

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу  
Незевака Владислава Леонидовича «Разработка научных основ построения систем накопления электрической энергии в тяговом электроснабжении»,  
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог,  
тяга поездов и электрификация

### **Актуальность темы диссертации**

Развитие технологий хранения энергии обуславливает решение широкого круга задач по повышению эффективности электроэнергетики и систем электроснабжения, в том числе систем тягового электроснабжения железнодорожного транспорта.

На сегодняшний день одной из основных проблем, стоящих перед тяговым электроснабжением, является повышение нагрузочных показателей работы, позволяющих обеспечить рост пропускной и провозной способности железных дорог.

Применение накопителей электроэнергии на железнодорожном транспорте соответствует ключевым направлениям «Долгосрочной программы развития ОАО «РЖД» по снятию барьерных ограничений в энергетическом комплексе и «Энергетической стратегии ОАО «РЖД» по повышению энергетической эффективности основной производственной деятельности.

Основной целью построения систем накопления электроэнергии в тяговом электроснабжении является повышение энергоэффективности, пропускной и провозной способности на электрифицированных участках железных дорог, что отвечает решению задачи по развитию железнодорожного транспорта в России, в связи с этим тема диссертационной работы Незевака Владислава Леонидовича, посвященная решению задач повышения нагрузочной способности СТЭ на лимитирующих межподстанционных зонах и энергетической эффективности перевозочного процесса на основе систем накопления электроэнергии, является актуальной.

## **Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в достаточной степени обоснованы, так как решение поставленных задач выполнено на основе системного подхода, положений математической статистики, теории тяговых расчетов, моделирования систем тягового электроснабжения. В работе использованы методы математического моделирования с использованием программных пакетов Matlab, Statistica, Кортэс, а также программ автора, написанных на алгоритмическом языке Visual Basic for Applications. При обработке данных использовались методы планирования эксперимента, корреляционный и регрессионный анализ, аппарат искусственных нейронных сетей.

Достоверность основных научных положений и результатов обеспечивается корректностью математических формулировок и подтверждается качественным совпадением и удовлетворительной сходимостью результатов теоретического и физического моделирования, расхождение между которыми не превышает 10 %.

### **Научная новизна полученных соискателем результатов**

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующих положениях:

- расширена классификация профилей пути для оценки энергетических затрат на движение поездов за счет учета дополнительных характеристик;
- разработана математическая модель электрифицированных участков железных дорог, отличающаяся от известных учетом типа профиля пути и параметров формирования нагрузки электроподвижного состава;
- разработаны способы определения расхода и потерь электроэнергии в СТЭ, а также зарядной характеристики системы накопления электроэнергии;
- усовершенствован способ определения энергетических показателей СТЭ при использовании устройств накопления электроэнергии;
- предложены математические модели СТЭ для решения задач по повышению нагрузочной способности ее элементов, отличающиеся от известных учетом работы систем накопления электроэнергии;
- разработаны имитационная и физическая модели СТЭ с гибридными системами накопления электроэнергии, позволяющие определять их энергетические показатели;

– усовершенствована методика определения параметров и мест размещения систем накопления электроэнергии на основе результатов имитационного моделирования взаимодействия СТЭ и электроподвижного состава;

– предложены новые, научно обоснованные технические решения по построению тяговых подстанций и постов секционирования контактной сети постоянного и переменного тока, содержащих системы накопления электроэнергии.

### **Практическая ценность диссертационной работы**

Практическая значимость результатов диссертационного исследования состоит в том, что на основе разработанной модели управления техническим состоянием локомотивов предложены научно обоснованные решения по её практической реализации. Разработана методика оценки влияния параметров тяговой нагрузки на электропотребление и потери электроэнергии в СТЭ, которая позволяет проводить расчеты энергетических показателей с учетом параметров графика движения поездов и профиля пути. Усовершенствована методика выбора мест размещения и определения параметров систем накопления электроэнергии, которая позволяет определять параметры устройств с учетом лимитирующих нагрузочных показателей, характеристик профиля пути и рекуперативного торможения.

Предложены технические решения по применению устройств накопления электроэнергии, которые позволяют повысить эффективность мероприятий по повышению нагрузочной способности СТЭ.

Разработаны технологические решения по определению электропотребления и потерь электроэнергии в СТЭ, которые позволяют повысить точность расчетов.

Определены технические параметры накопителей электроэнергии с учетом их оптимального размещения, обеспечивающего повышение эффективности работы СТЭ.

### **Реализация результатов диссертационного исследования**

Результаты работ использованы ООО «Русэнергосбыт» при определении параметров устройств накопления электроэнергии на участках Октябрьской и Свердловской железных дорог. Способы определения зарядных характеристик накопителей и энергетических показателей СТЭ внедрены в производственную

деятельность ООО «Русэнергосбыт», Западно-Сибирской, Свердловской и Красноярской дирекций Трансэнерго, ООО «ЦПТ ТМХ» и ООО «Энергетик».

### **Апробация работы**

Основные научные результаты и положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на двадцати четырех международных и двадцати одной всероссийской конференциях. Основные положения диссертации были представлены и получили одобрение на заседании кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС (Омск, 2022), научно-техническом семинаре ОмГУПС (Омск, 2023).

### **Публикации**

Основные положения диссертации опубликованы в 77 научных работах, из них 31 статья в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 12 работ в изданиях, индексируемых международными реферативными базами данных Scopus и Web of Science, девять патентов на полезные модели и восемь патентов на изобретения, три свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, две научные монографии.

Следует отметить, что 20 статей, опубликовано без соавторов в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, и в изданиях, индексируемых международными реферативными базами данных Scopus и Web of Science.

### **Объем и содержание диссертационной работы**

Диссертационная работа состоит из введения, восьми глав, заключения, приложения, списка использованной литературы из 370 наименований и содержит 487 страниц основного текста, включая 205 иллюстраций и 53 таблицы.

Работа посвящена разработке научно обоснованных технических, технологических и методологических решений, применение которых позволяет определять параметры и места размещения систем накопления электрической энергии с целью повышения нагрузочной способности СТЭ на лимитирующих межподстанционных зонах, а также энергетической эффективности перевозоч-

ного процесса и соответствует научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, отрасль науки – технические.

Содержание автореферата полностью отражает основные положения диссертационной работы.

Оформление диссертации и автореферата выполнены согласно требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011.

### **Дискуссионные положения и замечания**

1. При рассмотрении задач, стоящих перед накопителями электроэнергии в цифровых системах тягового электроснабжения (с. 54, гл. 1), следует рассматривать широкий перечень эффектов, включая повышение качества электроэнергии, не ограничиваясь эффектами от решения поставленных в диссертации задач.

2. В общем виде при определении технических потерь в выражениях (2.3) и (2.4) (с. 62, гл. 2) следует учитывать и другое оборудование для усиления систем тягового электроснабжения, например, вольт-добавочные устройства или др.

3. В предлагаемой методике определения параметров систем накопления электроэнергии (с. 198, гл. 3) ресурс работы накопителей электроэнергии оценивается на основе результатов показателей работы устройств. Непонятно, следует ли в данном случае учитывать присущие различным видам систем и накопителей электроэнергии характеристики, например, время отклика и др.?

4. При рассмотрении влияния на работу систем накопления электроэнергии параметров инфраструктуры рассмотрены условия для двух- и однопутных участков (гл. 5). В работе не рассмотрены о том, повлияет ли на работу систем накопления электроэнергии увеличение главных путей на участках железных дорог до трех и более путей.

5. При определении параметров гибридной системы накопления электроэнергии рассматривается устройство, состоящее из аккумулятора и суперконденсатора (с. 262, гл. 5). Не рассмотрено решение задачи для других комбинаций накопителей, например, с учетом устройств гравитационного или кинетического типа.

6. В работе (гл. 7) показано влияние пороговых напряжений смены режимов для системы накопления электроэнергии на пропускную и провозную спо-

способность участка железной дороги. Не рассмотрен вопрос о том, как и по какому алгоритму следует изменять данные уставки.

7. При рассмотрении вопросов циклируемости (с. 396, гл. 8) показано какие технологии хранения энергии являются предпочтительными по данному показателю. Однако, при рассмотрении потенциального технико-экономического эффекта рассматривается только накопитель электрохимического типа, при этом замена вида накопителя может повлиять на сроки окупаемости.

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации.

### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (п. 10 и п. 14)**

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. В ней приводятся сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов.

В диссертации имеются ссылки на авторов, источники заимствования материалов и отдельных результатов. Отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты.

Соискателем отмечается использование результатов научных работ, выполненных лично и в соавторстве, имеются ссылки на соавторов.

### **Оценка соответствия диссертации требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней**

В целом диссертация Незевака Владислава Леонидовича «Разработка научных основ построения систем накопления электрической энергии в тяговом электроснабжении» является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований представлены новые научно обоснованные технические, технологические и методологические решения и разработки, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Внедрение этих разработок позволит повысить нагрузочную способность тягового электроснабжения и энергетическую эффективность перевозочного про-

цесса.

Диссертационная работа Незевака Владислава Леонидовича обладает научной новизной и практической ценностью. По актуальности темы, объему и содержанию теоретических и экспериментальных исследований она соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Незевак Владислав Леонидович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

**Официальный оппонент, заведующий кафедрой «Электроэнергетика транспорта» Российского университета транспорта, доктор технических наук, доцент**

**М. В. Шевлюгин**

25.01.2024

Шевлюгин Максим Валерьевич – доктор технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы системы». Номер и серия диплома: ДНД № 000402. Дата выдачи: 13.02.2014.

127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9,  
тел.: +7(495) 274-02-74 доб.3763; e-mail: ittso@miit.ru.

Я, Шевлюгин Максим Валерьевич, официальный оппонент, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Незевака Владислава Леонидовича, и их дальнейшую обработку.

**М. В. Шевлюгин**



Подпись Шевлюгина М.В.  
Я ЗАВЕРЯЮ  
Я ДЕКТОР ЦКДДС  
С.Н. КОРЖИН