

УДК 621.3

**ПОСТРОЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОСЕТИ****Мальцев Андрей Анатольевич,**доцент кафедры ФН-7 МГТУ имени Н.Э. Баумана,  
a.a.mal@bmstu.ru**Тарасенко Ирина Александровна,**старший преподаватель кафедры ФН-7 МГТУ имени Н.Э. Баумана,  
iri-tarassenko@yandex.ru**Аннотация**

В статье рассмотрена возможность применения нейросети DeepSeek для построения механической характеристики асинхронного электродвигателя типа 5A200M6BU3.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, электродвигатель, механическая характеристика, нейросеть DeepSeek.

**CONSTRUCTION OF THE MECHANICAL CHARACTERISTIC OF AN  
ELECTRIC MOTOR USING A NEURAL NETWORK****Andrey A. Maltsev,**associate professor of BMSTU ФН-7 department,  
a.a.mal@bmstu.ru**Irina A. Tarasenko,**senior lecturer of BMSTU ФН-7 department,  
iri-tarassenko@yandex.ru**ABSTRACT**

The article considers the possibility of using the DeepSeek neural network to construct the mechanical characteristic of an asynchronous electric motor of type 5A200M6BU3.

**Keywords:** artificial intelligence, electric motor, mechanical characteristic, DeepSeek neural network.

Современное развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) совершенствует не только методы исследования в электротехнике, но и подходы к инженерному образованию. Все большее значение приобретает искусственный интеллект (ИИ), эффективность которого уже подтверждена в решении задач технической диагностики, оптимизации и управления сложными электромеханическими системами. Образовательная практика, в свою очередь, движется к системной, а не эпизодической интеграции ИИ, к созданию адаптивных обучающих сред и виртуальных лабораторий [1].

Одним из перспективных, но пока недостаточно изученных направлений является применение ИИ для построения и анализа механических характеристик электродвигателей. Как показано в работе [2], нейросети уже успешно распознают неисправности двигателей по косвенным признакам (например, по шуму). Развивая эту логику, можно утверждать: механическая характеристика электродвигателя пригодна для диагностического анализа его технического состояния. Теоретически, нейросеть, обученная на эталонных и дефектных механических характеристиках, будет способна не только быстро рассчитать ожидаемую зависимость момента от частоты вращения, но и выявить скрытые отклонения, что является основой перехода от системы планово-предупредительных ремонтов машин к системе их обслуживания по фактическому состоянию – мировой тренд в технической диагностике.

Практическим стимулом для написания настоящей научной статьи стала необходимость оперативного и достаточно точного построения механической характеристики электродвигателя типа 5A200M6БУЗ в рамках студенческой научно-исследовательской работы (НИРС) по изучению крутильных колебаний, возникающих в электроприводе прокатного стана дуо-160 [3]. Именно это послужило поводом для изучения возможностей нейросети DeepSeek как инструмента инженерных расчётов в области электротехники.

#### Цель и задача исследования

Цель исследования – рассмотреть возможность применения студентами нейросети DeepSeek для исследования режимов работы асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором в процессе подготовки к выступлению на конференции «Студенческая научная весна».

Объект исследования – электродвигатель 5A200M6БУЗ, приводящий рабочие валки прокатного стана дуо-160. На этом оборудовании студенты кафедры «Оборудование и технологии прокатки» МГТУ им. Н.Э. Баумана выполняют лабораторные работы, что обеспечивает прямую верификацию результатов, полученных нейросетью (рис. 1, 2, 3).

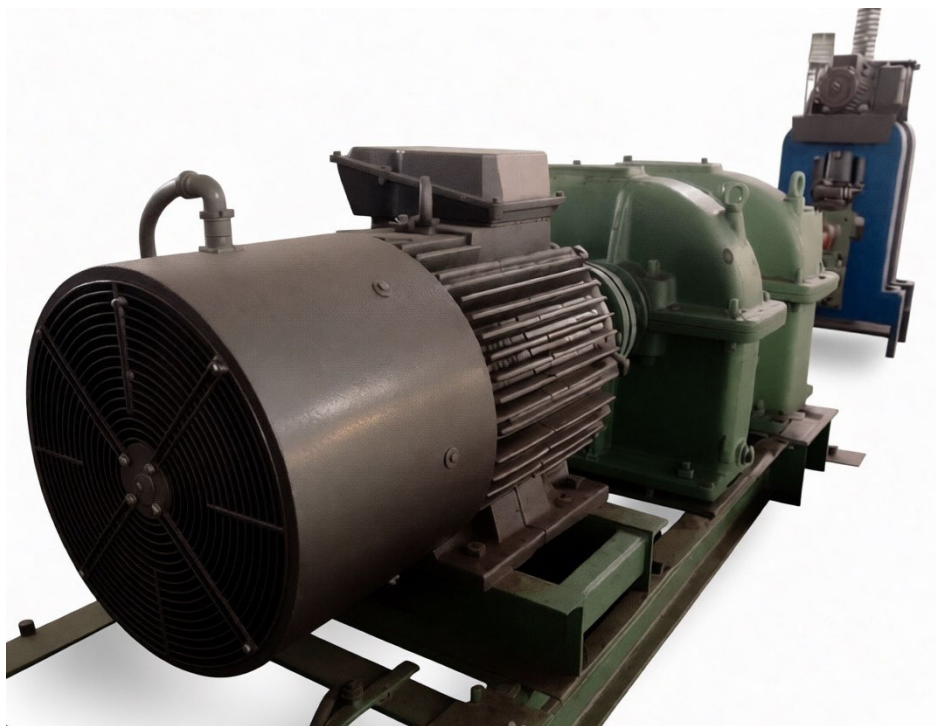


Рисунок 1. Электропривод рабочих валков

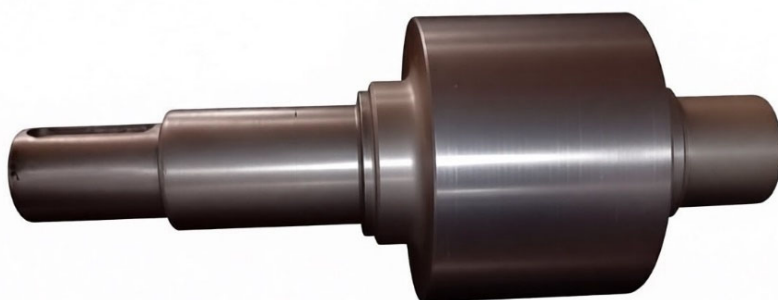


Рисунок 2. Рабочий валок

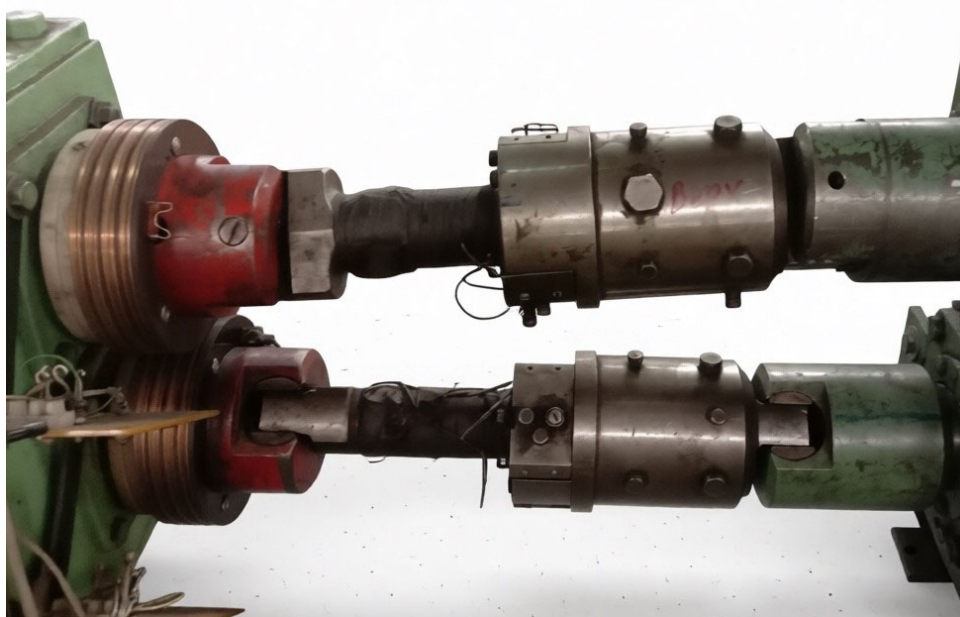


Рисунок 3. Диагностическая аппаратура на шпинделях

Задача исследования – разработать подход к построению нейросетью DeepSeek механической характеристики асинхронного электродвигателя типа 5A200M6БУЗ по его паспортным данным.

Механическая характеристика электродвигателя во многом определяет его демпфирующую способность: чем жестче эта характеристика в рабочей точке, тем эффективнее электродвигатель подавляет крутильные колебания. Поэтому для более глубокого анализа крутильных колебаний, возникающих в электроприводе прокатного стана дуо-160, необходимо построить в рамках НИРС механическую характеристику двигателя 5A200M6БУЗ.

#### Материалы и методы исследования

Исходные данные для исследования (номинальная мощность, частота вращения, коэффициент полезного действия и др.) взяты с заводской таблички (шильдика) электродвигателя 5A200M6БУЗ (рис. 4).



Рисунок 4. Шильдик электродвигателя

В настоящей научной статье авторы использовали метод численного моделирования на языке Python, который в последние годы широко распространен в инженерных расчетах благодаря своей синтаксической простоте и наличию мощных библиотек линейной алгебры и визуализации. В отличие от таких специализированных пакетов как MATLAB и MathCAD, Python распространяется свободно, что очень важно для образовательного процесса, в частности для выполнения студентами НИРС. Кроме того, интеграция языка Python с нейросетевой моделью DeepSeek позволяет студентам генерировать в автоматическом режиме расчетные скрипты (коды) по текстовому описанию (промптам).

#### Результаты и их обсуждение

На основе введенных паспортных данных электродвигателя типа 5A200M6БУЗ нейросеть DeepSeek сгенерировала следующий программный код на языке Python, реализующий расчёт механической характеристики по формуле Клосса:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Паспортные данные двигателя 5A200M6БУЗ
Pnom = 22000 # номинальная мощность, Вт
nnom = 975 # номинальная частота вращения, об/мин
n0 = 1000 # синхронная частота, об/мин
lambda_m = 2.2 # перегрузочная способность
```

```

# Расчёт параметров
snom = (n0 - nnom) / n0 # номинальное скольжение
Mnom = Pnom / (2 * nr.pi * nnom / 60) # номинальный момент, Н м
Mmax = lambda_m * Mnom # критический момент
sk = snom * (lambda_m + nr.sqrt(lambda_m**2 - 1)) # критическое скольжение

# Диапазон частот вращения от 0 до синхронной
n = nr.linspace(0, n0, 1000)
s = (n0 - n) / n0 # скольжение для каждой частоты

# Формула Клосса для момента
M = (2 * Mmax) / (s/sk + sk/s)
M[n == n0] = 0 # в синхронной точке момент = 0

# Построение графика с переставленными осями
plt.figure(figsize=(12, 7))

# Теперь по горизонтали момент, по вертикали частота вращения
plt.plot(M, n, 'b-', linewidth=2, label='Механическая характеристика')

# Отметим характерные точки
plt.plot(0, n0, 'ko', markersize=8, label=f'Синхронный режим: n={n0} об/мин, M=0')
plt.plot(Mnom, nnom, 'ro', markersize=8, label=f'Номинальный режим: M={Mnom:.1f}
Н м, n={nnom} об/мин')

# Найдём критическую частоту
n_crit = n0 * (1 - sk)
plt.plot(Mmax, n_crit, 'gs', markersize=8, label=f'Критический режим: M={Mmax:.1f}
Н м, n={n_crit:.1f} об/мин')

# Добавим зоны работы (горизонтальные зоны, т.к. оси поменялись)
plt.axhspan(0, n_crit, alpha=0.2, color='red', label='Неустойчивая зона (s > sk)')
plt.axhspan(n_crit, n0, alpha=0.2, color='green', label='Устойчивая зона (s < sk)')

plt.ylabel('Частота вращения n, об/мин', fontsize=12)
plt.xlabel('Момент M, Н м', fontsize=12)
plt.title('Механическая характеристика двигателя 5А200М6БУЗ n = f(M)', fontsize=14)
plt.grid(True, alpha=0.3)
plt.ylim(0, n0 * 1.02)
plt.xlim(-Mmax * 0.1, Mmax * 1.1)
plt.legend(loc='best')
plt.tight_layout()
plt.show()

# Вывод параметров в консоль
print("=== Параметры двигателя 5А200М6БУЗ ===")
print(f"Номинальная мощность: {Pnom/1000:.1f} кВт")
print(f"Синхронная частота: {n0} об/мин")
print(f"Номинальная частота: {nnom} об/мин")

```

```

print(f"Номинальное скольжение: {snom:.4f} ({snom*100:.2f}%)")
print(f"Номинальный момент: {Mnom:.1f} Н м")
print(f"Критический момент: {Mmax:.1f} Н м")
print(f"Критическое скольжение: {sk:.4f} ({sk*100:.2f}%)")
print(f"Критическая частота: {n_crit:.1f} об/мин")

```

Результатом выполнения кода стал компьютерный график механической характеристики, а также числовые значения параметров электродвигателя (рис. 5).

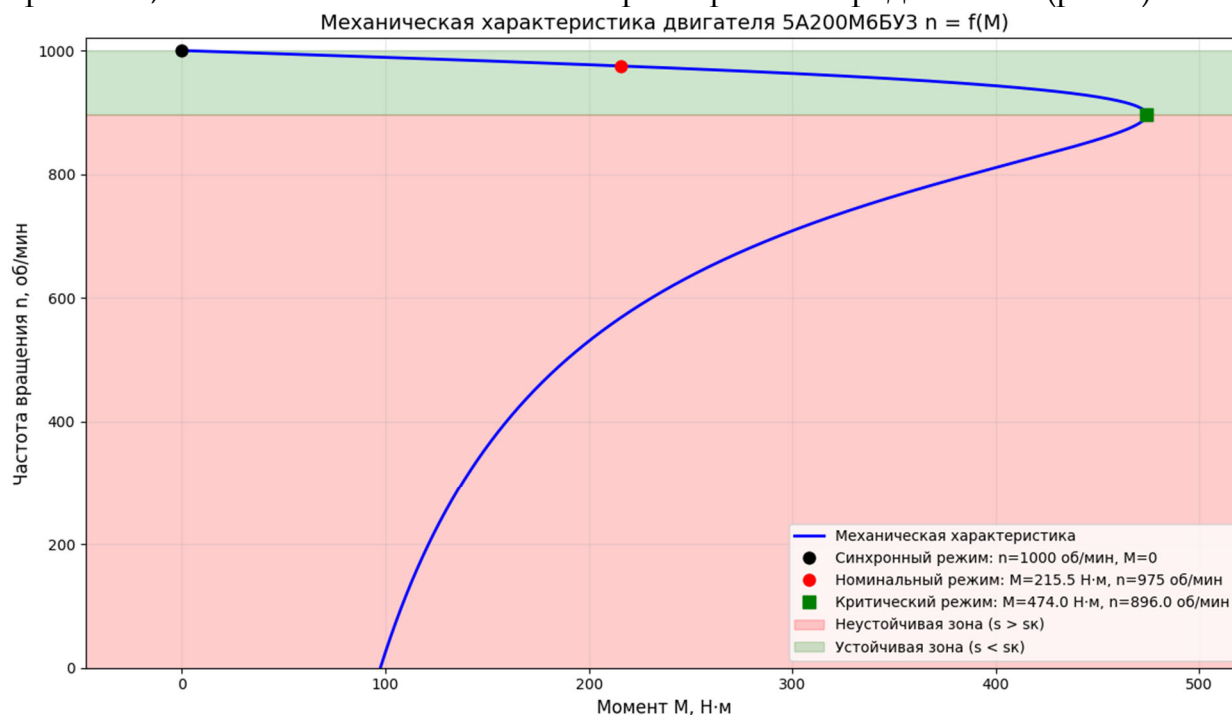


Рисунок 5. Механическая характеристика электродвигателя

Построенная нейросетью DeepSeek кривая (см. рис. 5) качественно воспроизводит ожидаемую механическую характеристику  $n = f(M)$ , характерную для асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором. На графике присутствуют: почти прямолинейный участок в зоне малых скольжений ( $s < s_k$ ), устойчивый рабочий диапазон на интервале от точки холостого хода до точки номинального режима ( $215,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ,  $975 \text{ об/мин}$ ), критическая точка ( $474 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ,  $896 \text{ об/мин}$ ), после которой механическая характеристика становится неустойчивой.

Таким образом, подтверждена возможность использования нейросети DeepSeek для построения механической характеристики асинхронного электродвигателя типа 5А200М6БУЗ по паспортным данным с целью научного исследования режимов его работы.

#### Заключение:

Разработанный нами подход с использованием нейросети DeepSeek для построения механической характеристики асинхронного электродвигателя типа 5А200М6БУЗ поможет студентам успешно выполнить НИРС и подготовить доклад для выступления на конференции «Студенческая научная весна».

#### Список литературы:

1. Толоконников С.В. Особенности использования нейросетей при решении задач естественнонаучных дисциплин. — [Электронный ресурс] Оригинальные

- исследования (ОРИС). 2026. Т.16, №1. С.33–38. – Режим доступа: <https://ores.su/ru/journals/oris-jrn/2026-oris-1-2026/a232476>.
2. Афанасьев А.Д., Соболинский И.А. Использование технологий искусственного интеллекта для диагностики неисправностей автомобильного двигателя. – [Электронный ресурс] Оригинальные исследования (ОРИС). 2026. Т.16, №2. С.78–85. – Режим доступа: <https://ores.su/ru/journals/oris-jrn/2026-oris-2-2026/a232524>.
  3. Мальцев А.А., Тарасенко И.А. К вопросу научного исследования крутильных колебаний в механической части электропривода. – [Электронный ресурс] Оригинальные исследования (ОРИС). 2025. Т.15, №6. С.247–257. – Режим доступа: <https://ores.su/ru/journals/oris-jrn/2025-oris-6-2025/a232186>.

**References:**

1. Tolokonnikov S.V. Features of using neural networks in solving natural science problems. – [Electronic resource] Original Research (ORIS). 2025. Vol.16, No.1. Pp.33–38. – Access mode: <https://ores.su/ru/journals/oris-jrn/2026-oris-1-2026/a232476>.
2. Afanasyev A.D., Sobolinsky I.A. Using artificial intelligence to diagnose car engine problems. – [Electronic resource] Original Research (ORIS). 2026. Vol.16, No.2. Pp.78–85. – Access mode: <https://ores.su/ru/journals/oris-jrn/2026-oris-2-2026/a232524>.
3. Maltsev A.A., Tarasenko I.A. On the issue of scientific research of torsional vibrations in the mechanical part of the electric drive. – [Electronic resource] Original Research (ORIS). 2025. Vol.15, No.6. Pp.247–257. – Access mode: <https://ores.su/ru/journals/oris-jrn/2025-oris-6-2025/a232186>.