

ОТЗЫВ **официального оппонента**

доктора технических наук Ромащенко Михаила Александровича
на диссертационную работу Данильченко Владислава Ивановича
«МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ МНОГОМЕРНОГО БИОИНСПИРИРОВАННОГО
ПОИСКА ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ КОМПОНЕНТОВ СБИС»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности

2.3.7 – Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования

1. Актуальность темы диссертационной работы

В свете текущего прогресса микроэлектронных устройств возникает потребность сокращения сроков и затрат на их проектирование при одновременном увеличении степени интеграции. Такой вызов требует разработки методов проектирования и компьютерного моделирования, обеспечивающих сохранение вычислительной мощности, минимальных размеров схемы и снижение затрат. Важной и актуальной задачей является размещение компонентов, так как растущий спрос на новые технологии и увеличение производства СБИС подтверждают его значимость.

Современные технологии производства СБИС требуют эффективных систем автоматизированного проектирования (САПР) и компьютерного моделирования для повышения качества и эффективности процесса проектирования с высокой степенью интеграции. Это приводит к формированию новых стандартов и улучшению производительности. В связи с этим, возникает потребность в разработке алгоритмов, основанных на новых эффективных методах, включая использование моделей естественных эвристик из живой природы, для решения задач размещения в автоматизированном проектировании.

Одной из ключевых задач конструкторского проектирования является этап размещения, который принадлежит к классу NP-полных задач. В связи со сложностью полного перебора больших объемов данных, требуется разработка новых и модификация существующих методов и алгоритмов, для улучшения качества проектных решений и эффективности процедуры размещения на этапе конструкторского проектирования СБИС.

2. Оценка достоверности полученных результатов и новизны диссертационного исследования

Для решения поставленных задач использовались методы теории графов, искусственного интеллекта, эволюционного моделирования, математической статистики и методы оптимизации. Полученные результаты являются достоверными, подтверждены грамотной постановкой задачи, точностью данных и экспериментальным подтверждением на тестовых задачах. Результаты апробированы на научных конференциях, а также внедрены в

научно-исследовательские работы кафедры и учебный процесс.

Научная новизна заключается в повышении качества и эффективности проектных решений процедуры размещения компонентов СБИС на основе модифицированных методов и алгоритмов поиска, порожденным наблюдением за природными явлениями. Эти подходы включают методы на основе генетического поиска, поведения колоний стволовых клеток и белых кротов. Они отличаются новыми процедурами отбора агентов, механизмами динамической корректировки областей поиска и способом унификации передаваемых данных между различными уровнями поиска. Также разработаны модифицированные алгоритмы, позволяющие выходить из локальных оптимумов и получать наборы эффективных решений. В рамках работы был разработан модифицированный алгоритм многомерной оптимизации для размещения компонентов СБИС отличающийся применением метода вращающихся координат.

К основным научным результатам, полученным автором в диссертационном исследовании, можно отнести следующее:

- комбинированная архитектура поиска, отличающаяся применением модифицированных методов, основанных на генетическом поиске, поведении колоний стволовых клеток и белых кротов, позволяющая проводить последовательный, параллельный и последовательно-параллельный поиск;

- механизм кодирования и декодирования альтернативных решений, отличающийся способом унификации передаваемых данных между различными уровнями поиска, что позволяет ускорить получение проектных решений;

- модифицированные алгоритмы на основе генетического поиска и поведения колоний стволовых клеток и белых кротов, позволяющие выходить из локальных оптимумов и получать наборы эффективных решений;

- модифицированный алгоритм многомерной оптимизации для размещения компонентов СБИС, отличающийся применением метода вращающихся координат, позволяющий корректировать область поиска и снизить шанс заикливания в локальных областях.

Практическая значимость исследования заключается в разработке алгоритмического комплекса программ, основанного на различных архитектурах, модифицированных методах и алгоритмах поиска. Созданный программно-алгоритмический комплекс обеспечивает автоматизацию процесса реализации проектной процедуры размещения и позволяет проводить сравнительный анализ полученных проектных решений с известными алгоритмами-аналогами. Результаты проведенных экспериментов подтвердили преимущества предложенных автором алгоритмов одномерного и многомерного поиска по сравнению с существующими алгоритмами размещения компонентов СБИС.

3. Оценка содержания диссертации, степени ее завершенности, подтверждение публикаций автора

Структура диссертации соответствует теме и цели исследования. Работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы (128 наименований) и двух приложений. Объем работы - 164 страницы с 72 рисунками и 16 таблицами. Многомерный подход к решению задач конструкторского проектирования был успешно применен в разработанных методах и алгоритмах.

Во **введении** приведены основные причины обуславливающие актуальность проведения научных исследований в выбранной предметной области, определена цель работы и поставлены задачи которые необходимо решить для ее достижения, сформулированы результаты имеющие научную новизну и практическую значимость, а также данные об их внедрении и апробации.

В **первой** главе диссертационной работы рассмотрен поэтапный цикл проектирования СБИС и систем на кристалле, с учетом специфики области исследования. В работе сформулирована постановка задачи процедуры размещения компонентов СБИС с учетом двух критериев: числа линейных сегментов и суммарной взвешенной длины межсоединений. Проведен обзор и анализ литературных источников, позволяющий выявить достоинства и недостатки существующих методов и алгоритмов размещения. С учетом проведенного анализа в диссертации, для решения поставленной задачи, предлагается использовать методы и алгоритмы, инспирированные живой природой.

Во **второй** главе выделены основные положительные и отрицательные качества биоинспирированных методов поисковой оптимизации и других классических методов поиска при решении NP-полных конструкторских задач. Выбрана математическая модель в виде гиперграфа, как наиболее адекватный вариант представления схемы СБИС, при котором с приемлемой точностью отражаются заданные свойства объекта и в наибольшей степени выполняется условие информационной полноты. В рамках повышения качества и эффективности решения поставленной задачи предлагаются модифицированные методы белых кротов, стволовых клеток и генетической оптимизации.

В **третьей** главе диссертационной работы автором предложена модификация генетических операторов кроссинговера, мутации, инверсии и транслокации, с учетом поставленной задачи. Предложенная модификация заключается в выборе точек разреза в местах (генах) перехода на следующую строку матрицы, что позволяет избегать локальных оптимумов.

С целью унифицировать представление данных между различными уровнями архитектуры поиска, в работе предложена модификация механизма кодирования и декодирования альтернативных решений, позволяющая компенсировать избыточную разрядность генов, за счет применения шестнадцатиричной системы счисления. Это позволяет сократить время поиска набора квазиоптимальных решений поставленной задачи.

В **четвертой** главе приведена и описана архитектура программно-

алгоритмического комплекса. Описан проведенный вычислительный эксперимент, состоящий из трех серий: случайных графах и тестовых схемах (бенчмарках) OpenCores и ISCAS. Сравнение проводилось с известными алгоритмами KraftWerk и FengShui.

В **заключении** сформулированы основные результаты, полученные автором в процессе исследования.

Судя по содержанию работы, задачи, поставленные автором исследования, полностью решены, а цель работы достигнута. Диссертация обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью, является **завершенным научным исследованием**.

Результаты диссертационного исследования, выводы и сформулированные положения изложены в 21 работа, 5 из которых опубликованы в журналах входящих в Перечень ВАК, 5 в журналах индексируемых в Scopus и Web of Science.

4. Соответствие содержания автореферата диссертации

Автореферат представлен в научном стиле, с четким и логичным изложением основных положений, результатов и выводов диссертации. Автореферат содержит полную и точную информацию о содержании работы, предоставляя читателям все необходимые данные для оценки научной значимости и достоверности исследования.

5. Замечания по диссертационной работе

При изучении материалов диссертации отмечены следующие недостатки:

1. Отсутствует информация о возможном применении предложенных методов и алгоритмов при решения подобных оптимизационных задач для объектов типа «система в корпусе» SoP и «система на кристалле» SoC.

2. В работе представлено значительное количество различных биоинспирированных алгоритмов. Для улучшения качества работы, рекомендуется более подробно описать их функционирование, иллюстрируя на конкретных примерах.

3. В работе очень большое количество построечных коэффициентов задается *«лицом принимающим решение»*, однако не приводится конкретных указаний какое именно точное значение должно быть выбрано из достаточно широкого диапазона.

4. Из текста диссертации не совсем ясно, каким образом учитывается второй критерий целевой функции.

5. По результатам проведенных экспериментальных исследований кроме общей формулировки *«превосходят по эффективности решений в среднем на 6%»* хотелось бы видеть конкретные классы схем, где применение предложенных алгоритмов наиболее целесообразно.

Отмеченные недостатки и замечания в целом не ставят под сомнение научную новизну, теоретическую и практическую значимость, а также достоверность научных результатов.

6. Заключение

Диссертация по своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости полученных результатов является законченной научно-квалификационной работой. По теме диссертационного исследования опубликовано 211 научная работа, из них 5 статей в ведущих рецензируемых научных журналах из Перечня ВАК, 5 работ в изданиях индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, 3 зарегистрированные программы для ЭВМ.

Диссертационное исследование соответствует пунктам 4 и 6 области исследования паспорта специальности 2.3.7 – Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования.

Считаю, что представленная диссертация полностью отвечает критериям положения «О присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет» (30.11.2021 г., приказ № 260-ОД) предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Данильченко Владислав Иванович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.7 – Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования.

Официальный оппонент,
Ромашенко Михаил Александрович
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры»
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84,
тел. +7(473) 207-22-20;
email: kipr@vorstu.ru
персональная страница: <https://cchgeu.ru/university/employees/5796/>

Я, Ромашенко Михаил Александрович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«21» августа 2023 г

 М.А. Ромашенко

Подпись д.т.н., профессора М.А. Ромашенко заверяю

Первый проректор - проректор по науке ВГТУ  И.Г. Дроздов