



УДК 621.331:625.1

DOI: 10.26731/1813-9108.2018.4(60).93-98

А. Г. Туйгунова<sup>1</sup>, И. А. Худонов<sup>2</sup>, Е. Ю. Пузина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Красноярский институт железнодорожного транспорта, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Красноярск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

Дата поступления: 28 сентября 2018 г.

## О ПЕРЕВОДЕ ПИТАНИЯ СЦБ С 27,5 кВ НА НЕТЯГОВУЮ ОБМОТКУ НА ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

**Аннотация.** Устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) – совокупность технических средств, применяемых для обеспечения безопасности движения поездов и для регулирования движения на перегонах и станциях. Устройства СЦБ оказывают влияние на повышение пропускной и провозной способности перегонов и станций, улучшение использования подвижного состава, повышение безопасности движения поездов. Совершенствование устройств сигнализации, централизации и блокировки требует повышения надежности их электроснабжения. В настоящее время на большинстве участков железной дороги переменного тока электроснабжение линий, питающих устройства СЦБ, выполнено от тяговой обмотки силового масляного трансформатора тяговой подстанции, поэтому есть прямая зависимость уровня напряжения электроснабжения устройств СЦБ и контактной сети от уровня напряжения на шинах подстанции. Увеличение объемов перевозимых грузов, пропуск двоярных поездов вызывает постоянный рост потребляемых энергоресурсов и, соответственно, приводит к повышению требований по показателям качества электроэнергии в электрических сетях питания линий СЦБ и отдельных ее элементов. Кроме того, на межподстанционной зоне может находиться одновременно несколько поездов, что влияет на величину напряжения в контактной сети. Все это приводит к тенденции несоответствия отклонения напряжения, указанного в ПТЭ железных дорог РФ, допустимым пределам. В статье приведена схема перевода питания линии СЦБ с тяговой обмотки на нетяговую и необходимые мероприятия. Предложено выполнить питание фидеров автоблокировки смежных тяговых подстанций от двух модулей, запитанных от шин собственных нужд.

**Ключевые слова:** сигнализация, централизация и блокировка, надежность электроснабжения, реклоузер, резервное питание, безопасность движения, качество электроэнергии, система автоматического ввода резервной линии.

А. G. Tuigunova<sup>1</sup>, I. A. Khudonogov<sup>2</sup>, E. U. Puzina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk, the Russian Federation

<sup>2</sup> Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

Received: September 28, 2018

## ON THE TRANSFER OF POWER SUPPLY OF 27, 5 kV SCB TO THE NON-TRACTIVE WINDING AT THE TRACTION SUBSTATION OF ALTERNATING CURRENT

**Abstract.** Signaling, centralization and blocking devices (SCB) are a set of technical means used for regulating and ensuring the safe movement of trains at block sections and stations. The SCB devices have a significant impact on improving traffic safety, improving transportation and carrying capacity of block sections and stations, better use of the rolling stock, and increase of labour productivity. The widespread occurrence and improvement of signaling, centralization and blocking devices requires increasing the reliability of their electricity supply. At present, at most sections of the railroad of an alternating current, electrical power supply of the lines feeding power to the SCB devices is executed from a tractive winding of the power oily transformer of the tractive substation. Therefore, there is a direct dependence of a voltage level of electrical power supply of the SCB devices and a contact network from a voltage level on buses of the substation. Increase in volumes of the transported freights results in the constant growth of the consumed energy resources, and respectively leads to increase in requirements for indicators of quality of the electric power in electrical networks. Also, this results in the increase in reliability of work of power supply of points and automatic lockout feeder lines, high-voltage lines of the SCB and its separate elements. The presence of several trains in a zone between substations exerts considerable impact on the voltage level in the contact network. This leads to the tendency of non-compliance with the voltage deviation in the specified acceptable range. The article provides a scheme of the translation of SCB line from the tractive winding to the non-tractive one, and necessary actions. It is proposed to execute a supply of feeders of autoblocking of adjacent tractive substations from two modules powered from buses of own needs.

**Keywords:** signaling, centralization and blocking, power supply reliability, recloser, backup power, traffic safety, power quality, automatic backup line switch system



## Введение

Безопасность и надежность перевозочного процесса на железнодорожном транспорте в Российской Федерации является одной из важнейших функций в стратегии развития железнодорожного транспорта Российской Федерации [1]. Устройства СЦБ предназначены для повышения пропускной способности электрифицированных железнодорожных линий, для регулирования движения поездов и обеспечения безопасности, повышения скоростей движения, увеличения массы поездов на железных дорогах [2, 5]. Поскольку устройства СЦБ относятся к потребителям первой категории [6-10], одной из основных задач, стоящих перед станционными, перегонными устройствами и системами СЦБ, является снижение числа отказов и улучшение условий безопасности движения поездов.

На российских железных дорогах электропитание тяговых и нетяговых железнодорожных потребителей осуществляется, как правило, от одного силового трансформатора. Вследствие этого качество электроэнергии, подводимой к нетяговым потребителям, существенно зависит от графика движения поездов, и особенно от наличия тяжеловесных поездов на участке. Требования по качеству электроэнергии в линиях СЦБ устанавливаются Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ) [11-14]. Электропитание устройств СЦБ осуществляется от распределительных устройств (РУ) тяговых подстанций или пунктов питания двумя воздушными или кабельными линиями со встречным питанием фидеров. Одна из них – основное питание (ВЛ СЦБ), вторая – резервное (ВЛ ПЭ) на участках постоянного тока и ДПР (два провода – рельс) на участках переменного тока. Питание всех потребителей железной дороги (тягового – электроподвижной состав, нетягового железнодорожного – районного) от одного трансформатора (рис. 1) создает проблемы для устройств СЦБ, поскольку фидеры получают питание от тяговой обмотки СМТ 27,5 кВ. Основной причиной перекрытия сигналов и отказов устройств автоблокировки является низкое качество электроэнергии на устройствах СЦБ, а это непосредственно отражается на безопасности движения поездов.

Согласно ПТЭ [11], в нормальном режиме минимально допустимое напряжение в контактной сети составляет 21 кВ (–19 % от номинального), максимально допустимое напряжение – 28 кВ (+12 % от номинального), а в вынужденном режиме – соответственно 19 кВ и 29 кВ. В соответствии

с ПТЭ уровень напряжения переменного тока основного и резервного питания устройств СЦБ измеряют под нагрузкой в кабельном ящике и на постах электрической централизации (ЭЦ) – на вводных панелях. Номинальное напряжение переменного тока на устройствах СЦБ должно быть 110, 220, 380 В с допустимым отклонением от номинального напряжения  $\pm 10\%$ .

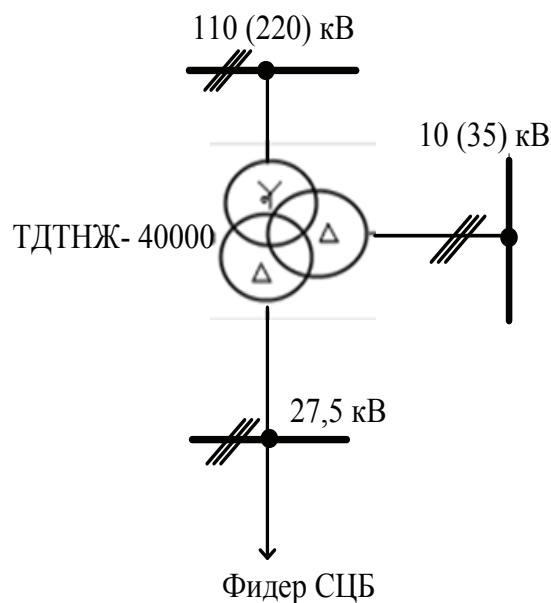


Рис. 1. Схема питания ВЛ СЦБ от шин 27,5 кВ

## Постановка задачи исследования

К особой группе нарушений нормальной работы устройств СЦБ можно отнести: нестабильное питание устройств СЦБ; несоответствие качества питающего напряжения.

Значительная часть отказов работы устройств СЦБ возникает из-за нестабильности напряжения при питании сигнальных точек и несоответствия уровня напряжения. Падение напряжения ниже допустимого на сигнальных точках и постах ЭЦ станций приводит к перекрытию сигналов светофоров на запрещающий, что приводит к срыву графика движения поездов, следовательно, к экономическим затратам, а в некоторых случаях и к снижению уровня безопасности движения. Таким образом, при питании устройств электропитания по существующей схеме есть прямая зависимость уровня напряжения электропитания СЦБ и контактной сети. Устройства питаются от шин 27,5 кВ тяговой подстанции, и при нахождении на межподстанционных зонах тяжеловесных или сдвоенных поездов происходит падение напряжения в контактной сети, следовательно, снижается напряжение на шинах тяговой

подстанции, от которой запитана линия автоблокировки.

Таким образом, типовая схема электроснабжения устройств СЦБ не соответствует требованиям, предъявляемым как к качеству электроэнергии, так и к электробезопасности. Поэтому должно быть осуществлено ее качественное преобразование [15] – перевод к электроснабжению данных потребителей от отдельных линий (ВЛ СЦБ) классом напряжения 10 (35) кВ. При этом обязатель-

ным требованием должно быть отсутствие сторонних потребителей у данных линий.

При переводе питания линий СЦБ с тяговой обмотки на нетяговую выполняется строительство на тяговой подстанции (например, ЭЧЭ А) шин собственных нужд (ШСН) 0,23 кВ, от которых будут запитаны два модуля ЛЭП-10 кВ для питания фидеров автоблокировки «запад» и «восток» (СЦБ-3, СЦБ-В) в стороны смежных тяговых подстанций ЭЧЭ В и ЭЧЭ С (рис. 2).

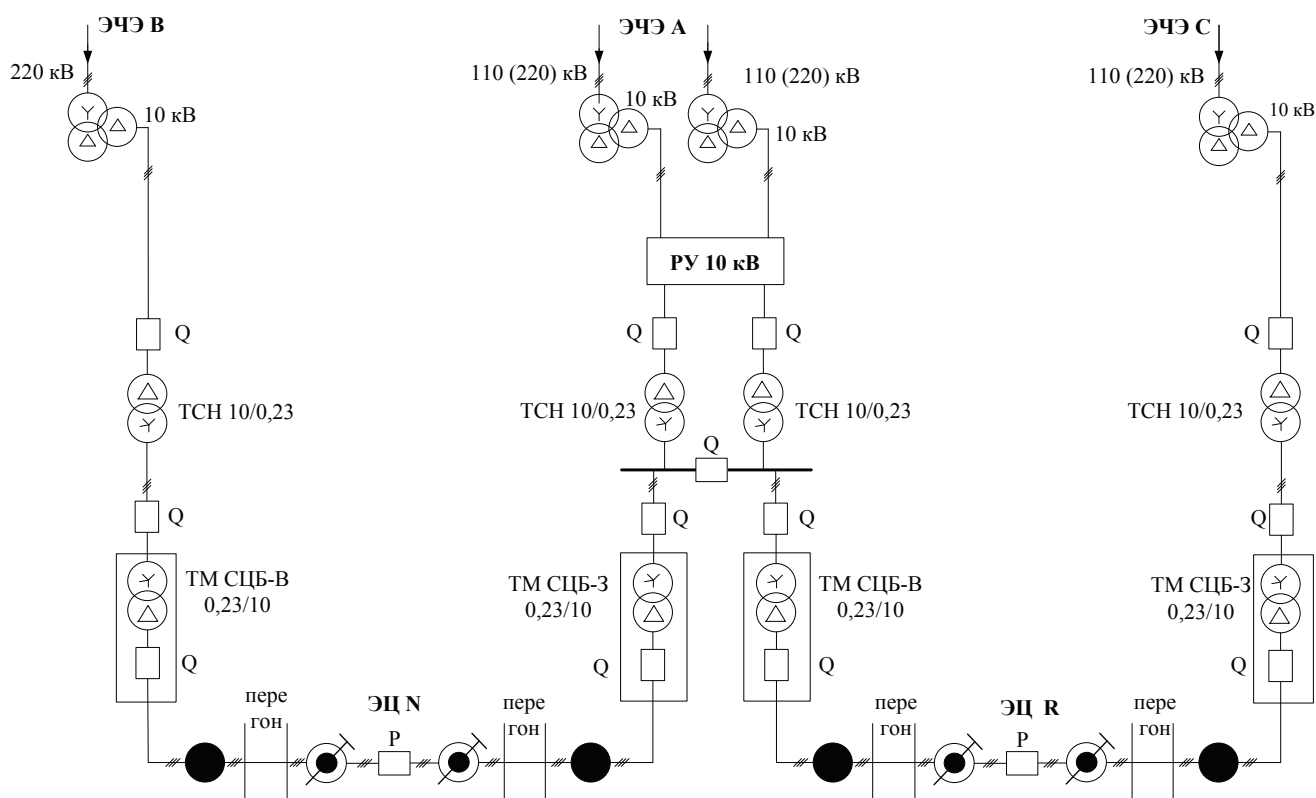


Рис. 2. Секционирование выключателями ВЛ СЦБ

ШСН 0,23 кВ считаются шинами гарантированного питания, имеют два ввода от трансформаторов собственных нужд, подключенных к разным секциям шин нетяговой обмотки, систему автоматического ввода резервной линии (АВР). К ШСН 0,23 кВ, в случае необходимости, может быть подано питание от третьего независимого источника – модуля дизель-генератора (ДГА).

Для питания проектируемой линии автоблокировки по принципу встречно-консольного питания устройств СЦБ необходимо предусмотреть установку трансформаторов собственных нужд ТСН-10/0,23 кВ и трансформаторов СЦБ ТМ-0,23/10 кВ (рис. 2). Преимущество данной схемы питания в том, что протяженность питаемых

участков уменьшается вдвое по сравнению с консольной схемой питания. Благодаря этому существенно снижается просадка напряжения в ВЛ СЦБ, а также при коротких замыканиях выводится из работы не вся МПЗ, а только ее часть, что осуществляется за счет установки реклоузера (Р) в середине межподстанционной зоны, на посту ЭЦ, что соответствует требованиям Инструкции [6], согласно которой ВЛ СЦБ должны быть секционированы выключателями. Для более устойчивого электроснабжения потребителей линии СЦБ должны быть разбиты на отдельные участки с помощью секционных разъединителей с двигательным приводом, установленных на станциях и в районе постов ЭЦ, и также иметь выключатели на



фидерах СЦБ тяговых подстанций, на постах секционирования и пунктах питания.

Сети 10 кВ отличаются слабой оснащённостью коммутационными аппаратами и, соответственно, отсутствием автоматизации послеаварийных переключений. Если в основных сетях практически любой узел нагрузки так оснащён коммутационными аппаратами, что, оперируя ими, можно отделять этот узел от основного питания и переключать на резервное питание, то на линии 10 кВ чаще всего установлено лишь несколько разъединителей, поэтому при повреждении любого участка линии будут длительно отключены все присоединённые к линии потребители.

На месте раздела линий на постах секционирования, питание которых также переводится на линию 10 кВ с целью повышения надёжности, безопасности и автоматического секционирования линии СЦБ, необходима установка вакуумных реклоузеров – коммутационных аппаратов столбового исполнения (рис. 3). Реклоузер практически объединил все виды противоаварийной автоматики: автоматическое повторное включение (АПВ), автоматический ввод резервной линии (АВР), максимальную токовую защиту (МТЗ), защиту от замыканий на землю (ЗЗ), устройство плавки гололеда (УПГ).

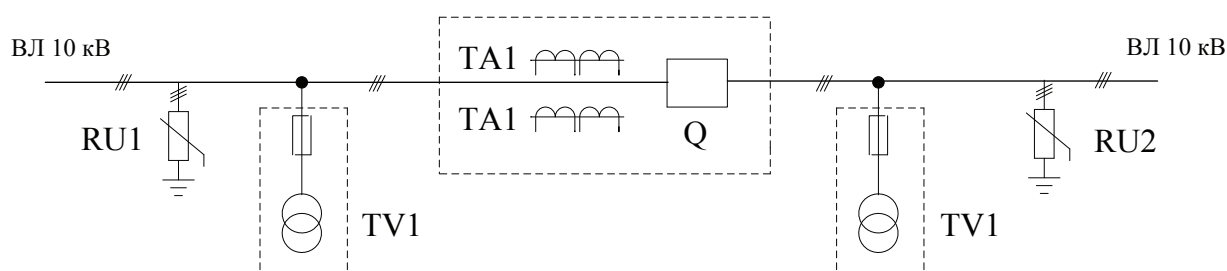


Рис. 3. Схема поста секционирования на базе вакуумного реклоузера

Расчеты потери напряжения в ВЛ СЦБ 10 кВ показывают, что потери в линии при консольном питании в самой удаленной точке не превышают максимально допустимых значений.

В связи с возникшей необходимостью исключения сбоев автоматической локомотивной сигнализации, перекрытия светофоров из-за резких скачков напряжения в существующей сети автоблокировки ДПП-27,5 кВ, а также перевода стрелочных приводов на трехфазное питание 380 В предусматривается строительство ВЛ 10 кВ с установкой СТП-10/0,23 кВ и КТП-10/0,4 кВ. Для этого должны быть выполнены следующие виды работ:

1) секционирование линии автоблокировки в соответствии с Инструкцией [6] на базе вакуумного реклоузера серии РВА/TEL производства ООО «РК Таврида электрик». Предусматривается установка двух реклоузеров РВА/TEL-10-12,5/630 У1 с двухсторонним питанием на посту ЭЦ N и на посту ЭЦ R;

2) перевод основного питания постов ЭЦ. Для этого устанавливается комплектная трансформаторная подстанция КТП-10/10/0,4 кВ на посту ЭЦ N и КТП-10/10/0,4 кВ на посту ЭЦ R;

3) установка сухих трансформаторов ТСН и СЦБ.

Строительство новой линии ВЛ-10 кВ позволяет эффективно повысить надёжность электропитания потребителей, обеспечить требуемую

категорию безопасности обслуживания электроустановок, качество напряжения питания устройств СЦБ согласно [6, 11, 16], а вместе с этим обеспечить безопасность и надёжность перевозочного процесса на железнодорожном транспорте.

Для решения проблемы фазировки линии СЦБ реализуются следующие мероприятия:

1) на тяговых подстанциях ТП В и ТП С воздушная линия 10 кВ СЦБ запитывается от нетяговой обмотки силового трансформатора 10 кВ;

2) на тяговых подстанциях ТП В и ТП С выполняется установка трансформаторов ТСН-400 10/0,23 со схемой соединения обмоток  $\Delta/\sqrt{3}$ -11;

3) на тяговых подстанциях ТП В и ТП С выполняется установка трансформаторов СЦБ ТС-400 0,23/10 со схемой соединения обмоток  $\sqrt{3}/\Delta$ -11.

#### Заключение

Предложенная схема позволяет осуществлять электропитание ВЛ 10 кВ СЦБ от нетяговых обмоток силовых трансформаторов как от ТП В, так и от ТП С. Это позволит на участке ТП В – ТП С обеспечить требуемое качество напряжения ВЛ-10 кВ СЦБ для чувствительной микропроцессорной аппаратуры поста ЭЦ, что исключит частые запуски ДГА-СЦБ и повысит надёжность электроснабжения поста ЭЦ. В этом случае будет существенно снижено влияние просадки напряжения на ВЛ-10 кВ СЦБ от пропуска пакета тяжелых





поездов, также будет снижено количество задержек поездов, которые влияют на организацию движения, участковую скорость. После остановок по причине сбоя устройств СЦБ грузовым поездам на этой межподстанционной зоне приходится трогаться на участках с подъемом, что оказывает сильное влияние на безопасность движения поездов. Перевод питания энергодиспетчером может выполняться без перерыва питания ВЛ 10 кВ СЦБ по телеуправлению.

Таким образом, для приведения в соответствие качества электроэнергии для питания устройств СЦБ, которые относятся к электроустановкам I категории на железнодорожном транспорте, необходимо на тяговых подстанциях переменного тока осуществить перевод питания СЦБ от шин собственных нужд, получающих питание от нетяговой обмотки силового трансформатора.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс] : утв. распоряжением Правительства РФ от 17.08.2017 № 1756-р // Справочно-правовая система КонсультантПлюс.
2. Герман, Л.А. Устройства и линии электроснабжения автоблокировки / Л.А. Герман, М.И. Векслер, И.А. Шелом. – М. : Транспорт, 2007. – 192 с.
3. Дмитриев, В.Р. Электропитающие устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи : справочник / В.Р. Дмитриев, В.И. Смирнова. – М.: Транспорт, 2012. – 248 с.
4. Дмитриев, В. Р. Электропитающие устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи / В.Р. Дмитриев, В.И.Смирнова. : справочник. – М.: Транспорт, 1983. – 248 с.
5. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей : утв. Главгосэнергонадзор России от 21 декабря 1984 г.
6. Инструкция по категоричности электроприемников нетяговых потребителей железнодорожного транспорта. ПГ-8-90 [Электронный ресурс] : утв. МПС СССР 11.03.1991 № ЦЭ-4846 // Справочно-правовая система КонсультантПлюс.
7. Указания № ЦШЦ 37/178 от 27.10.1999 г. : Приложение 1. Регламенты технической оснащенности предприятий Департамента сигнализации, централизации и блокировки.
8. Руководящие указания по релейной защите систем тягового электроснабжения. – Транс-издат. – М. : 2004. – 216 с.
9. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей : утв. Министерство Энергетики РФ от 13 января 2003 года №6.
10. Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила РФ ФЕРм 81 – 03 – 08 – 2001. 881 : утв. и введен в действие с 10 августа 2001 г. постановлением Гос-строя России от 8 августа 2001 г. № 92.
11. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации [Электронный ресурс] : утв. приказом Минтранса России от 21.12.2010 № 286 (в ред. от 09.02.2018) // Справочно-правовая система КонсультантПлюс.
12. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты: утв. зам. главного государственного санитарного врача СССР А. И. Заиченко № 2971-84 от 23.02.84 г.
13. Стандарт ОАО РЖД. Объекты инфраструктуры железных дорог. Требования по обеспечению пожарной безопасности : СТО РЖД 1.15.004-2009 : утв. распоряжением ОАО "РЖД" от 14.08.2009 № 1711р. – М., 2018. – 97 с.
14. Перечень измерительных приборов, рекомендованных для применения при технической эксплуатации устройств СЦБ, установлен Инструкцией № ЦШ-720 и Инструкцией № ЦШ-762.
15. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс] : утв. Приказом Минэнерго России от 08.07.2008 № 204. – 7-е изд. // Справочно-правовая система КонсультантПлюс.
16. Инструкция по техническому обслуживанию и ремонту устройств электроснабжения сигнализации, централизации, блокировки и связи на федеральном железнодорожном транспорте (ЦЭ-881) [Электронный ресурс] : утв. МПС РФ 14.03.2005 // Справочно-правовая система Кон-сультантПлюс.

### REFERENCES

1. Strategiya razvitiya zheleznodorozhnogo transporta v Rossiiskoi Federatsii do 2030 goda [Elektronnyi resurs]: utv. rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 17.08.2017 No. 1756-r [The strategy of development of railway transport in the Russian Federation until 2030: approved by the Decree of the Government of the Russian Federation of 17.08.2017 No. 1756-p]. Spravochno-pravovaya sistema Konsul'tantPlyus [Reference and legal system ConsultantPlus].
2. German L.A., Veksler M.I., Shelom I.A.. Ustroistva i linii elektrosnabzheniya avtoblokirovki [Devices and power supply lines for automatic blocking]. Moscow: Transport Publ., 2007, 192 p.
3. Dmitriev V.R., Smirnova V.I. Elektropitayushchie ustroistva zheleznodorozhnoi avtomatiki, telemekhaniki i svyazi : spravochnik [Powering devices for railway automation, telemechanics and communication: a reference book]. Moscow: Transport Publ., 2012, 248 p.
4. Dmitriev V. R., Smirnova V.I.: Elektropitayushchie ustroistva zheleznodorozhnoi avtomatiki, telemekhaniki i svyazi: spravochnik [Power supply devices for railway automation, telemechanics and communication: a reference book]. Moscow: Transport Publ., 1983, 248 p.
5. Pravila tekhniki bezopasnosti pri ekspluatatsii elektroustanovok potrebitelei : utv. Glavgosenergonadzor Rossii ot 21 dekabrya 1984 g [Safety regulations for operation of electrical installations of consumers: approved by Glavgosenergonadzor of Russia of December 21, 1984].



6. Instruktsiya po kategoriinosti elektropriemnikov netyagovykh potrebitelei zheleznodorozh-nogo transporta. PG-8-90 [Elektronnyi resurs] : utv. MPS SSSR 11.03.1991 No. TsE-4846 [Instructions on the category of electric consumers of non-choked consumers of railway transport. PG-8-90: approved by the USSR Ministry of Railways 11.03.1991 No. TsE-4846]. Spravochno-pravovaya sistema Konsul'tantPlyus [Reference and legal system ConsultantPlus].

7. Ukazaniya No. TsShTs 37/178 ot 27.10.1999 g. : Prilozhenie 1. Reglamenti tekhnicheskoi osna-shchennosti predpriyatii Departamenta signalizatsii, tsentralizatsii i blokirovki [Instructions No. TsShTs 37/178 of 10.27.1999: Appendix 1. Regulations for the technical equipment of enterprises of the Signaling, Centralization and Interlock Department].

8. Rukovodyashchie ukazaniya po releinoi zashchite sistem tyagovogo elektrosnabzheniya [Guidelines for relay protection of traction power supply systems]. Moscow: Transizdat Publ., 2004, 216 p.

9. Pravila tekhnicheskoi ekspluatatsii elektroustanovok potrebitelei: utv. Ministerstvo Energetiki RF ot 13 yanvarya 2003 goda No.6 [Rules of technical operation of electrical installations of consumers: approved by the Ministry of Energy of the Russian Federation of January 13, 2003 No. 6].

10. Sistema normativnykh dokumentov v stroitel'stve. Stroitel'nye normy i pravila RF FERm 81 – 03 – 08 – 2001. 881 : utv. i vveden v deistvie s 10 avgusta 2001 g. postanovleniem Gosstroya Rossii ot 8 avgusta 2001 g. No. 92 [The system of regulatory documents in construction. Building norms and rules of the Russian Federation Federal unit prices for installation 81 - 03 - 08 - 2001. 881: approved and entered into force on August 10, 2001 by the resolution of the State Construction Committee of Russia of August 8, 2001 No. 92.].

11. Pravila tekhnicheskoi ekspluatatsii zheleznykh dorog Rossiiskoi Federatsii [Elektronnyi resurs] : utv. prikazom Mintransa Rossii ot 21.12.2010 No. 286 (v red. ot 09.02.2018) [Rules of technical operation of railways of the Russian Federation: approved by the Order of the Ministry of Transport of Russia dated 12/21/2010 No. 286 (as amended on 02/09/2018)]. Spravochno-pravovaya sistema Konsul'tantPlyus [Reference and legal system ConsultantPlus].

12. Sanitarnye normy i pravila zashchity naseleniya ot vozdeistviya elektricheskogo polya, so-zdavaemogo vozduzhnymi liniyami elektroperedachi peremennogo toka promyshlennoi chastoty: utv. zam. glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha SSSR A. I. Zaichenko No. 2971-84 ot 23.02.84 g [Sanitary norms and rules for the protection of the population from the effects of an electric field, created by overhead power lines of alternating current of industrial frequency: approved by the deputy Chief State Sanitary Doctor of the USSR A.I. Zaichenko No. 2971-84 dated 02/23/84].

13. Standart OAO RZhD. Ob"ekty infrastruktury zheleznykh dorog. Trebovaniya po obespeche-niyu pozharnoi bezopasnosti : STO RZhD 1.15.004-2009 : utv. rasporyazheniem OAO "RZhD" ot 14.08.2009 No. 1711r [The standard of JSC Russian Railways. Railway infrastructure. Requirements for fire safety: STO Russian Railways 1.15.004-2009: approved by the Order of JSC "Russian Railways" dated August 14, 2009 No. 1711r]. Moscow, 2018, 97 p.

14. Perechen' izmeritel'nykh priborov, rekomendovannykh dlya primeneniya pri tekhnicheskoi ekspluatatsii ustroystv STsB, ustanovlen Instruktsiei No. TsSh-720 i Instruktsiei No. TsSh-762 [The list of measuring devices recommended for use in the technical operation of signaling systems is established by Instruction No. TsSh-720 and Instruction No. TsSh-762].

15. Pravila ustroystva elektroustanovok [Elektronnyi resurs]: utv. Prikazom Minenergo Rossii ot 08.07.2008 No. 204. 7-e izd. [Rules for electrical installations: approved by the Order of the Ministry of Energy of Russia dated July 8, 2008 No. 204, 7th ed.]. Spravochno-pravovaya sistema Konsul'tantPlyus [Reference and legal system ConsultantPlus].

16. Instruktsiya po tekhnicheskomu obsluzhivaniyu i remontu ustroystv elektrosnabzheniya signalizatsii, tsentralizatsii, blokirovki i svyazi na federal'nom zheleznodorozhnom transporte (TsE-881) [Elektronnyi resurs] : utv. MPS RF 14.03.2005 [Instructions for the maintenance and repair of power supply devices for signaling, centralization, blocking and communication at the federal railway transport (TsE-881): approved by MMC RF on March 14, 2005]. Spravochno-pravovaya sistema Konsul'tantPlyus [Reference and legal system ConsultantPlus].

### Информация об авторах

### Authors

*Туйгунова Альбина Григорьевна* - к. т. н., доцент кафедры «Системы обеспечения движения поездов», Красноярский институт железнодорожного транспорта, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Красноярск, e-mail: tuigunova\_ag@krsk.irkups.ru

*Худоногов Игорь Анатольевич* - д. т. н., профессор кафедры «Электроэнергетика транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: Hudonogovi@mail.ru

*Пузина Елена Юрьевна* - к. т. н., доцент кафедры «Электроэнергетика транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: lena-rus05@mail.ru

*Tuigunova Al'bina Grigor'evna* - Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof. of the Subdepartment of Train Traffic Management Systems, Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk, e-mail: tuigunova\_ag@krsk.irkups.ru

*Khudonogov Igor' Anatol'evich* - Doctor of Engineering Science, Prof. of the Subdepartment of Electric Power Industry of Transport, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: Hudonogovi@mail.ru

*Puzina Elena Yur'evna* - Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof. of the Subdepartment of Electric Power Industry of Transport, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: lena-rus05@mail.ru

### Для цитирования

Туйгунова А. Г. О переводе питания СЦБ с 27,5 кВ на нетяговую обмотку на тяговой подстанции переменного тока / А. Г. Туйгунова, И. А. Худоногов, Е. Ю. Пузина // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - 2018. - Т. 60, № 4. - С. 93–98. - DOI: 10.26731/1813-9108.2018.4(60).93-98

### For citation

Tuigunova A. G., Khudonogov I. A., Puzina E. Yu. O perevode pitaniya stsb s 27,5 kV na netyagovuyu obmotku na tyagovoi podstantsii peremennogo toka [On the transfer of power supply of 27,5 kV SCB to the non-tractive winding at the traction substation of alternating current]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern technologies. System analysis. Modeling], 2018, Vol. 60, No. 4, pp. 93–98. DOI: 10.26731/1813-9108.2018.4(60).93-98