

**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.

« 14 » 06 2017 г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема: «Разработка системы электроснабжения участка железной дороги»

(пояснительная записка)

23.05.05.22.ПД.СОэ522.01.ПЗ

(шифр документа)

Разработал: студент СОэ-522 Миф 6.06.17 Михайлов А.А.  
(студент-дипломник) (группа) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Руководитель: к.т.н, профессор Пышкин 6.06.17 Пышкин А.А.  
(должность, звание) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Консультанты: к.т.н, доцент Афанасьева 6.06.17 Афанасьева Н.А.  
(должность, звание) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

доцент Закирова 6.06.17 Закирова А.Р.  
(должность, звание) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Н. контролер: ассистент Окунев 9.06.17 Окунев А.В.  
(должность, звание) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Рецензент: Нач сектора ТП Михайлов 15.06.17 Михайлов М.В.  
(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

к.т.н., доцент Ковалев А.А.

« 18 » 03 2017 г.

**Задание**

**на дипломный проект студенту**

Михайлов Александр Александрович

(фамилия, имя, отчество)

1 Тема проекта Разработка системы электроснабжения участка железной дороги

утверждена приказом по университету от «15» марта 2017 г. № 495-со

2 Срок сдачи студентом законченного проекта 19.06.16

3 Исходные данные к проекту:  $N_{\text{чет}}=59$ ,  $N_{\text{неч}}=71$ ,  $\Theta = 8$  мин,  $S_p=25\% S_r$

$S_{кз}=1350$  МВА,  $P=65$ , Продольная ЛЭП – 110 кВ

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

1. Расчет параметров системы электроснабжения заданном участке железной дороги;

2. Технико-экономическое сравнение двух вариантов расположения подстанций;

3. Уточненный расчет системы электроснабжения;

4. Автоматизированный мониторинг изоляции контактной сети;

5. Безопасность жизнедеятельности.

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Тяговые расчеты двухпутного участка железной дороги;

2. Схема присоединения группы тяговых подстанций к ЛЭП





3. Схема питания и секционирования контактной сети

4. Технико-экономическое сравнение двух вариантов расположения подстанций;

5. Алгоритм программы автоматизированного мониторинга изоляции контактной сети;

6. Интерфейс программы автоматизированного мониторинга изоляции контактной сети.

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

| Раздел                         | Консультант     | Подпись, дата   |  |
|--------------------------------|-----------------|---|--|
|                                |                 | задание выдал   | задание принял   |
| Экономический                  | Афанасьева Н.А. |  18.03.17  |  18.04.17  |
| Безопасность жизнедеятельности | Закирова А.Р.   |  18.03.17 |  18.04.17 |

7 Дата выдачи задания 18.03.17

Руководитель  / Пышкин А.А./  
(подпись)

Задание принял к исполнению студент  / Михайлов А.А./  
(подпись)

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Наименование этапов дипломного проекта (работы)  | Срок выполнения этапов проекта (работы) | Примечание       |
|--|---|------------------|
| Сбор исходных данных для выполнения ВКР          | 22.02.17                                | <i>Выполнено</i> |
| Постановка целей и задач ВКР, написание введения | 28.02.17                                | <i>Выполнено</i> |
| Разработка основной части ВКР                    | 01.03.17                                | <i>Выполнено</i> |
| Разработка специальной части ВКР                 | 17.03.17                                | <i>Выполнено</i> |
| Разработка раздела по экономической части ВКР    | 07.04.17                                | <i>Выполнено</i> |
| Разработка раздела по БЖД                        | 28.04.17                                | <i>Выполнено</i> |
| Подготовка графической части ВКР                 | 01.05.17 – 10.05.17                     | <i>Выполнено</i> |
| Оформление ВКР                                   | 10.05.17 – 12.05.17                     | <i>Выполнено</i> |
| Подписание ВКР у консультантов                   | 15.05.17 – 19.05.17                     | <i>Выполнено</i> |
| Подписание ВКР у руководителя                    | 22.05.17 – 25.05.17                     | <i>Выполнено</i> |
| Проверка ВКР на плагиат                          | 02.06.17 – 06.06.17                     | <i>Выполнено</i> |
| Нормоконтроль ВКР                                | 06.06.17 – 09.06.17                     | <i>Выполнено</i> |
| Сдача ВКР на кафедру                             | 19.06.17                                | <i>В срок</i>    |
| Получение рецензии на ВКР                        | 07.06.17 – 16.06.17                     | <i>В срок</i>    |
| Защита ВКР                                       | 26.06.17 – 05.07.17                     | <i>[Подпись]</i> |

Руководитель \_\_\_\_\_

*[Подпись]*  
(подпись)

/ Пышкин А.А./

студент - дипломник \_\_\_\_\_

*[Подпись]*  
(подпись)

/ Михайлов А.А./

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

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой  
к.т.н., доцент Ковалев А.А.

« 18 » 03 2017 г.

Задание  
на специальный раздел ВКР

Студент Михайлов Александр Александрович Группа СОЭ-522  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Технико-экономическое сравнение двух вариантов расположения подстанций  
(название специального раздела)

1. Тема Разработка системы электроснабжения участка железной дороги  
(название темы ВКР)

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

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта к.т.н., профессор Пышкин А.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 21.04.17

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Определение капитальных затрат на сооружение двухпутного участка постоянного тока;

2) Определение годовых эксплуатационных расходов.

6. Название демонстрационно-графического(их) материал(ов):

Технико-экономическое сравнение двух вариантов расположения подстанций.

7. Дата выдачи задания 15.04.17 Консультант Н.А. Афанасьева  
(подпись)

Согласовано: 15.04.17 А.А. Пышкин  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 15.04.17 А.А. Михайлов  
(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  
Зав. кафедрой  
к.т.н., доцент Ковалев А.А.

« 15 » 03 2017 г.

Задание  
на специальный раздел ВКР

Студент Михайлов Александр Александрович Группа СОэ-522  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность жизнедеятельности  
(название специального раздела)

1. Тема Разработка системы электроснабжения участка железной дороги  
(название темы ВКР)

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

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта к.т.н., профессор Пышкин А.А.  
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела доцент А.Р. Закирова

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные: получены по месту практики

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 30.04.17

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Меры безопасности при работе на железнодорожных путях;

2) Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности жизнедеятельности.

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов):

Меры безопасности вблизи железнодорожных путей

7. Дата выдачи задания 15.04.17 Консультант З.р. А.Р. Закирова  
(подпись)

Согласовано: 15.04.17 А.А. Пышкин  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 15.04.17 А.А. Михайлов  
(дата и подпись студента-дипломника)

## РЕФЕРАТ

В данном дипломном проекте всего стр. 80, рис. 3, табл. 5, прил. 16, использованных источников 25, чертежей и плакатов 11.

ОПТИМАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ, ТЯГОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ, ТРАНСФОРМАТОРНАЯ МОЩНОСТЬ, ВЫПРЯМИТЕЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ, КОНТАКТНАЯ СЕТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СЕЧЕНИЕ, УСЛОВНЫЙ ПЕРЕГОН, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, УСТАВКА БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ, RFID-МЕТКА, RFID-ТЕХНОЛОГИЯ.

OPTIMAL DISTANCE, TRACKING SUBSTATION, TRANSFORMER CAPACITY, RIGHTING RECTIFYING, OVERHEAD SYSTEM, ECONOMIC TRADE, MANOEUVRE PRISONER, HEALTH AND SAFETY, REGULATING POINT, AUTOMATED MONITORING, RFID-TAG, RFID- TECHNOLOGY.

**Цель дипломного проекта:** разработка электрифицированного участка железной дороги на постоянном токе.

**Объектом исследования** является участок не электрифицированной железной дороги.

**Экономическая эффективность** заключается в том, что в данном дипломном проекте рассмотрены два варианта размещения тяговых подстанций. Для дальнейших расчетов электрификации участка железной дороги на постоянном токе, выбран наиболее экономически выгодный вариант размещения тяговых подстанций.

|                             |               |          |          |      |   |                                    |      |        |    |
|-----------------------------|---------------|----------|----------|------|---|------------------------------------|------|--------|----|
| 23.05.05.22.ПД.СОэ522.01.ПЗ |               |          |          |      |   |                                    |      |        |    |
| Изм.                        | Лист          | № докум. | Подп.    | Дата | Разработка системы<br>электроснабжения участка<br>железной дороги | Лит.                               | Лист | Листов |    |
| Разраб.                     | Михайлов А.А. | Миг      | 27.05.17 | У    |   | -                                  | -    | 7      | 80 |
| Пров.                       | Пышкин А.А.   | СИ       | 6.06.17  |      |   |                                    |      |        |    |
| Реценз.                     | Киселев В.В.  | Миг      | 15.06.17 |      |   |                                    |      |        |    |
| Н.контр.                    | Окунев А.В.   | Миг      | 9.06.17  |      |   |                                    |      |        |    |
| Утв.                        | Ковалев А.А.  | Миг      | 14.06.17 |      |   |                                    |      |        |    |
|                             |               |          |          |      |   | УрГУПС Кафедра<br>Электроснабжения |      |        |    |

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(УрГУПС)

## ОТЗЫВ

О выпускной квалификационной работе студента факультета ЭМФ \_\_\_\_\_  
Специальности 23.05.05 – Системы обеспечения движения поездов  
Специализация «Электроснабжение железных дорог»

Группы СОэ-522 Михайлов Александр Александрович

Руководитель к.т.н, профессор Пышкин Анатолий Александрович  
(ученая степень, ученое звание, фамилия, имя, отчество)

Тема дипломного проекта: Разработка «Разработка системы электроснабжения участка железной дороги»

Содержание дипломного проекта полностью соответствует поставленному заданию. Актуальность темы, цели и задачи дипломного проекта обоснованы во введении.

Основным результатом квалификационной работы является разработка системы электроснабжения участка железной дороги на постоянном токе, выбор оптимального и более экономичного варианта расположения подстанций.

В первой части проекта, на основе тяговых расчётов и перспективных размеров движения определено оптимальное расстояние между тяговыми подстанциями. Выбраны два варианта размещения подстанций на электрифицированном участке.

В экономической части, выбрана наиболее выгодная схема размещения подстанций.

В специальной части проекта рассматривается тема автоматизированного мониторинга изоляции контактной сети. Приведен принцип работы, алгоритм программы и актуальность темы.

Пояснительная записка и графическая часть проекта выполнены в соответствии с требованиями стандарта СТО УрГУПС 2.3.5-2016.

За время написания дипломного проекта, студент-дипломник продемонстрировал способность самостоятельно решать поставленные задачи.

В заключении следует отметить, что выпускная квалификационная работа выполнена в полном соответствии с выданным заданием и заслуживает оценки «Отлично».

Дата 6.06.14г

  
(подпись)



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

**РЕЦЕНЗИЯ**

о дипломном проекте студента факультета Электромеханического

специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Студент группы СОэ-522 Михайлов Александр Александрович

Рецензент Наг. сектора ТП Олг. ИТЭ Каслев Михаил Викторович  
(ученая степень, ученое звание, должность, место работы, фамилия, имя, отчество)

Тема дипломного проекта: Разработка системы электроснабжения участка железной дороги

Дипломный проект посвящен проектированию электрификации  
железнодорожного участка и разработке программного обеспечения для  
автоматизированного мониторинга изоляции контактной сети  
(актуальность и социально-экономическая значимость темы)

Основные Итогом работы является разработанный проект электрификации  
железнодорожного участка.

В основной части дипломного проекта определены суточные среднегодовые  
размеры движения, выбрана трансформаторная и выпрямительная  
мощность, рассчитано сечение контактной подвески, произведено технико-  
экономическое сравнение двух вариантов, выбрана экономичная схема  
расположения, рассчитаны уставки защиты на фидерах и постах  
секционирования.

В специальной части дипломного проекта разработано программное  
обеспечение для автоматизированного мониторинга изоляции контактной  
сети.

Новизна и оригинальность идей, положенных в основу работы, а также методы ее выполнения На основании новой бесконтактной диагностики изоляции  
контактной сети, разработано программное обеспечение для  
автоматизированного мониторинга. Подтверждением оригинальности  
работы является прохождения антиплагиата на 87,14 %.

Практическая значимость работы *Применение разработанного программного обеспечения позволит упростить мониторинг изоляции контактной сети.*

*(возможность внедрения результатов работы в практику, ожидаемый эффект)*

Анализ обоснованности выводов и предложений

При проектировании участка железной дороги, были определены суточные среднегодовые размеры движения, выбрана трансформаторная и выпрямительная мощность, рассчитано сечение контактной подвески, произведено технико-экономическое сравнение двух вариантов, выбрана экономичная схема расположения, рассчитаны уставки защиты на фидерах и постах секционирования.

Качество оформления *Пояснительная записка, демонстрационно-графическая часть дипломного проекта и презентация* выполнены с применением ЭВМ и оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, ЕСКД. Дипломный проект производит хорошее впечатление, имеет электронный вариант исполнения.

Недостатки работы (замечания) *При просмотре проекта недостатки и замечания не выявлены.*

Изложенное выше позволяет считать, что рецензируемый дипломный проект студента *Михайлова Александра Александровича* выполнен в полном соответствии с поставленными целями и заслуживает оценки **ОТЛИЧНО (5)**.

15.06.2017

(дата)



Кирилл М.В.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте были рассмотрены и решены следующие вопросы:

1. Определены суточные среднегодовые размеры движения в месяц интенсивной работы на пятый год эксплуатации, равные в четном направлении  $N_{\text{чет}} = 59$  поездов, и в нечетном  $N_{\text{нечет}} = 71$  поезд. Рассчитано оптимальное расстояние между тяговыми подстанциями, равное  $L_{\text{опт}} = 14,72$  км, в результате выбрано два варианта размещения тяговых подстанций на электрифицированном участке. Определен расход электроэнергии по фидерным зонам и ее разнесенным значениям по тяговым подстанциям.

2. Выбранная трансформаторная и выпрямительная мощность тяговых подстанций позволяет реализовать заданные размеры движения с допустимыми перегрузками, например, для первого варианта расположения ТП, для первой тяговой подстанции выбран трансформатор типа ТМТН – 10000/110У1.

3. Рассчитанное сечение проводов контактной сети для узловой схемы и выбранная стандартная подвеска прошла проверку на нагревание и отвечает минимуму годовых эксплуатационных приведенных расходов и не допускает перегрева проводов контактной сети, при пропуске поездов с минимальным межпоездным интервалом. Например, для первого варианта размещения тяговых подстанций фидерной зоны «ТП.М–ТП.Н» выбрана подвеска М-120+2МФ-120+М-120.

4. Произведено технико-экономическое сравнение двух вариантов расположения тяговых подстанций на электрифицируемом участке железной дороги, в результате чего был выбран первый вариант расположения ТП по наименьшим приведенным строительно-эксплуатационным затратам (экономия составила 66864,98 тыс. руб.).

5. На каждом условном лимитирующем перегоне каждой фидерной зоны рассчитана действительная пропускная способность участка с учетом режима напряжения в тяговой сети, 141 пара поездов, что позволяет реализовать заданные размеры движения.

6. Выполнены расчеты среднего напряжения на токоприемнике поезда, находящегося на лимитирующем перегоне и блок-участке условного лимитирующего перегона. Напряжение на токоприемнике больше минимально допустимого напряжения в контактной сети, равного согласно ПТЭ 2700 В. Например, для фидерной зоны «ТП.М-ТП.Н», напряжение на токоприемнике поезда, находящегося на лимитирующем перегоне, 2996 В, а на блок-участке 3024 В.

7. Рассчитанная уставка защиты на фидерах тяговых подстанций и постах секционирования, которая отвечает требованиям селективности работы защиты. Например, для ПС 1 для первого и второго автоматов уставка защиты по току составляет 4000 А.

8. В специальной части дипломного проекта рассмотрена тема автоматизированного мониторинга изоляции контактной сети. Разработано программное обеспечение для автоматизированного мониторинга изоляции, с применением *RFID*-технологий.

9. В разделе «Безопасность жизнедеятельности» проекта, были рассмотрены меры безопасности при работе на железнодорожных путях. По окончании раздела, были сделаны выводы о том, что дипломный проект соответствует всем требованиям безопасности жизнедеятельности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации – М.: Транспорт, 1994. – 161 с.
2. Нормы технологического проектирования электрификации железных дорог, (ВНТП). – М.: Транспорт, 1983. – 56 с.
3. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. – М.: Транспорт, 1982. – 528 с.
4. Давыдова В.Н, Луппов В. П., Вашурин А.А. Справочник по проектированию, монтажу и эксплуатации устройств электроснабжения. – М.: Транспорт, 1967. – 312 с.
5. Бесков Б.А. и др. Проектирование систем электроснабжения электрических железных дорог. – М.: Трансжелдориздат, 1963. – 473 с.
6. Справочник по электроснабжению железных дорог, т.2 /Под ред. К.Г. Марквардта. – М.: Транспорт, 1981. – 392 с.
7. Мамошин Р.Р., Зимакова А.Н. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. – М.: Транспорт, 1980. – 296 с.
8. Справочник по электроснабжению железных дорог, т.1 /Пособие по дипломному проектированию. – М.: Транспорт, 1980. – 256 с.
9. Тер-Оганов Э.В. Расчет и анализ работы системы электроснабжения электрифицированных железных дорог с применением ЭВМ: метод. указания по выполнению курсового и дипломного проектирования. – Екатеринбург: УрГУПС, 2009. – 98 с.
10. Алексеева Л.М. Планирование производственно – экономических показателей по эксплуатационной деятельности дистанции электроснабжения: методические указания. – Екатеринбург: УрГУПС, 2007. – 34 с.
11. Сердинов С.М. Повышение надежности устройств электроснабжения электрифицированных железных дорог. – М.: Транспорт, 1985. – 302 с.
12. Фигурнов Е.П. Релейная защита. Учебник для вузов железнодорожного транспорта. – М.: Желдориздат, 2002. – 720 с.
13. Тер-Оганов Э.В., Пышкин А.А. Электроснабжение железных дорог: учебник для студентов университета (УрГУПС). – Екатеринбург: Изд -во УрГУПС, 2014. – 431 с.
14. Кузнецов К. Б. Безопасность жизнедеятельности. Ч2. Охрана труда на железнодорожном транспорте: Учебник для вузов железнодорожного транспорта. – М.: Маршрут, 2006. – 536 с.
15. Анализ работы хозяйства электрификации и электроснабжения в 2014 году. – М.: ЦЭ ОАО «РЖД», 2015. – 123 с.
16. Электроснабжение железных дорог, учебное пособие, И.В. Игнатенко. – Хабаровск: Издательство ДВГУПС, 2013. – 113 с.

17. Методические рекомендации. Общие требования безопасности в типовых технологических процессах предприятий железнодорожного транспорта, МПС России от 15.04.2001 № ЦБТ–19.
18. Правила пожарной безопасности на железнодорожном транспорте, ЦУО–112, М.: Транспорт, – 1994. – 159 с.
19. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), изд. 7, 2001 – 2004 г.
20. СанПиН 2.2.4.3359-16 от 21.06.2016 № 81 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».
21. Белинский С.О., Кузнецов К.Б. Безопасность и экологичность при проектировании и эксплуатации электроустановок. – Екатеринбург: Издательство УрГУПС, 2006. – 35 с.
22. Федеральный закон № 426 «О специальные оценки условий труда».
23. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные приказом Минтруда России от 24 июля 2013 г. № 328н.
24. Несенюк Т.А. Бесконтактный RFID-контроль изоляторов // Транспорт Урала. 2014. №1 (40). С. 65-70. ISSN 1815-9400.
25. Галкин А.Г., Несенюк Т.А., Шерстюченко О.А. Бесконтактный RFID-контроль изоляторов // Транспорт Урала. – Екатеринбург, 2014. – № 1(40). – С 65–71.