



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ РАДИОНАВИГАЦИИ И ВРЕМЕНИ»  
(АО «РИРВ»)

пр. Обуховской Обороны, д. 120, лит. ЕЦ, Санкт-Петербург, 192012, Телефон (812)665-58-80, Факс (812)665-58-88,  
E-mail: office@rirt.ru, http://www.rirt.ru, ОКПО 07511962, ОГРН 1037843100052, ИНН/КПП 7825507108/781101001

**О Т З Ы В**

АО «Российский институт радионавигации и времени»  
на автореферат диссертации АЛЁШКИНА Никиты Андреевича  
на тему:

«Модели и методики мониторинга микроклимата  
в производстве изделий бортовой микроэлектроники»,  
представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук  
по специальности

05.02.22 – «Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение)»

Современные экономические реалии и вызовы сегодняшнего дня ставят перед отечественной микроэлектронной промышленностью поистине стратегическую задачу – проведение глубокой структурной модернизации производства. Решение этой задачи позволит не только поддержать и укрепить достигнутый уровень обороноспособности страны в части создания высокотехнологичных видов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), но и обеспечить точки экономического роста на рынке товаров народного потребления внутри страны.

Специфика современного производства микроэлектронных компонентов требует соблюдения весьма жёстких требований к качеству (чистоте) воздушной среды при технологическом процессе, что в настоящее время достаточно успешно решается с помощью, так называемых чистых помещений (зон) – инженерных комплексов оборудования для обеспечения заданных параметров воздушной среды (микроклимата) внутри производственных помещений.

В этой связи существенное усиление требований к производственному процессу в области микроэлектроники придаёт первостепенную значимость фактору «окружающей среды», так как материалы, используемые при производстве микроэлектроники, весьма чувствительны к вариациям основных параметров микроклимата внутри производственных помещений, что требует постоянного мониторинга их состояния.

Как известно, основными показателями (параметрами), характеризующими микроклимат производственных помещений, являются температура воздуха, температура различных поверхностей, относительная влажность воздуха, атмосферное давление, скорость движения воздуха, концентрация пыли, интенсивность и спектральный состав теплового облучения, и некоторые другие. Помимо этого, производственный микроклимат отличается большой динамичностью. Он зависит от колебаний внешних метеорологических условий, времени суток и года, характера производственного процесса, условий воздухообмена внутри производственных помещений с внешней атмосферой и т.п.

В зависимости от специфики производственных условий требуют оперативного мониторинга либо отдельные элементы микроклимата, либо их комплекс. В одном случае это может быть высокая температура воздуха, в другом – высокая относительная влажность, в третьем – интенсивная инфракрасная радиация, в четвертом – различные их сочетания и т.д.

В связи с этим диссертационная работа Алёшкина Н.А., посвящённая разработке моделей и методик мониторинга микроклимата в производстве изделий бортовой микроэлектроники, является весьма своевременной, выполненной на актуальную тему, и представляет несомненный практический интерес.

При решении научной задачи автором получены новые научные результаты:

1) принципы построения систем мониторинга производственно-технологических комплексов (ПТК) и адаптивного управления климатическими параметрами, обеспечивающие повышение технологических показателей производственных процессов (ПП);

2) математическая модель поведения климатических параметров при реализации ПП с учётом внутренних взаимосвязей и возмущающих факторов;

3) модель системы устойчивого автоматического управления климатической динамической системой (КДС) при реализации ПП на основе рекуррентного оценивания с нечёткой логикой;

4) методика ресурсосберегающего управления микроклиматом в ПП изготовления бортовой микроэлектроники.

На основе сформулированных положений следует сделать вывод о том, что диссертация имеет выраженную прикладную направленность.

Научная новизна результатов диссертации состоит в новой постановке и решении задачи устойчивого автоматического управления микроклиматом в ПП при изготовлении бортовой микроэлектроники на основе формирования управляющих воздействий с использованием нечёткого регулирования, обеспечивающего реализацию ресурсосберегающих процедур и минимизацию технических рисков.

Научная значимость результатов диссертации состоит в дальнейшем развитии теоретических основ в области теории организации производства, теории управления производственно-технологическими системами и комплексами.

Достоверность и обоснованность результатов исследований подтверждается корректным использованием математического аппарата, численными расчетами, а также выбором аналитических моделей, не противоречащим экспериментальным результатам.

Количество публикаций по теме диссертации в ведущих технических журналах, в том числе из перечня рецензируемых научных изданий, в которых ВАК Минобрнауки России рекомендует опубликовывать основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, а также участие в международных и всероссийских научно-технических конференциях подтверждают высокую научную квалификацию автора.

Работа соответствует паспорту специальности 05.02.22 – «Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение)».

В дальнейшем результаты исследования рекомендуется использовать в научно-исследовательских и проектно-конструкторских учреждениях, занимающихся исследованием, проектированием и разработкой изделий бортовой микроэлектроники.

В тоже время, анализ автореферата позволяет отметить следующие 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 общепринятой 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.

Указанные недостатки несколько снижают впечатление, однако, в целом не носят принципиального характера и не препятствуют вынесению общей положительной оценки работе.

**ВЫВОД:**

Исходя из содержания автореферата, представляемая диссертация является самостоятельно выполненной, завершённой научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Приведенные публикации свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. В диссертации приведены сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов. Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

По научному содержанию, глубине и полноте выполненных исследований, а также объему полученных результатов, диссертационное исследование соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. N 842, предъявляемым к диссертационным работам, а ее автор – Алёшкин Н.А. – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.22 – «Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение)».

Отзыв составил:

Ученый секретарь –

начальник отдела планирования и подготовки научных кадров АО «РИРВ»

кандидат технических наук, доцент



Д.Л. Щенников

Контактные данные:

Щенников Дмитрий Леонидович.

Ученый секретарь – начальник отдела планирования и подготовки научных кадров.

АО «Российский институт радионавигации и времени».

Кандидат технических наук, доцент.

Почтовый адрес: 192012, Санкт-Петербург, пр. Обуховской Обороны, д. 120, лит. ЕЦ.

Телефон: (812) 665-58-96.

E-mail: [office@irt.ru](mailto:office@irt.ru), [SchennikovDL@irt.ru](mailto:SchennikovDL@irt.ru).