

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.233.04  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»,  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 13 июня 2019 г. №54

о присуждении Чабаненко Александру Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Модели и методики обеспечения качества корпусных элементов, выполненных по аддитивным технологиям»

**по специальности** 05.02.23 «Стандартизация и управление качеством продукции»

**принята к защите** 12 апреля 2019 г., протокол №50, Диссертационным советом Д 212.233.04 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А, приказ №363/нк от 19.06.2014 г.

**Соискатель** Чабаненко Александр Валерьевич, 1991 года рождения, в 2014 г. закончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», в 2018 году закончил освоение программы подготовки научно-педагогических кадров в Федеральном государственном автономном образовательном

учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», работает старшим преподавателем кафедры инноватики и интегрированных систем качества Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

**Диссертация выполнена** на кафедре инноватики и интегрированных систем качества Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – кандидат технических наук, доцент Фролова Елена Александровна, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества.

**Официальные оппоненты:**

1. Мироненко Игорь Германович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», профессор кафедры микрорадиоэлектроники и технологии радиоаппаратуры;
  2. Михеев Владислав Александрович, кандидат технических наук, акционерное общество «Северный пресс», инженер-конструктор I категории конструкторского сектора;
- дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

(Санкт-Петербург) в своем положительном заключении, утвержденном проректором по научной работе и инновационно-коммуникационным технологиям, к.т.н. С.А. Матвеевым, подготовленным заведующим кафедрой «Радиоэлектронные системы управления», д.т.н., доцентом С.Ю. Страховым, зам. заведующего кафедрой «Радиоэлектронные системы управления», к.т.н. Н.В. Сотниковой указала, что диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены **новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны**, соответствует требованиям ВАК Минобрнауки, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор – Чабаненко Александр Валерьевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.23 – «Стандартизация и управление качеством продукции».

**Соискатель имеет 29** опубликованных работ, все по теме диссертации, общим объемом 5,3 п.л., в том числе 8 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, 4 статьи в изданиях, входящих в Международные реферативные базы данных и системы цитирования. Без соавторов Чабаненко А.В. опубликовано 8 работ. 13 работ опубликовано соискателем в материалах Международных и Всероссийских научных конференциях, имеется одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Результаты диссертационной работы внедрены в АО «НПП «Радар ммс», ООО «ПАНТЕС груп», в образовательный процесс ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

**Наиболее значительные научные работы** по теме диссертации:

1. Чабаненко, А.В. Обеспечение качества аддитивного производства посредством системы контроля послойного синтеза / А.В. Чабаненко, Е.Г. Семенова, В.О. Смирнова, А.О. Смирнов, Н.Н. Рожков // Вопросы радиоэлектроники. 2018. №10. С. 75-79. (объем 0,3 п.л./ авторский вклад 0,1 п.л.)

Личный вклад: Проведен обзор моделей оценки качества процесса послойного синтеза, приведены результаты лабораторных исследований, предложена система оценки качества композиционных материалов.

2. Чабаненко, А.В. Оценка качества дрейфующих моделей базовых структур инновационных технологий / А.В. Чабаненко, С.А. Назаревич, В.М. Балашов, А.Ю. Гулевитский // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 109-114. (объем 0,4 п.л./ авторский вклад 0,2 п.л.).

Личный вклад: Приведены результаты экспериментальных исследований, представлен анализ результатов по технологичности производства с целью обеспечения качества при производстве по аддитивным технологиям.

3. Чабаненко, А.В. Разработка методов повышения качества аддитивного производства конструктивных элементов РЭА / А.О. Смирнов, А.В. Чабаненко // Вопросы радиоэлектроники. 2018. №1. С. 118-122. (объем 0,5 п.л./ авторский вклад 0,3 п.л.).

Личный вклад: Предложено внедрение методов менеджмента качества при аддитивном производстве, проведены лабораторные исследования, получены модели оценки качества корпусных элементов РЭА.

4. Чабаненко, А.В. Управление качеством корпусных элементов РЭА / А.В. Чабаненко // Стандарты и качество. 2018. №2. С. 90-94. (объем 0,4 п.л./ авторский вклад 0,2 п.л.)

Личный вклад: Проведен обзор и обоснование механизмов обеспечения качества процесса послойного синтеза.

5. Чабаненко, А.В. Выявление ключевых показателей качества технологического процесса производства корпуса РЭА на основе FDM / А.В. Чабаненко., Е.Г. Семенова, С.А. Назаревич // Радиопромышленность. 2017. №4. С. 141-145. (объем 0,4 п.л./ авторский вклад 0,2 п.л.).

Личный вклад: Предложена методика выявления ключевых показателей качества композиционного материала, проведен расчет весовых коэффициентов по группам свойств материала.

6. Чабаненко, А.В. Анализ технического уровня производственных мощностей предприятия /А.В. Чабаненко // Вопросы радиоэлектроники. 2017. № 5. С. 58-60. (объем 0,3 п.л./ авторский вклад 0,3 п.л.).

Личный вклад: Представлены результаты исследования технологичности производственных процессов.

7. Чабаненко, А.В. Совершенствование процессов управления наукоемким производством и оценки его потенциала / А.В. Чабаненко // Радиопромышленность. 2016. №4. С. 45-48. (объем 0,5 п.л./ авторский вклад 0,5 п.л.).

Личный вклад: Предложены механизмы совершенствования процессов управления наукоемким производством и оценки его потенциала.

8. Чабаненко, А.В. Стандартизация наукоемкой продукции / А.В. Чабаненко // Стандарты и качество, 2015. №1. С. 169-176. (объем 0,5 п.л./ авторский вклад 0,5 п.л.).

Личный вклад: Предложена методика стандартизации наукоемкой продукции, представлен анализ полученных экспериментальных данных.

9. Chabanenko, A.V. Application of numerical simulation systems when using composite materials used in additive production / A.V. Chabanenko, A.V. Kurlov, A.S. Smirnova, G.V. Getmanova, A.U. Gulevitskiy // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. № 502034. (объем 0,5 п.л./ авторский вклад 0,3 п.л.).

Личный вклад: Представлены результаты моделирования процесса аддитивного производства из композиционных материалов, анализ экспериментальных данных по комбинированию материалов.

10. Chabanenko, A.V. Construction of mathematical model of training and professional development of personnel support of additive production of REA / A.V. Chabanenko, A.V. Kurlov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. № 502041. (объем 0,5 п.л./ авторский вклад 0,3 п.л.).

Личный вклад: Предложена методика обеспечения качества процесса производства по аддитивным технологиям.

11. Chabanenko, A.V. Quality assurance of hull elements of radio-electronic equipment by means of control system / A.V. Chabanenko, A.P. Yastrebov // 2018 IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies» (IT&QM&IS). 2018. №18232134. (объем 0,5 п.л./ авторский вклад 0,3 п.л.).

Личный вклад: Предложены модели прототипированных элементов компонентной базы РЭА для обеспечения качества процесса послойного наплавления филаментов .

12. Chabanenko, A.V. Electrodynamic analysis of materials for the antenna elements / A.V. Chabanenko, E.A. Frolova, V.M. Balashov, M.S. Smirnova // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018. №450. (объем 0,5 п.л./ авторский вклад 0,3 п.л.).

Личный вклад: Предложена модель состояния корпусных элементов РЭА, выполненных по аддитивным технологиям, представлена карта температурных режимов, проведена оценка устойчивости к температурным воздействиям внутренних компонентов РЭА в процессе эксплуатации радиоэлектронного устройства.

В диссертации Чабаненко А.В. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах соискателя, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили **отзывы из 11 организаций (все отзывы положительные)**:

1. ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (подписал доцент кафедры «Метрология и Стандартизация», к.т.н., доц. Я.С. Гродзенкий). Замечания: 1) Недостаточно подробное рассмотрение видов и типов корпусных элементов РЭА, для производства которых целесообразно применять аддитивные технологии.

2. ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (подписала доцент кафедры «Станки инструменты», к.т.н., доц. М.С. Остапенко) Замечания: 1) В тексте автореферата приводятся результаты исследования

только полимеров, и не ясно будет ли данный подход работать на других видах композитов, например на металлизированных порошках? 2) В тексте автореферата на стр.9 указано – «Из множества факторов, влияющих на характеристики получаемого изделия, выделяют три основных технологических параметра: температура, давление формования», не ясно какой третий параметр?

3. АО «Лазерные системы» (подписал научный руководитель предприятия, председатель НТС, д.т.н., профессор А.С. Борейшо). Замечания: 1) Из материалов автореферата не ясно, могут ли быть полученные научные результаты использованы для проектирования корпусных элементов, выполненных по технологии селективного лазерного спекания? 2) Из автореферата диссертации не полностью ясно, учитывает ли разработанная параметрическая модель послойного наплавления корпусных элементов, возможность настройки оборудования?

4. АО «НИИ «Рубин» (утвердил генеральный директор АО «НИИ «Рубин» С.С. Степанов, подготовили заместитель генерального директора по научной работе, начальник НТЦ-212, д.т.н., профессор В.И. Курносов, начальник отдела контроля качества и управления документацией, к.т.н., с.н.с. А.П. Шиврин). Замечание: при выборе места расположения выносных модулей не рассматривается вопрос о климатических характеристиках местности.

5. ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (подписал профессор кафедры стандартизации, метрологии, управления качеством, технологии и дизайна, д.т.н., профессор А.Г. Ивахненко). Замечание: зависимости прочности полимеров на межслоевой сдвиг от температуры для различных связующих (рис.3) требуют дополнительного пояснения.

6. ЗАО «Институт телекоммуникаций» (утвердил генеральный директор ЗАО «Институт телекоммуникаций», заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор С.П. Присяжнюк, подготовил научный секретарь, к.т.н.

М.Ю. Аванесов). Замечание: не уточнено, учитывает ли автор в своей работе требования F2792.1549323-1 и ГОСТ Р 57558-2017/ASTM 52900:2015?

7. АО «Котлин-Новатор» (подписал генеральный директор – главный конструктор, к.т.н. А.В. Жук). Замечания: отсутствие рассмотрения технических условий работы установки и окружающей среды, что затрудняет оценку эффективности его использования при включении в технологическую цепочку производства корпусных элементов и их технического контроля.

8. АО «НПП «СПЕЦ-РАДИО» (утвердил генеральный директор АО «НПП «СПЕЦ-РАДИО» А.В. Ладгин, подписал начальник отдела серийного сопровождения, к.ф.-м.н. С.В. Туяков). Замечание: 1) Недостаточно подробно описаны типы производств, предназначенных для изготовления корпусных элементов РЭА, при использовании которых автор считает целесообразным применение аддитивных технологий. 2) В автореферате недостаточно внимания уделено описанию методики обеспечения ресурсоэффективности при изготовлении корпусов РЭА с применением аддитивных технологий.

9. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» (подписал к.т.н., доцент, доцент кафедры безопасности производств А.Н. Никулин). Замечания: 1) В тексте автореферата не представлено описание процесса контроля качества аддитивного производства. 2) Показатели полимеров следовало показать в более расширенном виде.

10. ОАО «Авангард» (подписал ученый секретарь ОАО «Авангард», д.т.н., профессор В.Д. Лукьянов). Замечания: 1) В предмете исследования выделены критерии и процедуры, обеспечившие повышение качества производства и эксплуатации корпусов РЭА, выполненных по аддитивным технологиям, но в тексте автореферата и в положениях, вынесенных на защиту, эти термины не используются. 2) В положениях, которые вынесены на защиту, приведены результаты диссертационного исследования, но не сформулированы какие либо научные положения, которые, несомненно, есть даже в тексте автореферата, не говоря уже о тексте диссертации, где имеются их доказательства, теоретические или экспериментальные. 3) Ничего не сказано,

как на основе применения композиционных материалов изменяются полученные параметры корпусных элементов.

11. АО «НИИ «Масштаб» (подписал и.о. заместителя генерального директора по науке, к.т.н., доц. В.В. Ефимов). Замечания: 1) На стр. 12 во второй формуле сверху использован некорректный математический знак. 2) На стр. 16 на рисунке 8 приводятся карты средних значений. Карты стандартных отклонений или размахов не приводятся, что не позволяет верифицировать заявленную статистическую управляемость процесса.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их известностью своими достижениями в области стандартизации, разработки и реализации методов оценки и управления качеством продукции аддитивного производства, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

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

**предложена** модель состояния корпусных элементов РЭА, отличающаяся от известных учетом экспериментальных результатов комбинирования свойств различных композиционных материалов в процессах послойного наплавления при производстве корпусов РЭА;

**разработана** параметрическая модель послойного наплавления корпусных элементов, отличающаяся от известных созданием моделей прототипированных элементов компонентной базы РЭА;

**получена** номенклатура показателей качества, дополненная нормированными температурными режимами, технологическими допусками, и соответствующая требованиям национальных стандартов и технических регламентов;

**предложена** методика обеспечения качества процесса производства корпусных элементов, выполненных по аддитивной технологии из композиционных материалов, повысившая результативность процесса

производства корпусных элементов за счет применения статистических методов регулирования потока процесса послойного наплавления и методики выбора полимера для аддитивного производства на основе композиционных материалов.

**Теоретическая значимость исследования заключается в том, что применительно к проблематике диссертации результативно и эффективно, т.е. с получением обладающих новизной результатов:**

**предложена** модель состояния корпусных элементов РЭА, выполненных по аддитивным технологиям, включающая карту температурных режимов и обеспечившая устойчивость к температурным воздействиям на внутренние компоненты РЭА в процессе эксплуатации радиоэлектронного устройства;

**разработана** параметрическая модель послойного наплавления корпусных элементов, включающая предложенные модели прототипированных элементов компонентной базы РЭА;

**предложена и обоснована** номенклатура показателей качества, дополненная нормированными температурными режимами и технологическими допусками, регламентированными национальными стандартами и техническими регламентами;

**предложена и обоснована** методика обеспечения качества процесса производства корпусных элементов, выполненных из композиционных материалов по аддитивной технологии, позволившая в отличие от известных применить статистические методы регулирования потока процесса послойного синтеза и методику выбора полимера на основе композиционных материалов.

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

**разработана и внедрена** документированная процедура ДП–1–14 «Контроль процесса печати с использованием аддитивной установки»;

**выявлены** ограничения температурных режимов, на основании которых **создана** карта температурных режимов формирования корпусных элементов, выполненных по аддитивной технологии.

**получены результаты**, использованные при обучении студентов по дисциплинам, связанным с организацией производства, разработкой, проектированием и производством конструктивных элементов РЭА;

**результаты использования** основных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, позволили сократить количество несоответствий в производстве корпусных элементов, выполненных по аддитивным технологиям, на 10-12%; сократить расход полимеров при печати изделия на 20-25%; сократить время производства сложно-профильных корпусных элементов и компонентной базы РЭА при применении аддитивной технологии на 40-50%.

Указанные результаты и рекомендации подтверждены актами внедрения.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила**, что **теория** построена на основе известных, достоверных и проверенных данных, которая согласуется с полученными автором результатами экспериментов; **идея базируется** на результатах исследований отечественных и зарубежных авторов в области инженерных методов управления качеством и в области теоретических и экспериментальных исследований теплофизических свойств композиционных материалов; **установлено** соответствие результатов работы с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, и апробацией в АО «НПП «Радар ммс», ООО «ПАНТЕС груп», ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»; **корректно использованы** методы системного анализа, математической статистики и теории вероятности, квалиметрического оценивания и математического моделирования.

**Личный вклад соискателя состоит** в участии на всех этапах разработки и внедрения новых научных результатов; непосредственном участии соискателя в формировании, обработке и оценке исходных и экспериментальных данных; разработке методического инструментария; апробации и внедрении результатов исследования; подготовке публикаций по теме исследования.

Диссертация Чабаненко А.В. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

На заседании 13 июня 2019 г. Диссертационный совет принял решение присудить Чабаненко А.В. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования Диссертационный совет в количестве 19 - человек, из них 9 докторов наук по специальности 05.02.23, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени - 19, против присуждения учёной степени - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель Диссертационного совета,

доктор технических наук, профессор



Семенова Елена Георгиевна

Ученый секретарь Диссертационного совета,

доктор технических наук, профессор

Ястребов Анатолий Павлович

13 июня 2019 года