

Полученные результаты показывают, что использование микроконтроллера ESP32-S3 позволяет реализовать двухрежимное устройство хранения с минимальными аппаратными затратами и гибкой программной архитектурой. Такое решение может применяться в промышленном оборудовании, станках и стойках с ЧПУ и системах обмена технологической информацией.

Разработан функциональный прототип USB Wi-Fi накопителя, сочетающий преимущества традиционных и облачных способов хранения данных. Реализованная архитектура демонстрирует возможность создания компактных и надежных систем локального и удаленного доступа без использования сторонних сервисов. Перспективным направлением дальнейших исследований является оптимизация скорости чтения и записи информации.

Литература

1. «Espressif Systems. ESP32-S3 Technical Reference Manual». – URL: <https://www.espressif.com/-en/support/documents/technical-documents> (дата обращения: 11.10.2025).
2. «Espressif Systems. ESP-IDF Programming Guide». – URL: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf> (дата обращения: 12.10.2025).
3. «FatFs – Generic FAT Filesystem Module». – URL: <https://elm-chan.org/fsw/ff/> (дата обращения: 12.10.2025).

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ К СТРУКТУРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А. П. Макаева, О. Н. Шишова

Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь

Цель исследования – выделить основные методы многокритериальной оптимизации и обосновать их ведущую роль в теории и практике принятия решений применительно к задаче структурной оптимизации технологических процессов. На основе анализа научной литературы и примера из статьи Кляус и Жолобова рассмотрены метод главного критерия, метод свертывания критериев, метод последовательных уступок, метод Парето-оптимальности и методы, основанные на функции полезности. Показано, что их универсальность и простота применения обеспечивают фундаментальное значение для инженерных задач. Использование данных подходов при выборе технологических схем обработки отверстий позволяет учитывать как производительность, так и энергозатраты, а также формализовать экспертные предпочтения.

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация, метод главного критерия, метод свертывания критериев, метод последовательных уступок, Парето-оптимальность, компенсаторные методы.

BASIC METHODS OF MULTICRITERIA OPTIMIZATION AND THEIR APPLICATION TO STRUCTURAL OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

A. P. Makayeva, O. N. Shishova

Belarusian-Russian University, Mogilev, Republic of Belarus

The purpose of this study is to identify the main methods of multi-criteria optimization and to justify their leading role in the theory and practice of decision-making in relation to the problem of structural optimization of technological processes. Based on an analysis of scientific literature and an example from the article by Klyaus and Zholobov, the main criterion method, the method of

criterion reduction, the method of successive concessions, the Pareto-optimal method, and methods based on the utility function are discussed. It is shown that their versatility and ease of application make them fundamental for engineering problems. The use of these approaches in the selection of technological schemes for processing holes allows for the consideration of both productivity and energy consumption, as well as the formalization of expert preferences.

Keywords: multi-criteria optimization, main criterion method, criterion reduction method, sequential compromise method, Pareto optimality, compensatory methods.

Современные задачи оптимизации в науке и технике характеризуются множественностью и противоречивостью критериев. В таких областях, как машиностроение, энергетика и экономика, инженер сталкивается с необходимостью не только минимизировать затраты времени и ресурсов, но и обеспечивать требуемые параметры качества продукции. Эти задачи относятся к классу многокритериальной оптимизации, который активно развивается в последние десятилетия.

Особую важность приобретают методы, позволяющие учитывать разнонаправленные цели и находить компромиссные решения. Среди наиболее эффективных и востребованных подходов выделяются метод главного критерия, метод свертывания критериев, метод последовательных уступок, метод Парето-оптимальности и метод анализа иерархий. Их актуальность наглядно демонстрируется на примере исследования Кляус и Жолобова [1], где данные методы находят практическое применение при структурной оптимизации технологических процессов.

Метод главного критерия применяется при доминировании одного показателя, например, времени обработки, что позволяет свести задачу к однокритериальной оптимизации. В исследовании [1] данный метод реализуется через минимизацию основного времени T_0 и при ограничении по энергозатратам A .

Метод свертывания критериев наиболее близок к подходу, предложенному авторами. Комплексный показатель $K = T_0 + A$ представляет собой линейную свертку разнородных критериев, формализующую многокритериальную задачу в виде единой целевой функции. Это обеспечивает простоту применения и совместимость с традиционными алгоритмами оптимизации [2].

Метод последовательных уступок используется при конфликте критериев, например, времени и энергозатрат. Он позволяет поэтапно вводить ограничения по одному показателю и минимизировать другой, что обеспечивает выбор компромиссного технологического решения [2].

Метод Парето-оптимальности формирует множество недоминируемых решений, выявляя все рациональные варианты технологии по критериям T_0 и A . Это особенно важно при равнозначности критериев или невозможности заранее определить приоритеты [3].

Методы, основанные на функции полезности (компенсаторные методы) позволяют учитывать взаимную компенсацию критериев через агрегирующие функции. В задаче оптимизации обработки отверстий они обеспечивают интегральную оценку эффективности, ранжируя альтернативы по балансу производительности и энергоэффективности.

В задаче, рассмотренной Кляус и Жолобовым, компенсаторные методы могут быть использованы для объединения показателей времени обработки и энергозатрат в единую интегральную оценку эффективности технологического процесса. Это позволяет ранжировать альтернативные варианты обработки отверстий по степени их предпочтительности и выбирать решение, обеспечивающее наилучший баланс между производительностью и энергоэффективностью.

Проведенный анализ подтверждает, что подход, примененный Кляус и Жолобовым для структурной оптимизации процесса формирования отверстий, основан на эффективном комбинировании классических методов многокритериальной оптимизации. Ключевая идея реализована через метод свертывания критериев с использованием комплексного показателя $To + A$, что позволяет свести задачу к однокритериальной. Данный подход концептуально соответствует компенсаторным методам, допуская взаимный учет времени обработки и энергозатрат, а его реализация поддерживается принципами Парето-оптимальности для выделения рациональных альтернатив и методом последовательных уступок для согласования противоречивых требований. Таким образом, комбинация этих методов обеспечивает формализацию выбора и объективную оценку технологических решений.

Литература

1. Кляус, О. Н. Структурная оптимизация процесса формирования отверстий лезвийным инструментом / О. Н. Кляус, А. А. Жолобов // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2023. – № 2 (79). – С. 34–43.
2. Михалевич, В. С. Методы многокритериальной оптимизации / В. С. Михалевич, В. Л. Волкович, В. А. Топчий. – М. : Наука, 2010. – 312 с.
3. Воробьев, А. И. Многокритериальная оптимизация и принятие решений / А. И. Воробьев. – М. : Физматлит, 2008. – 256 с.

ИЗМЕРЕНИЕ ДИФРАКЦИОННЫХ ПОЛЕЙ В ОПТИЧЕСКИХ ВОЛНОВОДАХ

А. В. Шилов, А. Б. Сотский

*Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова,
Республика Беларусь*

Приведены результаты измерений угловых распределений интенсивности рассеянного поля, возникающего в результате поперечной дифракции гауссова пучка на фотонно-кристаллическом волокне. Представлен макет экспериментальной установки для детектирования указанных распределений. Полученные зависимости сопоставлены с результатами численного решения дифракционной задачи методом функций Грина.

Ключевые слова: поперечная дифракция, гауссов пучок, фотонно-кристаллическое волокно, метод функций Грина.

MEASUREMENT OF DIFFRACTION FIELDS IN OPTICAL WAVEGUIDES

A. V. Shilov, A. B. Sotsky

Mogilev State A. Kuleshov University, Republic of Belarus

This paper presents results of measurements of the angular distributions of the scattered field intensity arising as result of the lateral diffraction of the Gaussian beam on a photonic-crystal fiber. An experimental setup is demonstrated. The obtained dependences are compared with the results of a numerical solution of the diffraction problem using the Green's function method.

Keywords: transverse diffraction, Gaussian light beams, microstructured fiber, photonic crystal fiber, Green's function method.

На сегодняшний день интенсивно проводятся исследования, связанные с разработкой фотонно-кристаллических сенсоров параметров сред [1]. На работу таких