

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

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 16 марта 2017 г. № 30  
о присуждении Алёшкину Никите Андреевичу, гражданину Российской  
Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Модели и методики мониторинга микроклимата в  
производстве изделий бортовой микроэлектроники»

**по специальности** 05.02.22 – Организация производства  
(радиоэлектроника и приборостроение).

**принята к защите** 29 декабря 2016 года, протокол № 29,  
диссертационным советом Д 212.233.04 на базе Федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения», Министерство образования и науки  
Российской Федерации, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.  
67, приказ № 363/нк от 19.06.2014 г.

**Соискатель** Алёшкин Никита Андреевич, 1991 года рождения, в  
2016 году закончил Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский  
государственный университет аэрокосмического приборостроения», в 2016  
году окончил освоение программы подготовки научно-педагогических

кадров в ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», работает координатором научно-производственного процесса ОАО «Научный центр прикладной электродинамики».

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

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор, Лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области образования, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации Семенова Елена Георгиевна, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», директор института инноватики и базовой магистерской подготовки.

**Официальные оппоненты:**

1. Тупик Виктор Анатольевич, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (Санкт-Петербург), заведующий кафедрой микрорадиоэлектроники и технологии радиоаппаратуры;
2. Дзюбаненко Сергей Владимирович, кандидат технических наук, открытое акционерное общество «Авангард» (Санкт-Петербург), начальник отдела центра микросистемотехники.

**Ведущая организация** – АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс» (Санкт-Петербург), в своем положительном

заклучении, утвержденном исполнительным директором, к.т.н. И.Г. Анцевым, подписанном старшим научным сотрудником, д.т.н. Г.Г. Бундиным, ученым секретарем, к.т.н. И.Р. Карповой указала, что диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены **научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны**, соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Алёшкин Никита Андреевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.22 – Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение).

**Соискатель имеет 15 работ**, в том числе 8 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, 5 статей и 2 доклада в других изданиях. Автором по теме исследования получено 2 свидетельства о государственной регистрации компьютерных баз данных. 9 научных работ опубликовано без соавторов. Результаты диссертационной работы прошли апробацию на научно-технических семинарах, научно-технических и Международных научно-практических конференциях.

Результаты диссертационной работы внедрены в ООО «ЛМТ», ОАО «Научный центр прикладной электродинамики», АО «НТЦ «Арикос», АО «НПП «Радар ммс»; в образовательный процесс ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

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

1. Алёшкин, Н.А. Автоматическое управление микроклиматом в производственных помещениях на основе реализации процедур нечеткого регулирования/ Н.А. Алёшкин// Изв. вузов: Приборостроение.2016.Т.59. №9.С.787-789.
2. Алёшкин, Н.А. Динамическая модель концентрации пыли для САУ производством микроэлектроники / Н.А. Алёшкин // Изв. вузов:

Приборостроение. 2016. Т. 59. № 10. С. 884-887.

3. Алёшкин, Н.А. Совершенствование систем автоматического регулирования климатических параметров технологического процесса при производстве микроэлектроники в условиях возмущений / Н.А. Алёшкин, Е.Г. Семенова // Вопросы радиоэлектроники: серия «Радиолокационная техника». 2016. Вып. 6. С. 57-61.

4. Алёшкин, Н.А. Роль проведения патентных исследований при разработке системы управления микроклиматом/Н.А. Алёшкин, А.А. Петрушевская// Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. 2016. №11. С.61-67.

5. Алёшкин, Н.А. Математическая модель поведения параметров состояния динамической системы мониторинга микроклимата в производственном помещении для изготовления микроэлектроники / Н.А. Алёшкин // Проблемы и перспективы современной науки: сб. ст. / ISI-journal. 2016. С. 65-72 .

6. Алёшкин, Н.А. Разработка математической модели мониторинга параметра запыленности промышленного помещения при производстве микроэлектроники / Н.А. Алёшкин // Теория и практика приоритетных научных исследований: сб. науч. тр. / ООО «НОВАЛЕНСО». 2016. С.14-16.

7. Алёшкин, Н.А. Совершенствование технологий автоматического управления микроклиматом при производстве микроэлектроники на основе синтеза интеллектуальных процедур в условиях непрогнозируемых возмущений / Н.А. Алёшкин // Инновационные направления в науке, технике, образовании: сб. науч. тр. / ООО «НОВАЛЕНСО». 2016. С.79-81.

8. Алёшкин, Н.А. Модернизация системы управления климатическими параметрами в производственном процессе изготовления микроэлектроники при проведении патентных исследований / Н.А. Алёшкин, А.А. Петрушевская // Решение. 2016. Т. 1. С. 90-92.

9. Алёшкин Н.А. Свидетельство о государственной регистрации «Базы данных состояний климатической системы в технологическом процессе производства микроэлектроники», рег. № 2016621383 от 13.10.2016г.

10. Алёшкин Н.А. Свидетельство о государственной регистрации «Базы данных параметров математической модели системы автоматического управления микроклиматом в чистом производственном помещении», рег. № 2016621384 от 13.10.2016 г.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы из 12 организаций (все отзывы положительные):**

1. ФГУП «Крыловский государственный научный центр» (подписал главный научный сотрудник, д.ф.-м.н. Е.А. Штагер). Замечания: 1) В автореферате недостаточно полно даны пояснения относительно моделирования системы управления ПП на основе рекуррентного мониторинга. 2) В автореферате поверхностно указан процесс выбора климатических параметров, от которых зависит ПП изготовления микроэлектроники в ЧПП.

2. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (подписал заведующий кафедрой Гидравлика и прочность, д.т.н., профессор М.Р. Петриченко). Замечания: 1) Недостаточно обосновано, почему автор ограничился для КДС только тремя параметрами состояния (температура, влажность и концентрация пыли). 2) Из текста автореферата не ясно, учтен ли автором механизм взаимного влияния температуры, влажности и концентрации пыли?

3. ФГБУН Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (подписал заместитель директора СПИИРАН по научной работе, д.т.н., профессор Б.В. Соколов). Замечания: 1) Исследовалась ли автором возможность реализации вероятностного подхода при выработке управляющего воздействия вместо аппарата нечеткой логики? 2) Разрабатывалась ли математическая модель взаимосвязи контролируемых КДС параметров?

4. АО «Научно-исследовательский институт телевидения» (утвердил генеральный директор, д.т.н., профессор А.А. Умбиталиев, подписали заместитель генерального директора по информационным технологиям, Заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор А.В. Кузичкин, начальник НТК №57, д.т.н., профессор В.В. Пятков). Замечания:

1) Недостаточно пояснены подходы к оценке и анализу рисков и угроз, возникающих в производственном процессе изготовления микроэлектроники. 2) В работе отражены процессы построения патентного ландшафта и проведения патентного поиска, однако отсутствуют элементы, отражающие патентоспособность разрабатываемой САУ КДС. 3) Не ясно, проводилась ли сравнительная оценка вычислительных и иных затрат на реализацию системы мониторинга только при использовании рекуррентного подхода с высоким порядком астатизма и при реализации процедуры комплексирования рекуррентного оценивания и нечеткого регулирования?

5. ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» (утвердил проректор по научной работе и инновационно-коммуникационным технологиям, к.т.н. С.А. Матвеев, подписала доцент кафедры А5 «Процессов управления», к.т.н., доцент И.Л. Петрова). Замечания: 1) Автором не описана возможность упреждения косвенных влияний при возмущении смежных параметров микроклимата в чистых производственных помещениях. 2) Недостаточно конкретно описан процесс модернизации базы правил нечеткого регулятора в процессе работы САУ климатической динамической системой.

6. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (подписал доцент кафедры вычислительной техники, к.т.н. А.М. Дергачёв). Замечания: 1) Автору следовало бы уделить больше внимания количественной оценке результативности предложенного решения

применительно к производственному процессу в целом. 2) Недостаточно четко определена специфика производственных площадей, в которых может быть использована разрабатываемая САУ КДС. 3) Текст автореферата имеет погрешности стилистического характера.

7. АО «Ордена Трудового Красного Знамени Всероссийский научно-исследовательский институт радиоаппаратуры» (подписали начальник НТЦ «навигация и посадка», к.т.н. Г.А. Ершов, начальник НИО-50811000, д.т.н., профессор Е.А. Сеницын). Замечания: 1) В тексте автореферата отсутствует пояснение относительно возможности коррекции функций принадлежности в процессе анализа измерительной выборки. 2) Недостаточно полно обоснован механизм адаптивной коррекции функций принадлежности. 3) Отсутствуют сведения об особенностях статистического компьютерного моделирования (законы распределения погрешностей, их характеристики и т.п.).

8. АО «КБ «Арсенал» (утвердил первый заместитель генерального директора А.И. Шевкунов, подписали советник генерального директора по научно работе, к.в.н., доцент С.А. Сотник, начальник отдела организации и сопровождения научной деятельности, к.в.н. А.Л. Борщин) Замечания: 1) Из автореферата не ясно, применимы ли предложенные автором решения только для перспективных динамических систем микроклимата или могут быть использованы и в существующих производственных помещениях. Если да, то какие для этого потребуются затраты, как при этом усложнится производственный процесс? 2) В автореферате не уделяется достаточного внимания анализу специальных требований, предъявляемых к контролируемым параметрам микроклимата для изделий бортовой электроники.

9. ФГУП «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (утвердил помощник генерального директора по науке, д.т.н., профессор В.В. Ефанов, подписали заместитель генерального конструктора по специальным проектам, к.т.н., с.н.с. С.Р. Лысый, начальник комплекса

д.ф.-м.н., профессор А.А. Прилуцкий) Замечания: 1) Недостаточно полно обоснован выбор предложенных автором климатических параметров. 2) В автореферате не приведено обоснование механизма выбора возмущающих факторов, их статистическое описание, специфика моделирования. 3) Не ясно, анализировал ли автор иные средства парирования рисков расходимости процедуры рекуррентной фильтрации в условиях неоднородных по динамике возмущений?

10. АО «Российский институт радионавигации и времени» (составил ученый секретарь-начальник отдела планирования и подготовки научных кадров, к.т.н., доцент Д.Л. Щенников) Замечания: 1) Судя по содержанию автореферата, автор достаточно вольготно трактует некоторые понятия, в частности, понятия «климатические параметры» и «параметры микроклимата», определяя их как тождественные, что не соответствует общепризнанной терминологии. Так, в отношении мониторинга условий внутри производственных помещений корректно говорить о микроклиматических параметрах, имея в виду перечень оперативно измеряемых термогигрометрических, барических и динамических характеристик воздушной среды замкнутого производственного помещения, а не о климатических параметрах, под которыми (по определению) подразумеваются средние многолетние характеристики режима погоды отдельного физико-географического региона, полученные путём статистической обработки репрезентативной выборки данных регулярных метеорологических наблюдений на сети станций не менее чем за 5-летний период. 2) Для анализа процедуры адаптивного управления климатической динамической системой из возможного перечня микроклиматических параметров автор выбирает всего четыре статических параметра (с. 6), называя их «основными климатическими параметрами производственных процессов» (температура, влажность, давление, уровень запылённости воздуха) и не обосновывая при этом целесообразность их выбора. В дальнейшем изложении проблематики научного исследования



автор оперирует уже тремя параметрами (рисунок 1): температурой, влажностью и плотностью пыли. Причём, совершенно не ясно, о каком значении влажности идёт речь (абсолютной, относительной, удельной), и обозначается эта величина по тексту автореферата различными символами (M, X). Также автор оперирует понятиями «плотность пыли» и «концентрация пыли» как равнозначными. Приведенные дифференциальные уравнения (1-3) лишь в теоретическом плане характеризуют динамику КДС, а об уравнении состояния газов, характеризующем взаимосвязь температуры, давления и плотности атмосферного воздуха, уравнениях движения и притока тепла автор не упоминает вообще. 3) Из автореферата неясно, с помощью каких средств измерений предполагается производить оперативный мониторинг основных параметров микроклимата в производственном помещении, и какова точность (погрешность) результатов измерений с учётом декларируемых высоких требований к производству микроэлектронных компонентов. 4) Говоря об адаптации КДС ПП за счёт нечёткого регулирования параметров технологического режима при изменении внешних условий (с. 14), автор не указывает временных интервалов, на протяжении которых происходит процесс адаптации, что имеет весьма принципиальное значение для управления технологическим циклом производства микроэлектроники и упреждающего реагирования на неблагоприятные внешние воздействия. 5) В автореферате в явном виде не представлены предложения по модернизации ПП изготовления бортовой микроэлектроники, которые упоминаются на с. 17 в качестве одного из полученных результатов, имеющих научное и практическое значение.

11. ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» (утвердил заместитель начальника по учебной и научной работе, д.т.н., профессор Ю.Кулешов, подписали профессор кафедры автономных систем управления, к.т.н., доцент С.Б. Силантьев, начальник кафедры автономных систем управления, д.т.н. И.В. Фоминов) Замечания: 1) В автореферате не

указано, в каких условиях предполагается эксплуатировать изделия бортовой микроэлектроники, на каких носителях и т.п. 2) Не ясно, существует ли какое-либо математическое описание возмущающих процессов, и как автор их описывал в ходе моделирования. 3) Не ясно, в чем состоит недостаток использования при решении сформулированной задачи уже имеющихся в современном рекуррентном фильтре разработанных средств парирования возмущений.

12. ФГУП ВНИИФТРИ (подписал начальник НИО-3 ФГУП ВНИИФТРИ, к.т.н., Э.Г. Асланян) Замечания: 1) Автор недостаточно подробно обосновывает выбранные параметры состояния микроклимата в производственном процессе изготовления микроэлектроники. 2) В тексте автореферата не указан механизм взаимного влияния параметров температуры, влажности и концентрации пыли.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их известностью своими достижениями в области организации производства и управления производственно-технологическими комплексами (ПТК), наличием публикаций в рецензируемых научных изданиях в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

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

**предложена** математическая модель поведения климатических параметров производственных процессов (ПП) с учетом внутренних взаимосвязей и возмущающих факторов;

**разработаны** методы и средства мониторинга климатических параметров ПП, основанные на рекуррентной фильтрации наблюдений в условиях нестационарных возмущений;

**предложена и разработана** методика устойчивого автоматического управления микроклиматом в ПП на основе формирования управляющих

воздействий при использовании аппарата нечеткого регулирования.

**разработана** методика организации управления микроклиматом в ПП изготовления бортовой микроэлектроники, обеспечивающая реализацию ресурсосберегающих процедур и минимизацию технических рисков.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**  
**впервые учтены** особенности организации и управления ПП изготовления бортовой микроэлектроники, включая особые требования к климатическим параметрам в недостаточно структурированных производственных комплексах;

**реализованы** принципы построения систем мониторинга ПТК и адаптивного управления климатическими параметрами, обеспечивающие повышение значений технологических показателей ПП;

**впервые предложена** математическая модель поведения климатических параметров при реализации ПП с учетом внутренних взаимосвязей и возмущающих факторов;

**впервые предложена** модель системы устойчивого автоматического управления КДС при реализации ПП на основе рекуррентного оценивания с нечеткой логикой;

**впервые предложена** методика ресурсосберегающего управления микроклиматом в ПП изготовления бортовой микроэлектроники;

**применительно к проблематике диссертации результативно и эффективно использованы методы:** системного анализа и синтеза; логического и сравнительного анализа; методы метрологии и квалиметрии; аналитические, статистические и прогностические методы, методы анализа данных и нечеткой логики, методы автоматического управления и рекуррентного оценивания.

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

**разработан и внедрен** научно–методический аппарат моделирования процесса функционирования КДС при реализации ПП изготовления бортовой микроэлектроники;

**результаты** использования разработанной системы автоматического управления КДС характеризуются повышением результативности управления климатическими параметрами в целом (1,5 – 1,6 раза), в том числе снижением времени переходного процесса в 1,3 – 2,7 раза; ростом ресурсосбережения на 22 %.

**разработаны и внедрены** методика организации ПП, основанная на рекуррентном нечетком управлении КДС в условиях ограничений на параметры состояния; методика и алгоритмы оценивания характеристик КДС в ПП к воздействию возмущающих факторов;

**разработанные методы рекомендуются** для повышения результативности создаваемых вновь и модернизируемых систем автоматизированного управления микроклиматом при организации ПП изготовления бортовой микроэлектроники, ориентированных на растущие требования к качественным показателям и характеристикам микроэлектронных изделий, годных для эксплуатации в условиях повышенной сложности.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**теория** построена на достоверных и известных фактах, согласуется с выводами, полученными иными авторами, подтверждена экспериментальными данными и результатами имитационного моделирования;

**идея базируется** на результатах научных и прикладных исследований, представленных в работах отечественных и зарубежных авторов в выбранной предметной области, а также на данных из официальных источников, стандартов, нормативной документации и научных публикаций;

установлено соответствие авторских результатов результатам, представленными в современных публикациях, апробацией на промышленных предприятиях, научных организациях и образовательных учреждениях.

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

На заседании 16 марта 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Алёшкину Н.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.02.22, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав диссертационного совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета -  
заместитель председателя диссертационного совета,  
доктор технических наук, профессор

Фетисов Владимир Андреевич

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат технических наук, доцент

Фролова Елена Александровна

16 марта 2017 года

