

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Высшая школа электроники и компьютерных наук  
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

# Оптимизация параметров вентильной машины с использованием математической модели, построенной на основе метода конечных элементов

**Научный руководитель:**

д.т.н., профессор, профессор каф. ЭВМ  
Ганджа С.А.

**Автор работы:**

Студент группы КЭ-405  
Кархер М.А.

# Актуальность работы

Почему важно оптимизировать  
вентильные двигатели?

- Широко используются в технике
- Требования к эффективности и компактности



# Анализ литературы

Что уже известно:

- Метод эквивалентных схем замещения быстрые, но не точный
- МКЭ — более точный, но требует много ресурсов

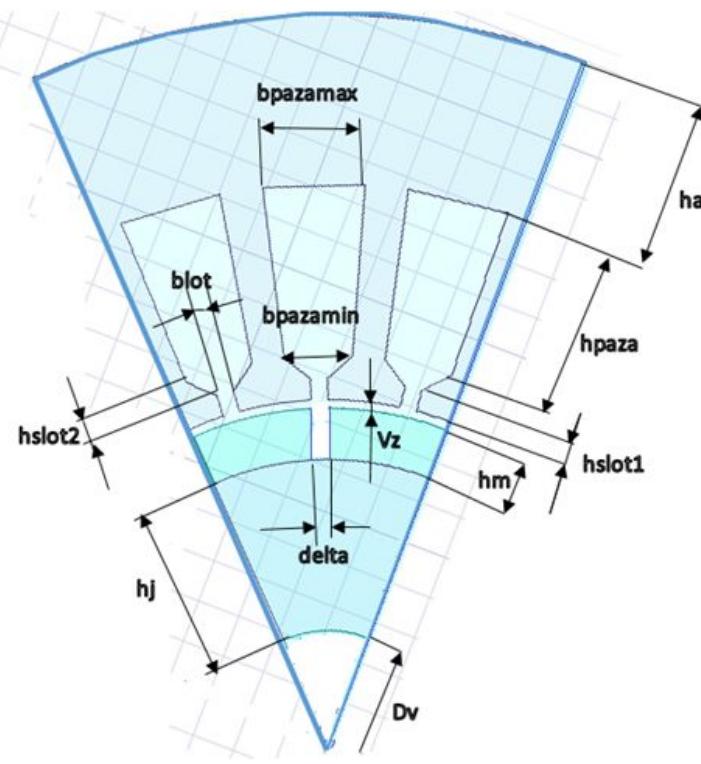
Метод расчёта	Скорость расчёта	Точность	Возможность учёта сложной геометрии
Эквивалентные схемы	Высокая	Низкая	Нет
Метод конечных элементов (МКЭ)	Низкая	Высокая	Да
Параметризованная МКЭ-модель	Средняя	Средняя/ Высокая	Да

# Цели и задачи

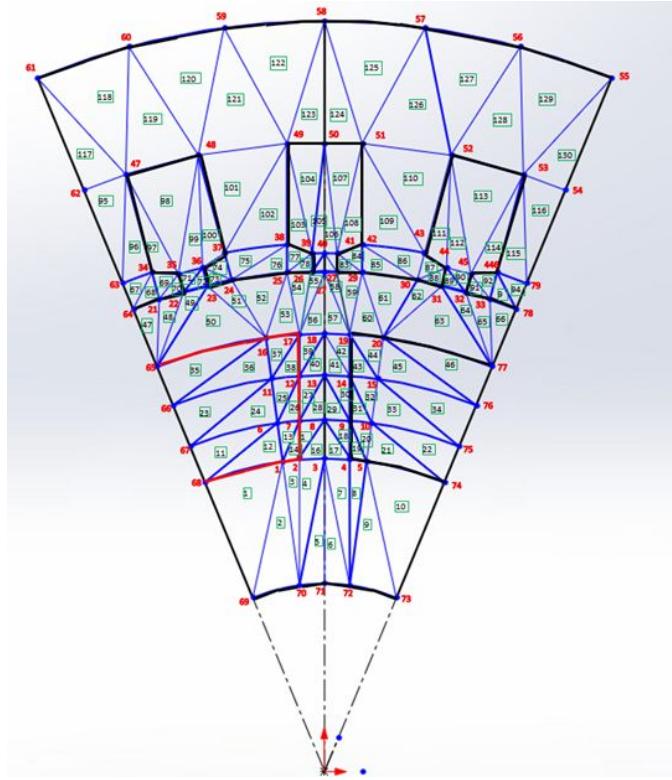
Цель: Разработка математической модели вентильного двигателя постоянного тока на основе метода конечных элементов, которую можно включить в большое число оптимизационных циклов.

Задачи:

- Анализ литературы
- Разработка архитектуры программного комплекса
- Реализация оптимизационного алгоритма
- Анализ и сравнение результатов
- Тестирование



Параметры изменяемых данных



Разбиение на ограниченное  
число конечных элементов

# Архитектура комплекса

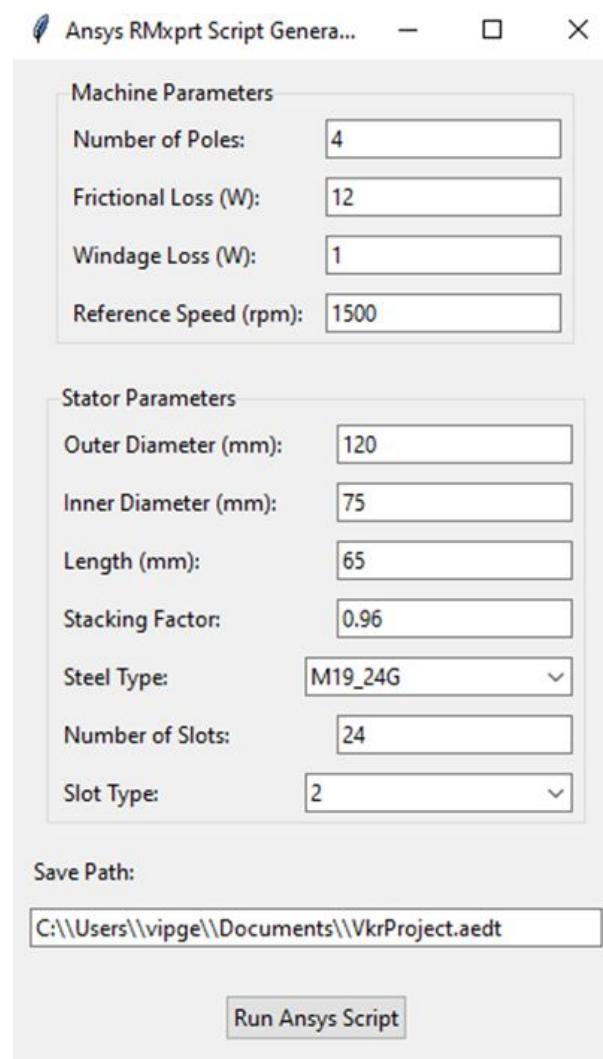
Главные модули:

- Ввод данных
- Построение модели
- МКЭ-расчёт
- Оптимизация
- Проверка в Ansys



# Пользовательский интерфейс

- Ввод параметров двигателя осуществляется через простое и понятное окно программы.
- Все основные данные — размеры, материалы, требования к эффективности — можно задать вручную или выбрать из списка.
- После ввода параметров пользователь запускает расчёт и оптимизацию одной кнопкой.



# Оптимизационный алгоритм

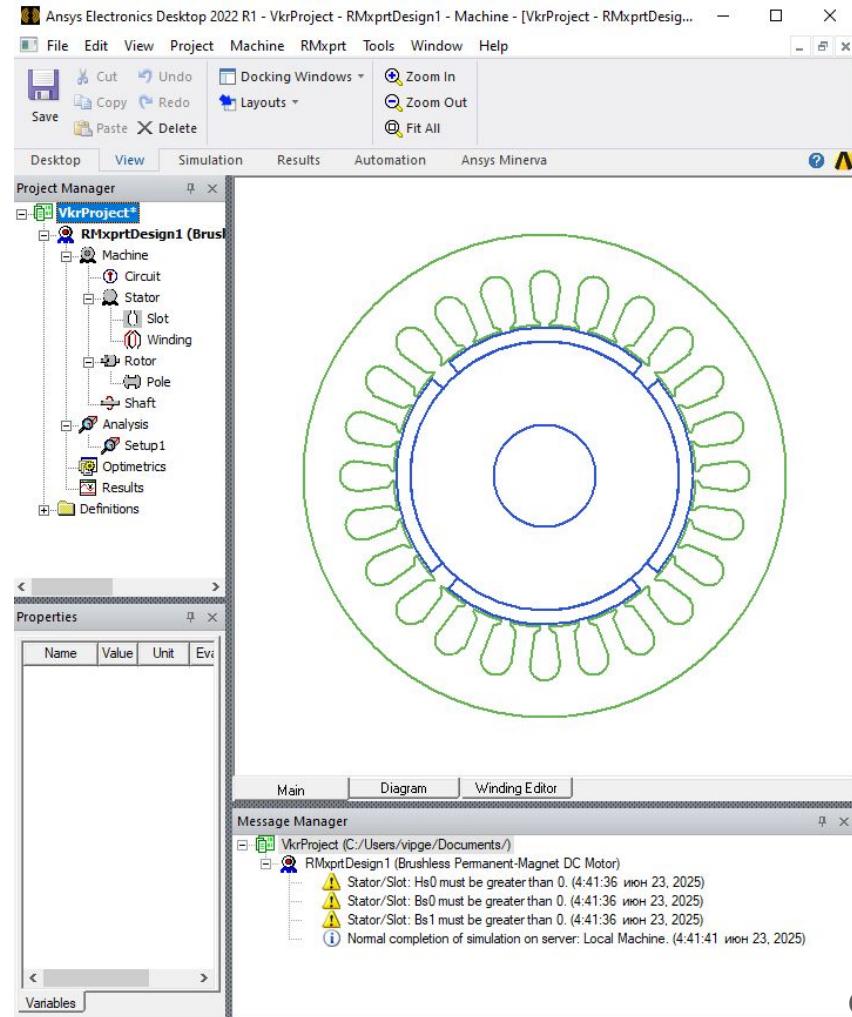
Программа перебирает параметры и выбирает лучшие

- Учитывает КПД, массу, ограничения
- Быстро считает за счёт параллельной обработки



# Интеграция с Ansys ED

- Программа сама передаёт лучшие найденные параметры двигателя в профессиональную систему Ansys ED.
- Для этого автоматически создаётся специальный скрипт, который запускает моделирование в Ansys.
- Это позволяет проверить, насколько точно программа рассчитала характеристики двигателя.



# Анализ результатов

- Программа сравнивает свои расчёты с результатами в Ansys.
- Оценивается точность по основным параметрам: магнитный поток, потери, КПД, масса.
- Погрешность обычно не превышает 5–7%.
- Все результаты удобно представлены в таблице.

Параметр	МКЭ-модель	Ansys ED	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность, %
Магнитный поток	0,025	0,024	0,001	4,2
Потери, Вт	45,2	47,1	1,9	4,0
КПД, %	92,4	91,8	0,6	0,7
Масса, кг	4,2	4,3	0,1	2,3

# Тестирование

- Проверялась правильность передачи данных между всеми частями комплекса.
- Погрешность по основным характеристикам не превышает 5–7%, что подтверждает высокую точность работы.
- Программа устойчива к ошибкам и подходит для разных типов вентильных двигателей.

# Практическая значимость

- Использование программы позволяет инженеру тратить намного меньше времени на проектирование двигателя — всё делается автоматически, без ручных расчётов.
- Повышается точность: результаты быстро можно проверить в профессиональной программе Ansys, и быть уверенным, что расчёты верны.
- Комплекс легко адаптируется под разные типы и размеры двигателей.
- Такой подход помогает быстрее запускать новые проекты, уменьшать ошибки и экономить ресурсы на производстве.
- Программа может использоваться как в научной работе, так и на реальных предприятиях для создания современных и эффективных электрических машин.

## Вывод

В ходе работы был создан программный комплекс для оптимизации параметров вентильного двигателя. Он обеспечивает высокую точность расчёта, автоматизирует все этапы проектирования и позволяет быстро находить лучшие решения. Комплекс готов к использованию на практике и может применяться для разных типов электрических машин.

# Спасибо за внимание

Готов ответить на ваши вопросы