

ГЕНЕРАТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Е.И. Бавбель

Научный руководитель – Алексеев В.Ф. к.т.н., доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В статье обсуждается, как использовать генеративный дизайн для оптимизации конструкций беспилотного летательного аппарата (БПЛА) и различных методов оценки генеративной политики. Одна из проблем генеративного подхода в проектировании – оптимизация и контроль всех возможных решений, которые заведомо включены в так называемое «дизайн-пространство». Оптимизация конструкций БПЛА позволяет автоматически улучшить характеристики БПЛА. Наглядно метод оценки генеративного дизайна демонстрируется с учетом нескольких тематических исследований непосредственно из аэрокосмических направлений. Автором предлагается объяснение рабочего процесса и возможностей генеративного метода и алгоритмов для предоставления ряда потенциальных решений для статической задачи структурного проектирования.

Генеративный дизайн представляет собой комбинацию компьютерных алгоритмов, которые стремятся удовлетворить заданному набору граничных условий. Критериями проектирования всегда будут снижение веса и улучшение нагрузок напряжения что позволит оптимизировать характеристики БПЛА [1].

Во время разработки проектов инженеры и дизайнеры сталкиваются с проблемой оптимизации процессов, участвующих в их разработке, с целью снижения стоимости конечного продукта. Хотя традиционный дизайн достиг значительного сокращения с появлением 3D-печати, он по-прежнему имеет некоторые уникальные преимущества и аспекты, которые делают его важным в современном мире. Вместе с тем высокие затраты и время обработки при традиционном дизайне существенно влияют на отрасль беспилотных летательных аппаратов. Опыт проектирования показывает, что многие ручные задачи больше не должны выполняться непосредственно людьми поскольку многие из этих задач подвергают риску физической целостности. При разработке профиля крыла БПЛА целесообразно применение генеративного дизайна, который благодаря использованию искусственного интеллекта представляет собой отличный инструмент при оптимизации и генерации нескольких вариантов дизайна, поиске сокращения затрат, времени и использования альтернативных материалов. Изменения посредством креативного дизайна предполагает, что как только разработчик создает грубый концептуальный дизайн, а затем вводит концептуальный дизайн в систему генеративного дизайна, компьютер предоставляет базовую форму дизайна. После того, как искусственный интеллект представляет несколько дизайнов, проектировщики выбирают подходящий и желаемый. Затем искусственный интеллект выдвигает оптимальное предложение по материалу с учетом его функции и экономики. Проектировщик рассматривает эту альтернативу. После обзора дизайнера компьютер выдвигает окончательное предложение. Большая часть дизайна выполняется искусственным интеллектом [1–4].

Генеративный дизайн выделяется как метод исследования дизайна, включающий параметрическое изменение геометрии дизайна для оценки выходных характеристик.

Процесс генеративного дизайна охватывает четыре этапа:

- установка параметров и целей дизайна;

- создание проектов посредством оптимизации топологии с различными параметрами;
- изучение вариантов, итерация и выбор оптимального дизайна;
- использование методов 3D-печати.

На рисунке представлена подробная методология генеративного дизайна, которая включает в себя пошаговую алгоритмическую ветвь, в соответствии с которой происходит этот процесс проектирования.

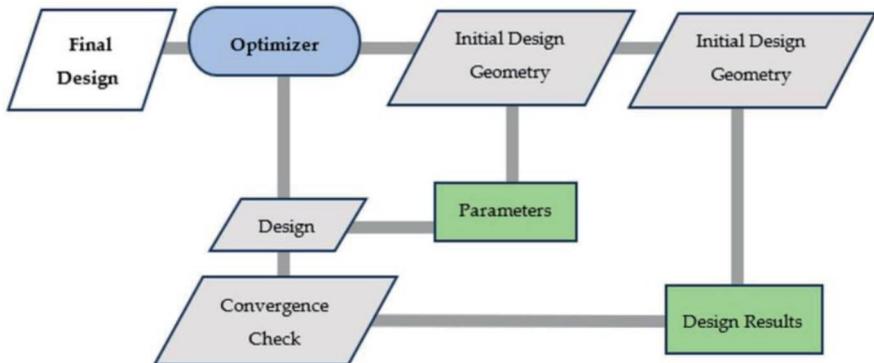


Рисунок 1 – Системный процесс генеративного проектирования

Процесс генеративного дизайна может осуществляться «вручную» или с помощью программного обеспечения, которое автоматизирует процесс. Технология генеративного дизайна может использовать различные алгоритмы, такие как эволюционные алгоритмы, алгоритмы роевого интеллекта или искусственные нейронные сети, для генерации вариантов дизайна. Инженеры-конструкторы могут изучить различные варианты и выбрать те, которые обладают наибольшим потенциалом, после чего они могут их модифицировать и улучшить.

Инструменты генеративного дизайна, которые могли бы полагаться на решение CFD в реальном времени, продемонстрировали бы явное преимущество работы над одновременным исследованием новых форм и их моделированием. Таким образом, процесс исследования дизайна может решать сложные задачи и обеспечивать ускоренные сроки проектирования, что невысказимо при традиционных процессах [3].

Существует несколько проблем проектирования, влияющих на проектирование БПЛА. БПЛА имеют ограниченную грузоподъемность, и большая ее часть должна быть отведена для источника питания (например, аккумулятора). Это означает, что вес аэродинамической конструкции должен быть сведен к минимуму, чтобы максимизировать вес, доступный для источника питания. Поэтому цели проектирования включают легкие детали, предусматривая при этом технологические конструкции [3].

Генеративный дизайн может использоваться для проектирования БПЛА с аэродинамической оптимизацией. Алгоритмы генеративного дизайна могут исследовать широкий спектр вариантов и находить наиболее аэродинамически эффективную форму для БПЛА. Это может помочь уменьшить сопротивление и увеличить общую автономность транспортного средства. Пример использования

показывает аэродинамическую оптимизацию БПЛА с точки зрения увеличения его аэродинамического отношения.

Генеративный дизайн имеет потенциал для полной модификации всего рабочего процесса проектирования. Поскольку этот процесс, который автоматически преобразует требования в геометрию на основе предоставленных ограничений, инженер может сосредоточиться на задаче изучения представленных проектов. Кроме того, инструменты генеративного дизайна могут учитывать такие переменные, как производственный процесс, затраты на разработку и планирование. Таким образом, избегаются итерационные циклы между различными отделами, что сокращает время и стоимость разработки продукта.

Генеративное проектирование и анализ характеристик БПЛА – это комплексные процессы, использующие современные вычислительные методы и технологии. Применение этих методов позволяет значительно ускорить процесс разработки и повысить эффективность, повышая эксплуатационные характеристики и надежность БПЛА. Эффективное взаимодействие между проектированием, испытаниями и анализом является ключом к созданию высококачественных и конкурентоспособных беспилотных летательных средств.

Библиографический список

1. C. Hyunjin, A Study on Application of Generative Design System in Manufacturing Process, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., vol. 727, p. 012011, ene. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/727/1/012011.

2. Oh, S.; Jung, Y.; Kim, S.; Lee, I.; Kang, N. Deep Generative Design: Integration of Topology Optimization and Generative Models. J. Mech. Des. 2019, 141, 111405

3. Balaji, K.; Babu, V.; Sulthan, S. Design and Development of Multipurpose Agriculture Drone Using Lightweight Materials. SAE Int. J. Aerosp. 2022, 16, 177–183.

4. Алексеев, В. Ф. Оценка облаков точек БПЛА с помощью искусственного интеллекта / В. Ф. Алексеев, Е. И. Бавбель // BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник научных статей X Международной научно-практической конференции, Минск, 13 марта 2024 г. : в 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2024. – С. 12–18.