

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лонзингера Петра Владимировича  
«Электромагнитные процессы в компенсированных выпрямителях  
с векторным управлением», представленной на соискание учёной  
степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 –  
«Силовая электроника»

Актуальность вопросов потребления и компенсации реактивной мощности выпрямительного агрегата обусловлена тем фактом, что при управлении режимом работы мощных выпрямительных агрегатов в настоящее время во многих случаях применяется фазовый способ управления (тиристорное управление либо управление дросселями насыщения). При увеличении глубины регулирования фазовым способом наблюдается значительное возрастание потребляемой выпрямительным агрегатом реактивной мощности. При управлении потоками мощности посредством активных преобразователей напряжения с ШИМ не наблюдается резкое возрастание реактивной мощности, потребляемой из питающей сети. Поэтому управление режимом работы мощных выпрямительных агрегатов при помощи активных преобразователей с ШИМ является альтернативой фазовому способу управления, и позволяет повысить энергоэффективность процесса выпрямления.

Наиболее важными научными результатами, на наш взгляд, можно отметить следующие положения:

- Разработан способ управления многофазным выпрямительным агрегатом.
- Проведено компьютерное моделирование переходных процессов в двенадцатифазном компенсированном выпрямителе, система управления которого выполнена на основе ПИ-регулятора.

Из автореферата не ясно, 1. Рисунки 6б и 7б неинформативны (стр.12)? 2. По каким соображениям выбрана частота 4800 Гц?

Представленная к защите диссертационная работа соискателя Лонзингера Петра Владимировича является законченной научной работой, содержащей новое решение актуальной научной задачи влияния преобразователей напряжения с ШИМ на электромагнитные процессы в мощных выпрямительных агрегатах и связанной с ними питающей электрической сети.

Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, полностью соответствует Положению о присуждении ученых степеней Постановления Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013г., а её автор Лонзингер Петр Владимирович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника».

Профессор кафедры электроники и микроэлектроники

Магнитогорского государственного технического

университета им.Г.И.Носова, докт. техн.наук, доцент

научная специальность 05.09.03-Электротехнические комплексы и системы

[m.petushkov@magtu.ru](mailto:m.petushkov@magtu.ru) тел. 8(3159)29-85-86

455000, г.Магнитогорск, пр. Ленина 38



Петушков Михаил Юрьевич



**ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ**  
Начальник отдела делопроизводства  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»  
 Д.Г. Семенов

01.10.19

## Отзыв на автореферат диссертации

Лонзингера Петра Владимировича на тему «Электромагнитные процессы в компенсированных выпрямителях с векторным управлением», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника»

Актуальность работы не вызывает сомнений, поскольку снижение реактивной мощности, потребляемой энергоемкими производствами, имеет особенно высокую экономическую и энергетическую эффективность.

Автор дал анализ электромагнитных процессов в устройстве векторного управления. Несомненной научной новизной обладают разработанная математическая модель компенсированного выпрямителя с векторным управлением и результаты исследований квазиустановившихся и переходных процессов в модели. Получены внешние и энергетические характеристики исследуемых преобразовательных устройств. Определены параметры Г-образных фильтров.

Достоверность полученных результатов подтверждена исследованиями, проведенными на физической модели. Тем самым установлена теоретическая возможность и предложены практические варианты реализации выпрямительных устройств с управлением потоками реактивной мощности.

Следует отметить следующие недостатки работы:

1. В перечне результатов диссертационного исследования на первую позицию вынесен способ векторного управления, который защищен патентом РФ №2563027 и, таким образом, является важнейшим компонентом научной новизны работы. Основным преимуществом заявленного решения является обеспечение возможности рекуперации электрической энергии. Однако в тексте автореферата нет никаких упоминаний о рекуперации. В связи с этим осталось нераскрытым, какое влияние оказывает рекуперация на процессы в преобразователе, в каких режимах возникает, дает ли какие-либо преимущества.

2. В работе выполнено математическое и физическое моделирование двенадцатифазного выпрямителя. Проведенное сравнение полученных результатов показало их соответствие. Поэтому не вполне понятно, зачем эти результаты даны вперемешку с исследованиями двухфазной выпрямительной схемы.



3. Исследованы переходные процессы в системе с обратной связью по токам питающей сети и с ПИ-регулятором, определены границы устойчивости процесса управления. Однако невозможно выбирать тип и параметры регулятора без рассмотрения динамических характеристик объекта управления, а это, судя по автореферату, в работе не было сделано. Кроме того, известно, что введение интеграла в закон регулирования понижает запас устойчивости системы. Может быть, при выборе другого типа регулятора проблема с устойчивостью и не возникла бы?

В целом, судя по автореферату, диссертационная работа Лонзингера П.В. является законченной и содержащей новые результаты научно-квалификационной работой, которая по актуальности, научной новизне и практической значимости отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а соискатель достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника».

Доцент кафедры электрооборудования судов и электроэнергетики  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,  
кандидат технических наук

Борис Львович Геллер  
07.10.2019 г.

236022, Калининградская обл., г. Калининград, Советский проспект, д. 1.  
8 (4012) 99-59-01, факс 8 (4012) 99-53-46  
[rector@klgtu.ru](mailto:rector@klgtu.ru)

Подпись Геллера Б.Л. удостоверяю  
Ученый секретарь



Н.В. Свиридюк

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лонзингера Петра Владимировича  
«Электромагнитные процессы в компенсированных выпрямителях с векторным управлением» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – Силовая электроника

Использование полностью управляемых вентильных преобразователей с ШИМ для управления режимом работы компенсированных диодных выпрямителей является одним из перспективных направлений повышения их энергетической эффективности. Поэтому актуальность темы диссертации не вызывает сомнений.

В диссертации проанализировано состояние вопроса и сформулированы требования к системе разрабатываемого компенсированного выпрямителя переменного тока с векторным управлением.

Кратко результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

1. Предложен оригинальный способ векторного управления, отличающийся подключением входа устройства векторного управления к дополнительной обмотке преобразовательного трансформатора.
2. Рассмотрена теория электромагнитных процессов в системе, рассчитаны внешние и энергетические характеристики компенсированных преобразователей с векторным управлением.
3. Определены параметры Г-образных фильтров и показан способ определения квазиустановившихся процессов в устройстве векторного управления. Даны рекомендации по выбору параметров и элементов системы.
4. Разработана компьютерная модель для исследования в 12-фазном выпрямителе с векторным управлением.
5. Проведена экспериментальная проверка выдвинутых теоретических положений и разработанных моделей на реальном лабораторном стенде, подтвердила их работоспособность.

Результаты проведенных исследований опубликованы в трех публикациях в журналах из списка ВАК, одном патенте и трудах конференций разного уровня.

Замечания. К сожалению, нигде в автореферате не описан принцип векторного управления по отношению к выпрямителям, что затрудняет понимание работы при первом чтении. На защиту выносятся математическая модель компенсированного выпрямителя, но при этом в автореферате нет ни одной формулы и ни одного уравнения.

Несмотря на сделанные замечания, результаты диссертационной работы имеют высокую научно-техническую значимость. Рецензируемая диссертация соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.09.12, а соискатель Лонзингер Петр Владимирович достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры Приборостроения и мехатроники ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,  
д.т.н., профессор, Почетный работник высшего профессионального образования РФ

Андреев Николай Кузьмич  
Адрес КГЭУ: 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51  
Тел. 8(843)5-19-43-18.  
E-mail: kgeu\_era@mail.ru



Андреев Н.К.



Специалист УК  
01.10.2019



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

Казанский государственный энергетический университет  
420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51; Телефон: 519-43-18.  
E-mail kgeu\_era@mail.ru; Интернет сайт: kgeu.ru.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лонзингера Петра Владимировича  
на тему «Электромагнитные процессы в компенсированных выпрямителях с векторным  
управлением», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.09.12- «Силовая электроника»

В связи с широким потреблением энергии постоянного тока промышленностью в  
цехах гальваники, электроприводами постоянного и частотно управляемого переменного  
тока и т.д., работа Лонзингера П.В. посвященная изучению электромагнитных процессов в  
компенсированных выпрямителях с векторным управлением, а также их влияния на  
электромагнитные процессы в выпрямителях и на питающую сеть, имеет большое  
научное и практическое значение и, несомненно, актуальна.

Важным теоретическим результатом работы, на наш взгляд, являются:  
разработанные положения квазиустановившихся электромагнитных процессов,  
разработанные теоретические основы для практической реализации компенсированных  
выпрямителей с векторным управлением.

Практическая ценность работы заключается в том, что даны практические  
рекомендации по выбору резонансной частоты выходных фильтров, параметров силовых  
ключей, коэффициента трансформации ВДТ, рассчитаны внешние и энергетические  
характеристики выпрямителей, разработанный способ управления многофазным  
выпрямительным агрегатом.

Автор имеет достаточное для кандидатских диссертаций количество печатных  
работ (10), результаты исследований докладывались и обсуждались Международных и  
Всероссийских научных конференциях, три работы опубликованы в изданиях из перечня,  
рекомендованных ВАК.

Наряду с отмеченными достоинствами по материалам, представленным в  
автореферате диссертации, имеются следующие замечания:

1. В автореферате не представлены пояснения к рисункам, что сильно усложняет  
понимание текста.

2. Не раскрыты используемые понятия 2-х фазный и 12-и фазный выпрямитель.
3. В автореферате не представлены уравнения описывающие работу блоков компьютерных моделей.

Однако, данное замечание не является принципиальным с точки зрения основных задач, поставленных и решенных в диссертации, они не снижают общей ценности и полезности проделанной работы, и общей положительной оценки автореферата диссертации.

Считаю, что диссертация Лозингера Петра Владимировича содержит решение актуальной научно-практической задачи – повышение энергетической эффективности процесса выпрямления переменного тока компенсированными выпрямителями с векторным управлением.

Диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, Лозингер Петр Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – Силовая электроника.

Заведующий кафедрой «Приборостроение и мехатроника» ФГБОУ ВО «КГЭУ»

К.т.н., доцент

Козелков О.В.

Дата составления отзыва « 4 » 04.10.2019 2019 г.

Контактная информация: к.т.н., доцент, Козелков Олег Владимирович, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, корп. А, Казанский государственный энергетический университет «КГЭУ», Кафедра «Приборостроение и мехатроника». Телефон: 519-43-18, e-mail: kgeu\_era@mail.ru



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Козелков О.В.*  
Подпись удостоверяю  
Специалист УК *Морозов А.А.*

04.10.2019



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лонзингера Петра Владимировича  
на тему: «Электромагнитные процессы в компенсированных выпрямителях с  
векторным управлением», представленную на соискание ученой степени кандидата  
технических наук  
по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника»

**Актуальность работы.** Современный уровень развития силовой электроники характеризуется, помимо прочего, разработкой вопросов применения полностью управляемых полупроводниковых преобразователей для управления потоками мощности в различных электротехнических комплексах и системах. Рассматриваемая диссертационная работа посвящена вопросам регулирования потоков мощности диодных выпрямителей, применяемых в различных отраслях промышленности и транспорта. В основу принципа регулирования режима работы указанных выпрямителей положено применение описанных полностью управляемых вентильных преобразователей для реализации т.н. векторного управления. Целью диссертационного исследования – повышение энергетической эффективности процесса выпрямления для случая частотного векторного управления. Всё это дает основания утверждать, что тема диссертационного исследования является актуальной.

**Научная новизна диссертационной работы, научных положений и результатов.** Автор выносит на защиту два научных положения: 1) математическая модель компенсированного выпрямителя с векторным управлением в квазиустановившемся режиме, отличающаяся учетом влияния потока мощности в устройстве векторного управления на статические характеристики исследуемого преобразователя; 2) модель, имитирующая компенсированный выпрямитель с векторным управлением как замкнутую систему управления на основе ПИ-регулятора, отличающаяся наличием обратной связи по току питающей сети, предназначенной для компенсации падений напряжения в низкочастотном фильтре устройства векторного управления. Оба сформулированных положения содержат четкую формулировку их новизны.

Научные результаты диссертационного исследования: 1. разработан способ управления многофазным выпрямительным агрегатом, устройство векторного управления которого состоит из двух преобразователей с ШИМ модуляцией и получает питание от дополнительной обмотки преобразовательного трансформатора; 2. разработаны теоретические положения квазиустановившихся электромагнитных процессов, рассчитаны внешние и энергетические характеристики компенсированных преобразователей с векторным управлением; 3. представлен подход к нахождению параметров Г-образных фильтров с учетом специфики квазиустановившихся электромагнитных процессов в устройстве векторного управления;

4. получены характеристики переходных процессов в компенсированных выпрямителях с векторным управлением, регулирование режима работы которых осуществляется в замкнутой системе управления с ПИ-регулятором. Определены границы устойчивости переходного процесса управления в зависимости от параметров регулятора; 5. проведено экспериментальное исследование выпрямителей с векторным управлением. Результаты экспериментальных исследований качественно соответствуют результатам теоретических исследований и компьютерного моделирования. Полученные результаты, бесспорно, говорят о новизне диссертационного исследования.

**Достоверность научных положений, результатов и выводов.** Достоверность обусловлена корректным применением математического аппарата, подтверждается сравнением результатов теоретического исследования с результатами компьютерного



моделирования, качественным соответствием их результатам, полученным при физическом моделировании.

**Практическая значимость, реализация и внедрение результатов.** Разработаны теоретические основы для практической реализации компенсированных выпрямителей с векторным управлением. Применение компенсированных преобразователей с векторным управлением позволит производить регулирование режима работы электроприемников постоянного тока без увеличения потребляемой из сети реактивной мощности. Результаты внедрены в учебный процесс при подготовке магистров по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Южно-Уральском государственном университете (НИУ). На основе результатов исследования предложены варианты реконструкции преобразовательной подстанции Электролизного цеха ПАО «Челябинский цинковый завод».

**По автореферату имеются следующие замечания:**

1. В некоторых местах автор использует слишком длинные предложения, что несколько затрудняет понимание при прочтении.
2. В автореферате не раскрыто содержание нескольких блоков *Subsystem* компьютерной модели в среде *MatLab Simulink*.

Указанные замечания не влияют на положительную оценку диссертационной работы. По автореферату, можно заключить, что представленная к защите работа удовлетворяет всем требованиям пп. 9...14 Положения ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям, а ее автор **Лонзингер Петр Владимирович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника».

Доцент Отделения электроэнергетики  
и электротехники Инженерной школы энергетики  
Национального исследовательского  
Томского политехнического университета,  
к.т.н., доцент,  
634050, г. Томск, пр. Ленина,30; ТПУ, ИШЭ  
+7 (3822) 606291; [kladiev@tpu.ru](mailto:kladiev@tpu.ru)

Кладиев Сергей Николаевич  
12.10.2019 г.



Подпись Кладиева С.Н. заверяю:

Ученый секретарь Национального  
исследовательского Томского  
политехнического университета



  
О.А. Дианьева



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лонзингера Петра Владимировича  
на тему: «Электромагнитные процессы в компенсированных выпрямителях с векторным управлением»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.09.12– «Силовая электроника»

### Актуальность работы

В диссертационной работе решается задача повышения энергетической эффективности процесса выпрямления. В качестве выпрямительных агрегатов рассматриваются компенсированные выпрямители, выполненные на основе диодных вентиляльных блоков. Диодные выпрямители находят свое применение в различных отраслях промышленности и транспорта, их использование связано с необходимостью электроснабжения на постоянном токе при передаче из питающей сети большого потока мощности. Рассматриваемый автором способ векторного управления, осуществляемого посредством полностью управляемых преобразователей, является оригинальным решением множества проблем, связанных с применением диодных выпрямителей. В связи с этим тема диссертационного исследования является актуальной.

### Научная новизна

Выносимые автором научные положения отражают содержание проведенных им исследований, их новизна не вызывает никакого сомнения. Полученные в процессе диссертационного исследования результаты также отличаются новизной.

### Достоверность научных положений, результатов и выводов

В процессе исследования автор обоснованно применял математический аппарат, получал результаты при помощи программного пакета для математических расчетов Mathcad, проводил компьютерное моделирование в пакете Matlab Simulink. Сходимость результатов, полученных перечисленными способами, говорит о достоверности результатов диссертационной работы.

### Практическая значимость, реализация и внедрение результатов

Результаты исследования являются теоретической основой для выбора схем компенсированных выпрямителей с векторным управлением, а также для определения параметров данных выпрямителей. Результаты внедрены в учебный процесс при подготовке магистров по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Южно-Уральском государственном университете (НИУ). На основе результатов исследования разрабатываются варианты реконструкции преобразовательной подстанции Электролизного цеха ПАО «Челябинский цинковый завод».

### Замечания

В работе отсутствует пояснение, что именно автор подразумевает под словосочетанием «квазиустановившиеся процессы». Во второй главе автор приводит внешние и энергетические характеристики, построенные до достижения границы режима повторной проводимости вентилялей, но не поясняет, чем именно обосновано установление этой границы при рассмотрении характеристик

Высказанные замечания не отменяют общую положительную оценку диссертационной работы. Диссертация П.В. Лонзингера соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации Лонзингер Петр Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника».

Доцент кафедры электропривода федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Липецкий государственный технический университет", кандидат технических наук, доцент

398055, г. Липецк, Московская 30, корпус 2, ауд. 367  
Телефон: +7 (4742) 32-80-56  
Электронная почта: [kaf-ep@stu.lipetsk.ru](mailto:kaf-ep@stu.lipetsk.ru)

15.10.2019

Шишлин Денис Иванович

