

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ДС. ТПУ.12,**

созданного на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации **на соискание ученой степени кандидата технических наук.**

Решение диссертационного совета от 10 ноября 2021 года № 1 о присуждении Брянцеву Андрею Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Разработка и исследование микропроцессорного имитатора литий-ионной аккумуляторной батареи космического аппарата»** по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 1 сентября 2021 г., протокол № 1, диссертационным советом ДС.ТПУ.12, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 634050, г. Томск, пр. Ленина 30, утвержденным приказом ректора Национального исследовательского Томского политехнического университета № 15895 от 06.12.2018 г.

**Соискатель Брянцев Андрей Анатольевич**, 1991 года рождения, в 2019 г. соискатель окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена в отделении электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования РФ и в акционерном обществе «Научно-производственный центр «Полус».

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Букреев Виктор Григорьевич, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики, профессор.

**Дополнительно введенные члены диссертационного совета ДС.ТПУ.12:**

**Обухов Сергей Геннадьевич**, доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики, профессор;

**Гарганеев Александр Георгиевич**, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики, профессор.

**Официальные оппоненты:**

**Симонов Борис Ферапонтович**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск;

**Жусубалиев Жаныбай Турсунбаевич**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры вычислительной техники ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов и дополнительно введенных членов диссертационного совета обосновывается высокой профессиональной компетенцией в области электротехнических комплексов и систем, компьютерного моделирования устройств и систем, достижениями и наличием публикаций в данной области науки и практики.

Соискатель имеет 15 печатных работах, в том числе: 2 публикациях в изданиях, входящих в перечень ВАК для диссертаций, 4 патентах РФ, 9

публикаций в сборниках материалов научно-технических конференций. Общий объем публикаций составляет 6,6 печатных листов с долей авторского участия соискателя не менее 80 %. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Патент 165168, Российская Федерация, МПК Н 01 М 10/42, Н 02 J 7/00. Имитатор литий-ионного аккумулятора / А.А. Брянцев, А.Н. Ильин, В.Г. Букреев, В.М. Попов, Л.А. Качин. № 2015153649/07; заявл. 14.12.2015; опубл. 10.10.2016, Бюл. № 28.

2. Патент 162152, Российская Федерация, МПК Н 01 Н 37/00, В 64 G 1/42. Байпасное устройство / Брянцев А.А., Букреев В.Г., Проценко Н.А., Шевченко Ю.М. № 2015117311/04; заявл. 06.05.2015; опубл. 27.05.2016, Бюл. № 15.

3. Брянцев А.А. Алгоритм определения параметров модели Шеферда для построения имитатора литий-ионного аккумулятора / А.А. Брянцев, В.Г. Букреев // Доклады ТУСУР. 2019. Т. 22, № 1. С. 95–99.

4. Брянцев А.А. Методика определения параметров динамической модели литий-ионного аккумулятора / А.А. Брянцев, В.Г. Букреев, А.А. Шилин // Доклады ТУСУР. 2019. Т. 22, № 4. С. 96–101.

5. Патент 141789, Российская Федерация, МПК Н 01 Н 37/00. Байпасное устройство / Брянцев А.А., Букреев В.Г., Проценко Н.А., Шевченко Ю.М. № 2013154124/07; заявл. 05.12.2013; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 16.

6. Патент 161796, Российская Федерация, МПК G 01 R 31/40. Устройство для испытаний комплекса автоматики и стабилизации космического аппарата в режиме имитации заряда литий-ионной аккумуляторной батареи / А.А. Брянцев, А.Н. Ильин, В.Г. Букреев, Г.Г. Галяткина. № 2015153655/28; заявл. 14.12.2015; опубл. 10.05.2016, Бюл. № 13.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1) Отзыв на диссертацию от официального оппонента, д.т.н. **Симонова Бориса Ферапонтовича**, старшего научного сотрудника, ведущего научного сотрудника Института горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск (с замечаниями); 2) Отзыв на диссертацию от официального оппонента, д.т.н. **Жусубалиева Жаныбая Турсунбаевича**, профессора, профессора кафедры вычислительной техники ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» г. Курск (с замечаниями); 3) Отзыв на диссертацию от д.т.н. **Обухова Сергея Геннадьевича**, профессора отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск (с замечаниями); 4) Отзыв на диссертацию от д.т.н. **Гарганеева Александра Георгиевича**, профессора отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск (с замечаниями); 5) Отзыв на автореферат от д.т.н. **Вавилова Вячеслава Евгеньевича**, заведующего кафедрой «Электромеханика» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» г. Уфа (с замечаниями); 6) Отзыв на автореферат от д.т.н. **Пантелеева Василия Ивановича**, профессора, заведующего кафедрой электроэнергетики Политехнического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск (с замечаниями); 7) Отзыв на автореферат от д.т.н., **Вигриянова Павла Георгиевича**, профессора кафедры электрооборудования и автоматизации производственных процессов Южно-Уральского государственного университета (НИУ), филиал в г. Златоусте (с замечаниями); 8) Отзыв на автореферат от к.т.н. **Юдинцева Антона Геннадьевича**, директора НИИ автоматики и электромеханики ТУСУР, г. Томск (с замечаниями); 9) Отзыв на автореферат от д.т.н., **Ганджи Тараса Викторовича**, профессора кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», г. Томск (с замечаниями); 10) Отзыв на

автореферат от к.т.н., **Фомакина Виктора Николаевича**, начальника сектора проектирования систем электропитания космических аппаратов АО «РКЦ «Прогресс», г. Самара (с замечаниями); 11) Отзыв на автореферат от д.т.н., **Головенкина Евгения Николаевича**, заслуженного создателя космической техники, заслуженного инженера России, действительного члена Российской и международной инженерных академий, Лауреата премий Правительства РФ, главного ученого секретаря НТС АО «ИСС» имени академика М. Ф. Решетнёва», г. Железногорск (с замечаниями); 12) Отзыв на автореферат от д.т.н., **Ефанова Владимира Владимировича**, главного научного сотрудника АО «НПО Лавочкина», г. Химки (с замечаниями); 13) Отзыв на автореферат от д.т.н., **Ещина Евгения Константиновича**, профессора кафедры прикладных информационных технологий, ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева» (КузГТУ), г. Кемерово (с замечаниями); 14) Отзыв на автореферат от д.т.н., **Давидова Альберта Оганезовича**, начальника научно-исследовательского отдела ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт», г. Москва (с замечаниями).

Все отзывы положительные, замечания являются рекомендательными и дискуссионными и касаются методик расчета выходного напряжения литий-ионного аккумулятора (ЛИА), алгоритма определения параметров моделей ЛИА и литий-ионной аккумуляторной батареи (ЛИАБ), оценок энергетических показателей специализированных имитаторов ЛИАБ, результатов имитационного моделирования, оценок по стоимости и надежности предложенных технических решений.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** математические, имитационные модели ЛИА и ЛИАБ, алгоритмы расчета их параметров, позволяющие получить заданную точность

воспроизведения выходного напряжения имитатора;

**предложены** новые технические решения микропроцессорного имитатора ЛИАБ для обеспечения процесса наземных испытаний энерго-преобразующей аппаратуры (ЭПА) системы электропитания (СЭП) космического аппарата (КА);

**доказана** эффективность агрегированного принципа построения имитатора ЛИАБ на основе последовательного соединения необходимого количества модулей имитаторов ЛИА;

**введена** поляризационная составляющая эквивалентной схемы замещения аккумулятора при вычислении выходного напряжения ЛИА и ЛИАБ.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказана** эффективность математического моделирования ЛИА и ЛИАБ и алгоритмов расчета параметров их аналитических моделей;

**применительно к проблематике** диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использованы** методы математического и имитационного моделирования для анализа динамических процессов в ЛИА на основе общепринятых схем замещения;

**изложена** методика эффективного сочетания моделей Шеферда и Тевенина для реализации заданной точности имитации выходного напряжения ЛИА и ЛИАБ;

**раскрыты** особенности влияния изменения ЭДС покоя и ЭДС поляризации аккумулятора при приеме и отдаче энергии на адекватность модели ЛИА;

**изучено** влияние температуры аккумуляторов на параметры моделей ЛИА и ЛИАБ;

**проведена модернизация** структуры и технической реализации исходного варианта микропроцессорного имитатора ЛИАБ.

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

**разработаны и внедрены** программы для контроллера имитатора ЛИА, реализующие корректное управление его выходным напряжением с

заданными показателями качества, что подтверждается информацией в Государственном реестре средств измерений Российской Федерации, актах внедрения и испытаний имитатора ЛИАБ;

**определена** погрешность выходного напряжения имитатора ЛИАБ в режимах заряда и разряда батареи;

**созданы** программы для контроллера имитатора ЛИА, позволяющие проводить автономную проверку ЭПА СЭП в режиме реального времени;

**представлены** результаты экспериментальных исследований микропроцессорного имитатора ЛИАБ.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:**

**для экспериментальных работ** результаты получены с использованием комплекса современного измерительного аттестованного оборудования, достигнута повторяемость и воспроизводимость экспериментов;

**теория** построена на проверяемых экспериментальных и аналитических данных и не противоречит ранее опубликованным работам по теме диссертации;

**идея базируется** на сочетании передового опыта и результатов экспериментальных исследований, изложенных в современной литературе, по реализации алгоритма определения параметров моделей ЛИА, ЛИАБ и исследованию их свойств;

**использовано** сравнение авторских данных и данных, полученных экспериментальным образом и от завода изготовителя ЛИА и ЛИАБ;

**установлено** качественное соответствие результатов, полученных автором с результатами, представленными в опубликованных работах по данной тематике.

**Личный вклад соискателя состоит в** проведении и анализе результатов теоретических исследований, разработке, планировании и проведении экспериментов, обобщении полученных данных, написании текстов статей и докладов. В работах, написанных в соавторстве, автору принадлежат: математические, имитационные модели и алгоритм определения параметров

модели ЛИА и ЛИАБ. При непосредственном участии автора сформулированы научные положения и основные выводы диссертации, выполнены и опубликованы научные работы.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится полноценное исследование режимов работы микропроцессорного имитатора литий-ионной аккумуляторной батареи космического назначения, что имеет существенное значение для тестирования ЭПА СЭП КА, и соответствует требованиям пп. 8-10 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете».

На заседании 10 ноября 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Брянцеву Андрею Анатольевичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 6 человек (из них 5 докторов наук по научной специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»), участвовавших в заседании, из 3-х человек, входящих в состав совета, и дополнительно введенных на защиту 3-х человек проголосовали: за – 6, против – нет.

Председатель  
диссертационного совета

ДС.ТПУ.12



Лукутин Борис Владимирович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

ДС.ТПУ.12



Андреев Михаил Владимирович

10 ноября 2021 г.

