

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**Уральский государственный университет путей сообщения**  
**(УрГУПС)**

Факультет Электромеханический

Кафедра Электроснабжение транспорта

Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Допускается к защите  
Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент Ковалев А.А.

«13» 06 2017 г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема: Проект согласованной организации движения поездов и устройств системы тягового электроснабжения

(пояснительная записка)

23.05.05.22.ПД.СОэ522.01.ПЗ

(шифр документа)

Разработал: <u>студент</u>	<u>СОэ-522</u>	<u>[подпись]</u>	<u>12.05.17</u>	<u>Гончар Е.А.</u>
(студент-дипломник)	(группа)	(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
Руководитель: <u>ассистент</u>		<u>[подпись]</u>	<u>22.05.17</u>	<u>Баева И.А.</u>
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
Консультанты: <u>доцент, к.т.н.</u>		<u>[подпись]</u>	<u>15.05.17</u>	<u>Афанасьева Н.А.</u>
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
<u>доцент, к.т.н.</u>		<u>[подпись]</u>	<u>15.05.17</u>	<u>Закирова А.Р.</u>
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
Н. контролер: <u>ассистент</u>		<u>[подпись]</u>	<u>07.06.17</u>	<u>Окунев А.В.</u>
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
Рецензент: _____		_____	_____	_____
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)

Екатеринбург

2017

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**Уральский государственный университет путей сообщения**  
**(УрГУПС)**

Факультет Электромеханический Кафедра Электроснабжение транспорта

Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

*А.А. Ковалев*  
к.т.н., доцент Ковалев А.А.

« 05 » 04 2017 г.

**Задание**

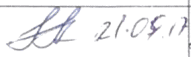

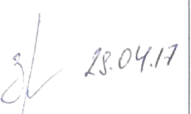
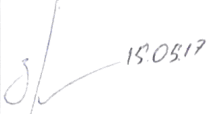
**на дипломный проект студенту**

Гончар Екатерине Александровне


(фамилия, имя, отчество)

- 1 Тема проекта Проект согласованной организации движения поездов и устройств системы тягового электроснабжения  
утверждена приказом по университету от «15» марта 2017 г. № 495-со
- 2 Срок сдачи студентом законченного проекта 19.06.2017 г.
- 3 Исходные данные к проекту 1. Профиль пути участка; 2. Расположение объектов системы тягового электроснабжения; 3. Марка проводов контактной подвески 4. Тип локомотивов для поездов; 5. Перечень основного оборудования тяговых подстанций
- 4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) 1. Электрический расчет системы тягового электроснабжения с различной массой грузовых поездов; 2. Согласованная организация движения поездов и устройств системы тягового электроснабжения; 3. Экономическая эффективность замены преобразовательного трансформатора на систему БАРН; 4. Безопасность жизнедеятельности
- 5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, не включая слайды презентации) 1. Продольный профиль пути участка; 2. Технология пропуска соединенных и одиночных грузовых поездов; 3 План прохода по железнодорожным путям

6 Консультанты по проекту (работе, с указанием относящихся к ним разделов проекта)

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
Экономическая часть	Афанасьева Н.А.	 21.05.17	 15.05.17
Безопасность жизнедеятельности	Закирова А.Р.	 28.04.17	 15.05.17

7 Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Руководитель  / Баева И.А./  
(подпись)

Задание принял к исполнению студент  / Гончар Е.А./  
(подпись)

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта (работы)	Отметка руководителя
Утверждение тем ВКР	22.02.17	выполнено
Сбор исходных данных для выполнения ВКР	28.02.17	выполнено
Постановка целей и задач ВКР, написание введения	01.03.17	выполнено
Разработка основной части ВКР	17.03.17	выполнено
Разработка специальной части ВКР	07.04.17	выполнено
Разработка раздела по экономической части ВКР	21.04.17	выполнено
Разработка раздела по БЖД	28.04.17	выполнено
Подготовка графической части ВКР	01.05.17 – 10.05.17	выполнено
Оформление ВКР	10.05.17 – 12.05.17	выполнено
Подписание ВКР у консультантов	15.05.17 – 19.05.17	выполнено
Подписание ВКР у руководителя	22.05.17 – 25.05.17	выполнено
Проверка ВКР на плагиат	02.06.17 – 06.06.17	выполнено
Нормоконтроль ВКР	06.06.17 – 09.06.17	выполнено
Утверждение ВКР у заведующего кафедрой	13.06.17 – 16.06.17	выполнено
Сдача ВКР на кафедру	19.06.17	выполнено
Получение рецензии на ВКР	07.06.17 – 16.06.17	выполнено
Защита ВКР	26.06.17 – 05.07.17	

Руководитель  студент - дипломник 

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
«Электроснабжение транспорта»

*А.А. Ковалев*  
к.т.н., доцент Ковалев А.А.

«15» марта 2017 г.

**Задание**  
**на специальный раздел ВКР**  
**(дипломный проект)**

Студент Гончар Екатерина Александровна Группа СОэ-522  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Экономическая эффективность замены преобразовательного трансформатора на систему БАРН

(название специального раздела)

1. Тема Проект согласованной организации движения поездов и устройств системы тягового электроснабжения

(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от « 15 » марта 2017 г. № 495-сo

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта ассистент Баева И.А.

(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела к.т.н., доцент Афанасьева Н.А.

Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта

3. Исходные данные: получены по месту практики

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 15.05.2017

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1. Техническое обоснование замены преобразовательного трансформатора на систему БАРН;

2. Экономическое обоснование замены преобразовательного трансформатора на систему БАРН.

6. Название демонстрационно-графического(их) материал(ов) \_\_\_\_\_

7. Дата выдачи задания 21.04.2017 Консультант *Н.А. Афанасьева* Н.А. Афанасьева

(подпись)

Согласовано: 24.04.2017 /И.А. Баева/

(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 21.04.2017 Е.А. Гончар

(дата и подпись студента-дипломника)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
«Электроснабжение транспорта»  
*к.т.н., доцент Ковалев А.А.*  
«15» марта 2017 г.

**Задание  
на специальный раздел ВКР  
(дипломного проекта)**

Студент Гончар Екатерина Александровна Группа СОэ-522  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность жизнедеятельности  
(название специального раздела)

1. Тема Проект согласованной организации движения поездов и устройств системы тягового электроснабжения  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «15» марта 2017 г. № 495 – со

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта ассистент Баева И.А.

(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела к.т.н., доцент Закирова А.Р.

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные: получены по месту практики

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 15.05.2017

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Требования безопасности при нахождении на железнодорожных путях

2) Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности жизнедеятельности

6. Название демонстрационно-графического материала План безопасного прохода по железнодорожным путям

7. Дата выдачи задания 28.04.2017 Консультант А.Р. Закирова

(подпись)

Согласовано: 01.05.2017 /И.А. Баева/

(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 28.04.2017 Е.А. Гончар

(дата и подпись студента-дипломника)

## РЕФЕРАТ

В данном дипломном проекте всего: стр. 67, рис. 21, табл. 17, прил. 2, использованных источников 18 назв., чертежей и плакатов 3 листа.

**ПОСТОЯННЫЙ ТОК, ПРОВОЗНАЯ И ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ, СИСТЕМА ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, СОЕДИНЕННЫЙ ПОЕЗД, ОДИНОЧНЫЙ ГРУЗОВОЙ ПОЕЗД, СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ, БАРН, КОРТЭС, МЕЖПОЕЗДНОЙ ИНТЕРВАЛ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.**

**CONTINUOUS CURRENT, CARRYING CAPACITY, THE SYSTEM OF TRACTION ELECTRIC SUPPLY, ELECTRICAL CALCULATION, THE CONNECTED TRAIN, A SINGLE FREIGHT TRAIN, WAYS OF STRENGTHENING, BARN, KORTES, THE INTERVAL BETWEEN CONSECUTIVE TRAINS, SAFETY, ECONOMIC EFFICIENCY.**

**Объект исследования:** система тягового электроснабжения постоянного тока 3,0 кВ.

**Цель дипломного проекта:** анализ функциональной зависимости расхода электрической энергии от напряжения на шинах тяговых подстанций, скорости движения поездов при пропуске соединенных грузовых поездов и одиночных грузовых поездов.

**Экономическая эффективность:** замена преобразовательного трансформатора на систему бесконтактного автоматического регулирования напряжения окупается за восемь лет.

					<b>23.05.05.22.ПД.СОэ522.01.ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>	Проект согласованной организации движения поездов и устройств системы тягового электроснабжения	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Разраб.	Гончар Е.А.	<i>Гончар</i>	12.05.02	У		6	67	
Пров.	Баева И.А.	<i>Баева</i>	22.05.02	ФГБОУ ВО УрГУПС кафедра Электроснабжение транспорта				
Т. контр.								
Н. контр.	Окунев А.В.	<i>Окунев</i>	07.06.02					
Утв.	Ковалев А.А.	<i>Ковалев</i>	06.06.02					

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

"Уральский государственный университет путей сообщения"  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

## ОТЗЫВ

о выпускной квалификационной работе студента факультета ЭМФ  
(Наименование)

специальности 23.05.05 – Системы обеспечения движения поездов  
(Код, наименование)

Гончар Екатерина Александровна

(Фамилия, имя, отчество)

на тему: «Проект согласованной организации движения поездов и устройств  
системы тягового электроснабжения»

Руководитель: ассистент, Баева И.А.

В ходе дипломного проектирования разработаны основные вопросы согласованной организации движения поездов и устройств системы тягового электроснабжения, включая такие, как электрический расчет системы тягового электроснабжения с различной массой грузовых поездов, определение основных технико-энергетических показателей системы.

Особенно подробно рассмотрены вопросы организации движения поездов при пропуске грузовых поездов повышенной массы и соединенных грузовых поездов. Исследованы условия и процесс формирования и разъединения грузовых соединенных грузовых поездов. Проведена оценка пропускной способности электрифицированного участка постоянного тока.

За период дипломного проектирования Гончар Екатерина Александровна показала умение самостоятельно собирать и анализировать материал, принимать решения на основе анализа. Также студентка показала навыки выполнения тяговых расчетов и умение выполнить оценку полученных на его основе результатов. В процессе работы над проектом она показала умение самостоятельно грамотно решать поставленные задачи.

В целом дипломный проект выполнен на высоком техническом уровне, в связи с этим заслуживает отличной оценки.

*Руководитель проекта*



*Баева И.А.*

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

## РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу (ВКР)

по теме Проект согласованной организации движения поездов и устройств системы тягового электроснабжения

обучающегося Гончар Екатерины Александровны, гр. СОэ-522

ВКР объемом 67 страниц, содержит таблиц 17, иллюстраций 21, источников 18, приложений 2.

ВКР посвящена Увеличению пропускной и провозной способности участка для дальнейшего увеличения скорости движения и масс грузовых поездов

Основные результаты В ходе проекта студентом проведены электрические расчеты системы тягового электроснабжения с нерегулируемыми и регулируемыми преобразовательными агрегатами тяговых подстанций, определены на участке межподстанционные зоны, разработаны варианты усиления СТЭ участка и произведена оценка экономической эффективности вариантов усиления СТЭ участка

Новизна и оригинальность идей, положенных в основу ВКР, а также методы ее выполнения Расчеты, выполненные в дипломном проекте ранее в проектах не выполнялись.

Практическая значимость ВКР Результаты дипломного проекта предназначены для внедрения при усилении СТЭ участка. Экономический



эффект от внедрения системы БАРН превосходит другие варианты усиления – строительство тяговых подстанций и применение ВДУ.

Анализ обоснованности выводов и предложений Выводы и предложения, представленные в дипломном проекте полностью обоснованы, в доказательство приведены расчетные данные в программе КОРТЭС

Качество оформления Пояснительная записка и демонстрационно-графическая часть выполнены аккуратно, в них учтены основные требования оформления, а также продемонстрировано умение автора применять технические и программные средства. Проект содержит таблицы, графики и рисунки, повышающие наглядность текстового материала

Недостатки ВКР Не приведены расчеты по оценке возможностей систем усиления для скоростного и высокоскоростного движения пассажирских поездов

Изложенное позволяет считать, что рецензируемая ВКР Отвечает всем предъявленным требованиям и заслуживает оценки «Отлично».

Дата \_\_\_\_\_ Рецензент \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_

(Фамилия И.О.)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте произведен анализ системы тягового электроснабжения двухпутного участка протяженностью 241,9 км с тяжелым горным профилем II типа.

В первом разделе производился электрический расчет системы тягового электроснабжения в программе КОРТЭС при пропуске пакета, состоящего из соединенных грузовых поездов массой [6000 т + 6000 т соединенный] и двух одиночных грузовых поездов массой 6000 т с межпоездным интервалом 10 минут при регулировании скорости движения поездов от 50 км/ч до 100 км/ч. Получены следующие результаты:

1) [6000 т + 6000 т соединенный] с электровозами 2×ВЛ10 с напряжением тяговых подстанций  $U_{XX} = 3500$  В,  $U_{CT} = 3500$  В,  $U_{CT} = 3600$  В,  $U_{CT} = 3700$  В проходят все межподстанционные зоны по уровню напряжения в контактной сети (свыше 2700 В).

2) 6000 т – 6000 т с электровозами ВЛ10 с межпоездным интервалом 10 минут, напряжением тяговых подстанций  $U_{XX} = 3500$  В,  $U_{CT} = 3500$  В,  $U_{CT} = 3600$  В,  $U_{CT} = 3700$  В проходят все межподстанционные зоны по уровню напряжения в контактной сети (свыше 2700 В).

Произведен технико-электрический анализ при пропуске грузовых поездов повышенной массы и соединенных грузовых поездов.

Рассчитаны расходы электрической энергии на тягу по счетчикам электроподвижного состава ( $A_{ЭПС}$ ), на шинах тяговых подстанций ( $A_{ТП}$ ), потери ЭЭ в тяговой сети ( $\Delta A_{ТС}$ ), в преобразовательном трансформаторе ( $\Delta A_{ПРТ}$ ) удельный расход ЭЭ ( $\alpha_T$ ) при естественных (падающих с напряжением холостого хода 3500 В) и стабилизированных (на уровнях стабилизации 3500 В, 3600 В, 3700 В) характеристиках на участке.

При пропуске поездов на участке с отсутствием движения в четном направлении и с движением в нечетном направлении пакета, состоящего из соединенных поездов массой [6000 т + 6000 т соединенный] и двух одиночных грузовых поездов массой 6000 т с межпоездным интервалом 10 минут при регулировании скорости движения поездов от 50 км/ч до 100 км/ч при стабилизации напряжения системой БАРН на уровне 3700 В расход ЭЭ на тягу примерно совпадает. Снижение происходит на 0,06 – 0,81 %.

Потери ЭЭ в тяговой сети возрастают при пропуске пакета, состоящего из соединенных поездов массой [6000 т + 6000 т соединенный] на 8,35 – 17,45 %, по сравнению с пакетом, состоящим из двух одиночных грузовых поездов массой 6000 т с межпоездным интервалом 10 минут.

Расход ЭЭ на шинах ТП снижается при пропуске пакета, состоящего из двух одиночных грузовых поездов массой 6000 т с межпоездным интервалом 10 минут по сравнению с пропуском пакета, состоящего из соединенных поездов массой [6000 т + 6000 т соединенный] при скоростях: 50 км/ч на

1,4 %, 60 км/ч на 1,8 %, 70 км/ч на 2,2 %, 80 км/ч на 2,4 %, 90 км/ч на 2,1 %, 100 км/ч на 2,0 %.

Потери электрической энергии в преобразовательных трансформаторах с движением в нечетном направлении пакета, состоящего из соединенных поездов массой [6000 т + 6000 т соединенный] выше на 0,03 – 8,23 %, чем при пропуске пакета из двух одиночных грузовых поездов массой 6000 т с межпоездным интервалом 10 минут при стабилизации напряжения системой БАРН на уровне 3700 В.

Удельный расход ЭЭ ( $\alpha_T$ ) при пропуске пакета, состоящего из соединенных поездов массой [6000 т + 6000 т соединенный] уменьшается по сравнению с пропуском пакета, состоящего из двух одиночных грузовых поездов массой 6000 т с межпоездным интервалом 10 минут на: 50 км/ч на 1,35 %, 60 км/ч на 1,82 %, 70 км/ч на 2,24 %, 80 км/ч на 2,41 %, 90 км/ч на 2,11 %, 100 км/ч на 2,98 %.

При проведении электрических расчетов в программе КОРТЭС, в качестве варианта усиления СТЭ применена система бесконтактного автоматического регулирования напряжения с преобразовательными трансформаторами ТРДП – 16000/10 и реакторами РТДП – 6300/10.

Во второй главе рассмотрена согласованная организация движения поездов и устройств системы тягового электроснабжения. Проведен анализ основных технологических и организационных требований системы тягового электроснабжения при пропуске соединенных грузовых поездов. Изучена инструкция по организации обращения грузовых поездов ПМД на железнодорожных путях общего пользования ОАО «РЖД», утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от «28» 08 2012 г. № 1704р при пропуске грузовых поездов повышенной массы и длины [7]:

Рассмотрены основные требования к устройствам электроснабжения при пропуске соединенных грузовых поездов:

- СТЭ должна обеспечивать устойчивую работу электроподвижного состава;
- устройства контактной сети, электроснабжения соответствовать необходимым требованиям и инструкциям;
- подстанции, питающие участок обращения соединенных поездов при необходимости должны включать в работу установленные трансформаторы и преобразовательные агрегаты, а также вводить в работу устройства повышения и стабилизации напряжения в системе электроснабжения.

Исследованы условия и процесс формирования и разъединения соединенных грузовых поездов, которые показали, что формирование соединенного грузового поезда сложный и длительный процесс, на который уходит 33 минуты.

Оценка пропускной способности электрифицированного участка на постоянном токе 3,0 кВ при пропуске соединенных и одиночных грузовых поездов показала, что выгодным является пропуск одиночных грузовых поездов массой 6000 т с межпоездным интервалом 10 минут. При пропуске

одиночных грузовых поездов увеличивается провозная и пропускная способность. Тонно-километровая работа за сутки увеличивается практически в два раза. Поезда массой [6000 т + 6000 т соединенный] выполняют тонно-километровую работу равную 12482,04 т·км, а одиночные грузовые поезда массой 6000 т с межпоездным интервалом 10 минут – 20900,2 т·км.

Удельный расход ЭЭ по счетчикам тяговых подстанций при пропуске одиночных грузовых поездов снижается на 2 %.

В третьей главе рассчитана экономическая эффективность замены преобразовательного трансформатора на систему БАРН. Чистый дисконтированный доход за расчетный период составит 493,91 млн. руб. Срок окупаемости мероприятия наступит на восьмой год эксплуатации оборудования. Выполненные расчеты показывают высокую эффективность рассматриваемого мероприятия.

В четвертой главе изучены требования безопасности при нахождении на железнодорожных путях. Описаны существующие угрозы во время нахождения на железнодорожных путях, причины возникновения опасных ситуаций, рассмотрены организационные мероприятия, безопасные способы поведения и передвижения на путях. Представлены рекомендации по предотвращению чрезвычайных ситуаций на железнодорожных путях.

На электрифицированных участках на постоянном токе 3,0 кВ рекомендуется пропускать одиночные грузовые поезда массой 6000 т с межпоездным интервалом 10 минут со скоростью 80 – 100 км/ч.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аржанников Б. А. Тяговое электроснабжение постоянного тока скоростного и тяжеловесного движения поездов: монография / Б. А. Аржанников. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2012. – 207 с. – ISBN 978-5-94614-235-9.
2. Аржанников Б. А. Концепция усиления системы тягового электроснабжения постоянного тока 3,0 кВ: монография / Б. А. Аржанников, И. О. Набойченко. – Екатеринбург : УрГУПС, 2015. – 258,с. – ISBN 978-5-94614-337-0.
3. Тер-Оганов Э. В. Электроснабжение железных дорог: учеб. для студентов университета (УрГУПС) / Э. В. Тер-Оганов, А.А. Пышкин. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2014. – 431, с. – ISBN 978-5-94614-269-4.
4. Баева И.А. Учет потерь электрической мощности в трансформаторах тяговых подстанций постоянного тока // Инновационный транспорт. – Екатеринбург, 2016. – № 3 (21) – 74, с. ISSN 2311-164X.
5. Инструкция № 500р от 01.06.2013г. ЮУЖД по организации движения поездов повышенной массы и длины массой до 9000 тонн, соединенных грузовых поездов массой до 12000 тонн локомотивами, оборудованными системой управления тормозами поезда (СУТП), интеллектуальной системой автоматизированного вождения поездов (ИСАВП-РТ) на Южно-Уральской железной дороге.
6. Технология вождения соединенных грузовых поездов с использованием системы ИСАВП-РТ локомотивными бригадами ТЧЭ-15 на участке Курган – Каменск-Уральский – Седельниково. Утверждена 25.05.2015г ОАО «РЖД» филиал дирекция тяги свердловская дирекция тяги.
7. Инструкция № 1704р от 28.08.2012 г по организации обращения грузовых поездов повышенной массы и длины на железнодорожных путях общего пользования ОАО «РЖД».
8. Режимы работы магистральных электровозов/ О.А. Некрасов, А.Л. Лисицын, Л.А. Мугинштейн, В.И. Рахманинов; Под ред. О.А. Некрасова. М.: Транспорт, 1983. – 231 с.
9. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Екатеринбург: ИД «Урал Юр Издат», 2013. – 240 с.
10. Алексеева Л. М. Экономическая эффективность мероприятий, направленных на повышение скорости движения поездов : метод. указания / Л.М. Алексеева. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2010. – 24, с. 978-5-94614-181-9.
11. Охрана труда и основы экологии на железнодорожном транспорте и в транспортном строительстве: Учеб. для техникумов ж.-д трансп. и трансп. стр-ва/ В.С. Крутяков, А.А. Прохоров, Ю.Г. Сибарова и др.; Под ред. В.С. Крутякова – М.: Транспорт, 1993. 352 с.: ил., табл. ISBN 5-277-01193-5.
12. Чекулаев В.Е., Горожанкина Е.Н., Лепеха В.В. Охрана труда и электробезопасность: учебник. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр

по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. – 304 с. ISBN 978-5-89035-599-7.

13. Анализ состояния условий и охраны труда в ОАО «РЖД» за 2015 год: Москва 2016 г.

14. Инструкция по охране труда для станционного рабочего железнодорожной станции ОАО "РЖД" [Электронный ресурс] URL: <http://prom-nadzor.ru/content/instrukciya-po-ohrane-truda-dlya-stacionnogo-rabochego-zheleznodorozhnoy-stancii-oao-rzhd> (дата обращения 15.04.17г.).

15. Положение об организации в ОАО «РЖД» работы по системе информации «Человек на пути» от 25.06.2010 г. № 1361р.

16. Методика расследования. Учета и оценки микротравм, полученных работниками ОАО "РЖД" в процессе производственной деятельности, распоряжение ОАО «РЖД» от 18.11.2013 г. №2470р.

17. Правила электробезопасности для работников ОАО «РЖД» при обслуживании электрифицированных железнодорожных путей от 27.05.2011 г. № 1158р.

18. Правила нахождения граждан и размещения объектов в зонах повышенной опасности, выполнения в этих зонах работ, проезда и перехода через железнодорожные пути». Утверждены приказом Минтранса России 8.02.2007 г. № 18.