



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
(КемГУ)

650000, Кемерово, ул. Красная, 6
Телефон: 8(3842) 58-12-26. Факс: 8(3842) 58-38-85
E-mail: rector@kemsu.ru, <http://www.kemsu.ru>

12.09.2023 № 172/01.06

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-инновационной
работе ФГБОУ ВО «Кемеровский
государственный университет»,
д-р экон. наук, доцент

___ Е.А. Жидкова

09 2023 г.

Отзыв ведущей организации

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет» на диссертационную работу 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.

Актуальность темы исследования.

Работа посвящена развитию методов кластерного анализа с целью применения их в технологическом процессе формирования электронной компонентной базы (ЭКБ) космического применения для решения двух важных задач. Первая задача – автоматическая группировка электронных компонентов в соответствии с принадлежностью к разным производственным партиям, необходимая для проведения выборочных разрушающих испытаний. Вторая задача – выявление потенциально ненадежных элементов, т.е. элементов, обладающих скрытыми дефектами, которые могут привести к отказу при длительной эксплуатации в космическом пространстве. Большинство известных методов кластерного анализа обладают недостатком, сужающим область их применения, т.к. осуществляют выделение кластеров в любом наборе данных, даже если различия между объектами незначительны. При этом разделение элементов сборной партии ЭКБ на группы, соответствующие разным производственным партиям, можно осуществить только в том случае, если такое разделение будет соответствовать заранее заданным показателям различия отдельных партий. Таким образом, для решения поставленных задач требуется разработка новых алгоритмов автоматической группировки, осуществляющих поиск условно оптимального варианта

кластеризации с ограничениями, обеспечивающими заданную эффективность разделения на группы. В работе такие алгоритмы предложены.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» и изложена на 195 страницах, включая приложения. Основной текст состоит из введения, четырех разделов и заключения.

Во Введении обоснована актуальность диссертационных исследований, поставлена цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость работы, а также изложены методы исследования и сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

Раздел 1 посвящен общей постановке задачи кластеризации, определению сфер ее применения, анализу текущего состояния и развития методов и задач автоматической группировки, введению математических характеристик и их обозначений для объектов применения методов автоматической группировки - множеств однотипных объектов.

Раздел 2 посвящен решению двух задач: разработке метода автоматической группировки множеств однотипных объектов, осуществляющего поиск варианта кластеризации с заданной эффективностью разделения на группы, и разработке алгоритма автоматической группировки элементов партий ЭКБ в соответствии с принадлежностью к разным производственным партиям. Для решения первой задачи вводятся специальные характеристики, определяющие эффективность разделения на группы: вектор показателей эффективности разделения на группы, объединяющий отдельные оценки эффективности деления, и область эффективного деления - область допустимых значений вектора показателей эффективности деления. В соответствии с разработанной методикой решение поставленной задачи можно осуществить с применением любого классического алгоритма, доказавшего свою эффективность при решении задачи кластеризации объектов заданного типа. Для определения границ области эффективного деления автор предлагает использовать метод обучения с частичным привлечением учителя на базе размеченных обучающих выборок, состоящих из специально подобранного набора обучающих множеств - объектов заданного типа. Для решения второй задачи автором предложен алгоритм, основанный на методе, определенном при решении первой задачи, для чего определен вид вектора показателей эффективности разделения на группы и заданы границы области эффективного деления.

Раздел 3 посвящен разработке алгоритмов определения элементов-выбросов партий ЭКБ, как элементов, являющихся носителями накопительного (кумулятивного) эффекта от суммарных отклонений отдельных характеристик элементов от их средних по партии значений. В Разделе 3 приведены три алгоритма определения элементов-выбросов, зарекомендовавшие себя при обработке результатов тестовых испытаний партий ЭКБ. Для определения параметров алгоритмов, а также для определения наиболее эффективного алгоритма определения элементов-выбросов предложен метод с использованием обучающих

выборки – специально подобранного набора обучающих множеств, каждое из которых, представляющих из себя партию электрорадиоизделий заданного типа.

Раздел 4 посвящен применению разработанных в диссертации алгоритмов в технологическом процессе испытаний электронных компонентов, проводимых с целью формирования ЭКБ космического применения, а так же для практической оценки эффективности работы предложенных алгоритмов.

В Заключении сформулированы основные выводы и результаты, показано, что решение поставленных задач привело к достижению целей диссертации.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертационной работе Голованова С.М. произведен подробный анализ современных методов кластерного анализа с целью применения их для решения поставленных задач. Подробно рассмотрены существующие критерии, применяемые для оценки эффективности процедуры кластеризации. Автор использует научные методы для обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Достоверность результатов подтверждается применением современных методов исследования, которые были использованы в большом наборе экспериментов.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных конференциях и семинарах: «Решетневские чтения» (г. Красноярск, 2018-2022г.); ЭКОПРОМ-2021 (г. Санкт-Петербург, 2021г.); IWMMA'2021 (г. Красноярск, 2021г.). Основные теоретические и практические результаты диссертации опубликованы в 12 печатных работах, среди которых 3 работы в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендуемых в действующем Перечне ВАК, 3 – в международных изданиях, индексируемых в системе цитирования Scopus. Имеется 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В настоящее время алгоритмы, представленные в диссертационной работе, проходят экспериментальную отработку в АО «Испытательный технический центр – НПО ПМ» (г. Железногорск) с перспективой их внедрения во всех испытательных центрах, входящих в состав Госкорпорации «Роскосмос».

Значимость результатов для науки

Теоретическая значимость работы состоит в развитии моделей и методов, расширяющих научный инструментарий кластерного анализа. Предложен метод, осуществляющий поиск условно оптимального варианта автоматической группировки множеств однотипных объектов, обеспечивающего заданную эффективность разделения на группы, что создает основу для синтеза новых методов анализа многомерных данных для различных областей науки и техники.

Практическая значимость полученных результатов

Как показывают приведенные в диссертационной работе исследования, разработанные алгоритмы позволяют повысить общую эффективность технологии формирования ЭКБ космического применения за счет повышения средней эффективности автоматической группировки электронных компонентов в соответствии с принадлежностью к разным производственным партиям (по индексу Рэнда) и

повышения средней доли выявляемых потенциально ненадежных элементов партий ЭКБ.

Замечания к диссертационной работе

В качестве замечаний считаем нужным отметить следующее:

1. Наличие различий между характеристиками элементов разных производственных партий ЭКБ в диссертации подается как само собой разумеющееся, но такой подход требует обоснований.

2. При разработке алгоритмов автоматической группировки элементов партий ЭКБ в соответствии с принадлежностью к разным производственным партиям не достаточно обоснован выбор отдельных составляющих вектора показателей эффективности разделения на группы, в частности, введенных автором коэффициентов сепарации. В качестве показателей эффективности разделения на группы могли быть использованы известные и хорошо зарекомендовавшие себя критерии качества кластеризации, что, возможно, привело бы к созданию еще более эффективных алгоритмов.

3. Эффективная работа предложенных в диссертации алгоритмов основана на определении их параметров с помощью размеченных обучающих выборок. Как показывает опыт, на практике такая возможность имеется далеко не всегда. С этой проблемой неизбежно придется столкнуться при внедрении алгоритмов в реальный технологический процесс. На наш взгляд, в диссертации недостаточно глубоко освещен вопрос работы алгоритмов в случае отсутствия обучающих выборок.

4. Диссертация Голованова С.М. чрезмерно ориентирована на решение одной практической задачи автоматической группировки элементов партий ЭКБ. На наш взгляд, предлагаемые методы должны рассматриваться в качестве общих методов кластеризации однотипных объектов с заданной эффективностью. Без сомнения, эта область кластерного анализа будет востребована во многих других областях науки и техники.

5. В автореферате дается отсылка к главе 2 диссертации, при этом диссертация состоит из разделов, а не глав. Имеются и другие стилистические ошибки и опечатки.

Заключение о соответствии диссертации требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Несмотря на приведенные замечания, диссертационная работа Голованова С.М. является завершенным научно-исследовательским трудом на актуальную тему, выполненным самостоятельно и на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения являются обоснованными.

Особую ценность работе придает ее прямая направленность на решение практической задачи – повышения эффективности технологии формирования ЭКБ космического применения, что, без сомнения, является важной составляющей при создании надежной отечественной космической техники.

Представленная диссертационная работа отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Голованов Сергей Михайлович заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и утвержден на заседании кафедры прикладной математики.

Протокол № 1 от «31» августа 2023 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики, канд. техн. наук, доцент

Каган Елена Сергеевна

Ведущая организация - ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

Почтовый адрес: 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6.

Телефон: +7 (3842) 58-38-45.

E-mail: rector@kemsu.ru

