

«УТВЕРЖДАЮ»

Главный конструктор направления –
руководитель научно-методического центра
подготовки и переподготовки кадров,
д.т.н., профессор



Е. С. Новиков
2019 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Аман Елены Эдуардовны «Модели и методика управления результативностью создания автоколебательных микромеханических акселерометров», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.22 – Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение)

Актуальность диссертационной работы

Создание малогабаритных и надежных инерциальных датчиков для систем управления подвижными объектами является, безусловно, актуальной задачей, позволяющей повысить технический уровень и увеличить товарную номенклатуру изделий, сократить издержки на этапе производства и эксплуатации. Исследования в этой области предусмотрены Постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 328 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», «Развитие транспортного и специального машиностроения» (ред. от 29.03.2019 № 355 - 23), Государственной программой РФ «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы».

В связи с изложенным выше, научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, представляют значительный интерес для организаций промышленности, выполняющих разработки микромеханических датчиков линейного ускорения для систем навигации подвижных объектов.

Тематика диссертационной работы соответствует ряду направлений, включенных в Перечень критических технологий Российской Федерации: Технологии информационных, управляющих навигационных систем; Технологии наноустройств и микросистемной техники; Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий.

Вследствие этого диссертационная работа Е.Э. Аман, посвященная разработке моделей и методик управления результативностью создания автоколебательных микромеханических акселерометров, является актуальной.

ГУАП ОД	Документ зарегистрирован
	« 06 » ноября 2019 г.
	Вх. № 74-2680/19

Общая характеристика работы

Во введении достаточно полно раскрыта актуальность выбранной темы, перспективы рынка МЭМС, научное прогнозирование, цели и задачи работы, методы исследования, научная новизна, теоретическая, практическая значимость и результаты внедрения.

В первой главе описаны основные области применения ММА, концепцию построения принципиально нового изделия, выполнен сбор и изучение научно-технической информации, изучена патентная документация, осуществлено сопоставление показателей новой продукции с существующими показателями изделий-аналогов.

Вторая глава посвящена разработке конструктивно-кинематической модели микромеханических акселерометров, актуальность и новизна которой состоит в повышении конкурентоспособности и ресурсосбережения производственного процесса за счет отказа от вакуумирования и герметизации, а также возможности подвести большой ток к токопроводящим дорожкам за счет «обращенной» схемы датчика силы.

В третьей главе представлены два взаимосвязанных, но равно значимых по актуальности и новизне научных результата. Методика повышения результативности, позволившая проводить постоянный мониторинг работы изделия с обоснованным комплектованием его элементной базы. Автором предложена и обоснована теоретическая модель мониторинга процесса эксплуатации микромеханического датчика линейного ускорения.

В четвертой главе представлена разработанная автором методика повышения качества функционирования автоколебательных микромеханических акселерометров, выявлены проблемы низкой технологичности производственных процессов изготовления МЭМС, проведена корректировка теоретических моделей на основании исследования эксплуатационной фазы изделия.

Научная новизна полученных автором результатов

Научной новизной обладают предложенные и разработанные Аман Е.Э. модели и методики повышения результативности создания микромеханических датчиков:

1. Конструктивно-кинематическая модель микромеханических акселерометров, обеспечившая автоколебательный режим, отличающаяся от известных тем, что улучшены производственно-технологические решения производства автоколебательного микромеханического акселерометра (отказ от вакуумирования и герметизации, возможности подвести большой ток к токопроводящим дорожкам за счет «обращенной» схемы датчика силы), введение существенно нелинейного звена и использования отечественной

элементной базы. Новизна модели датчика и приоритет авторы подтверждены патентом на изобретение;

2. Методика повышения результативности процесса создания автоколебательного микромеханического акселерометра, отличающаяся тем, что позволила на этапе планирования производства обеспечить адаптацию параметров прибора за счет постоянного мониторинга работы изделия;

3. Имитационная модель мониторинга процесса эксплуатации автоколебательных микромеханических акселерометров, отличающаяся тем, что позволила проводить расчет и анализ их характеристик на этапе проектирования и повысить управляемость процесса создания опытного изделия;

4. Методика повышения качества функционирования автоколебательных микромеханических акселерометров, отличающаяся тем, что повысила технологичность производственных процессов изготовления МЭМС при расширении диапазона условий эксплуатации.

Практическая значимость результатов диссертационной работы

Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в том, что их внедрение обеспечило:

– повысить качество опытного изделия на этапе прогнозирования, за счет расширения диапазона измерений в 1,5 раза в сравнении с микромеханическими аналогами, уменьшения нестабильности коэффициента преобразования до 0,05%, добиться смещение нуля до $4,15 \cdot 10^{-5}$ м;

– сокращение трудовых и энергетических ресурсов производства на 20-23 %;

– возможность организации производства, позволяющего создавать изделия в условиях изменяющихся требований заказчика.

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности

По поставленной цели и задачам исследования, основному содержанию и достигнутым результатам диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.02.22 – Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение). Соответствие выявляется по следующим позициям: по п. 7 паспорта – «Разработка конструктивно-кинематической модели и выбор характеристик элементов микромеханического автоколебательного акселерометра», п. 10, 11 паспорта – «Повышение результативности процесса создания микромеханических акселерометров», п. 5 паспорта – «Оценка вредных внешних факторов и способы повышения качества функционирования автоколебательного микромеханического акселерометра».

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Достоверность научных результатов обеспечивается корректным применением математического аппарата, методов математического и

имитационного моделирования, подтверждено результатами практического внедрения.

Соответствие автореферата тексту диссертации

Автореферат достаточно полно и точно отражает содержимое диссертации.

Полнота опубликования результатов исследования и личный вклад автора

Личное участие автора заключается в разработке конструктивно-кинематической модели ММА, в разработке методик управлением производством микромеханических акселерометров, в разработке методик организации операционного контроля на этапах проектирования, производства и эксплуатации микромеханических изделий, проведении компьютерного моделирования и экспериментальных исследований, в подготовке публикаций по теме диссертационной работы.

Замечания и недостатки по диссертационной работе

Диссертационная работа Аман Е.Э. не свободна от недостатков:

1. Безусловно, что адаптация технологического процесса создания датчика к изменяющимся требованиям ТЗ, является актуальным научным результатом, но автору следовало более полно раскрыть номенклатуру и степень влияния внешних вредных факторов, не ограничиваясь рассмотрением тепловых и магнитных полей.

2. Результатом повышения результативности становится повышение качества опытного изделия, сокращения трудозатрат и ряда других издержек, но автор не уточняет изменение характеристик датчика с течением времени (наработку на отказ).

3. Вместо нестрогого понятия «3d-печать» следует писать «аддитивное производство» (стр. 25, 28, 39, 128).

4. В работе не сказано о сроках создания и освоения нового изделия, предполагаемых объемов производства автор так же не оценивает.

5. Не представлены практические рекомендации по дальнейшим исследованиям, в то время как предложенные идеи выглядят перспективно.

Выводы

Диссертационная работа Аман Елены Эдуардовны представляет собой завершенное, самостоятельно выполненное научное исследование, в котором изложены новые научно обоснованные технические технологические решения, внедрение которых обеспечивает повышение результативности процесса создания микромеханических инерциальных датчиков.

По поставленной цели и задачам исследования, основному содержанию и полученным результатам диссертационная работа «Модели и методики управления результативностью создания автоколебательных

микромеханических акселерометров» соответствует научной специальности 05.02.22 – Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение).

Материал диссертации логично и последовательно структурирован, включает как уточнение целей и задач исследования, так и краткое изложение полученных результатов в форме выводов по отдельным главам и общего заключения.

Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации, обоснование используемой методологии исследований.

На основании вышеизложенного, считаем, что диссертационная работа «Модели и методики управления результативностью создания автоколебательных микромеханических акселерометров» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор достойна присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.22 – Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании отдела научной работы АО «Концерн «Моринсис-Агат», протокол №6 от «29» октября 2019 г.

Отзыв подготовили:

Заместитель руководителя НМЦ по научной работе,
д.т.н., профессор



Красников Анатолий Константинович

Начальник отдела научной работы,
к.т.н., доцент



Андреева Ольга Николаевна

«29» октября 2019 г.