

## СПИСОК

членов диссертационного совета Д 212.132.15 при НИТУ «МИСиС», присутствовавших на заседании по защите кандидатской диссертации Шевыревой Наталии Юрьевны на тему «Повышение качества электроэнергии при электроснабжении буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом» по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы от 14 июня 2016 г., протокол № 23.

1. Подэрни Р.Ю. (председатель), доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки);
2. Ляхомский А.В. (заместитель председателя), доктор технических наук, 05.09.03 (техн. науки);
3. Шешко Е.Е. (ученый секретарь), кандидат технических наук, 05.05.06 (техн. науки);
4. Вержанский А.П., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки);
5. Галкин В.И., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки);
6. Дмитриев В.Г., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки);
7. Егоров А.В., доктор технических наук, 05.09.03 (техн. науки);
8. Ершов М.С., доктор технических наук, 05.09.03 (техн. науки);
9. Малиновский А.К., доктор технических наук, 05.09.03 (техн. науки);
10. Набатников Ю.Ф., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки);
11. Пастоев И.Л., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки);
12. Петров В.Л., доктор технических наук, 05.09.03 (техн. науки);
13. Рахутин М.Г., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки);
14. Фащиленко В.Н., доктор технических наук, 05.09.03 (техн. науки);
15. Шевырев Ю.В., доктор технических наук, 05.09.03 (техн. науки);
16. Яхонотов Ю.А., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.132.15 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС» МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 14 июня 2016 г., протокол № 23

**О присуждении Шевыревой Наталии Юрьевне, гражданке РФ,  
ученой степени кандидата технических наук.**

Диссертация «Повышение качества электроэнергии при электроснабжении буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 7 апреля 2016 г., протокол № 12 диссертационным советом Д 212.132.15 на базе ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» Минобрнауки России (НИТУ «МИСиС»), 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4 (приказ Минобрнауки России № 1120/нк от 23 сентября 2015 г.)

Соискатель Шевырева Н.Ю., 21.08.1990 года рождения, в 2013 году окончила ФГБОУ ВПО «Московский государственный горный университет» с присвоением квалификации горный инженер по специальности «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов». С 1 августа 2013 г. по настоящее время является аспирантом очной формы обучения по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» ФГАОУ ВО «НИТУ «МИСиС».

Диссертация выполнена на кафедре «Энергетика и энергоэффективность горной промышленности» ФГАОУ ВО «НИТУ «МИСиС».

Научный руководитель – Фащиленко Валерий Николаевич, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры «Энергетика и энергоэффективность горной промышленности» ФГАОУ ВО «НИТУ «МИСиС» Минобрнауки России.

### **Официальные оппоненты:**

1. Онищенко Георгий Борисович, гражданин РФ, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Электрические системы» ФГБОУ ВО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)»;

2. Благодаров Дмитрий Анатольевич, гражданин РФ, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированный электропривод» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет» (г. Липецк) – в своем положительном заключении, подписанном Мещеряковым Виктором Николаевичем, докт. техн. наук, профессором, заведующим кафедрой электропривода и Шишлиным Владимиром Всеволодовичем, канд. техн. наук, доцентом кафедры электропривода, утверждённым проректором по научной работе, профессором, доктором технических наук Володиным Игорем Михайловичем, указала, что диссертация Шевыревой Н.Ю. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований дано решение актуальной задачи обоснования совокупности решений по повышению качества электроэнергии в системах электроснабжения буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом. Полученные в работе выводы и результаты рекомендуются к использованию электротехническими компаниями при совершенствовании и разработке частотно-регулируемых электроприводов для машин и установок, применяемых в минерально-сырьевом комплексе России.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается направлением исследований, проводимых оппонентами и сотрудниками ведущей организации в сфере исследований, соответствующих паспорту специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» и связанных с этим публикаций, опытом научной и практической деятельности.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ (общий объём 2,5 п.л., авторский вклад 85%), из них 4 статьи опубликованы в ведущих научных изданиях:

1. Шевырева Н. Ю., Фащиленко В. Н. Моделирование частотно-регулируемого электропривода буровой установки и оценка его влияния на качество электроэнергии // Вести высших учебных заведений Черноземья. - 2013. - №2. - С. 15–21. (Соискателю принадлежит разработка компьютерных моделей частотно-регулируемого электропривода буровой установки, расчёты показателей качества электроэнергии и графические зависимости).

2. Шевырева, Н. Ю. Влияние на качество электроэнергии ступенчатого фильтро-компенсирующего устройства при работе буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2015. - №1. - С. 408–415.

3. Шевырева, Н. Ю. Моделирование частотно-регулируемого электропривода с активным выпрямителем // Главный энергетик. - 2015. - №8. - С. 69–74.

4. Шевырева, Н. Ю. Закономерности влияния частотно-регулируемого электропривода с активным выпрямителем на качество электроэнергии // Вести высших учебных заведений Черноземья. - 2015. - №4. - С. 26–35.

На диссертацию и автореферат поступили 11 положительных отзывов с замечаниями из:

1. **ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»** от проф. каф. «Электрооборудование, электропривод и автоматика», д.т.н., проф. В.Г. Титова и проф. каф. «Управление инновационной деятельностью», д.т.н., проф. О.В. Федорова. Замечание 1. Учитываются ли и как в компьютерных моделях другие виды электрических нагрузок, кроме частотно-регулируемых электроприводов? Замечание 2. Для более ясного понимания работы АВН, следовало бы привести функциональную схему его системы автоматического регулирования.

2. **ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова»** от директора института энергетики и автоматизированных систем, зав. каф. электроники и микроэлектроники, д.т.н., проф. Лукьянова С. И. и проф. каф. автоматизированного

электропривода и мехатроники, д.т.н., проф. Сарварова А. С. Замечание 1. Проводились ли расчеты динамических режимов при длине линии более 7 км. Замечание 2. Не ясно, учитывалось влияние на процессы и достижимость показателей, соотношение мощностей питающей сети и электропривода буровой установки.

3. **ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»** от зав. каф. электроэнергетики и электромеханики, д.т.н., проф. Козярука А. Е. и аспиранта каф. электроэнергетики и электромеханики Ёрохова С.А. Замечание 1. Уточнить выбор диапазона изменения  $Q$  на графике "г" (стр. 10). Замечание 2. Недостаточно обоснована адекватность представленных математических и имитационных моделей. Замечание 3. Отсутствует описание рисунков на стр. 7 и 8.

4. **ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»** от проф. каф. электроэнергетики, д.т.н., проф. Сушкова В.В. Замечание 1. Из автореферата не ясно, почему выбрано ФКУ с «ненастроенными фильтрами»? Замечание 2. В автореферате отсутствуют данные о выбранных нагрузках электроприводов при исследовании качества электроэнергии.

5. **ФГБОУ ВПО НИУ «Южно-Уральский государственный университет»** от проф. каф. электропривода и автоматизации промышленных установок, д.т.н., доц. Григорьева М.А. Замечание. Применение ФКУ или АВН позволяет увеличить длину питающей линии, однако не понятно, существуют ли ограничения на длину линии?

6. **ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»** от зав. каф. электротехники и прецизионных электромеханических систем, к.т.н., доц. Томасова В. С. Замечание. Из автореферата не ясно, по какой методике выбирались передаточные функции регуляторов реактивной мощности и напряжения.

7. **ООО «Электротехническая промышленная компания»** от главного научного сотрудника, д.т.н., проф. Юнькова М.Г. Замечание 1. В автореферате не приведен анализ состояния разработок зарубежных фирм. Замечание 2. Отсутствует описание математической модели, не указаны принятые начальные условия математического моделирования.

**8. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»** от зав. каф. электрификации и автоматизации производства, к.т.н., доц. Агеева В. А. Замечание 1. Из автореферата не ясно, какие именно особенности системы электроснабжения учитываются в разработанных компьютерных моделях. Замечание 2. Не представляется возможным проверить адекватность выводов по четвёртой главе ввиду отсутствия в автореферате зависимостей реактивной мощности и отклонения напряжения при отсутствии фильтра АВН и при его включении. Замечание 3. Выводы 5–9 заключения основаны на предложенных автором структурных схемах САР с о.о.с. по напряжению и реактивной мощности, однако, ни одна из схем не представлены в автореферате, что затрудняет оценку новизны результатов.

**9. ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»** от проф. каф. микропроцессорных средств автоматизации, д.т.н. Казанцева В.П. Замечание 1. К сожалению, в автореферате не приведены функциональная или структурная схема замкнутой системы управления с обратными связями по реактивной мощности и напряжению, а дана лишь обобщённая силовая схема. Это затрудняет соотносить результаты исследований с возможными схемотехническими решениями. Замечание 2. Непонятно зачем введено понятие «АВН», поскольку в теории силовой преобразовательной техники имеется давно устоявшееся понятие «Управляемый выпрямитель». Возможно, автор хотела акцентировать внимание на возможность реализации 4-х квадрантного управления с рекуперацией энергии в сеть. Замечание 3. Вывод об улучшении формы кривых напряжения при увеличении несущей частоты ШИМ тривиален (глава 4), тем более, что энергетически это не всегда оправдано вследствие повышения тепловых потерь в IGBT или иных полупроводниковых элементах управляемого выпрямителя и автономного инвертора напряжения.

**10. Центра физико-технических проблем энергетики Севера Кольского научного центра Российской академии наук** от ведущего научного сотрудника, к.т.н. Кузнецова Н.М. Замечание 1. Неясно, какие элементы системы электроснабжения учитываются в компьютерной модели для исследования показателей качества электроэнергии и как влияет ЧРЭП

на показатели качества электроэнергии системы электроснабжения освещения и бытовых нагрузок. Замечание 2. В автореферате следовало бы привести структурные схемы систем автоматического регулирования АВН.

11. **ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»** от зав. каф. автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники, к.т.н., доц. Грекова Э.Л. Замечание 1. Возможно ли приведённые в автореферате графики использовать для определения отклонения напряжения, суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения сети, коэффициента мощности в случае изменения активных и индуктивных сопротивлений системы электроснабжения? Замечание 2. Каким образом доказывается адекватность компьютерных моделей?

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований (соответствуют пунктам 3, 4 паспорта специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы):

**разработаны** новые решения по повышению качества электроэнергии при электроснабжении буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом на основе применения ступенчатых фильтро-компенсирующих устройств (ФКУ) с «ненастроенными» фильтрами, либо преобразователей частоты с активным выпрямителем напряжения (АВН); **предложены** структурные схемы систем автоматического регулирования АВН по реактивной мощности и напряжению системы электроснабжения буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом (БУ с ЧРЭП); **доказано** наличие зависимостей, позволяющих оценить влияние параметров системы электроснабжения, ФКУ и АВН на коэффициент мощности, отклонение напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП.

Теоретическая значимость и новизна исследования обоснованы тем, что:

**доказана** необходимость повышения качества электроэнергии при электроснабжении БУ с ЧРЭП;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы анализа электрических цепей, полупроводниковых

преобразователей, теории автоматического управления, автоматизированного электропривода, систем электроснабжения, компьютерного моделирования; **изложены** условия, позволяющие обеспечить нормативные значения отклонения напряжения электропитания и суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и заданное значение коэффициента мощности;

**раскрыты** существенные изменения отклонения напряжения, суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и коэффициента мощности под воздействием частотно-регулируемых электроприводов буровых установок;

**изучено** влияние ФКУ со ступенчатым регулированием реактивной мощности и «ненастроенными» фильтрами, параметров и структур автоматического регулирования АВН на отклонение напряжения электропитания, суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения и коэффициент мощности в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП;

**проведена модернизация** существующих методов компьютерного моделирования частотно-регулируемых электроприводов с АВН применительно к электротехническим комплексам БУ с ЧРЭП.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

**разработаны и внедрены** в ООО «Электротехническая промышленная компания» компьютерные модели электротехнических комплексов БУ с ЧРЭП, решения и рекомендации по выбору структуры и параметров ФКУ и АВН, используемые при разработке нового электрооборудования для буровых установок;

**определены** ожидаемые значения отклонения напряжения электропитания, суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и коэффициента мощности в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП при отсутствии и наличии ФКУ или АВН;

**созданы** структурные схемы системы автоматического регулирования АВН по реактивной мощности и напряжению в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП, обеспечивающие нормативные значения показателей качества электроэнергии.

Полученные в работе выводы и результаты рекомендуются к использованию электротехническими компаниями, работающими в области применения частотно-регулируемых электроприводов в минерально-сырьевом комплексе.

**Оценка достоверности** результатов исследования выявила:

**теория** построена на известных фактах и проверяемых данных, подтверждённых результатами моделирования реальных электротехнических комплексов БУ с ЧРЭП, а также результатами компьютерных экспериментов и сравнением их с опубликованными данными экспериментальных исследований на объектах, расхождение между которыми не превышает 10%.

**идея базируется** на обобщении опыта повышения качества электроэнергии в системах электроснабжения с полупроводниковыми преобразователями;

**использованы** апробированные методы и средства компьютерного моделирования систем электроснабжения с полупроводниковыми преобразователями.

**Личный вклад соискателя** состоит в: разработке компьютерных моделей для исследования влияния частотно-регулируемых электроприводов буровых установок на качество электроэнергии; установлении влияния настроек ступенчатого регулирования реактивной мощности в ФКУ на отклонение напряжения, суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения и коэффициент мощности в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП; установлении влияния несущей частоты широтно-импульсной модуляции, параметров фильтра и сигнала задания реактивного тока АВН на коэффициент мощности, отклонение напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП; разработке для АВН структуры автоматического регулирования реактивной мощности и напряжения в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП; в оценке влияния систем автоматического регулирования реактивной мощности и напряжения на коэффициент мощности, отклонение напряжения электропитания и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП; подготовке научных публикаций по теме исследования.

Диссертационная работа Шевыревой Н.Ю. отвечает критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней; в ней

отсутствуют недобросовестные заимствования и недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Диссертационная работа Шевыревой Н.Ю. соответствует п. 9. Положения о присуждении ученых степеней, так как в ней содержится решение актуальной задачи обоснования совокупности решений по повышению качества электроэнергии в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП, имеющей существенное значение для развития электротехнических комплексов и систем в минерально-сырьевом комплексе России.

Шевырева Наталия Юрьевна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

На заседании «14» июня 2016 г., протокол № 23, диссертационный совет Д 212.132.15 принял решение присудить Шевыревой Наталии Юрьевне учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек (из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации), участвующих в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовал: **за** присуждение учёной степени - 16, **против** - нет, **недействительных бюллетеней** - нет.

Председатель диссертационного  
совета Д 212.132.15,  
проф., докт. техн. наук

Учёный секретарь диссертационного  
совета Д 212.132.15,  
проф., канд. техн. наук

**Подэрни  
Роман Юрьевич**

**Шешко  
Евгения Евгеньевна**