для организации обмена данными поезда зарегистрированного в системе радиоблокировки с РБЦ, а также голосовой радиосвязью между локомотивами и стационарными устройствами.

Система СИРДП-Е состоит из стационарной части и комплекса бортовых систем на локомотиве – контроля и управления движением, обмена данными по радиоканалу, определения местоположения поезда, измерения скорости и пройденного пути, расчета параметров движения и кривых скорости при торможении, контроля целостности поезда и другие. Кривые скорости при торможении и минимальное безопасное расстояние между поездами представлены на рисунке 2.



**Рис. 2. Кривые скорости при торможении
и минимальное безопасное расстояние между поездами**

Ключевыми особенностями системы СИРДП-Е является использование принципа подвижных блок-участков для повышения пропускной способности линий. Интервал попутного следования между поездами регулируется исходя из фактической скорости каждого из них и скорости друг относительно друга.

В отличие от традиционной системы автоблокировки принцип подвижных блок-участков предусматривает регулирование в расчете на координату хвоста впередиидущего поезда

зарегистрированного в системе радиоблокировки с учетом минимально необходимого защитного участка. Архитектура системы СИРДП-Е представлена на рисунке 3.

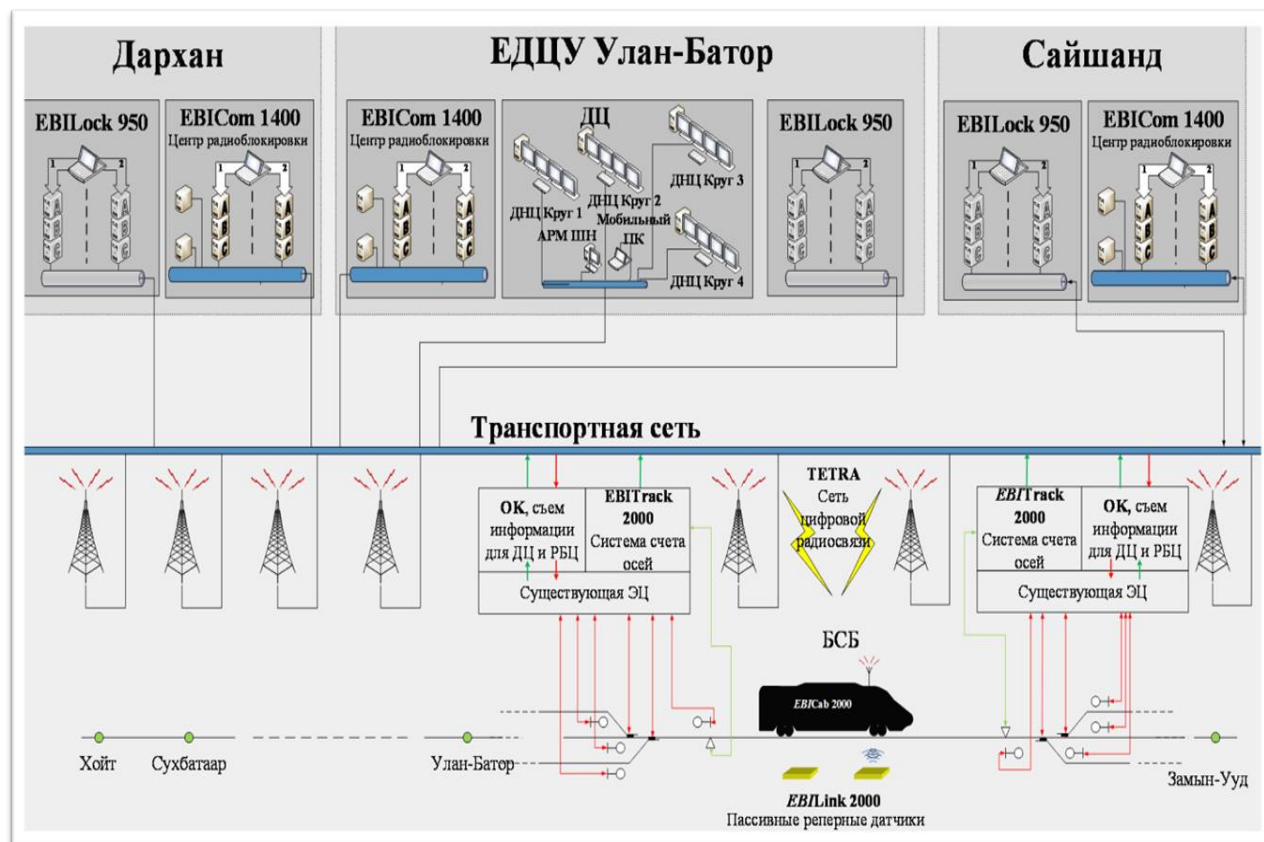


Рис. 3. Архитектура системы СИРДП-Е

Система радиоблокировки EBICom 1500

Центр радиоблокировки обеспечивает интервальное регулирование движения поездов на перегонах при помощи подвижных блок-участков без использования напольных устройств контроля свободности пути (рельсовых цепей или счетчиков осей).

Цифровая система управления движением поездов по радиоканалу обеспечивает прямое взаимодействие между локомотивами и диспетчерскими системами, позволяя повысить пропускную способность железных дорог и безопасность перевозок, значительно уменьшить количество напольного оборудования и расходы на его техническое обслуживание, оптимизировать инвестиции в системы автоматики и телемеханики.

Ключевую роль в регулировании движения на участке играют центры радиоблокировки, которые по сети радиосвязи получают от БСБ данные о местоположении, скорости и других параметрах движения поезда, анализируют поездную обстановку на участке и передают в БСБ разрешение на движение до хвоста впередиидущего поезда или другого препятствия.

Бортовая система безопасности (БСБ) принимает от РБЦ разрешение на движение, строит кривую скорости по данным электронной карты, контролирует целевую скорость, торможение и целостность состава, сама определяет местоположение поезда на участке, используя бортовые средства одометрии. Погрешности одометрии обнуляются при считывании системой сигналов от реперных датчиков, установленных на пути, или по виртуальным реперным точкам.

Технические характеристики РБЦ:

- скорость движения – до 200 км/ч

- максимальное количество зарегистрированных поездов на один РБЦ – 30;
- максимальное количество одновременно замкнутых маршрутов – 30;
- максимальное количество ограничений скорости на один РБЦ – 50;

Стандартная конфигурация платформы для радиоблокировки: 2 комплекта VUCA_N, состоящих из:

- VCS (Vital Computer System);
- UCS (Utility Computer System);
- внешние коммутаторы и блоки питания для них.

Аппаратная архитектура РБЦ.

Для удовлетворения требований надежности РБЦ состоит из двух полукомплектов, которые находятся в горячем резерве. Интерфейсы так же резервированы. Для удовлетворения уровня безопасности SIL 4 аппаратная платформа каждого полукомплекта диверсифицирована.

Каждый полукомплект состоит из серверов А, В, С. Серверы А и В выполняют расчет зависимостей, а сервер С выполняет сервисные функции. Серверы А и В построены на разной аппаратной платформе и управляются разными операционными системами. Аппаратная архитектура РБЦ приведена на рисунке 4.

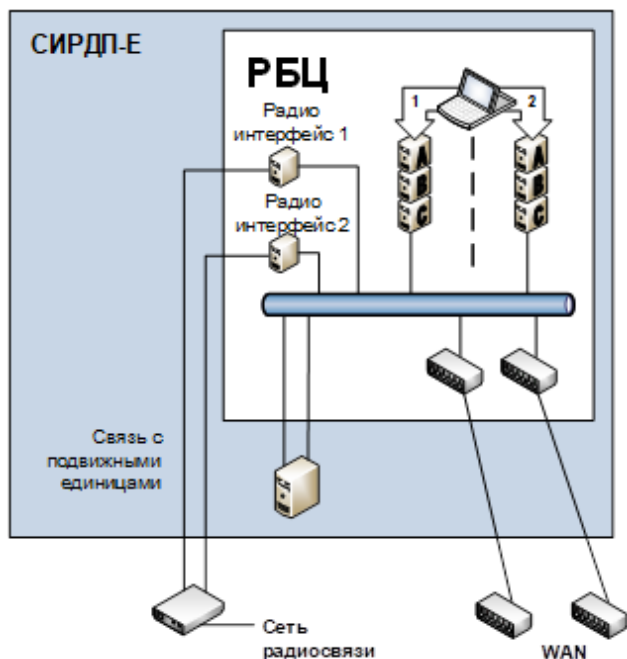


Рис. 4. Аппаратная архитектура РБЦ

Функциональная архитектура РБЦ. Программное обеспечение разделено на 3 уровня в соответствии со спецификациями CENELEC:

- ядро программного обеспечения (GP) включает в себя базовые функции, которые являются общими (например, функции центра радиоблокировки, базовые интерфейсы).
- адаптация программного обеспечения содержит в себе функции, которые характерны для конкретной страны/заказчика (например, принципы сигнализации, интерфейс с ДЦ и т.д.).
- адаптация под объект (SA) содержит в себе функции, которые характерны для конкретного объекта: линии, станции, перегона (например, географические местоположения объектов на конкретном участке).

Система EBILink 2000 реализована на основе балисс. Внешний вид установленной в путь балиссы представлен на рисунке 5. Система точечной передачи данных на основе реперных датчиков (балисс) является техническим средством, предназначенным для организации беспроводной передачи на бортовую систему безопасности (БСБ) фиксированного пакета

данных (телеграмм), который содержит основные данные – уникальный номер группы балисс; количество балисс в группе; информация, определяющая направление движения поезда; уникальный номер страны или региона (для Республики Монголии – 555); информация о радиосети, в которой может быть произведена регистрация поезда; информация о параметрах соединения с центром радиоблокировки.



Рис. 5. Внешний вид установленной в путь балиссы

Выполнение мероприятий по охране труда способствует, уменьшению случаев электротравматизма и профессиональных заболеваний вследствие уменьшения действия на человека опасных и вредных производственных факторов. Необходимо также отметить существенное повышение комфорта условий труда эксплуатационного персонала, в том числе посредством эргономичного пульта машиниста – система контролирует его действия, обеспечивая помощь в принятии решений [4, 5].

В настоящее время система СИРДП-Е компании ОАО Элтеза успешно эксплуатируется не только на участках Улан-Баторской железной дороги, но и на участках железных дорогах Казахстана [6, 7].

Заключение

В данной статье рассмотрен опыт комплексной модернизации и внедрения на Трансмонгольской магистрали системы интервального регулирования движением поездов на базе радиоканала СИРДП-Е, а также рассмотрены особенности порядка движения поездов на участках Улан-Баторской железной дороги, оборудованных этой системой, и порядок действия самой системы при нестандартных ситуациях. Порядок организации движения поездов по остальным участкам Улан-Баторской железной дороги регламентируется действующей инструкцией по движению поездов.

Система СИРДП-Е компании ОАО Элтеза является расширяемой электронной и компьютерной системой, предназначенной для обеспечения безопасности движения поездов. Технически СИРДП-Е позволяет обеспечить интервал попутного следования на перегоне до двух минут, повысить пропускную способность линии почти на 40% без обновления путевой инфраструктуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система интервального регулирования движения поездов (СИРДП). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://1520signal.ru/magistralnye-zheleznye-dorogi/sistema-intervalnogo-regulirovaniya-dvizheniya-poezdov-sirdp/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 28.06.2022).
2. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира. Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / Пер. с англ.; под ред. Г. Теega, С. Власенко. - М.: Интекст, 2010.

3. Анализ способов организации управления движением при СИРДП-Е / Хохрин А.С., Ежов Н.Д., Сахипкиреева А.С. В сборнике: Образование - Наука - Производство. Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. 2020. С. 281-285.

4. Система взаимодействия с локомотивом посредством цифровой технологической радиосвязи // Локомотив. - 2012. - № 12. - С. 32.

5. Бараксанов К.А. Система взаимодействия с локомотивом по технической радиосвязи (СВЛ ТР) / К.А. Бараксанов // Научное сообщество студентов: сб. материалов VIII Международной студенческой научно-практической конференции. - Чебоксары: ООО «Центр научного сотрудничества "Интерактив плюс"», 2016. - С. 141-143.

6. Казахстан внедряет СИРДП-Е. Хромушкин К.Д., Павлов Е.В. Железные дороги мира. 2012. № 9. С. 59-61.

7. Ефремов А. КЖТ расширяют масштабы внедрения радиоблокировки с подвижными блок-участками СИРДП-Е / А. Ефремов // Железные дороги мира. - 2015. - № 10. - С. 62-64.

REFERENCES

1. The system of interval control of train traffic (SIRDP). [Electronic resource]. – Access mode: <https://1520signal.ru/magistralnye-zheleznye-dorogi/sistema-intervalnogo-regulirovaniya-dvizheniya-poezdov-sirdp/>, free. - Zagl. from the screen (date of access: 06/28/2022).

2. Systems of automation and telemechanics on the railways of the world. Textbook for universities railway. transport / Per. from English; ed. G. Teega, S. Vlasenko. - M.: Intext, 2010.

3. Analysis of the ways of organizing traffic control in IRDP-E / Khokhrin A.S., Ezhov N.D., Sakhpkireeva A.S. In the collection: Education - Science - Production. Materials IV Vseros. scientific-practical. conf. 2020. S. 281-285.

4. The system of interaction with the locomotive by means of digital technological radio communication // Lokomotiv. - 2012. - No. 12. - S. 32.

5. Baraksanov K.A. System of interaction with the locomotive by technical radio communication (SVL TP) / K.A. Baraksanov // Scientific community of students: Sat. materials of the VIII International Student Scientific and Practical Conference. - Cheboksary: Center for Scientific Cooperation Interactive Plus LLC, 2016. - P. 141-143.

6. Kazakhstan is implementing HIRDP-E. Khromushkin K.D., Pavlov E.V. Railways of the world. 2012. No. 9. S. 59-61.

7. Efremov A. KZhT expand the scope of the introduction of radio interlocking with mobile block sections SIRD-E / A. Efremov // Railways of the world. - 2015. - No. 10. - S. 62-64.

Информация об авторах

Ганбаатар Жамъян – студент группы СОД.2-18-1, факультет «Системы обеспечения транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: jamiyan0226@gmail.com

Пультяков Андрей Владимирович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: pulyakov@irgups.ru

Information about the authors

Ganbaatar Zhamyan – student of the group SOD.2-18-1, Faculty «Transport support systems», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: jamiyan0226@gmail.com

Pulyakov Andrey Vladimirovich – Ph.D. tech. sciences, Associate professor, Head of the department «Automation, Telemechanics and Communication», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: pulyakov@irgups.ru