

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Голованова Сергея Михайловича на тему: «Алгоритмы автоматической группировки электронных компонентов с учетом заданной эффективности разделения на группы», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Современный космический аппарат – это сложное электротехническое устройство, содержащее порядка 100-200 тысяч электронных компонентов. С учетом того, что для бортовой аппаратуры космического аппарата в процессе его длительной эксплуатации (до 10-15 лет и более) проведение ремонта невозможно, к электронной компонентной базе (ЭКБ) космического применения предъявляются исключительно высокие требования по надежности. В современных условиях в РФ комплектация космических аппаратов высоконадежными электронными компонентами возможно только через специализированные испытательные технические центры (ИТЦ), которые выступают в качестве связующего звена между заводами-изготовителями электронных компонентов и их потребителями.

Учитывая отсутствие в нашей стране специализированного производства ЭКБ категории качества «Space», такой подход является единственно возможным. ИТЦ осуществляют формирование партий электронных компонентов космического применения посредством проведения дополнительных испытаний ЭКБ максимально доступного качества, позволяющих осуществить отбраковку элементов, содержащих скрытые дефекты, которые могут проявить себя при длительном функционировании в космическом пространстве.

В связи с этим, повышение эффективности отбраковочных испытаний при формировании партий ЭКБ космического применения имеет наиважнейшее значение для создания надежной отечественной космической техники, чему и посвящена диссертационная работа Голованов С.М.

В своей работе автор с применением методов кластерного анализа решает две важные для повышения общей эффективности испытаний электронных компонентов задачи.

Первая задача – автоматическая группировка электронных компонентов в соответствии с принадлежностью к разным производственным партиям. Дело в том, что составной и наиважнейшей частью методики формирования партий ЭКБ космического применения являются выборочные разрушающие испытания. Этот тип испытаний необходим для оценки качества изготовления партии электронных компонентов. К сожалению, такая оценка осуществляется при частичном или полном разрушении испытываемых элементов. Поэтому разрушающие испытания проводятся на специально сформированных тестовых выборках с дальнейшим распространением результатов испытаний на всю испытываемую партию. Такой подход справедлив только в одном случае, если все множество испытываемых элементов принадлежит одной производственной партии: все элементы изготовлены из одного сырья, на одном технологическом оборудовании в одно время. Такое требование к поставляемой партии электронных компонентов предъявляется в обязательном порядке. К сожалению, как показывает практика, в реальности, в силу определенных объективных и субъективных причин, это условие выполняется не всегда. В связи с чем, алгоритм автономной и независимой группировки электронных компонентов в соответствии с принадлежностью к разным производственным партиям является очень важным и необходимым инструментом при формировании ЭКБ космического применения.

Вторая задача, которую решает в своей работе автор – повышение эффективности выявления потенциально ненадежных элементов. Под потенциально ненадежными элементами понимаются электронные компоненты, обладающие скрытыми дефектами, которые могут привести к отказу в течение длительной эксплуатации в условиях космического пространства. Один из простых способов определения потенциально ненадежных элементов - это определение в качестве таковых тех элементов, характеристики которых существенно отличаются от средних значений по партии, справедливо полагая, что такие свойства элементов

с большой вероятностью является индикатором наличия у них скрытых дефектов. По существующей технологии в ИТЦ определение потенциально ненадежных элементов осуществляется по каждой характеристике (тестовому параметру) элемента, в отдельности. Автор диссертации предлагает дополнить такой подход алгоритмами, определяющими потенциально ненадежные элементы на базе анализа суммарного (кумулятивного) эффекта от отклонений характеристик элементов.

В диссертации автор рассматривает большое количество практических примеров, подтверждающих работоспособность и эффективность предлагаемых методик и алгоритмов.

Несомненным достоинством данной работы является ее прямая направленность на решение важной практической задачи – повышения эффективности отбраковочных испытаний при формировании партий электронных компонентов для космического применения. Ощущается, что автор, будучи сотрудником ИТЦ, глубоко погружен в проблемы отрасли. В настоящее время разработанные автором алгоритмы проходят экспериментальную отработку в АО «ИТЦ – НПО ПМ». По результатам завершения этого этапа будет наработан определенный практический опыт, выявлены и устранены неизбежные шероховатости. На мой взгляд, разработанные Головановым С.М. алгоритмы полезны для космической отрасли и имеют хорошие перспективы внедрения во всех испытательных центрах, входящих в состав Госкорпорации «Роскосмос».

В качестве недостатка данной работы можно отметить:

Для определения параметров алгоритмов автором предложен метод, основанный на применении обучающих выборок, состоящих из партий элементов заданного типа. Такой подход предложен в связи с невозможностью решения данного вопроса теоретическими расчетами. С другой стороны необходимость иметь обучающие выборки сужает область применения предложенных алгоритмов, т.к. во многих практических случаях таковых может не быть в наличии. Поэтому, на мой взгляд, необходимо более глубокое исследование вопроса работы алгоритмов с применением универсальных коэффициентов.



Автореферат Голованова Сергея Михайловича написан хорошим языком и хорошо оформлен. Изложение результатов работы в научных публикациях и докладах на конференциях более чем удовлетворяет критериям ВАК.

В целом, работа проведена на высоком научно-техническом уровне. Автором проделана большая исследовательская работа. Несмотря на приведенное замечание, считаю, что представленная к защите работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, а её автор – Голованов Сергей Михайлович заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Советник генерального директора АО «НПП «Пульсар»,  
доктор технических наук, профессор,  
«Заслуженный деятель науки Российской Федерации»



— Владимир Федорович Синкевич

«01» сентября 2023 г.

Тел: +7 (499)3690333 E-mail: sinkevich@pulsarnpp.ru

Адрес: 105187, Москва, Окружной проезд, д. 27, АО «НПП «Пульсар».