

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Факультет систем управления и робототехники



Электрический привод
Лабораторная работа №3

Выполнил студент:

Мысов М.С.

Группа № R33372

Руководитель:

Маматов А.Г.

г. Санкт-Петербург

2023

1. Задание

- 1) Исследование статических характеристик электропривода с АД с КЗР
- 2) Построение динамической модели АД с КЗР
- 3) Построение скалярного частотного управления АД с КЗП

2. Данные для расчета

Вариант – 10

Таблица 1 – характеристики двигателя

Технические данные двигателей основного исполнения, степень защиты IP54, класс нагревостойкости изоляции «F», 2p=6; n = 1000 об/мин

Тип двигателя	Номинальная мощность, кВт	Номинальная частота вращения, об/мин	Коэффициент полезного действия, %	Коэффициент мощности	Номинальный ток при 380 В, А	Номинальный момент, Нм	Индекс механической характеристики	Отношение пускового момента к номинальному моменту	Отношение пускового тока к номинальному току	Отношение максимального момента к номинальному моменту	Динамический момент инерции ротора, кг·м²	Масса, кг	Сервис-фактор
5A80MA6	0.75	930	70,0	0,68	2,4	7,7	I	2,0	4,5	2,3	0,0033	14	1,15

3. Расчет

Задание 1. Исследование статических характеристик электропривода с АД с КЗР

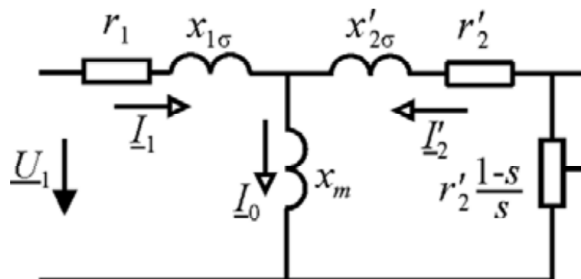


Рисунок 1. Схема замещения двигателя

Расчет недостающих значений для определения параметров схемы замещения

$$U_{1N} = \frac{U_N}{\sqrt{3}} = 219.39 \text{ В}$$

$$I_{1N} = I_N = 2.4 \text{ А}$$

$$\omega_1 = 2\pi f = 314.16 \text{ рад/с}$$

$$z_p = \frac{2p}{2} = 3$$

$$s_N = 1 - \frac{n_N}{n_1} = 0.07$$

Активное сопротивление статора

$$r_1 = \frac{U_{1N} I_{1N} \cos \phi_{1N} - M_N \omega_1 / (m_1 z_p)}{I_{1N}^2} = 15.498 \text{ Ом}$$

Активное сопротивление ротора

$$r'_{20} = \frac{m_1 z_p U_{1N}^2 s_N}{\omega_1 M_N} = 12.54 \text{ Ом}$$

Критическое скольжение

$$s_m(r'_2) = \frac{s_N (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - A(r'_2)})}{A(r'_2)} = 0.43$$

Индуктивное сопротивление ветви короткого замыкания

$$x_{ks}(r'_2) = \sqrt{\frac{r'_2}{s_m(r'_2)}^2 - r_1^2} = 17.575 \text{ Ом}$$
$$b(r'_2) = \frac{x_{ks}(r'_2)}{(r_1 + r'_2/s_N)^2 + (x_{ks}(r'_2))^2} = 0.00068 \text{ Ом}$$

Индуктивное сопротивление ветви намагничивания

$$x_m(r'_2) = \frac{1}{(I_N \sqrt{1 - \cos^2 \phi_{1N}}) / U_{1N} - b(r'_2)} = 136.23 \text{ Ом}$$
$$I'_2(r'_2) = \frac{U_{1N}}{\sqrt{(r_1 + r'_2/s_m(r'_2))^2 + x_{ks}(r'_2)^2}} = 1.38 \text{ А}$$

Относительное значение опрокидывающего момента

$$\mu_m(r'_2) = \frac{m_1 z_p (I'_2(r'_2))^2 r'_2}{\omega_1 s_m M_N} = 0.167$$

Коэффициенты вытеснения

$$k_r(h) = h \frac{sh2h + \sin 2h}{ch2h - \cos 2h} = 1.13$$
$$k_x(h) = \frac{3}{2h} \frac{sh2h + \sin 2h}{ch2h - \cos 2h} = 0.96$$

Пусковой момент

$$\mu_s(h) = \frac{m_1 z_p U_{1N}^2 r'_2 k_r}{\omega_1 \left((r_1 + r'_2 k_r(h))^2 + (x_{1\sigma} + x'_{2\sigma} k_x(h))^2 \right) M_n} = 2$$

Семейства механических характеристик

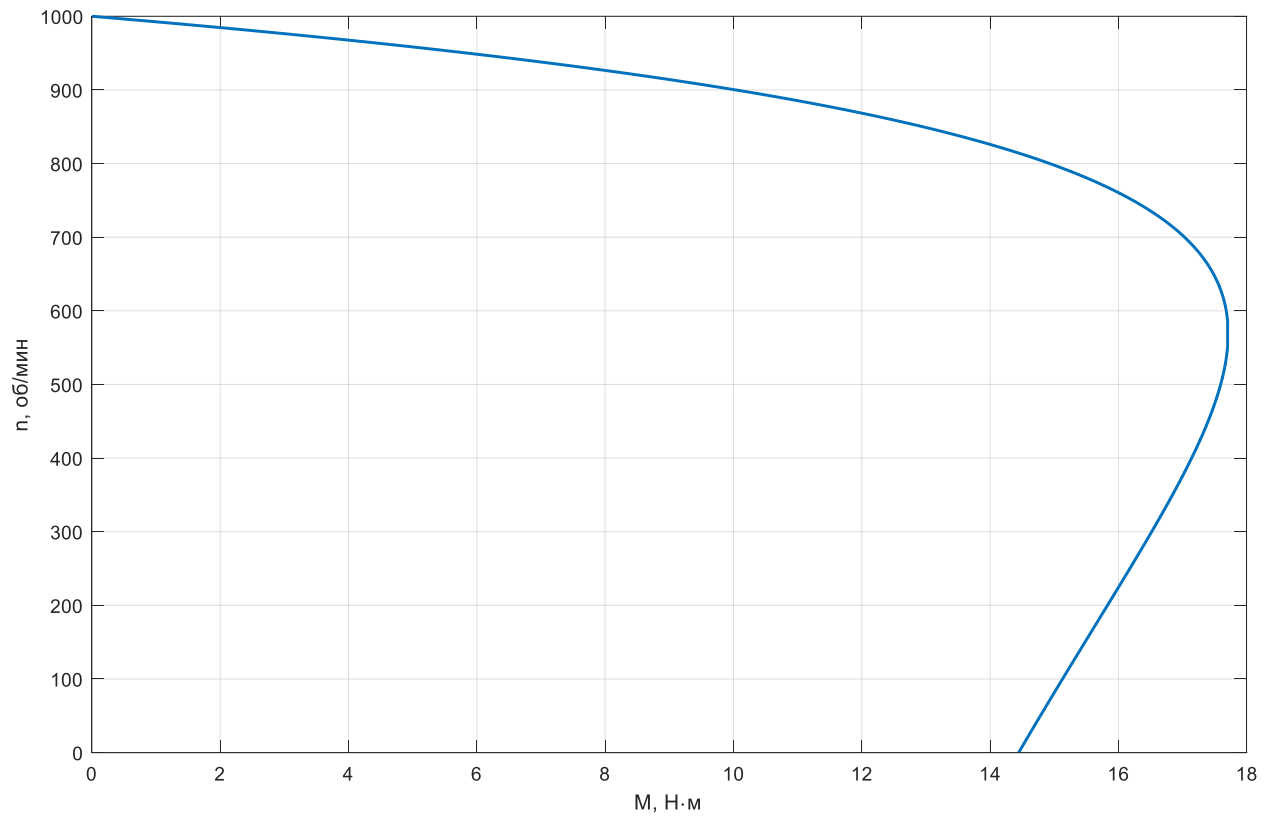


Рисунок 2 – $M(n)$

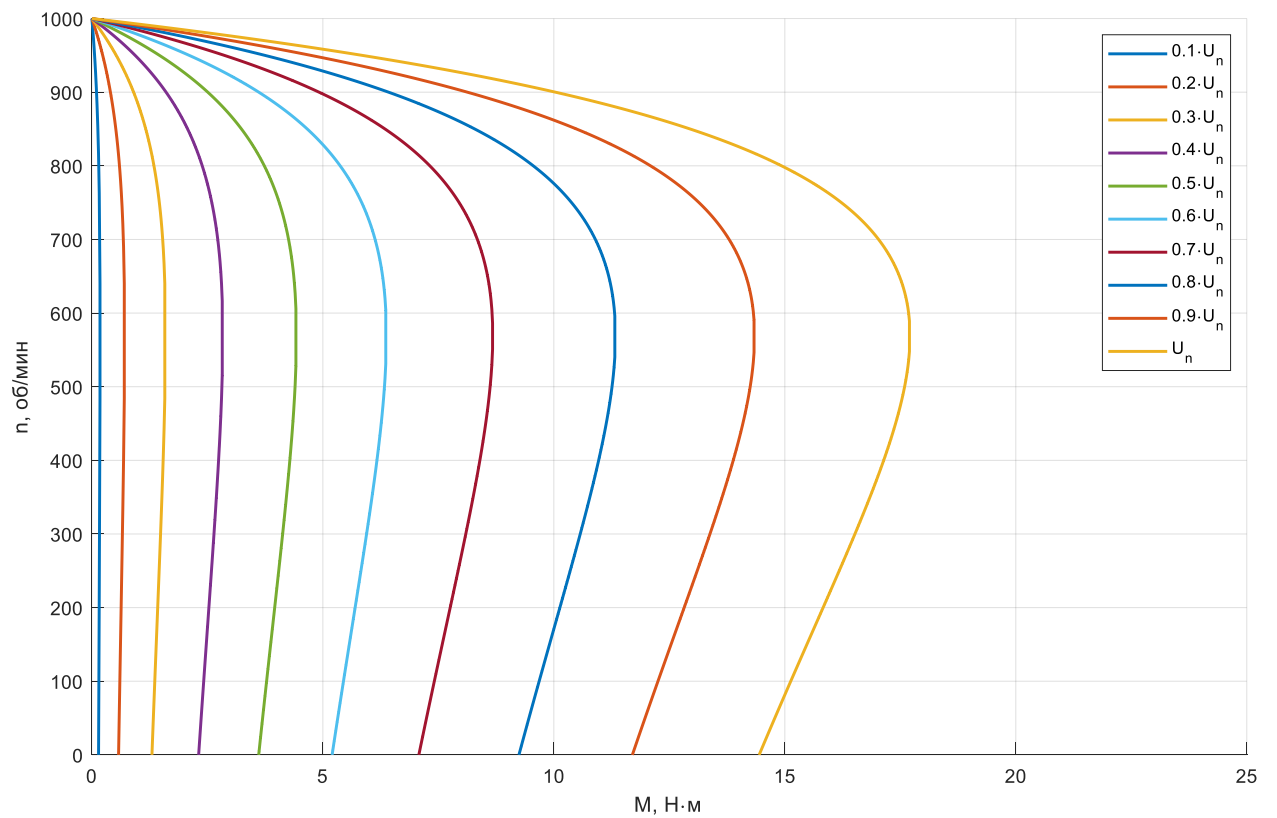


Рисунок 3 - механическая характеристика при изменении напряжения питания

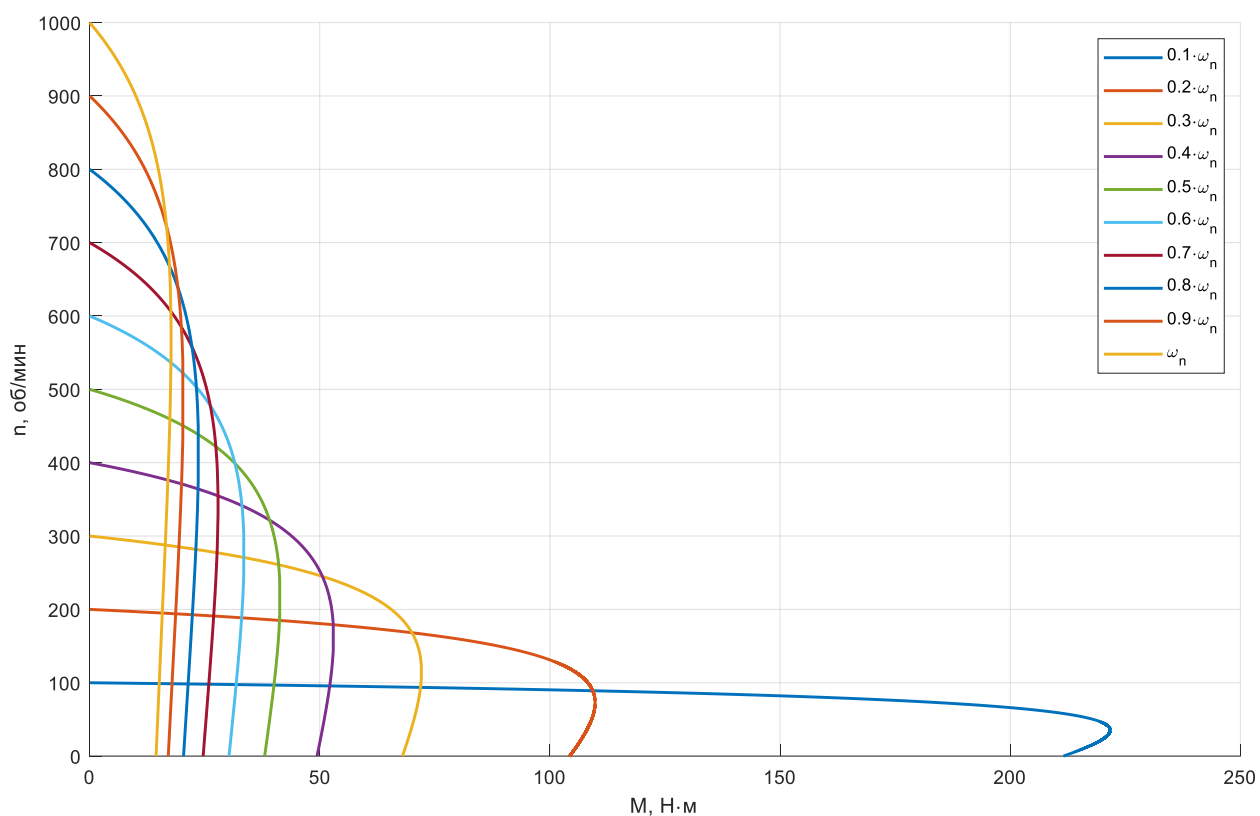


Рисунок 4 - механическая характеристика при изменении частоты питания

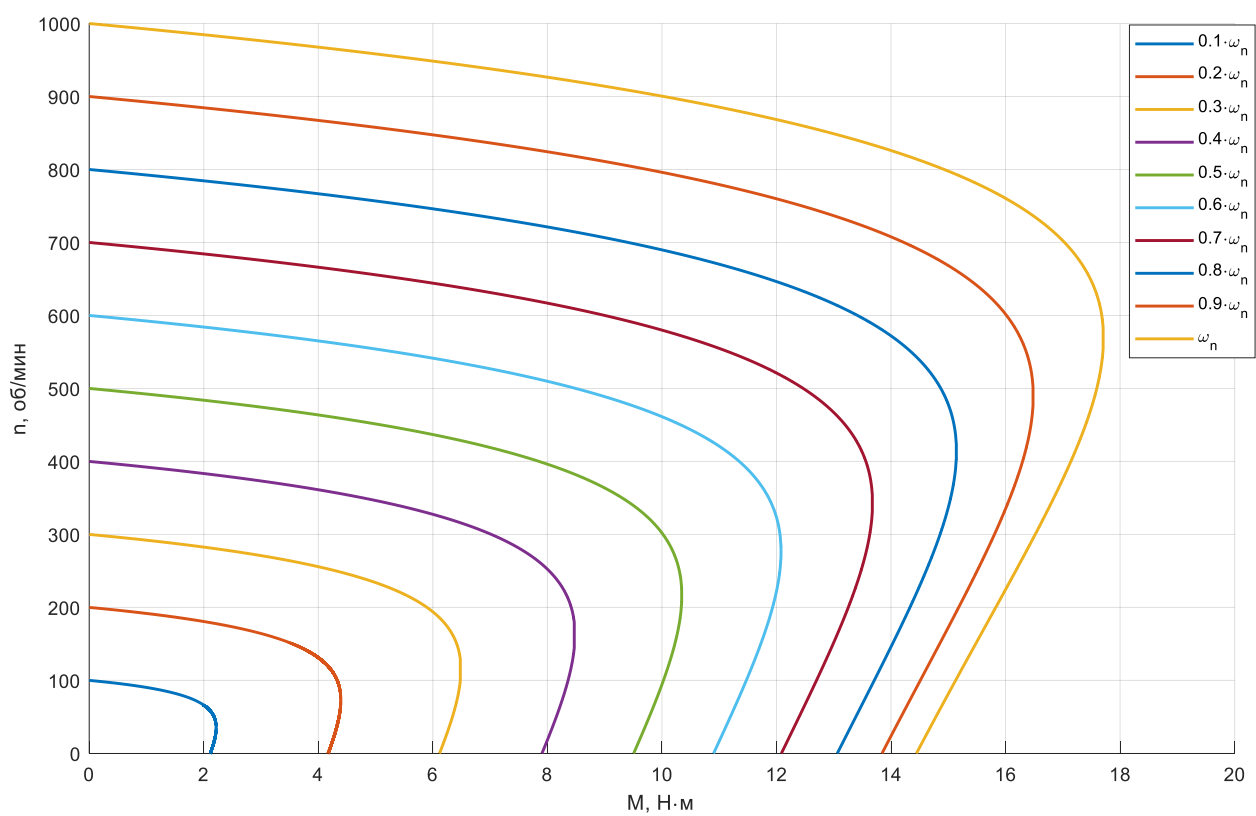


Рисунок 5 – механическая характеристика при скалярном частотном регулировании

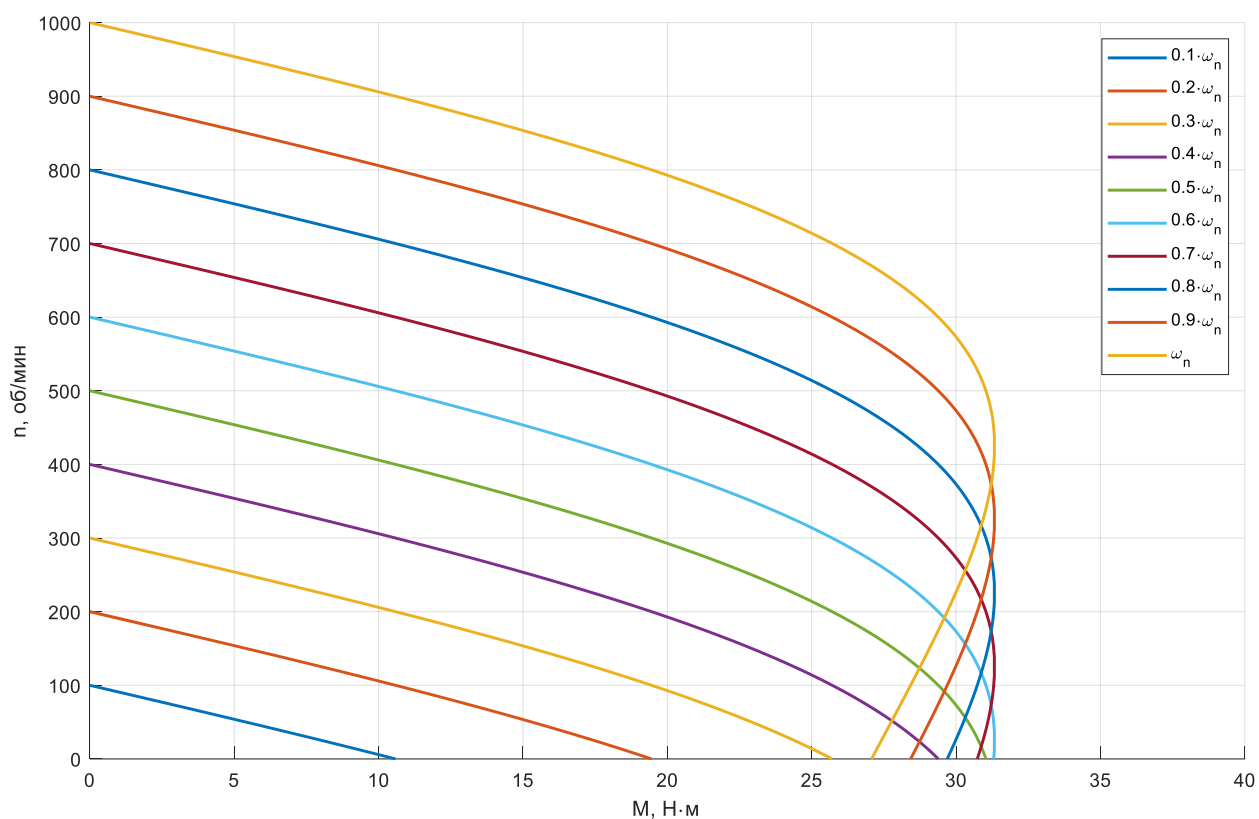


Рисунок 6 – механическая характеристика при скалярном частотном регулировании и IR компенсации

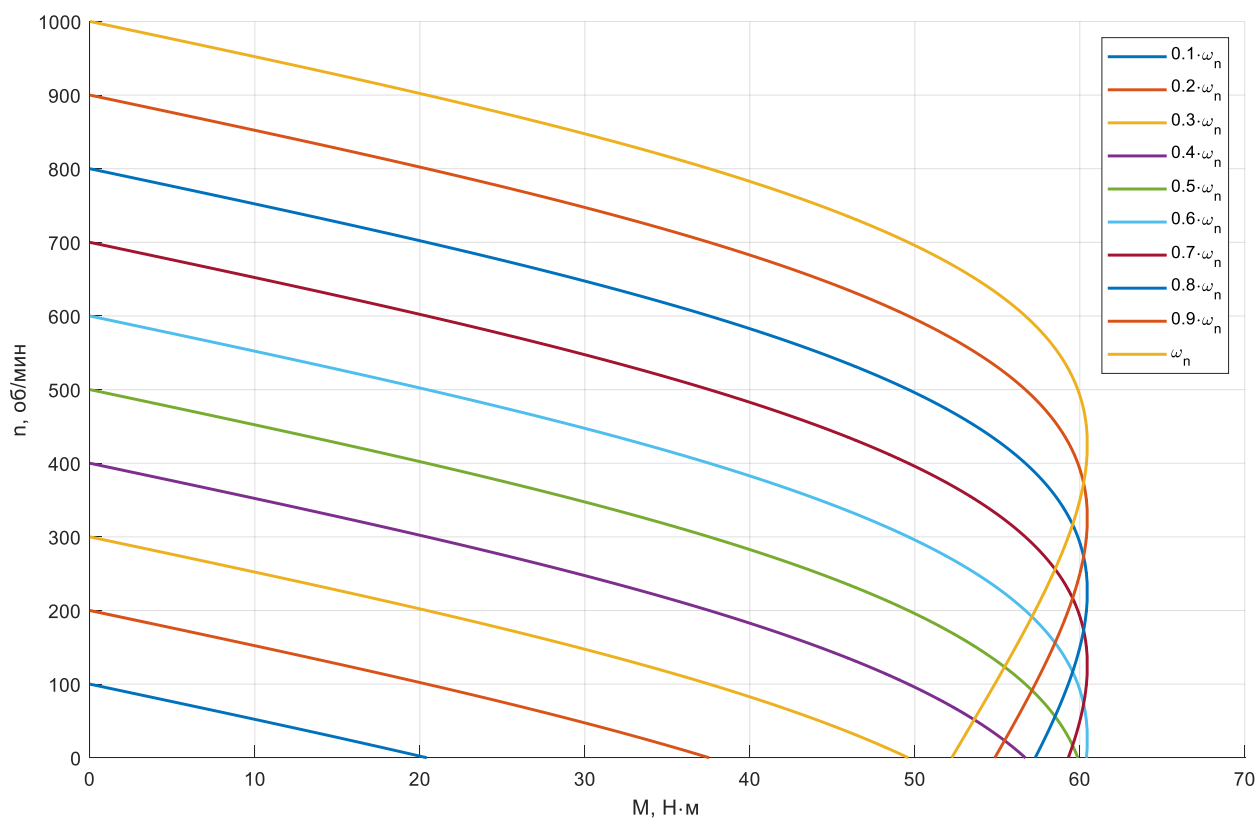


Рисунок 7 – механическая характеристика при скалярном частотном регулировании и IZ компенсации

Задание 2. Построение динамической модели АД с КЗР

Модель Simulink

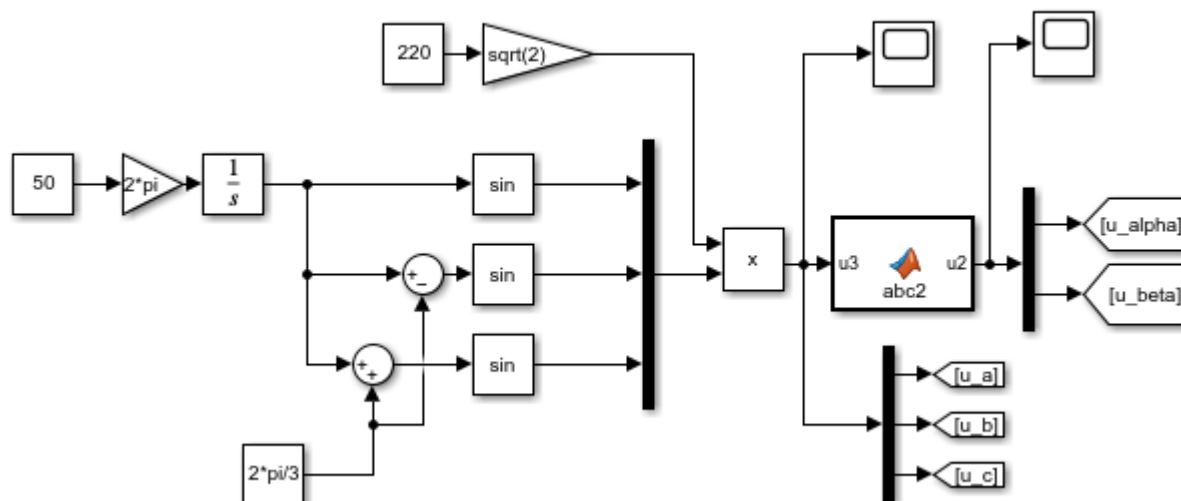


Рисунок 8 – генератор 3-х фазного напряжения

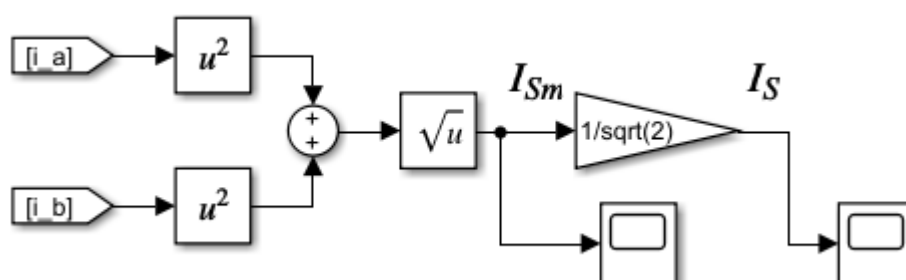


Рисунок 9 – расчет тока статора

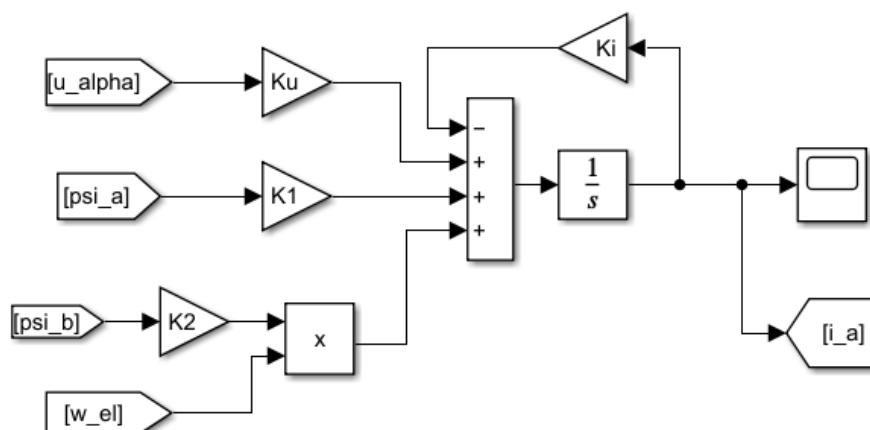


Рисунок 10 – ток статора в двухфазной неподвижной системе координат

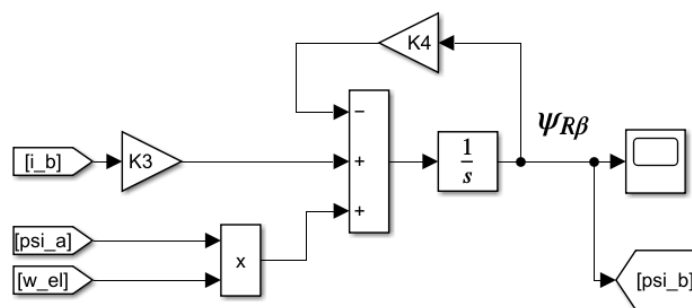


Рисунок 11 – потокосцепление в двухфазной неподвижной системе координат

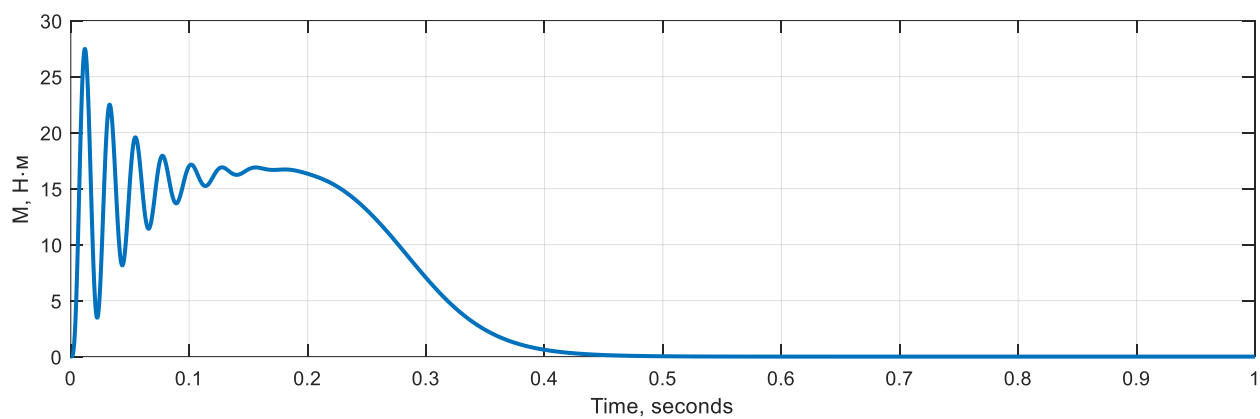


Рисунок 12 – график момента при прямом пуске АД

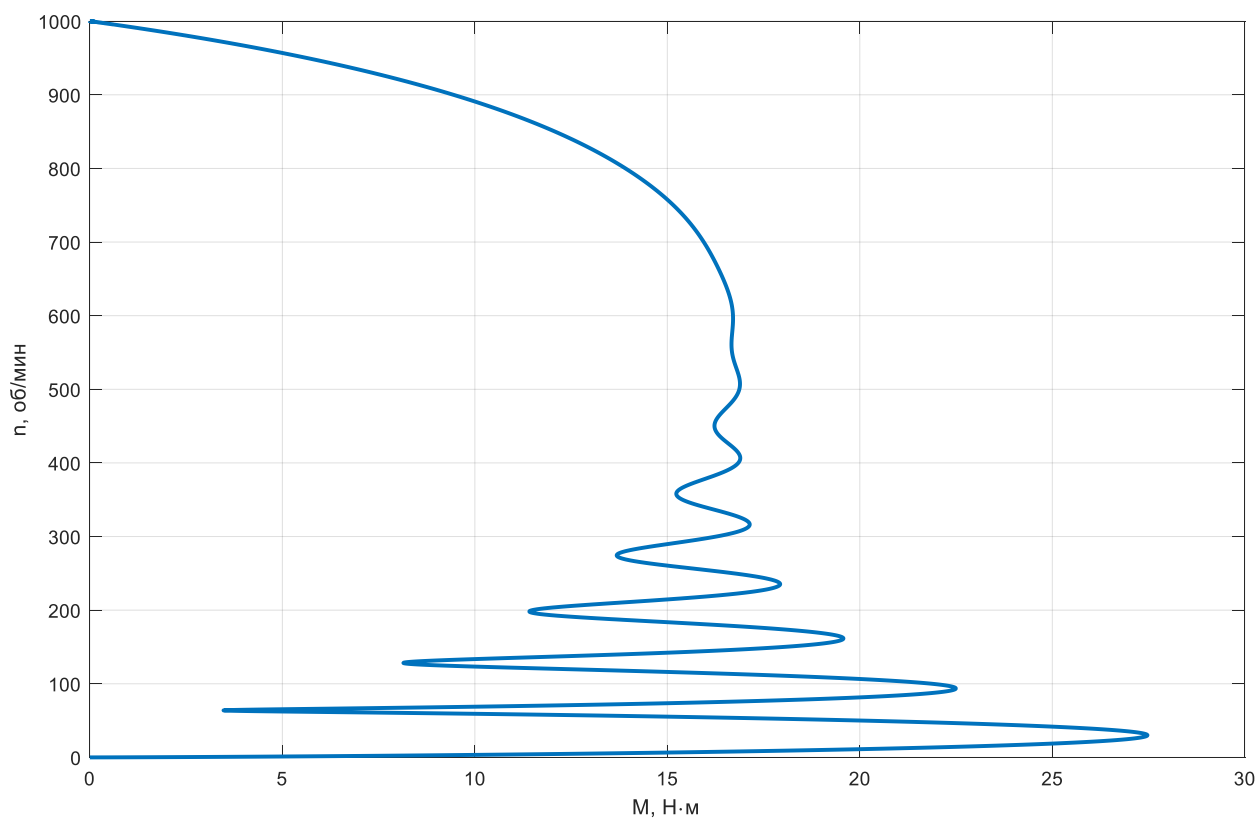


Рисунок 13 – график момента при прямом пуске АД

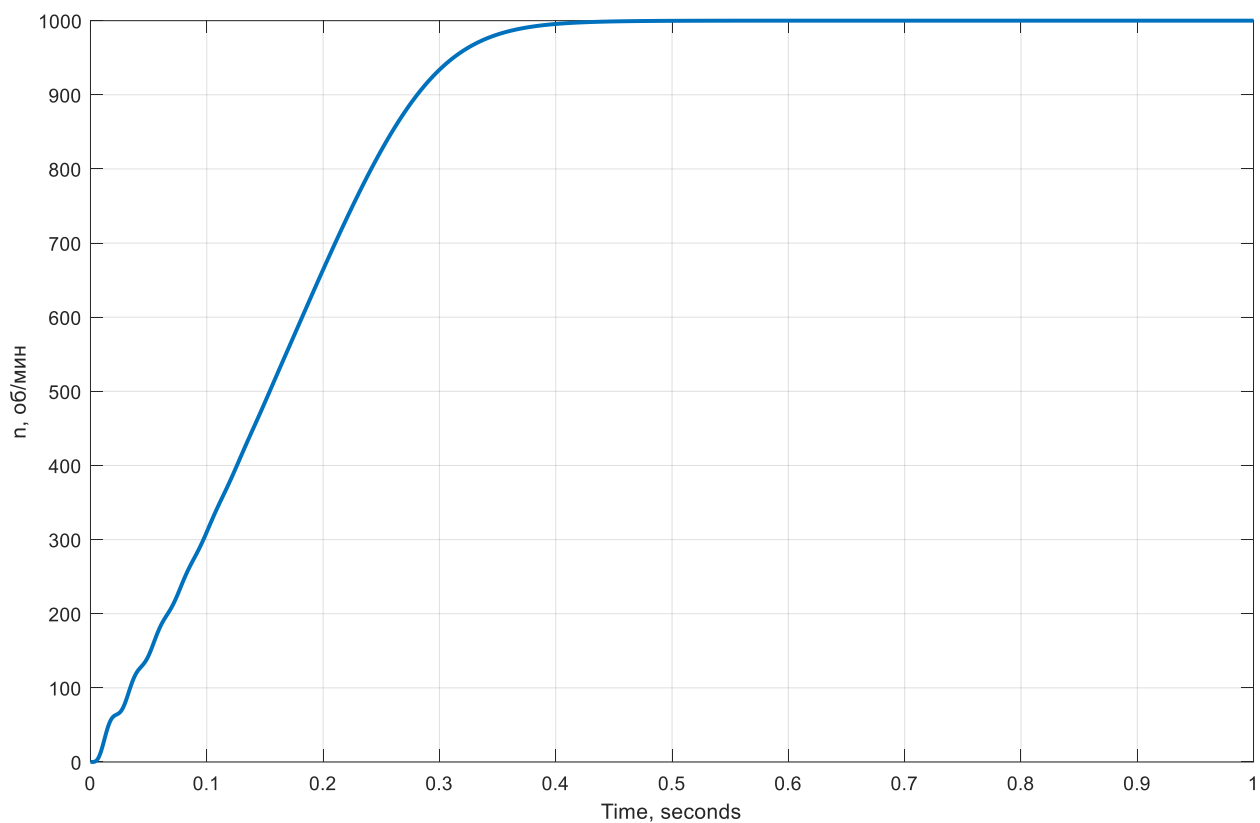


Рисунок 14 – график скорости при прямом пуске АД

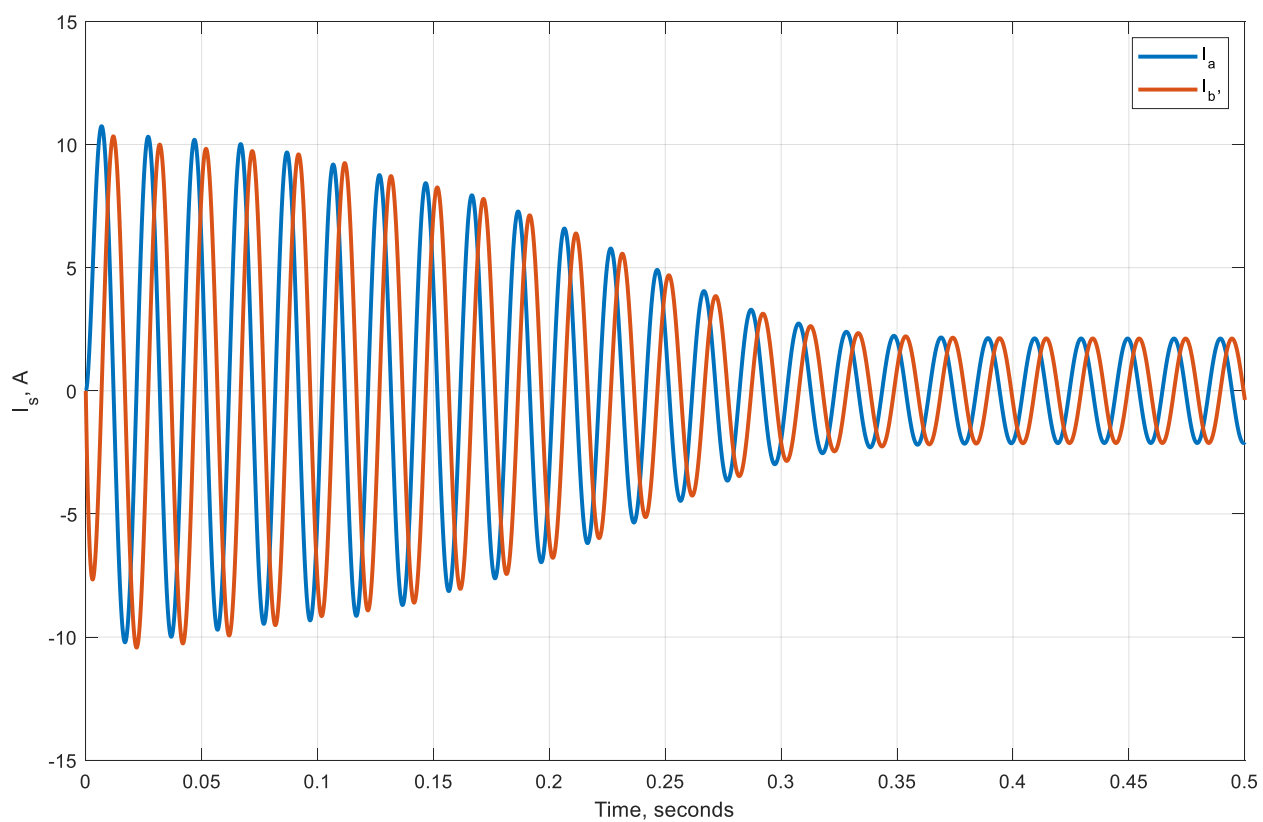


Рисунок 15 – график тока статора

Модель Simscape

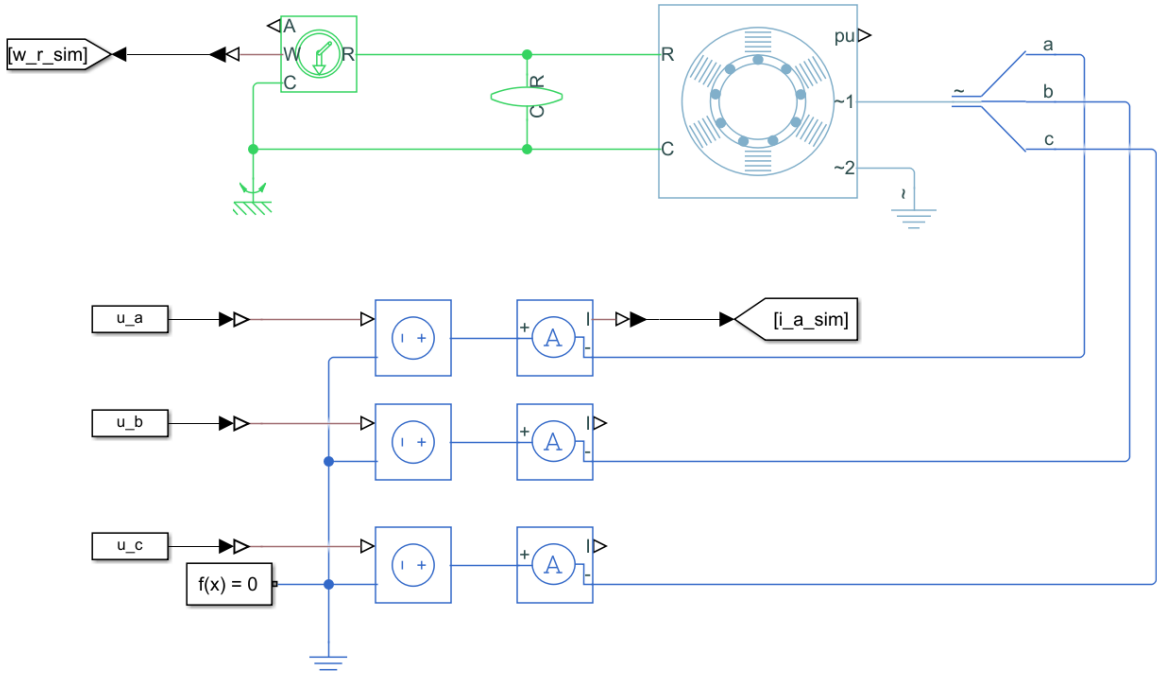


Рисунок 16 – схема Simcare

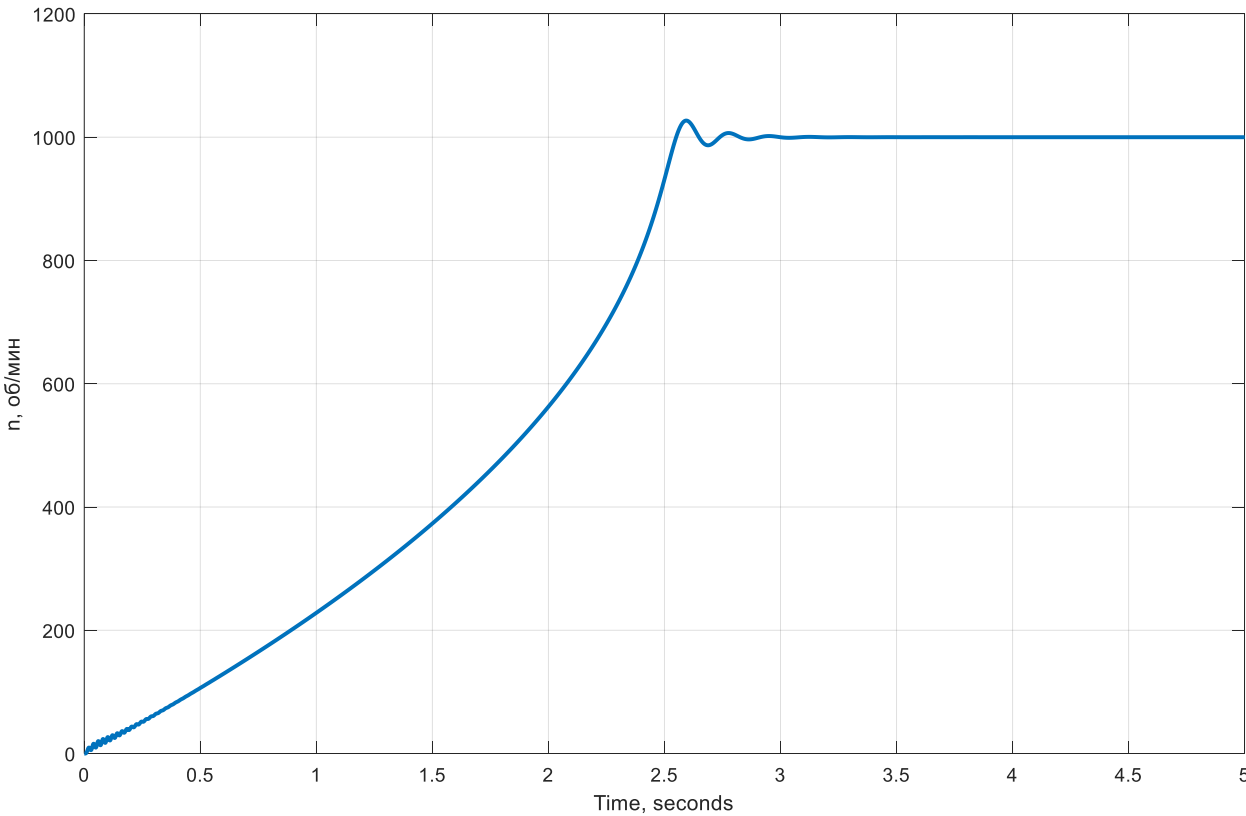


Рисунок 17 – график скорости при пуске в Simscape

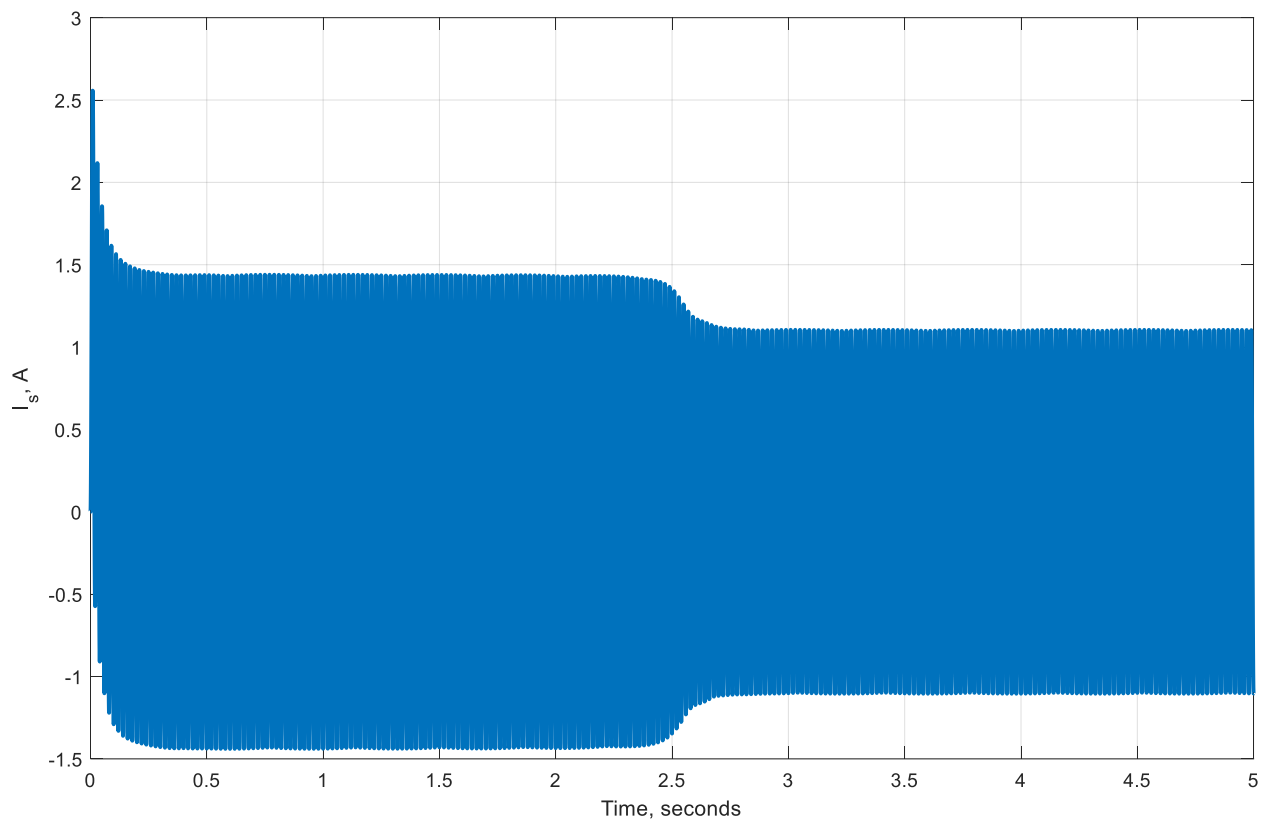


Рисунок 18 – график тока статора

Задание 3. Построение скалярного частотного управления АД с КЗР

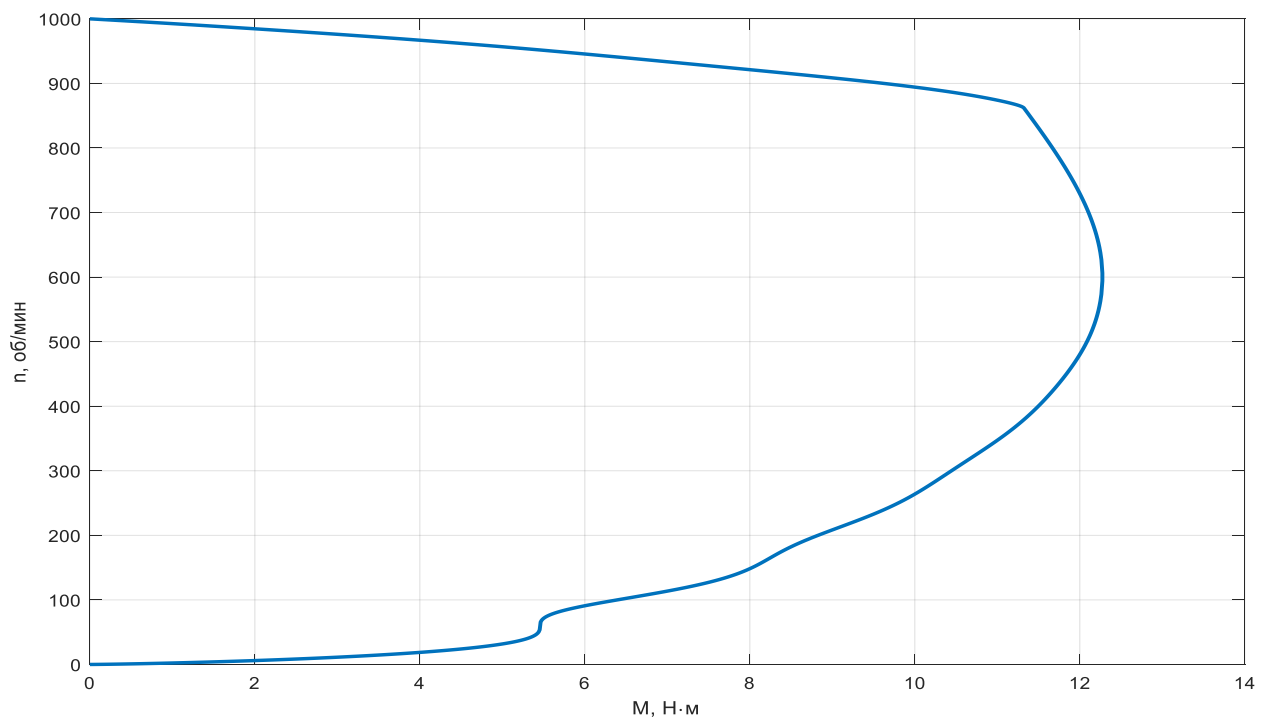


Рисунок 19 – частотный пуск АД без нагрузки

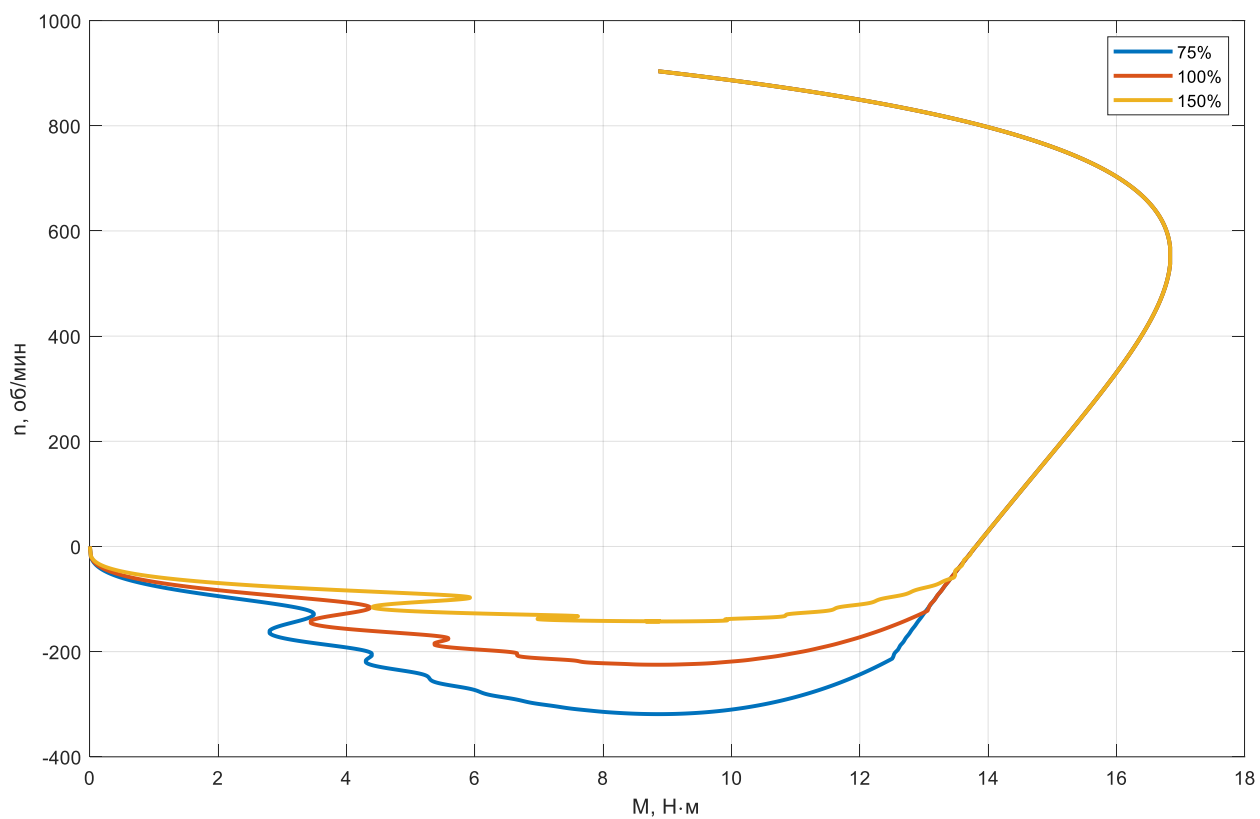


Рисунок 20 – частотный пуск АД с нагрузкой, с разными скоростями нарастания частоты

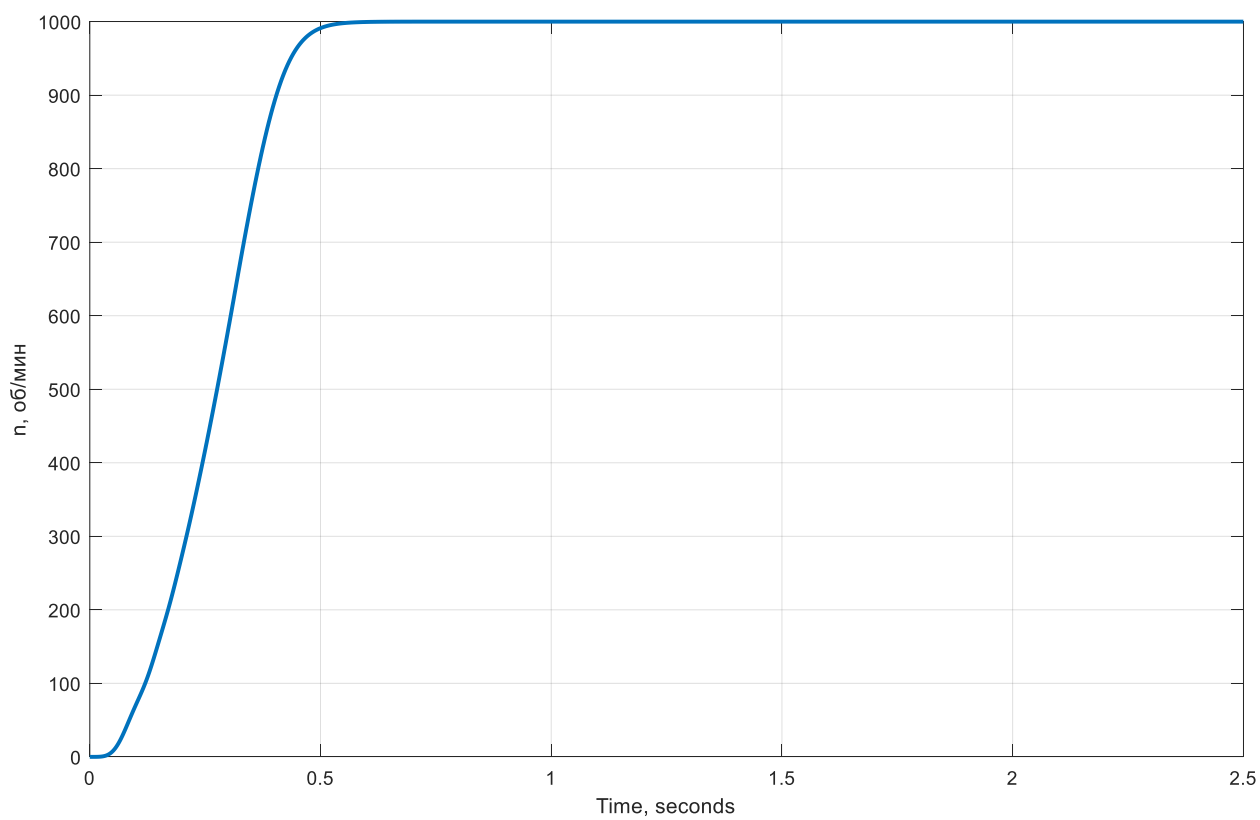


Рисунок 21 – график скорости при частотном пуске АД без нагрузки

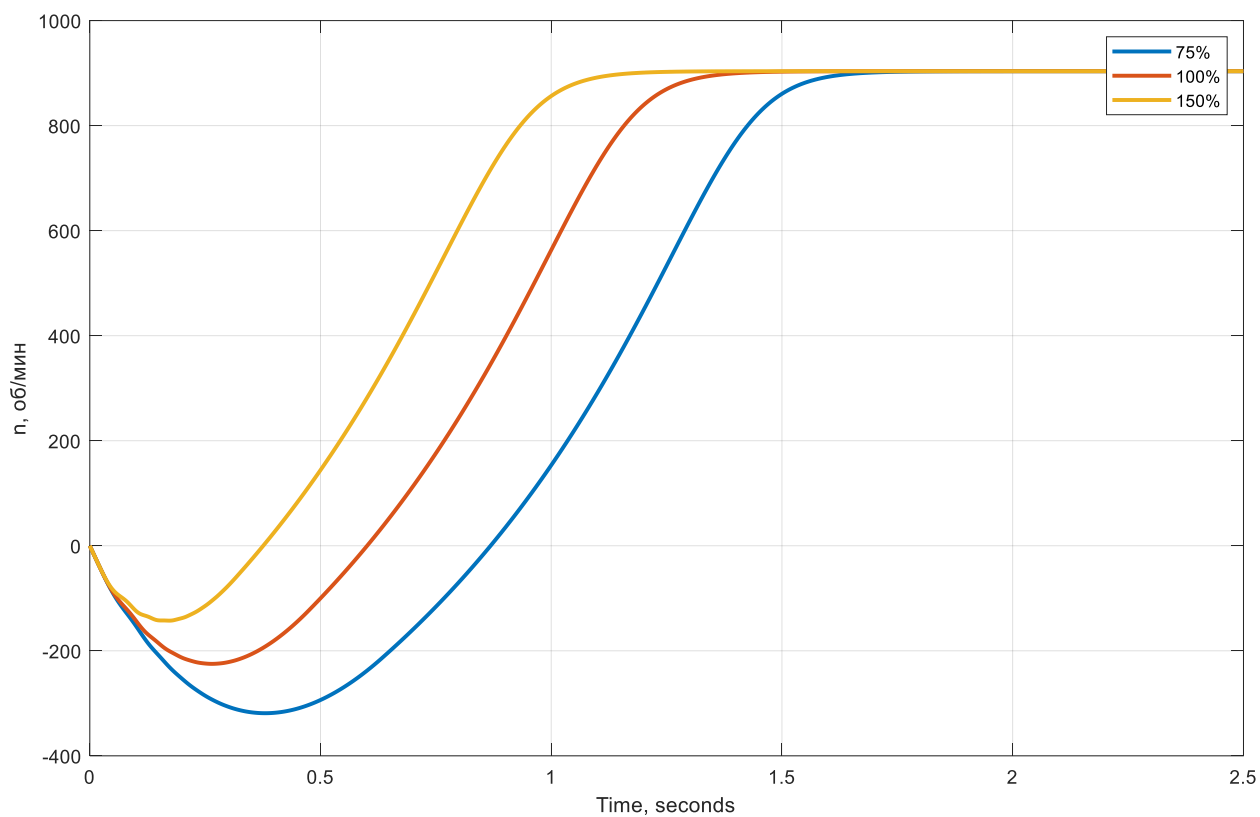


Рисунок 22 – график скорости при частотном пуске АД с нагрузкой и разной скоростью управления

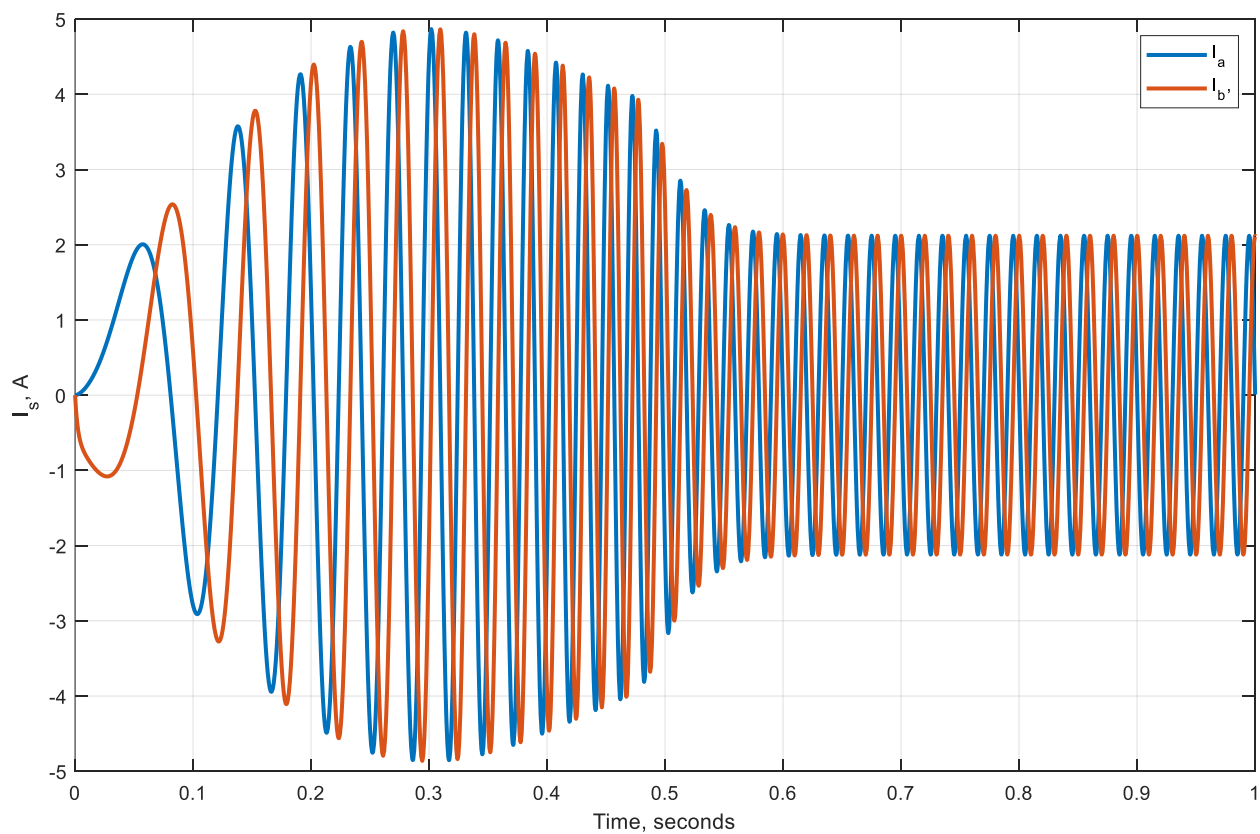


Рисунок 23 – график тока статора при частотном пуске АД без нагрузки

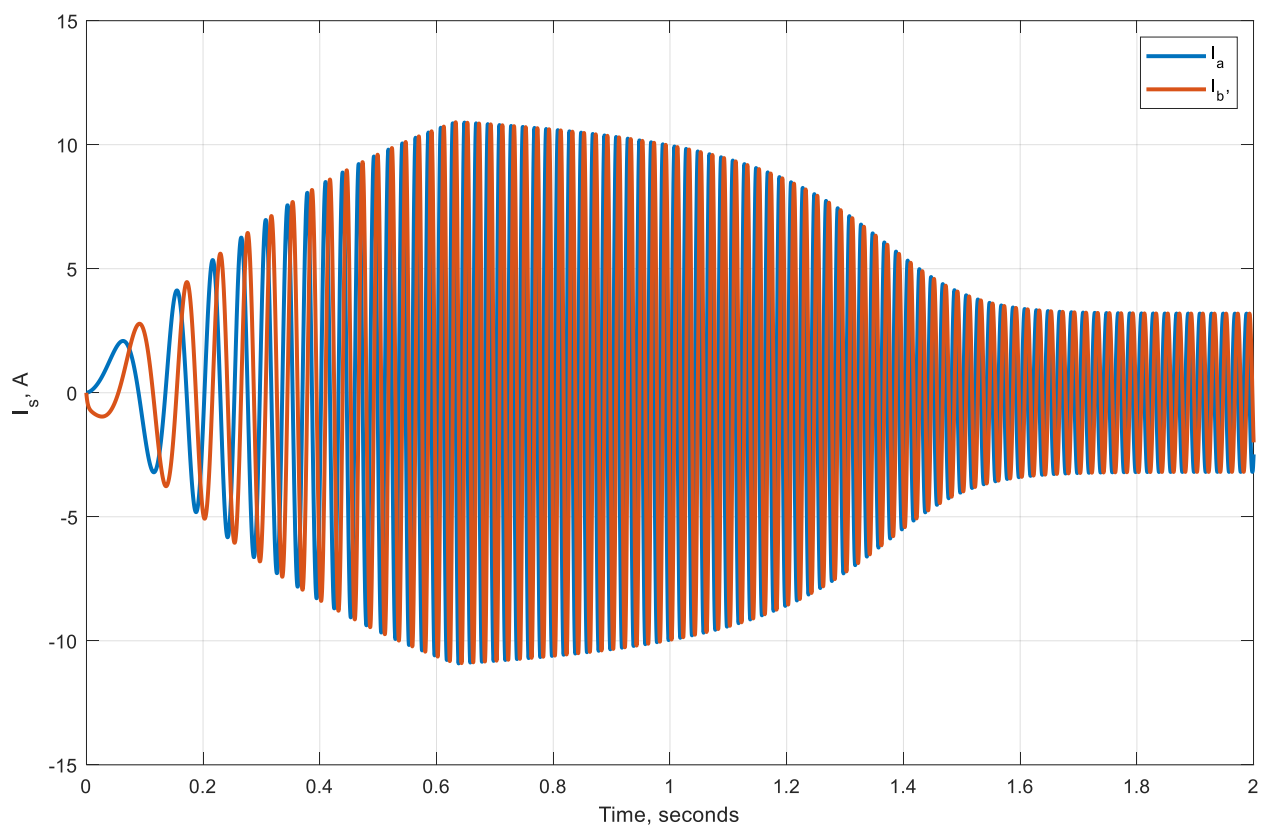


Рисунок 24 – график тока статора при частотном пуске АД с нагрузкой и скоростью нарастания частоты 75%

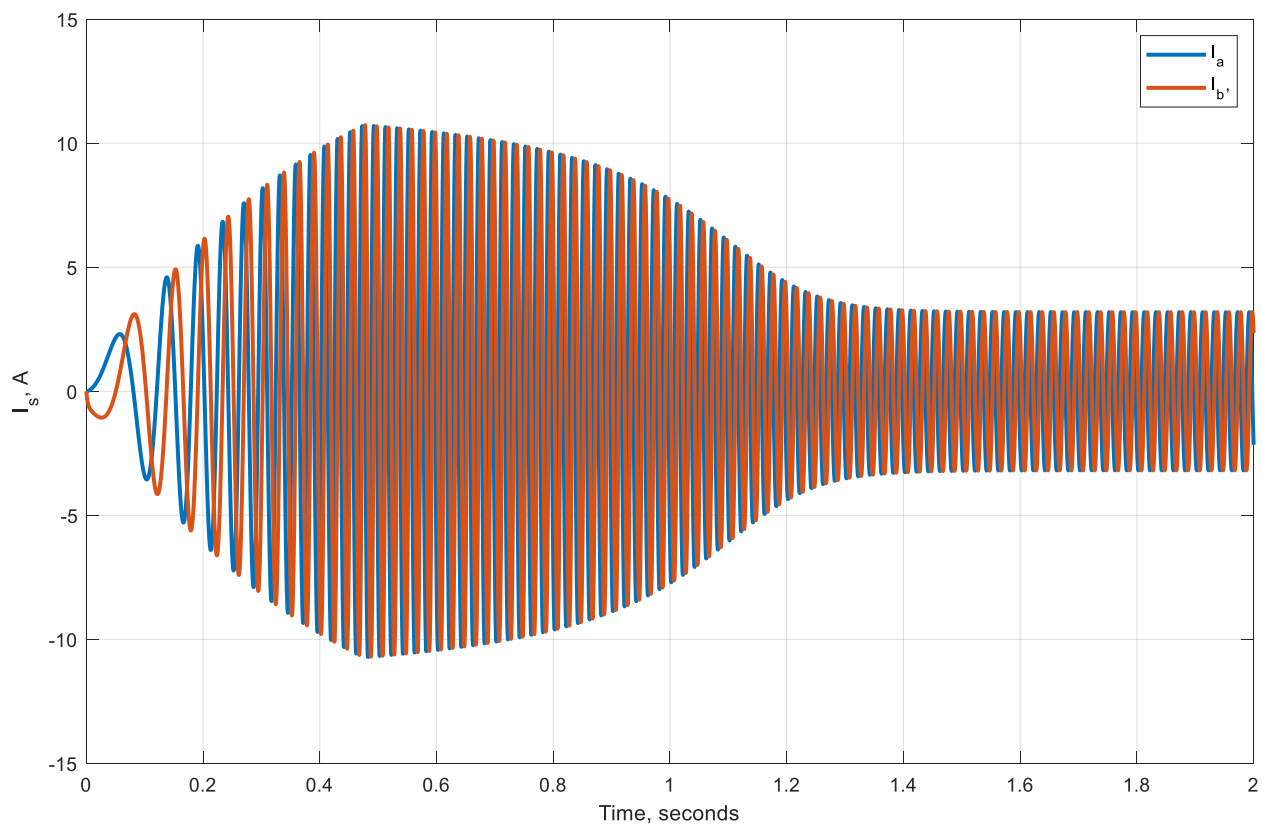


Рисунок 25 – график тока статора при частотном пуске АД с нагрузкой и скоростью нарастания частоты 100%

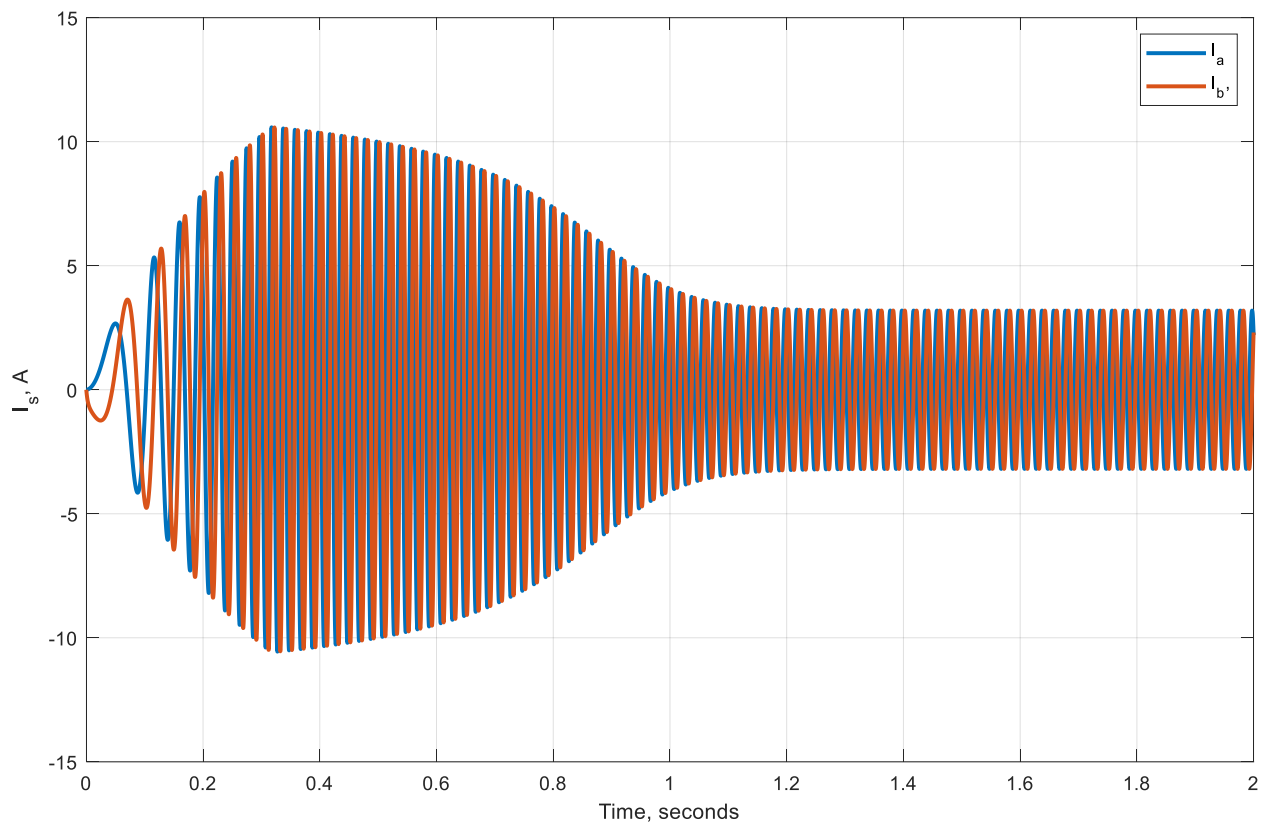


Рисунок 26 – график тока статора при частотном пуске АД с нагрузкой и скоростью нарастания частоты 150%

Вывод

В данной работе были успешно исследованы статические и динамические характеристики электропривода с АД с КЗР. Были построены семейства механических характеристик при разных регулирований. А также модели в Simulink и Simscape, с помощью которых проведено моделирование прямого пуска АД и пуска с линейным увеличением частоты питания. Построены графики тока статора, момента и скорости.