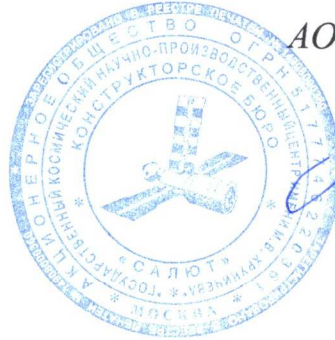


УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального  
конструктора-начальник службы  
КБ «Салют»

АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»,  
доктор технических наук



*А.В. Владимиров*  
А.В. Владимиров

“ \_\_\_ ” октября 2019 г.

### ОТЗЫВ

Акционерного общества «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева»  
на автореферат диссертации Петрова Ивана Алексеевича «Методика автоматизированной компоновки блоков БРЭО и трассировки коммуникаций на этапах разработки ЛА», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 — Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов

Диссертация Петрова И.А. посвящена автоматизации компоновки (АК) бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) самолетов на ранних этапах проектирования. Данная тема является актуальной на фоне тренда к повышению сложности комплекса БРЭО и увеличению массы коммуникаций между ними, причем требования к срокам разработки технических решений и качеству компоновки также повышаются. Процесс компоновки сам по себе требует высокой квалификации инженеров, а с учетом вышеизложенного – значительно повышаются риски, поэтому рационально заниматься его автоматизацией. Эта проблема актуальна не только для авиации в привычном понимании (самолеты и вертолеты), но и для космической техники.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ  
Вх. № 22 / 10 2019

В отличие от предыдущих работ, впервые для решения проблемы использованы алгоритмы комбинаторной оптимизации, которые в настоящий момент применяются для решения на ПК широко распространённых задач, таких как трассировка пути или компоновка грузов на складах. Кроме того, на одном из этапов компонование выполняется на плоскостях, что соответствует наработанной практике работы конструкторов, однако это упрощение в явном виде не использовалось у других авторов. Все вышесказанное подтверждает научную новизну.

В целом после рассмотрения автореферата, можно констатировать, что автором были получены следующие результаты:

- систематизирован накопленный опыт компоновки БРЭО и трассировки жгутов;
- проанализированы современные требования к размещению БРЭО;
- предложена новая модель (способ представления) компоновки БРЭО.
- формализована задача АК БРЭО и выбран оптимизационный метод решения задачи;
- создан алгоритм решения задачи АК БРЭО на основании выбранного метода оптимизации и представления компоновки;
- разработано программное обеспечение для реализации алгоритма и отработки методики;
- проведена верификация разработанного ПО;
- проведена апробация методики на реальной проектной задаче и выполнен сравнительный анализ результатов с традиционным решением;

Все это позволяет заключить, что разработанный алгоритм может быть использован для снижения массы межотсечных коммуникаций с меньшими трудозатратами, сроками и рисками, а разработанная методика может быть применена для самолетов и вертолетов, а с некоторыми

ограничениями для ракет космического назначения. Во многих изделиях ракетно-космической тематики электронное оборудование размещено в соответствии с их функциональным назначением, увязано с осями стабилизации, траекторией выведения и массово-инерционными характеристиками, следовательно, эффект от оптимизации будет незначителен. При этом представленная методика может быть крайне полезна при проектировании перспективных модулей космических аппаратов (КА) или космических станций и других элементах космической инфраструктуры.

На основании вышесказанного можно отметить следующие замечания:

- алгоритм не учитывает возможность поворота блоков;
- алгоритм не учитывает возможность размещения блоков с учетом запрета передвижения части из них;
- представленные алгоритмы недостаточно эффективно работают с отсеками сложной пространственной формы.

Изложенные выше замечания расширяют границы утвержденной задачи, и могут определить будущие направления работ диссертанта, поэтому не влияют на общую положительную оценку выполненной работы.

К достоинствам диссертационной работы следует отнести:

- проанализированные современные требования к размещению БРЭО;
- возможность применения существующих методов из комбинаторной оптимизации;
- реализация разработанных алгоритмов в ПО с последующей апробацией на реальной задаче.

На основе рассмотрения автореферата можно заключить, что диссертационная работа представляет собой законченное решение актуальной и практически значимой научно-технической задачи и отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а сам Петров Иван Алексеевич заслуживает

присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 — Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

*Заместитель начальника направления электрорадиосистем*

*КБ «Салют» АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»*

*М.В. Прушинский*

*18.10.2019 г.*

АО «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В.Хруничева»

Адрес: 121309, Москва, ул. Новозаводская, д.18

Тел.: +7 (499) 749-99-34

Факс: +7 (499) 749-51-24

Сайт: <https://www.khrunichev.ru/>, E-mail: [agd@khrunichev.ru](mailto:agd@khrunichev.ru)