



Южно-Уральский
государственный
университет

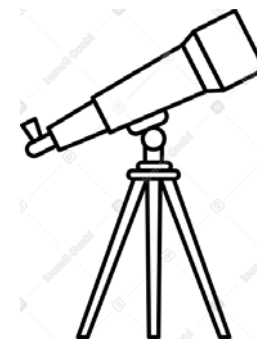
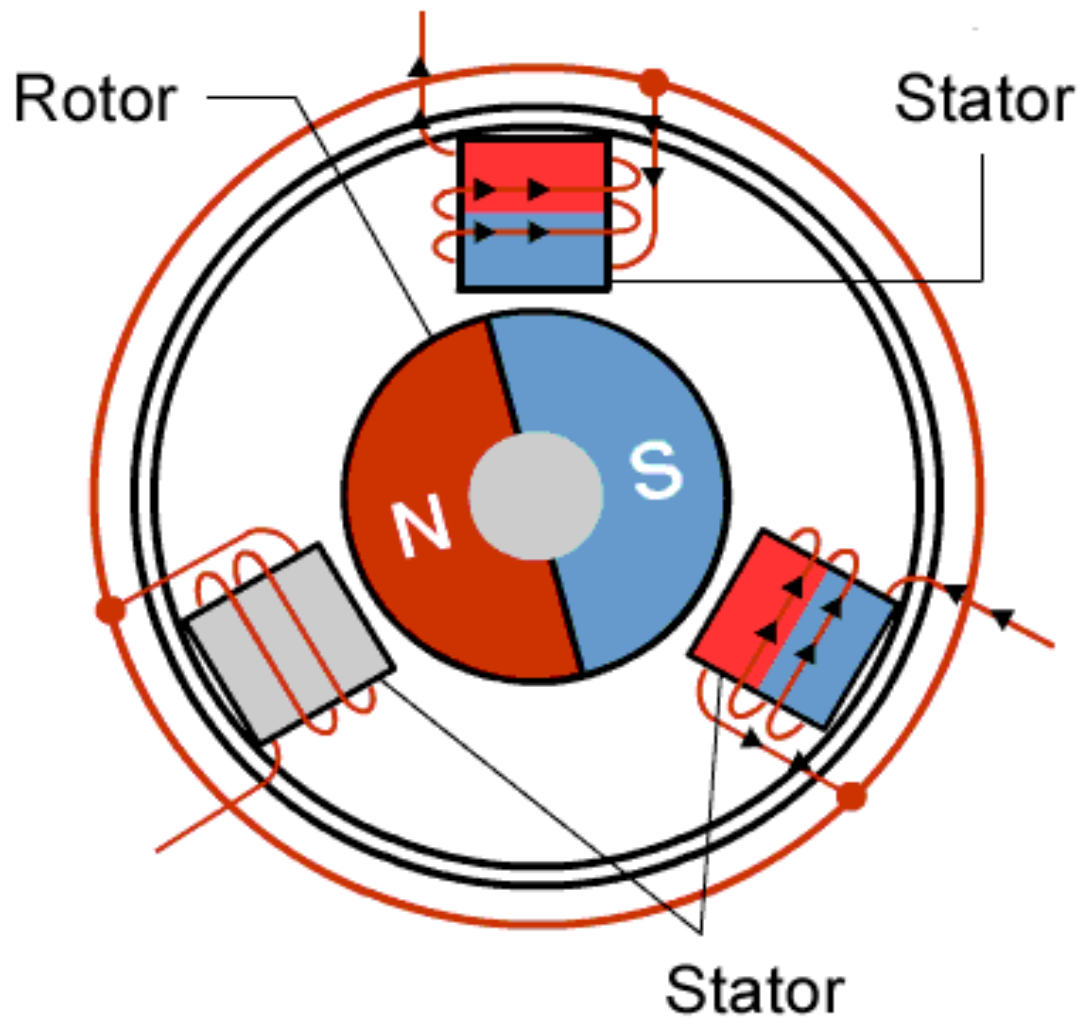
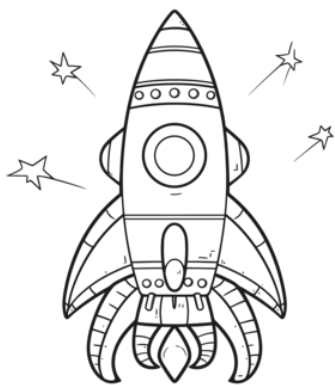
Национальный
исследовательский
университет

Использование возможностей нейросетей для оптимизации параметров вентиляционного двигателя постоянного тока

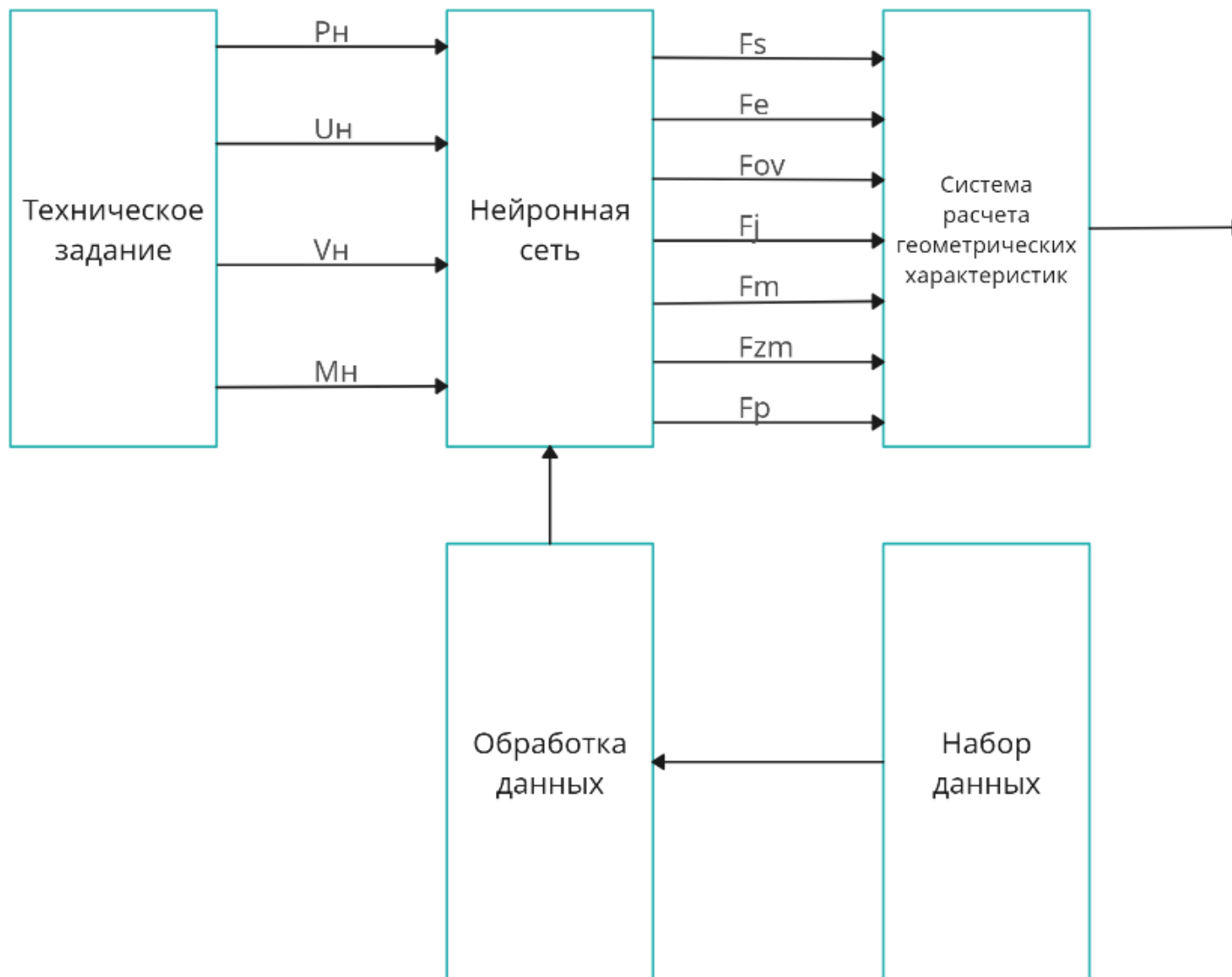
Автор: В.Е. Романов студент группы КЭ-405
Руководитель: д-р т.н., профессор С.А. Ганджа

Челябинск 2024

ВЕНТИЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ



ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

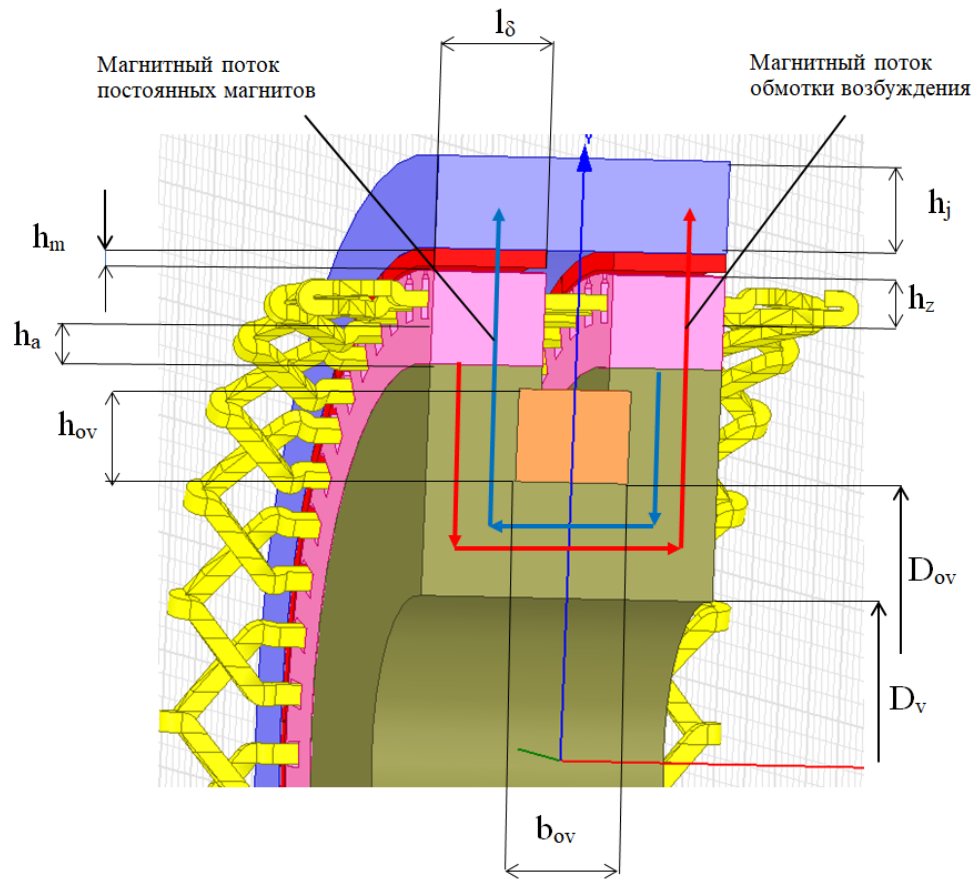


Цель: Использование возможностей нейросетей для оптимального проектирования вентильных двигателей.

Задачи:

1. Выполнить анализ предметной области, выполнить обзор научной литературы.
2. Выполнить анализ требований к проектируемой системе.
3. Разработать модели на основе нейросетей.
4. Использовать результаты нейросети по определению оптимальных значений обобщенных переменных для инженерной методики проектирования ВЭЖВ.

ВЕНТИЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ КОМБИНИРОВАННОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

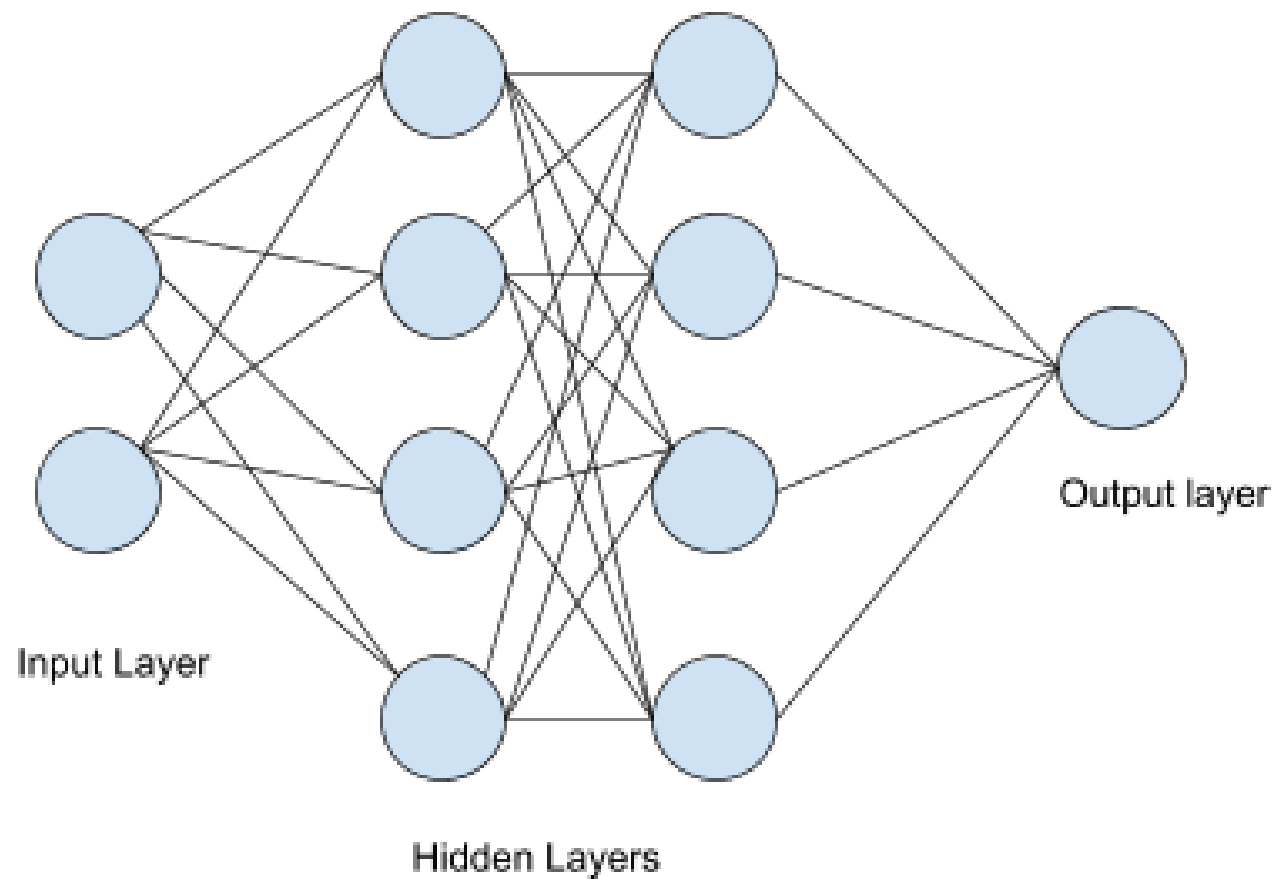
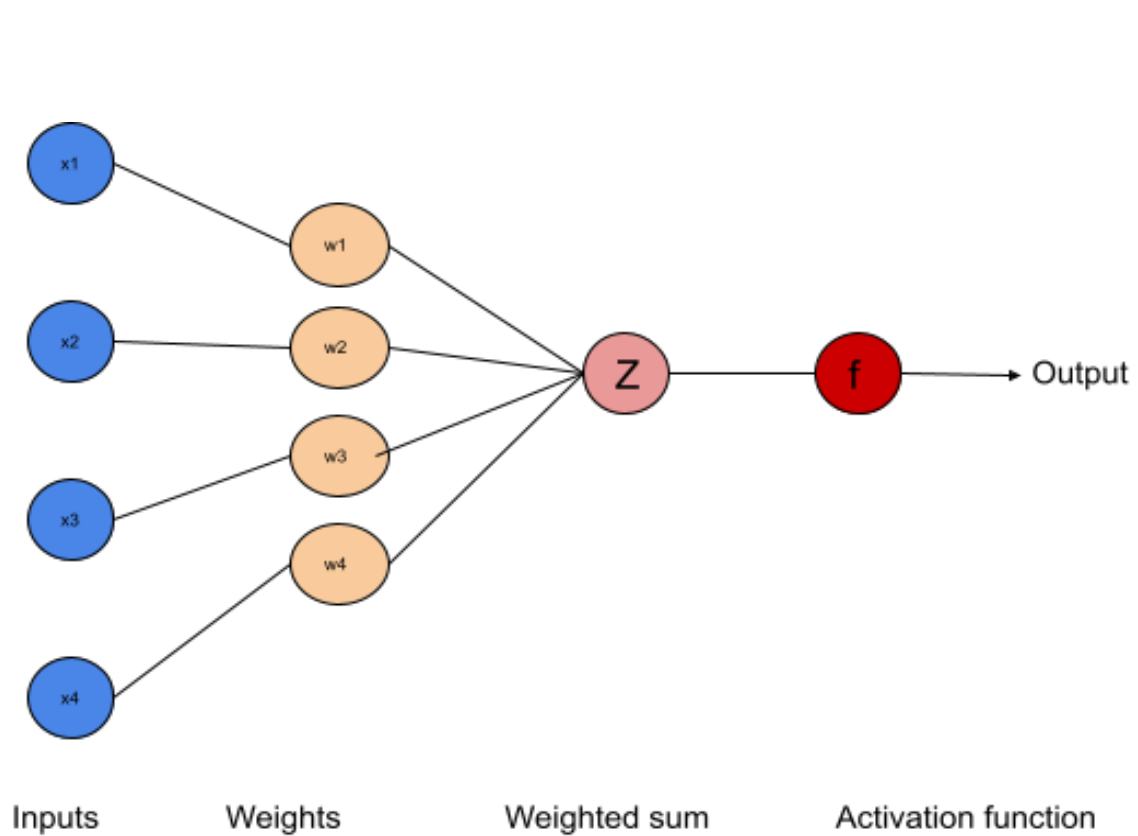


$$n = \frac{U - I_a \cdot R_a}{c_e \Phi_\delta}$$

Преимущества электродвигателя комбинированного возбуждения

1. **Возможность регулирования потоком по цепи возбуждения (1-5 % мощности)**
2. **Широкий диапазон изменения частоты вращения и момента**
3. **Высокая степень надежности (благодаря отсутствию скользящего контакта).**
4. **Высокий КПД**
5. **Высокая перегрузочная способность**
6. **Возможность применения в агрессивных и взрывоопасных средах.**

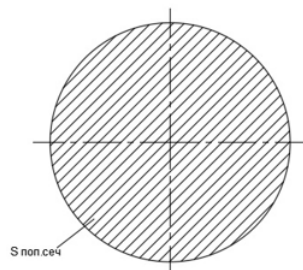
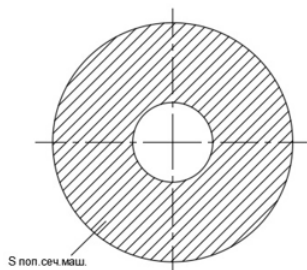
НЕЙРОННАЯ СЕТЬ



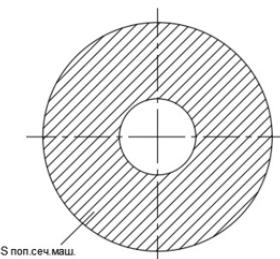
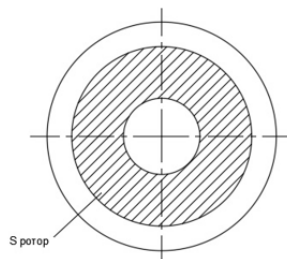
ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ



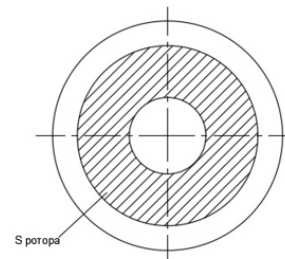
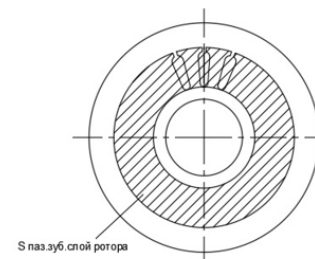
Обобщенные переменные



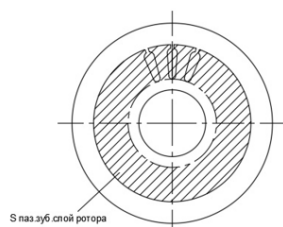
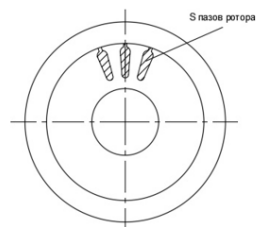
$$f_s = \frac{S_{\text{кольца}}}{S_{\text{круга}}} = \frac{S_{\text{поп.сеч.маш}}}{S_{\text{поп.сеч}}}$$



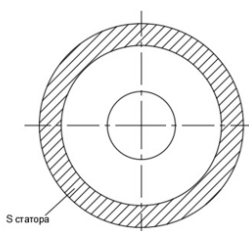
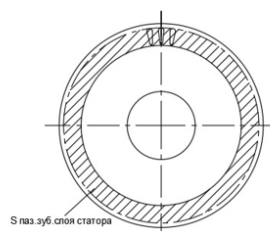
$$f_a = \frac{S_{\text{ротора}}}{S_{\text{поп.сеч.маш.}}}$$



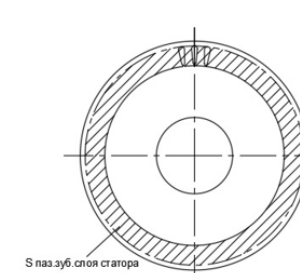
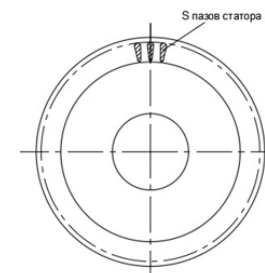
$$f_{er} = \frac{S_{\text{паз.зубц.слой ротора}}}{S_{\text{ротора}}}$$



$$f_{zr} = \frac{S_{\text{пазов ротора}}}{S_{\text{паз.зубц.слой ротора}}}$$



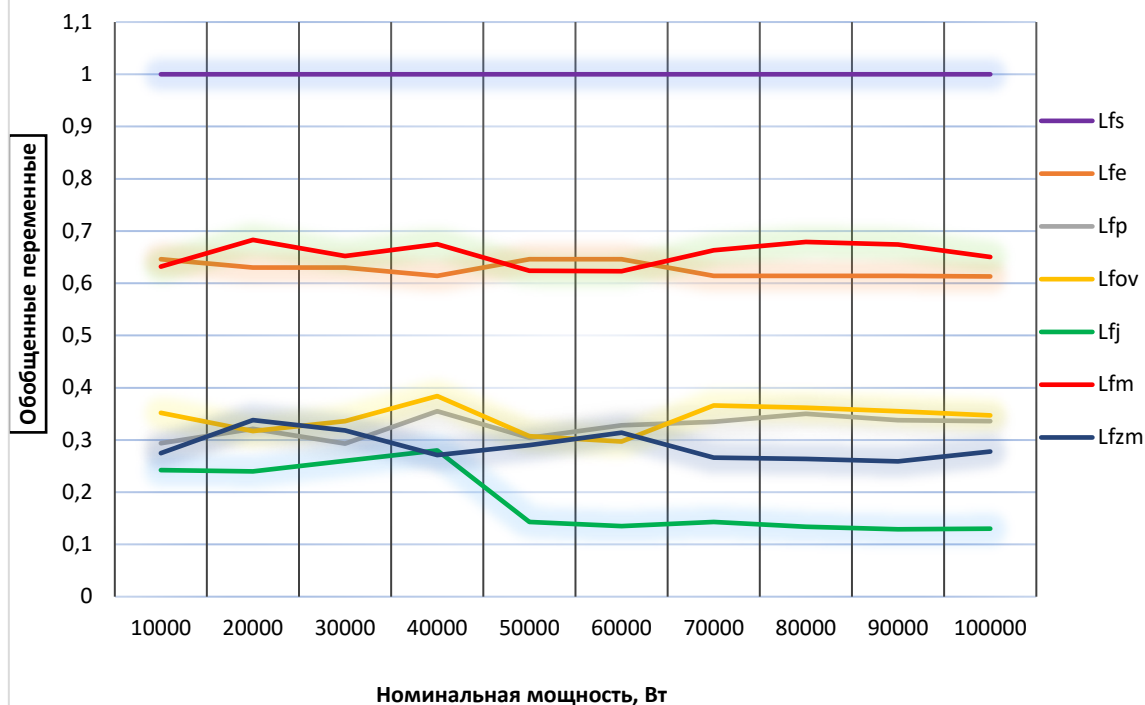
$$f_{zs} = \frac{S_{\text{пазов статора}}}{S_{\text{паз.зубц.слой статора}}}$$



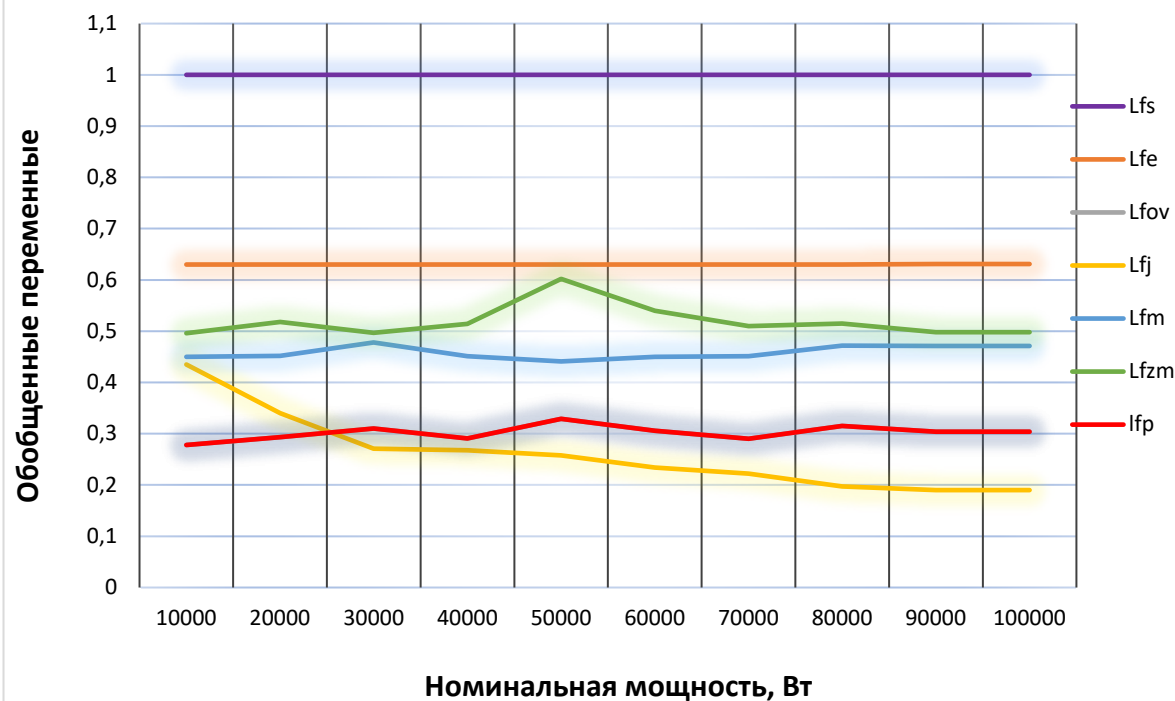
$$f_{es} = \frac{S_{\text{паз.зубц.слой статора}}}{S_{\text{статора}}}$$

Инженерная методика проектирования на основе обобщенных переменных

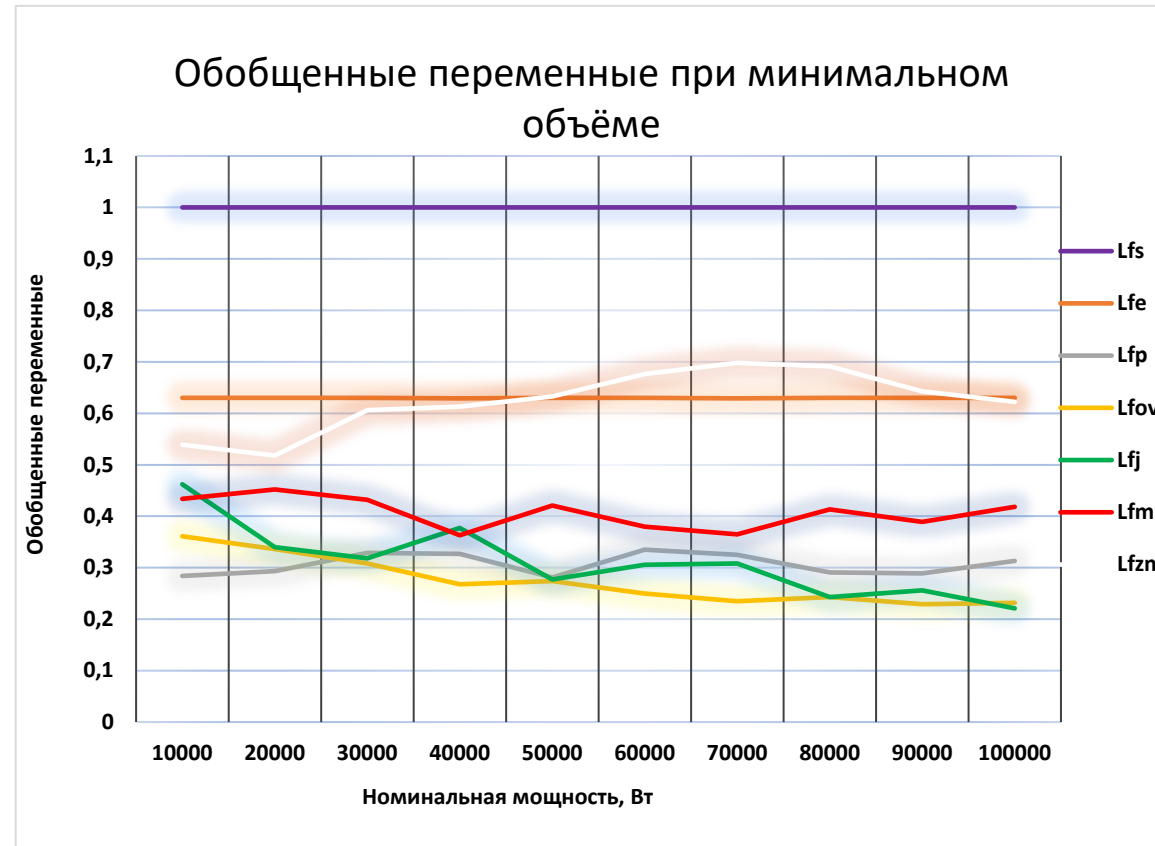
Обобщенные переменные при минимальной массе активных материалов



Обобщенные переменные при минимальной массе магнитов



Инженерная методика проектирования на основе обобщенных переменных



GRID SEARCH

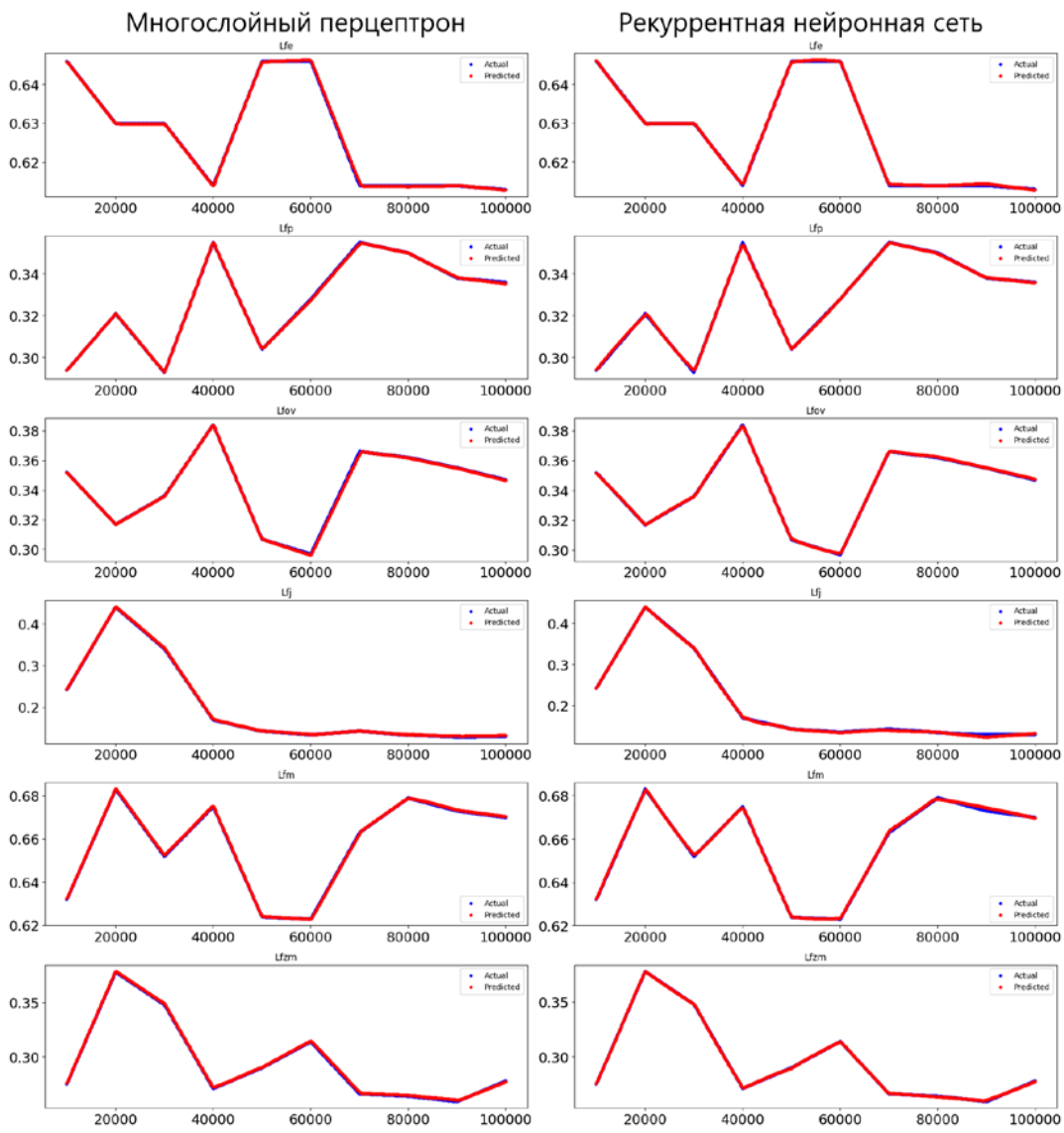
Архитектура	Количество нейронов	Размер пакета	Потери	MAE	Время обучения в секундах
Рекуррентная нейронная сеть	32	2	0.00030	0.01501	133
Рекуррентная нейронная сеть	64	4	0.00060	0.01430	73
Рекуррентная нейронная сеть	128	8	0.00027	0.01400	46
Многослойный перцептрон	32	2	0.00029	0.01273	87
Многослойный перцептрон	64	4	0.00030	0.01320	45
Многослойный перцептрон	128	2	0.00041	0.01430	97

Определение пространства гиперпараметров для поиска

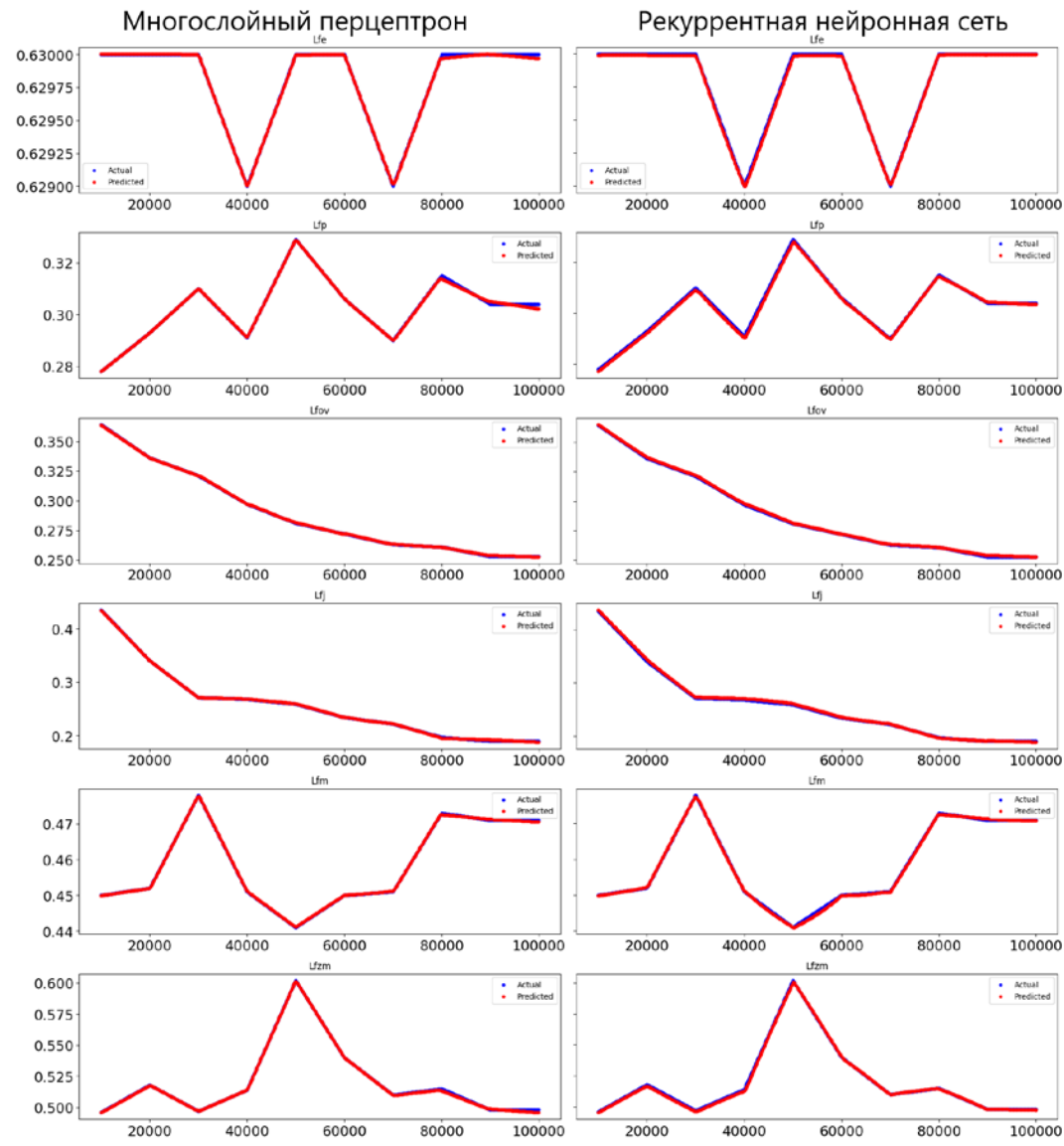
```
param_grid = {  
    'batch_size': [2, 4, 8, 16],  
    'epochs': [50, 75, 100],  
    'learning_rate': [0.001, 0.01, 0.1],  
    'activation': ['relu', 'tanh']  
}
```

Результаты обучения

Результаты предсказания для минимальной массы активных материалов

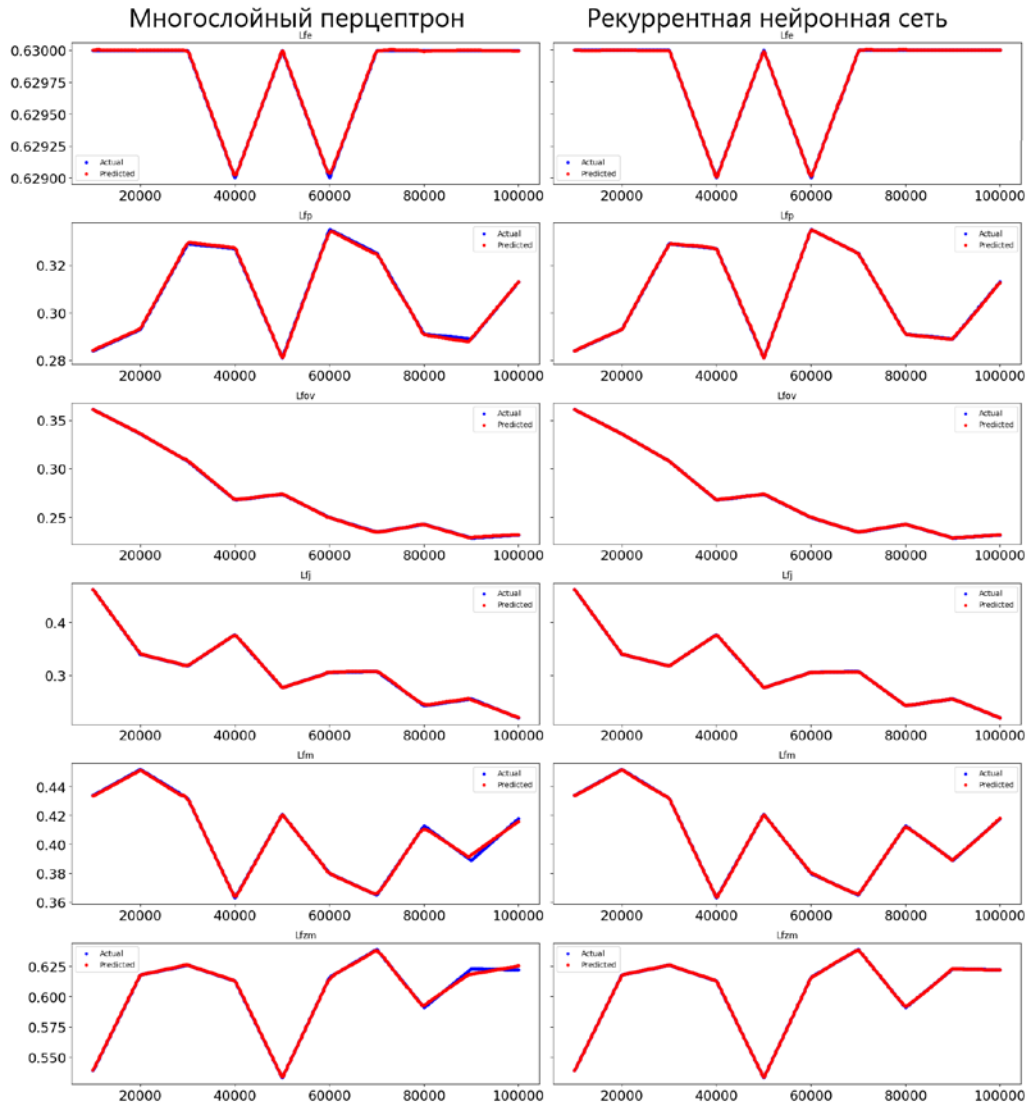


Результаты предсказания для минимальной массы магнитов



Результаты обучения

Результаты предсказания для минимального объема



Функция предсказания

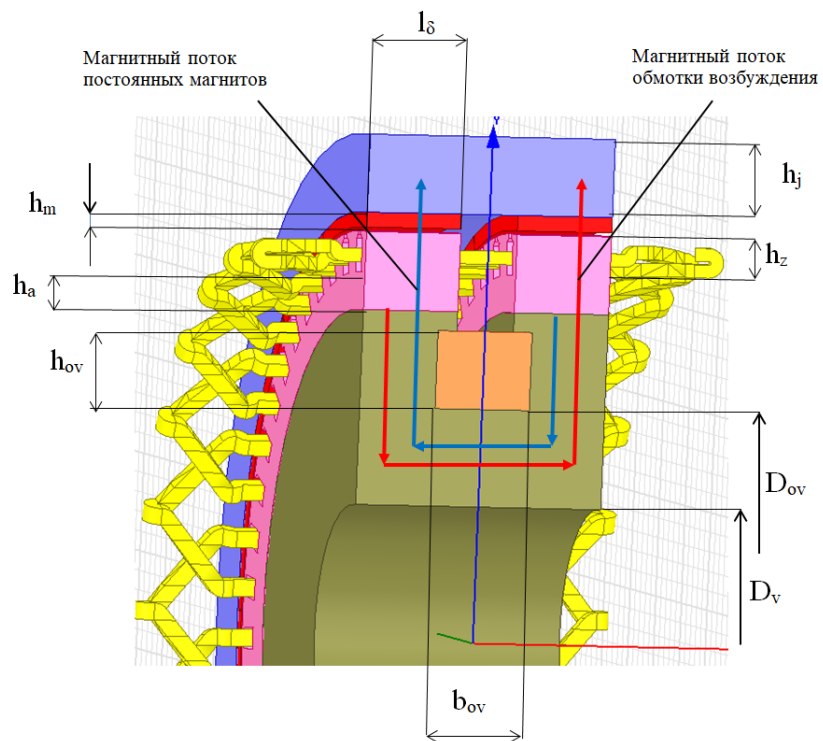
```
# Функция для предсказания на основе введенного значения X
def predict_y(input_x):
    input_x = scaler_x.transform(np.array(input_x).reshape(-1, 1)) # Нормализуем входные данные
    prediction = model.predict(input_x)
    prediction = scaler_y.inverse_transform(prediction) # Де-нормализуем выходные данные
    return prediction

# Пример использования функции
input_x = float(input('Введите мощность двигателя: '))
predicted_y = predict_y(input_x)
# Список названий для каждого элемента в predicted_y
output_names = ['Lfe', 'Lfp', 'Lfov', 'Lfj', 'Lfm', 'Lfzm']

# Вывод значений с их названиями
print(f'Input: {input_x}')
print('Predicted Output:')
for name, value in zip(output_names, predicted_y[0]):
    print(f'{name}: {value}')

Введите мощность двигателя: 50000
1/1 [=====] - 0s 29ms/step
Input: 50000.0
Predicted Output:
Lfe: 0.6299960613250732
Lfp: 0.2814805507659912
Lfov: 0.27368950843811035
Lfj: 0.27730777859687805
Lfm: 0.4206743836402893
Lfzm: 0.5340438485145569
```


Инженерная методика проектирования на основе обобщенных переменных



$$D_{BH} = D_H \times \sqrt{1 - f_s};$$

$$D_a = D_H \times \sqrt{1 - f_s + f_a \times f_s};$$

$$h_{zr} = 0,5 \times D_H \times (\sqrt{1 - f_s + f_a \times f_s} - \sqrt{1 - f_s + f_a \times f_{er} + f_a \times f_s});$$

$$b_{zr} = \frac{\pi \times D_H \times f_{zr}}{2 \times z_p} * (\sqrt{1 - f_s + f_a \times f_s} + \sqrt{1 - f_s + f_a \times f_{er} + f_a \times f_s});$$

$$h_{zs} = 0,5 \times (\sqrt{f_{es} \times D_H^2 - (D_a + 2 \times \delta)^2 \times (f_{es} + 1)} - D_a - 2 \times \delta);$$

$$b_{zs} = \frac{f_{zs} \times f_{es} \times \pi \times (D_H^2 - (D_a + 2 \times \delta)^2)}{4 \times z_s \times h_{zs}}$$

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Проведен анализ предметной области. Были рассмотрены преимущества вентильного электродвигателя комбинированного возбуждения.
2. Выполнен анализ требований к проектируемой системе.
3. Были разработаны модели на основе нейросетей.
4. Проанализирована эффективность моделей и было проведено сравнение моделей. Были использованы полученные данные обобщенных переменных для инженерной методики проектирования ВЭКВ.

Спасибо за внимание

Доклад окончен

Готов ответить на Ваши вопросы