

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
ЮФУ 801.02.08
созданного на базе Института компьютерных технологий и
информационной безопасности федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Южный федеральный университет»

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 22.09.2023 г. № 5

О присуждении **Зарубе Дарье Викторовне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Биоинспирированные методы и алгоритмы разбиения схем при автоматизированном проектировании СБИС»** по специальности 2.3.7 Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования принята к защите 16.06.2023, протокол заседания № 3, диссертационным советом ЮФУ 801.02.08 созданным на базе Института компьютерных технологий и информационной безопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования на основании приказа ЮФУ №81-ОД от 04 апреля 2023 г.

Соискатель Заруба Дарья Викторовна, 1989 года рождения.

Окончила федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет» в 2010 г. с присвоением степени «бакалавр» техники и технологии по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» с отличием (диплом АВБ 0670249), и в 2012 с присвоением степени «магистр» техники и технологии по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» с отличием (диплом ВМА 0002921).

В 2016 г. соискатель Заруба Дарья Викторовна окончила очную аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» (специальность: 05.13.12 – Системы автоматизированного проектирования (технические науки)). С 2016 года по настоящее время работает ассистентом на кафедре систем автоматизированного проектирования

Института компьютерных технологий и информационной безопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет».

Диссертация выполнена на кафедре «Систем автоматизированного проектирования» (САПР) Института компьютерных технологий и информационной безопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Курейчик Владимир Викторович, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Институт компьютерных технологий и информационной безопасности, заведующий кафедрой САПР.

Официальные оппоненты:

1. Прокопенко Николай Николаевич, доктор технических наук, профессор, Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал), ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» Ростовской области, заведующий кафедрой «Информационные системы и радиотехника»;

2. Ромащенко Михаил Александрович, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", профессор кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры»

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Соискатель имеет 77 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано **28 работ** общим объемом 12,9 п.л., в том числе авторских 6,5 п.л. В рецензируемых научных изданиях (**из перечня ВАК**) опубликовано 6 работ, 12 публикаций в научных изданиях, **индексируемых библиографической базой данных Scopus и Web of Science**, получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Заруба, Д.В., Запорожец, Д.Ю., Курейчик, В.В. Алгоритм параметрической оптимизации на основе модели поведения роя светлячков // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2015. – 6(167). – С. 6-15 (ведущий рецензируемый журнал, входит в перечень ВАК, 33% авторских).

2. Заруба, Д.В. Запорожец, Д.Ю. Генерация биоинспирированных поисковых процедур для решения оптимизационных задач // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2016. – № 6 (179). – С. 13-2415 (ведущий рецензируемый журнал, входит в перечень ВАК, 50% авторских).

3. Заруба, Д.В., Запорожец, Д.Ю. Параллельный популяционный алгоритм // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2018. – № 4 (165). – С.178-187 (ведущий рецензируемый журнал, входит в перечень ВАК, 50% авторских).

4. Заруба, Д.В. Курейчик, В.В. Двухуровневый алгоритм разбиения графа на части // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2019. – № 2 (204). – С. 57-68 (ведущий рецензируемый журнал, входит в перечень ВАК, 50% авторских).

5. Zaruba, D., Zaporozhets, D., Kureichik, V. Partitioning of VLSI fragments based on the model of glowworm's behavior // Proceedings of the 19th International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2016. – 2016. – С. 268-272 (научное рецензируемое издание, индексируемое в базе Scopus, 33% авторских).

6. Zaruba, D., Zaporozhets, D., Kuliev, E. Parametric optimization based on bacterial foraging optimization // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2017. – 573. – pp. 54-63 (научное рецензируемое издание, индексируемое в базе Scopus, 33% авторских).

7. Zaruba, D., Zaporozhets, D., Kulieva, N. Glowworm swarm optimization algorithm for computer equipment partitioning // Proceedings of International Seminar on Electron Devices Design and Production. – Prague. – 2019. – С. 8798435. (научное рецензируемое издание, индексируемое в базе Scopus, 33% авторских).

8. Zaruba, D., Zaporozhets, D. Distributed approach for optimization problems // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – С.12145 (научное рецензируемое издание, индексируемое в базе Scopus, 50% авторских).

В работе [1] разработан вероятностный алгоритм, основанный на роевой концепции поведения роя светлячков в живой природе, для решения задачи параметрической оптимизации. Данный алгоритм позволяет эффективно управлять

процессом поиска для нахождения наборов квазиоптимальных решений. В [2] разработана подсистема генерации новых поисковых механизмов, а также новая структура данных, основанная на XML описании. В [3] предложен метод распараллеливания популяционных алгоритмов, основанный на работе генетического алгоритма, где генерация наборов новых альтернативных решений происходит на микроуровне в различных потоках, что способствует увеличению скорости работы алгоритма. В [4] описан многоуровневый поиск на основе генетического алгоритма для решения задачи разбиения графа на части. В [5] предложен новый подход к решению задачи разбиения схем при проектировании СБИС с использованием эвристики, основанной на поведении колонии светлячков. Основная идея метода заключается в применении вероятностного подхода для выбора пар альтернативных решений при скрещивании. В [6] разработан стохастический алгоритм, основанный на модели поведения колонии бактерий, ориентированный на решение задачи параметрической оптимизации, позволяющий эффективно управлять процессом поиска оптимального решения, что частично устраняет проблему предварительной сходимости алгоритма. В [7] разработан эвристический популяционный алгоритм, основанный на моделировании поведения роя светлячков, ориентированный на решение компоновки блоков ЭВА. В [8] разработана распределенная архитектура параллельного поиска для решения NP-полных оптимизационных задач, позволяющая распределять подзадачи между вычислительными узлами.

Во всех работах, выполненных в соавторстве, определен личный вклад автора.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

– **официального оппонента** – заведующего кафедрой «Информационные системы и радиотехника», Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал), ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» Ростовской области, д. т. н., профессора Прокопенко Н.Н., 6 замечаний;

– **официального оппонента** – профессора кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры», ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", д. т. н., доцента Ромащенко М.А., 5 замечаний;

– ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», отзыв подписал профессор кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта, д.т.н., профессор А.П. Еремеев, 2 замечания;

– ФГБУН «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева» Сибирского отделения Российской академии наук, отзыв подписала заведующая отделом «Системы искусственного интеллекта в энергетике», главный научный сотрудник, д.т.н., профессор Л.В. Массель, 2 замечания;

– ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», отзыв подписала заведующая кафедрой информационной безопасности, д.т.н., профессор И.Г. Сидоркина, 2 замечания;

– ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», отзыв подписала ректор, д.т.н., профессор Н.Г. Ярушкина, 1 замечание;

– ФГБУН «Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук», отзыв подписал руководитель лаборатории «Интегрированных систем автоматизации», г.н.с., д.т.н., профессор А.В. Смирнов, 1 замечание;

– ФГБНУ «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук», отзыв подписал генеральный директор, к.т.н., З.В. Нагоев, 1 замечание.

– ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», отзыв подписал заведующий кафедрой Безопасности информационных систем Факультета информационных систем и технологий, к.т.н., доцент Ю.М. Бородянский, 1 замечание.

– ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске, отзыв подписал профессор кафедры вычислительной техники, д.т.н., профессор В.В. Борисов, 1 замечание;

Все **отзывы положительные**, во всех отзывах отмечено, что работа соответствует специальности 2.3.7 – Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования.

Наиболее существенные замечания:

1. В работе не обосновано применение биоинспирированных алгоритмов в качестве основного метода решения задачи.

2. При описании целевой функции не учитываются ограничения в виде других конструкторских требований, например тепловых и электромагнитных.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области теоретических исследований процессов автоматизированного проектирования и методов оптимизации, наличием значительного числа публикаций в области исследований соискателя и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Доктор технических наук, профессор Прокопенко Николай Николаевич является специалистом в области проектирования вычислительных микроэлектронной техники и математического и программного обеспечения вычислительных систем, имеет необходимое количество публикаций в рецензируемых ведущих научных журналах по тематике диссертации, в том числе за последние 5 лет 14 публикаций журналах из списка ВАК и в изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science. Д.т.н., профессор Прокопенко Н. Н. не является членом аттестационной комиссии ЮФУ и членом диссертационного совета ЮФУ801.02.08.

Доктор технических наук, доцент Ромащенко Михаил Александрович является специалистом в области проектирования радиоэлектронных устройств, имеет необходимое количество публикаций в рецензируемых ведущих научных журналах по тематике диссертации, в том числе за последние 5 лет 11 публикаций журналах из списка ВАК и в изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science. Д.т.н., доцент Ромащенко М.А. не является членом аттестационной комиссии ЮФУ и членом диссертационного совета ЮФУ801.02.08.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие научные результаты, обладающие новизной и свидетельствующие о личном вкладе соискателя в науку:

1. Комбинированная архитектура поиска и на ее основе создан многоуровневый алгоритм разбиения схем, **отличающийся** комбинацией методов биоинспирированной оптимизации (бактериального, светлячкового, генетического). Данный алгоритм **позволяет** получать наборы эффективных решений и избегать попадания в локальные оптимумы.

2. Модифицированные методы оптимизации, инспирированные природными системами (бактериальный, светлячковый и генетический), **отличающиеся** возможностью создания динамической области принятия решений для каждого агента. Данные методы **позволяют** выходить из локальных оптимумов.

3. Модифицированные генетические операторы на основе закона распределения Больцмана и прямоугольных чисел, **позволяющие** сократить время поиска.

4. Унифицированный механизм кодирования и декодирования решений при разбиении схем, **отличающийся** организацией единого подхода к представлению данных, что **позволяет** исключать потери процессорного времени при их передаче на всех стадиях работы многоуровневого алгоритма.

5. Разработаны модифицированные бактериальный, светлячковый и генетический алгоритмы разбиения схем, **позволяющие** выходить из локальных оптимумов и получать наборы квазиоптимальных решений за полиномиальное время за счет изменения направления движения агента в процессе хемотаксиса и формирования мнимого агента для последующего скрещивания, а также применения модифицированных генетических операторов.

Все научные результаты диссертации получены автором лично.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказана** эффективность применения разработанных эвристических биоинспирированных методов и алгоритмов для разбиения СБИС;

- **применительно к проблематике** диссертации эффективно использованы: теория графов для формализованного описания математических моделей СБИС, оптимизационные методы, инспирированные природными системами для получения квазиоптимальных решений; а также теория объектно-ориентированного программирования для компьютерного моделирования предложенных методов и алгоритмов в рамках разработанного программного комплекса;

- **изложены** методы перехода от коммутационных схем к графовым моделям, сформулированы постановка решаемой задачи, основные идеи по выработке эффективных стратегий поиска квазиоптимальных решений и оценки качества полученных результатов на основе проведенного компьютерного моделирования, теоретически обоснованы разработанные методы, полученные результаты и выводы;

- **раскрыты** достоинства разработанных биоинспирированных методов и алгоритмов при решении NP-трудной задачи разбиения СБИС;

- **изучены** и теоретически обоснованы зависимости времени работы бактериального, светлячкового и генетического алгоритмов от размерности входных данных, а также влияние параметров, задаваемых ЛПР, на скорость и качество

получения результатов;

- **проведена модификация** бактериального, светлячкового и генетического алгоритмов, ориентированных на разбиение схем при автоматизированном проектировании СБИС, путем введения новых процедур и механизмов поиска.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- **разработаны и внедрены** основные теоретические и практические результаты диссертационной работы при реализации грантов РФФИ «Разработка биоэвристик для создания интеллектуальной подсистемы принятия эффективных решений NP- трудных и NP-сложных комбинаторно-логических задач на графах»; «Разработка инспирированных природой методов и принципов поиска оптимальных решений в задачах проектирования и управления»; «Разработка теории и принципов построения интеллектуальных систем проектирования для решения задач разбиения СБИС на основе биоинспирированных методов»; в проектную часть государственного задания «Разработка теории и основных принципов эволюционных вычислений для поддержки принятия оптимальных решений при проектировании многоцелевых интеллектуальных систем» и в учебном процессе ЮФУ при реализации бакалаврских, магистерских и аспирантских программ по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника», а также в ООО «Научно-исследовательская лаборатория автоматизации проектирования RealLab»;

- **определены** условия применения разработанного программного комплекса и перспективы его практического использования;

- **создан** программный комплекс, ориентированный на разбиение схем при автоматизированном проектировании СБИС, отличающийся доступностью для специалистов в области САПР, не обладающих навыками программирования;

- **представлены** рекомендации по использованию разработанных методов и алгоритмов, реализованных в виде программного комплекса, предназначенного для автоматизированного разбиения схем при проектировании СБИС.

Оценка обоснованности и достоверности полученных в диссертационной работе результатов выявила:

- для **экспериментальных работ** результаты исследований получены с использованием известных из литературы тестовых схем корпорации IBM;

- **теория базируется** на известных, проверяемых данных и фактах; использовании математического и программного обеспечения процессов автоматизированного проектирования, а также методов эволюционного моделирования и биоинспирированного поиска;
- **идея базируется** на обобщении передового опыта применительно к разработке систем автоматизированного проектирования СБИС;
- **использованы** разработанные ранее теории эволюционного моделирования, биоинспирированного поиска, графов, множеств и алгоритмов; учтены современные тенденции в области производства интегральных схем;
- **установлено** качественное соответствие полученных решений результатам, полученным известными алгоритмами автоматизированного разбиения схем (MLPart и hMetis);

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в получении исходных данных о предметной области, происходящих процессов в области конструкторского проектирования, их систематизации и комбинировании, а также в применении методов и алгоритмов биоинспирированной оптимизации для решения поставленной в диссертационном исследовании задачи. Автором представлена СБИС в виде гиперграфовой модели, учитывающей два критерия оптимизации, разработаны: комбинированная архитектура поиска; модифицированные биоинспирированные методы; унифицированный механизм кодирования и декодирования альтернативных решений; модифицированные генетические операторы; многоуровневый биоинспирированный алгоритм, основанный на бактериальном, светлячковом и генетическом поиске; программная подсистема разбиения схем при автоматизированном проектировании СБИС. Проведены экспериментальные исследования разработанных алгоритмов на базе программного комплекса; апробация полученных результатов и их внедрение, а также подготовка публикаций по результатам выполненных исследований.

На заседании 22 сентября 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Зарубе Д.В. ученую степень кандидата технических наук, т.к. в ее диссертации содержится решение **актуальной научной задачи** повышения качества и эффективности автоматизированного разбиения схем на основе методов и алгоритмов, инспирированных природными системами, которые способствуют сокращению временных, финансовых и энергетических затрат при проектировании СБИС.

Предложенные автором диссертации решения строго обоснованы и оценены по сравнению с другими известными решениями. В диссертации отсутствуют зависимости без ссылок на авторов или источник заимствования. Приведены ссылки на все использованные в диссертации результаты научных работ, выполненные соискателем лично и в соавторстве. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Диссертация Зарубы Дарьи Викторовны «Биоинспирированные методы и алгоритмы разбиения схем при автоматизированном проектировании СБИС» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные новые и модифицированные методы и алгоритмы для решения задачи разбиения схем при автоматизированном проектировании СБИС, имеющие существенное значение в области САПР, обладающей теоретической и практической значимостью, внутренним единством и оформлена в соответствии с требованиями пункта 30 Положения «О присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет» (в редакции от 30.11.2021 г., приказ №260-ОД) к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 6 докторов технических наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 7 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени - 7, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ
диссертационного совета

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



В.М. Курейчик

Л.А. Гладков

«22» сентября 2023 г.