

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

(ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»)

664074 Россия, Иркутск, ул. Лермонтова, 83
телефон: +7(3952)405-000, факс: +7(3952)405-100

E-mail: info@istu.edu

ОКПО 02068249, ОГРН 1023801756120

ИНН/КПП 3812014066/381201001

на № 08.06.2026 № И-2604/26
от _____



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования

«Иркутский национальный
исследовательский технический
университет», кандидат геолого-
минералогических наук

А.М. Кононов

« 08 » июня 2026 г.

Отзыв ведущей организации

ОТЗЫВ

Ведущей организации ФГБОУ ВО «Иркутский национальный
исследовательский технический университет» на диссертационную работу
Петухова Александра Владимировича

«Разработка и исследование группового частотно-регулируемого
привода с повышенной устойчивостью к провалам напряжения»
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа направлена на решение задач, связанных с расширением функциональных возможностей частотно-регулируемого привода и группового частотно-регулируемого привода для повышения устойчивости к провалам напряжения в питающей сети за счет применения специального способа управления автономным инвертором напряжения при провалах напряжения и специального способа подключения звена постоянного напряжения к питающей сети в нормальном и аварийном режиме работы системы электроснабжения.

Краткий обзор содержания работы

Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы. Основная часть работы содержит 136 страниц, 1 таблицу и 61 рисунок. Список литературы включает в себя 103 наименования.

006568

Во введении обоснована актуальность диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, сформулирована научная новизна, выделены основные положения, выносимые на защиту, отражена практическая значимость результатов проведенного исследования.

В главе 1 проведен анализ теоретических и практических направлений исследований в области управления и повышения устойчивости группового частотно-регулируемого привода к провалам напряжения в питающей сети, показаны основные задачи, вызывающие интерес у исследователей в этой области, а также обозначены проблемы, решение которых на данный момент является затруднительным.

В главе 2 синтезирована структура системы питания силовой части группового частотно-регулируемого привода, в которой группа автономных инверторов напряжения объединена по входу общим звеном постоянного напряжения. Выявлены проблемы, связанные с обеспечением электромагнитной совместимости группового частотно-регулируемого привода с питающей сетью и устранением бросков зарядного тока конденсаторов С-фильтра звена постоянного напряжения, при объединении входов автономных инверторов напряжения с выходом общего выпрямителя общим звеном постоянного напряжения и определены факторы, влияющие на работу преобразователей частоты в условиях эксплуатации при нестабильности питающего напряжения. Разработана имитационная модель системы скалярного управления автономным инвертором напряжения группового частотно-регулируемого привода, позволяющая установить взаимосвязь между напряжением в звене постоянного напряжения, напряжением на выходе автономного инвертора напряжения и коэффициентом заполнения при широтно-импульсном управлении, что позволяет провести исследование и оценку функционирования группового частотно-регулируемого привода в случае возникновения аварийных режимов в питающей сети. Полученные результаты исследований подтвердили, что при снижении напряжения в питающей сети ниже допустимого значения и после его восстановления до номинального уровня возникает бросок входного тока автономного инвертора напряжения, превышающий номинальное значение в 2-6 раз, что отрицательно сказывается на работе и сроке службы транзисторных ключей автономного инвертора напряжения.

Исследованиями установлено, что время свободного выбега асинхронного электродвигателя превышает время продолжительности аварийного режима питающей сети, что обосновывает необходимость разработки устройства управления автономным инвертором напряжения,

которое позволяет продлить управление приводом при наличии провала напряжения в питающей сети, а также обеспечить разгон асинхронного двигателя с любой пониженной скорости с одновременным устранением бросков входного тока автономного инвертора напряжения после восстановления нормального режима питающей сети.

В главе 3 разработан способ управления автономным инвертором напряжения, направленный на сохранение продолжительности управления приводом при наличии провала напряжения в питающей сети, и на его основе разработана комбинированная система управления автономным инвертором напряжения, позволяющая устранить броски тока в транзисторных ключах автономного инвертора напряжения, а также разработана имитационная модель системы управления автономным инвертором напряжения, на которой проведено исследование реакции частотно-регулируемого привода при возникновении глубокого провала напряжения в питающей сети и резкого его восстановления.

Для устранения бросков зарядного тока конденсаторов С-фильтра звена постоянного напряжения разработан способ ограничения тока заряда конденсаторов С-фильтров звена постоянного напряжения группового частотно-регулируемого привода и диодно-реакторный ограничитель тока заряда конденсаторов, а также построена его имитационная модель, на которой проведён ряд численных экспериментов, выполнена сравнительная оценка разработанного способа и устройства с существующими и анализ влияния бросков зарядного тока на питающую сеть.

Представленные результаты исследования, полученные на имитационной модели группового частотно-регулируемого привода с диодно-реакторным ограничителем тока заряда конденсаторов С-фильтра, подтвердили эффективность предложенных способов и устройств, обеспечивающих повышение устойчивости группового частотно-регулируемого привода к провалу напряжения в питающей сети.

В заключении изложены общий вывод по диссертационной работе и представлены результаты исследования.

В приложении приведён документ, подтверждающий использование результатов диссертационной работы.

Научная новизна и основные результаты исследования

В диссертации, получены следующие результаты, характеризующиеся новизной:

1. Разработана система управления электротехническим комплексом с групповым частотно-регулируемым приводом, позволяющая устранить

остановку привода при возникновении провала напряжения в питающей сети.

2. Разработана математическая модель специализированного программного комплекса системы управления электротехническим оборудованием с групповым частотно-регулируемым приводом.

Достоверность и обоснованность результатов и выводов диссертации

Полученные в диссертации автором результаты и выводы являются обоснованными и достоверными, что подтверждается:

- корректным использованием математического аппарата, и имитационного моделирования, сопоставления частных результатов имитационного моделирования;
- обсуждением результатов диссертации на международных и отечественных конференциях и результатов их практической апробации;
- соответствием результатов теоретических исследований и результатов, полученных численными экспериментами в среде MatLab, а также экспериментами на физическом макете.

Основные положения и результаты диссертационной работы были представлены и обсуждались на российских и международных конференциях, научных семинарах и опубликованы соискателем в 18 работах, в том числе: 5 рекомендованных ВАК РФ; 1 работе в издании, индексированном в Scopus и Web of Science; 3 патентах на изобретение; 1 патенте на полезную модель; 1 свидетельстве на программу для ЭВМ.

Практическая значимость диссертационной работы

В диссертации, получены следующие результаты, имеющие практическую значимость:

1. Предложены способы управления электротехническим комплексом с групповым частотно-регулируемым приводом, позволяющие:

- сохранить продолжительность работы привода при возникновении провала напряжения в питающей сети;
- ограничить броски тока в транзисторных ключах автономного инвертора напряжения при восстановлении напряжения в питающей сети;
- обеспечить плавный разгон асинхронного двигателя с любой пониженной скорости до номинального значения после завершения провала напряжения в питающей сети.

2. Предложен способ ограничения зарядного тока конденсаторов С-фильтра звена постоянного напряжения при подключении группового

частотно-регулируемого привода к питающей сети для снижения бросков зарядного тока конденсатора С-фильтра до номинального значения.

3. Разработан специализированный программный комплекс системы управления электротехническим комплексом с групповым частотно-регулируемым приводом для исследования работы привода в нормальных и аварийных режимах питающей сети.

Результаты работы внедрены в учебный процесс, что подтверждается актом использования.

Замечания по диссертационной работе

По диссертации А.В. Петухова имеется несколько замечаний.

1. В работе не уделено внимание исследованию предложенных способов управления совместно с использованием в составе группового частотно-регулируемого привода активного выпрямителя.

2. Из текста диссертации остаётся непонятным, возможно ли использовать предлагаемую систему управления автономным инвертором напряжения в преобразователях частоты совместно с существующими схемами ограничения тока заряда конденсаторов С-фильтра.

3. Неясно, можно ли применять предлагаемую комбинированную систему управления автономными инверторами напряжения при построении группового частотно-регулируемого привода на основе преобразователей частоты с индивидуальными выпрямителями, установленными на входах автономных инверторов напряжения.

4. В диссертационной работе отсутствует описание принципа работы ячеек памяти Mem1 и Mem2, показанных на функциональной схеме комбинированной системы управления автономным инвертором напряжения (рис. 3.13).

Однако указанные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационного исследования, а также не ставят под сомнение обоснованность полученных результатов.

Выводы



Диссертационная работа Петухова А.В. является законченной научной работой, решающей важную научную и техническую задачу повышения устойчивости группового частотно-регулируемого привода к провалам напряжения при возникновении аварийных режимов в питающей сети. Основные положения диссертации могут быть применены на промышленных предприятиях, эксплуатирующих оборудование, оснащённое групповым частотно-регулируемым приводом, при проектировании группового

частотно-регулируемого привода и разработке систем управления промышленными преобразователями частоты.

В работе приведены результаты проведенных исследований, позволяющие их квалифицировать как новые научные знания в области методов управления частотно-регулируемым приводом, электротехническими комплексами и системами. Полученные результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Диссертационная работа Петухова А.В. «Разработка и исследование группового частотно-регулируемого привода с повышенной устойчивостью к провалам напряжения» соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», а её автор Петухов А.В. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

Диссертационная работа Петухова А.В., автореферат и отзыв ведущей организации были рассмотрены и обсуждены на заседании кафедры «Электропривод и электрический транспорт». Присутствовало 9 человек, из них 1 доктор наук, 2 профессора (протокол № 9 от 25 мая 2026 г.).

Заведующий кафедрой «Электропривод и электрический транспорт»
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Иркутский национальный исследовательский
технический университет»,
кандидат технических наук, доцент   Арсентьев Олег Васильевич

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Иркутский национальный исследовательский
технический университет»

Адрес: Россия, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83;

Тел.: 8 (3952) 405-100;

E-mail: info@istu.edu;

Веб сайт: www.istu.edu

