

ФИЗИКА

Математическое моделирование электропривода на базе асинхронного двигателя с векторным управлением в пакете SimPowerSystems

Емельянов Александр Александрович, доцент;
 Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;
 Прокопьев Константин Васильевич, студент;
 Ситенков Александр Александрович, студент;
 Пестеров Дмитрий Ильич, студент;
 Юнусов Тимур Шамильевич, студент;
 Устинов Артем Павлович, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет

Целью данной работы является овладение технологией сборки модели электропривода на базе асинхронного двигателя с векторным управлением в пакете SimPowerSystems для использования в лабораторной работе по дисциплине «Математическое моделирование электромеханических систем». За основу принята математическая модель из электронного ресурса [1]. Показаны пути поиска разделов необходимых элементов схемы

электропривода, позволяющих студентам без больших потерь времени получить необходимые характеристики. Полезные рекомендации по работе в SimPowerSystems даны в работах [2], [3], [4], [5].

Общая схема электропривода показана на рис. 1.

Модель асинхронного двигателя (Induction Motor) представлена блоком Asynchronous Machine SI Units из раздела Machines библиотеки SimPowerSystems (Sims-

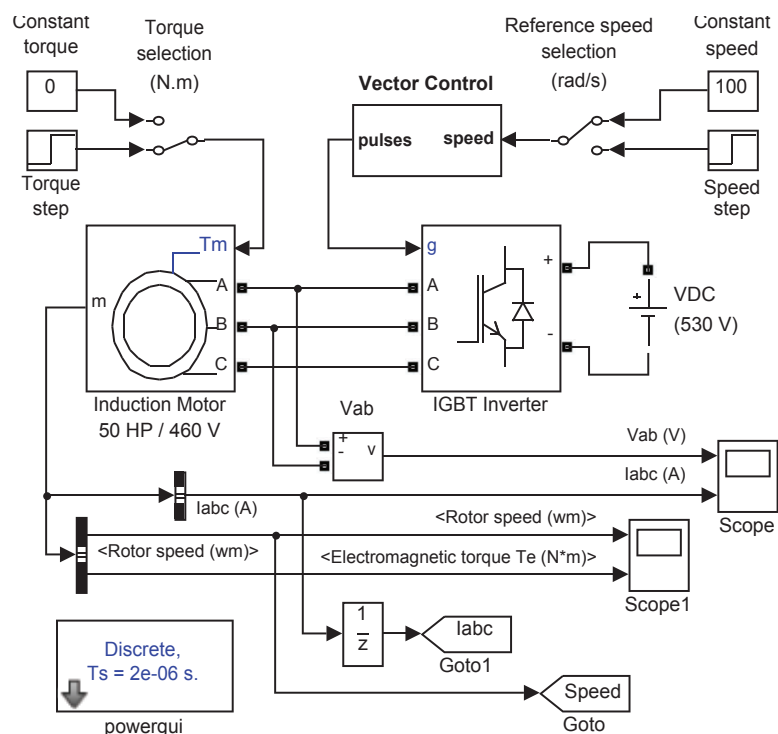


Рис. 1. Электропривод на базе асинхронного двигателя с векторным управлением

саре), инвертор напряжения (IGBT Inverter) представлен блоком Universal Bridge из раздела Power Electronics (рис. 2). Источник питания VDC (блок DC Voltage Source) необходимо взять из раздела Electrical Sources и задать постоянное напряжение 530 В.

Параметры асинхронного двигателя даны на рис. 3.

Параметры инвертора напряжения приведены на рис. 4. Скорость (Speed) и нагрузка на валу двигателя (Torque) задаются постоянными (блоки Constant), либо ступенчатыми в блоках Step. Параметры блоков Torque step и Speed step представлены на рис. 5.

Единичная дискретная задержка 1/z осуществляется блоком Unit Delay из раздела Discrete библиотеки Simulink. Для работы модели необходим блок Powergui, который можно найти в разделе Fundamental Blocks би-

блиотеки SimPowerSystems (Simscape). Параметры этих блоков следует задать в соответствии с рис. 6.

Блоки Goto и Goto1 служат для передачи сигналов в блоки From. В поле Goto tag необходимо задать наименования сигналов: Speed и Iabc (рис. 7).

Блок векторного управления (Vector Control), представленный на рис. 8, включает в себя: регулятор скорости, регулятор тока, блоки расчета токов и потока, угла положения и преобразователи координат. Сборку каждой из схем следует производить в блоках Subsystem раздела Ports & Subsystems библиотеки Simulink.

Регулятор скорости (Speed Controller) представлен на рис. 9. Параметры дискретного интегратора 1 (Discrete-Time Integrator1) даны на рис. 13. Пределы ограничителя величины сигнала (блок Saturation) показаны на схеме (рис. 9).

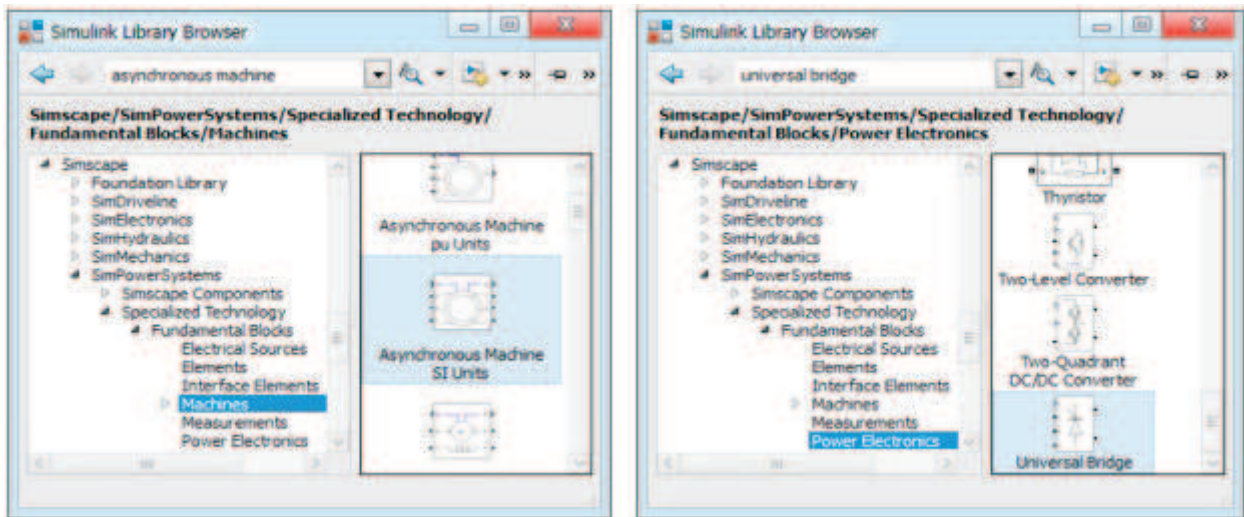


Рис. 2. Расположение блоков Asynchronous Machine SI Units и Universal Bridge

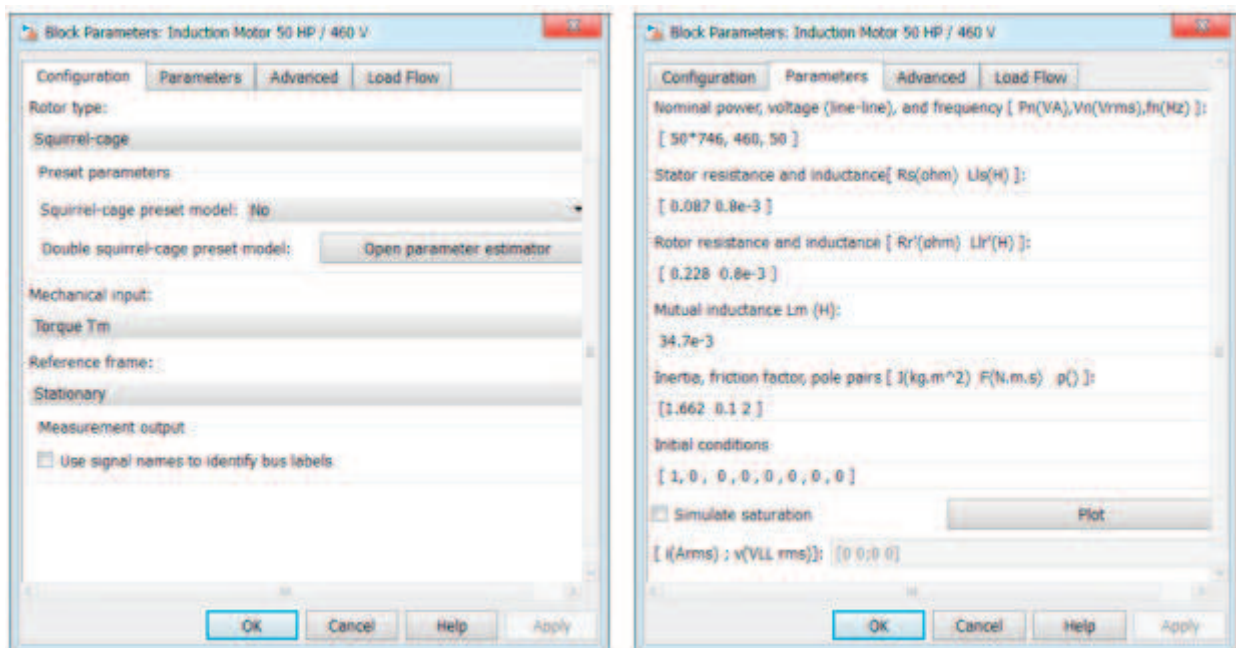


Рис. 3. Параметры асинхронного двигателя

Блоки расчета токов i_{qs}^* и i_{d}^* показаны на рис. 10 и 11. В блоке Fcp необходимо задать следующее выражение:
 $u [1] * 0.341 / (u [2] + 1e-3)$.
 Блок расчета угла положения θ представлен на рис. 12. В блоке Fcn1 необходимо задать выражение:

$34.7e-3 * u [1] / (u [2] * 0.1557 + 1e-3)$.
 Параметры дискретного интегратора 2 (Discrete-Time Integrator2) даны на рис. 13.
 Расчет потока (Flux Calculation) показан на рис. 14. Параметры блока Discrete Transfer Fcn даны на рис. 15.

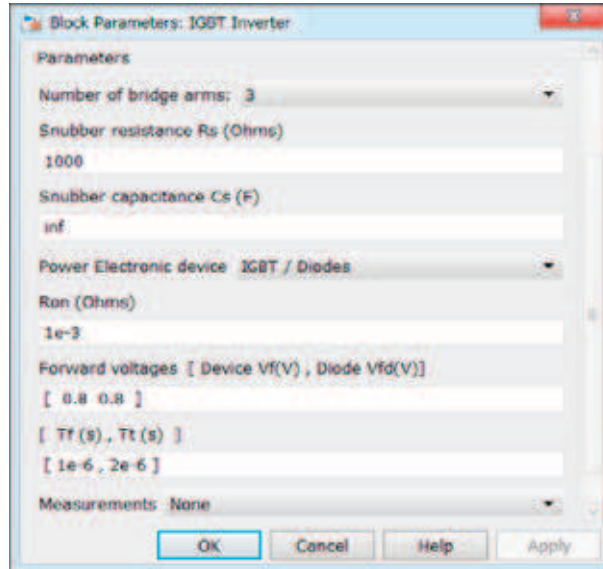


Рис. 4. Параметры инвертора напряжения

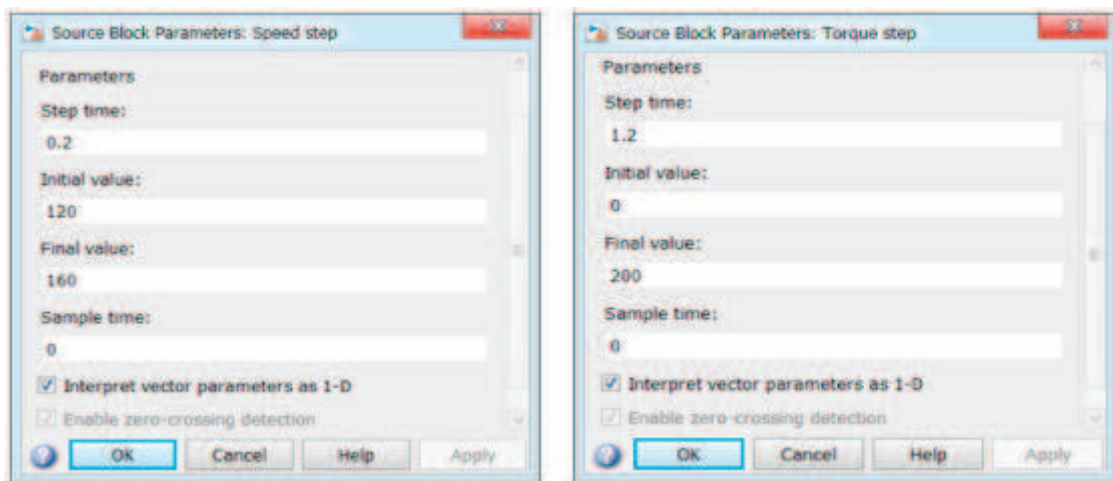


Рис. 5. Параметры задатчиков скорости и нагрузки на валу (Speed step и Torque step)

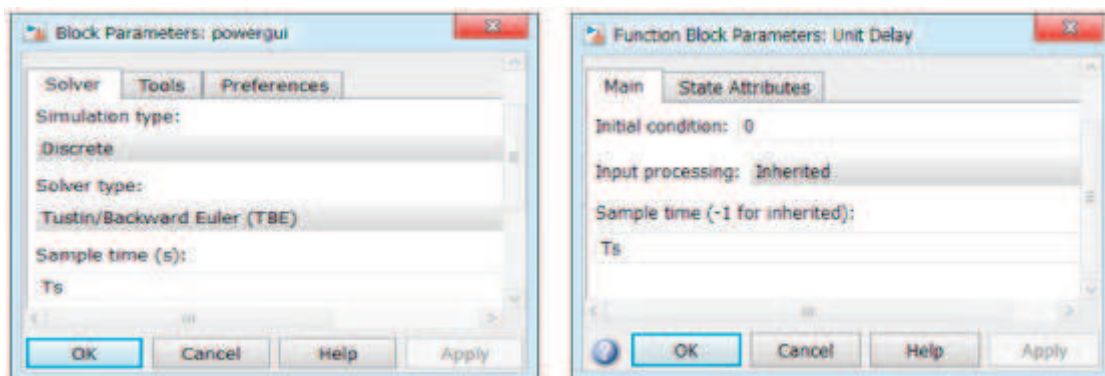


Рис. 6. Параметры блоков Powergui и Unit Delay

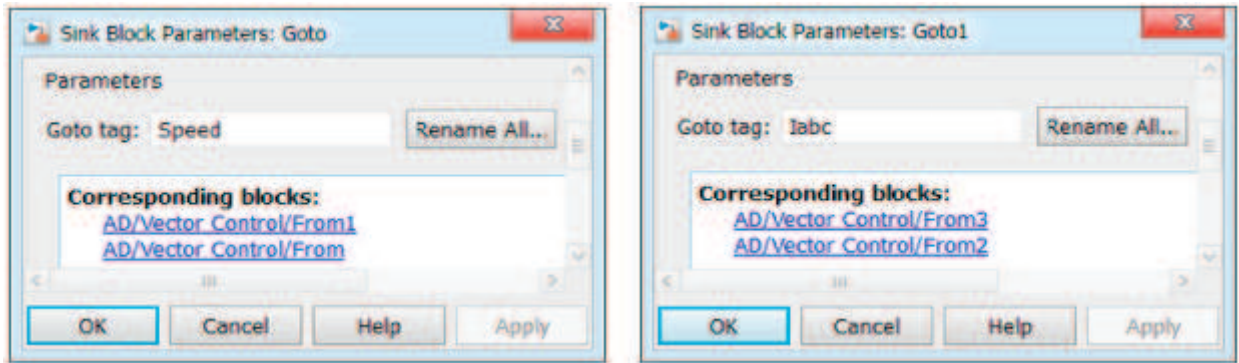


Рис. 7. Параметры блоков Goto и Goto1

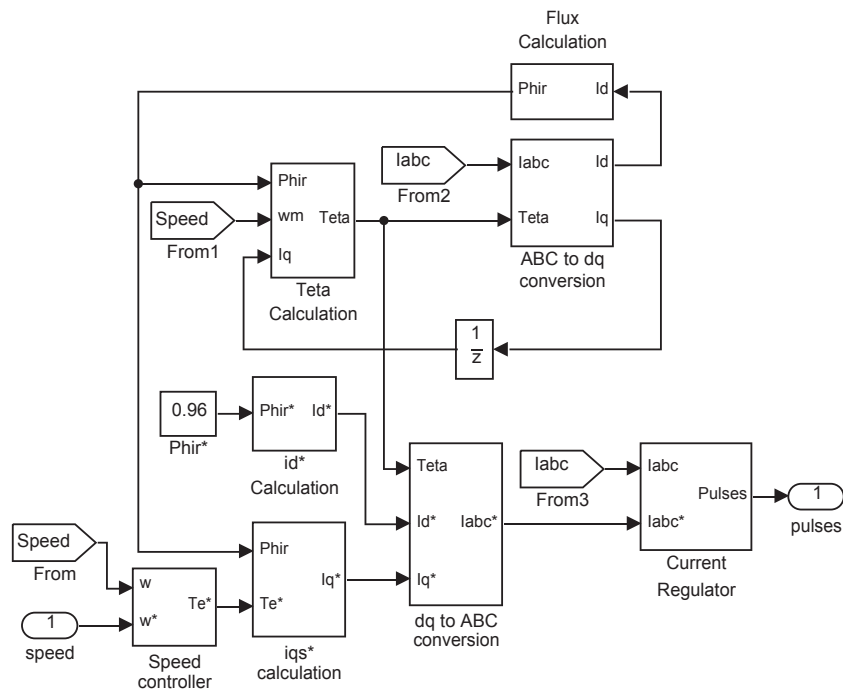


Рис. 8. Блок векторного управления (Vector Control)

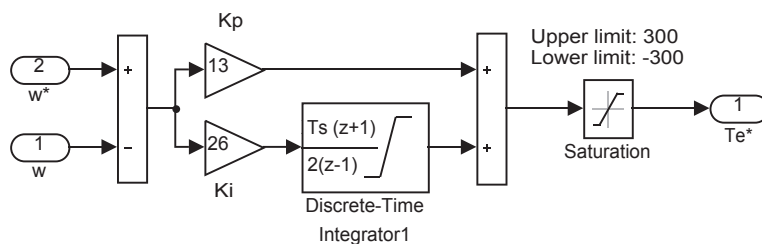


Рис. 9. Регулятор скорости (Speed Controller)

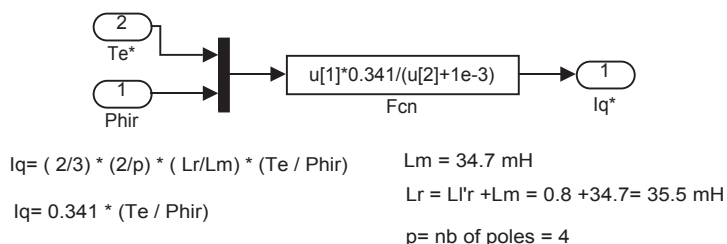


Рис. 10. Расчет тока i_{qs}^* (блок i_{qs}^* calculation)

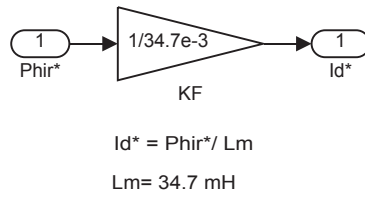


Рис. 11. Расчет тока i_d^* (блок i_d^* Calculation)

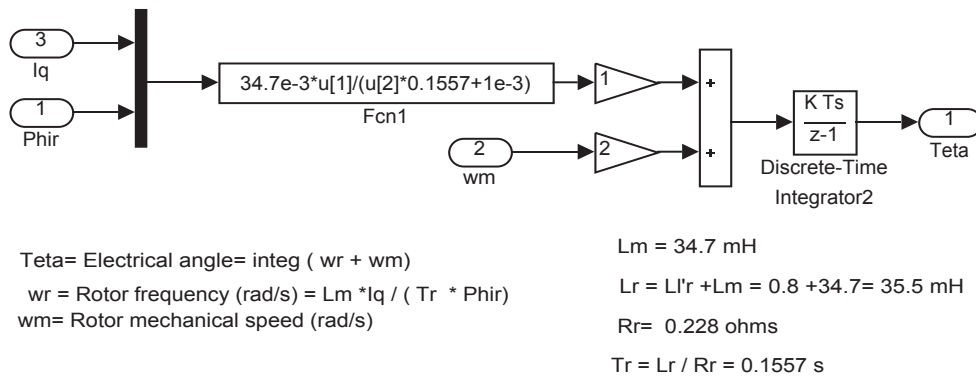


Рис. 12. Расчет угла положения ϑ (блок $Teta$ Calculation)

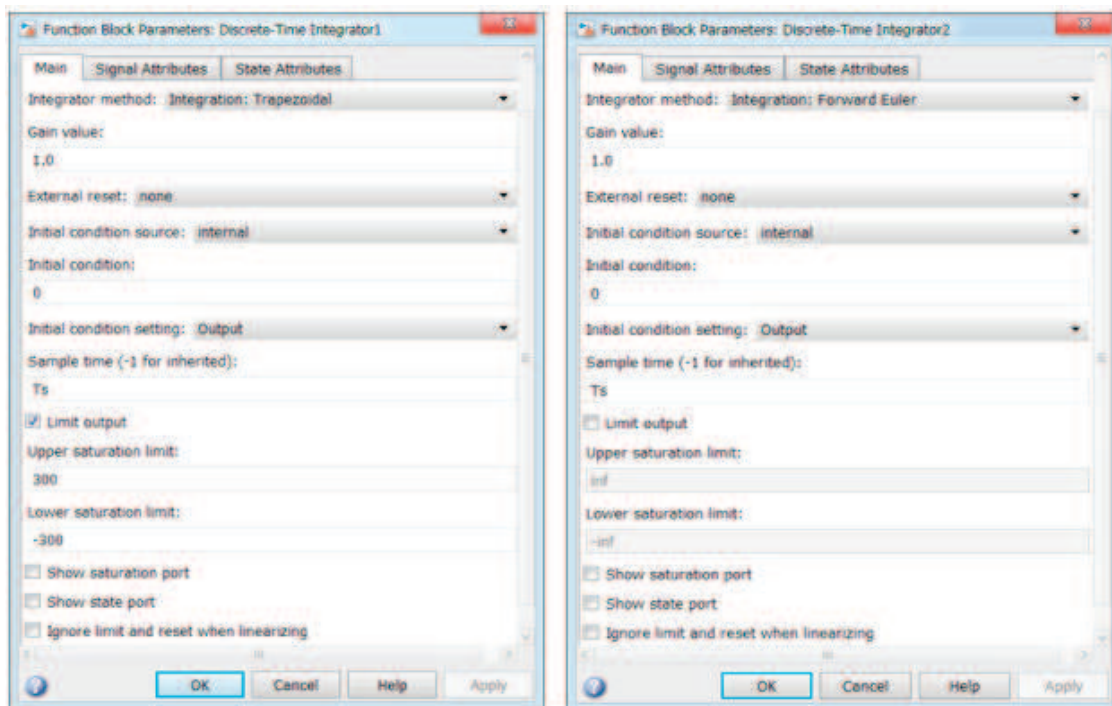


Рис. 13. Параметры дискретных интеграторов 1 и 2

Преобразователи координат « $ABC \rightarrow dq$ » и « $dq \rightarrow ABC$ » (conversion) приведены на рис. 16 и 17. Функции синусов, косинусов и токов задаются в блоках Fcn.

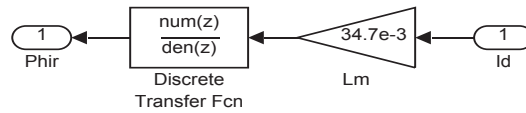
В параметрах блока i_d^* необходимо записать выражение:
 $u [1] * u [3] + (1.7320508 * u [2] - u [1]) * u [4] * 0.5 + (-u [1] - 1.7320508 * u [2]) * u [5] * 0.5.$

В блоке i_q^* :
 $-u [2] * u [3] + (u [2] + 1.7320508 * u [1]) * u [4] * 0.5 + (u [2] - 1.7320508 * u [1]) * u [5] * 0.5.$

В блоке i_a :
 $-u [3] * u [2] + u [4] * u [1].$

В блоке i_b :
 $(-u [1] + 1.7320508 * u [2]) * u [4] * 0.5 + (u [2] + 1.7320508 * u [1]) * u [3] * 0.5.$

Регулятор тока (Current Regulator) приведен на рис. 18. Параметры блоков Relay показаны на рис. 19. В преобразователях типов данных Data Type Conversion необходимо задать соответствующие значения: boolean или double и поста-



$$\text{Phir} = \text{Lm} * \text{Id} / (1 + \text{Tr} * \text{s}) \quad \text{Rr} = 0.228 \text{ ohms}$$

$$\text{Lm} = 34.7 \text{ mH}$$

$$\text{Tr} = \text{Lr} / \text{Rr} = 0.1557 \text{ s}$$

$$\text{Lr} = \text{Ll}'\text{r} + \text{Lm} = 0.8 + 34.7 = 35.5 \text{ mH}$$

Рис. 14. Расчет потока (блок Flux Calculation)

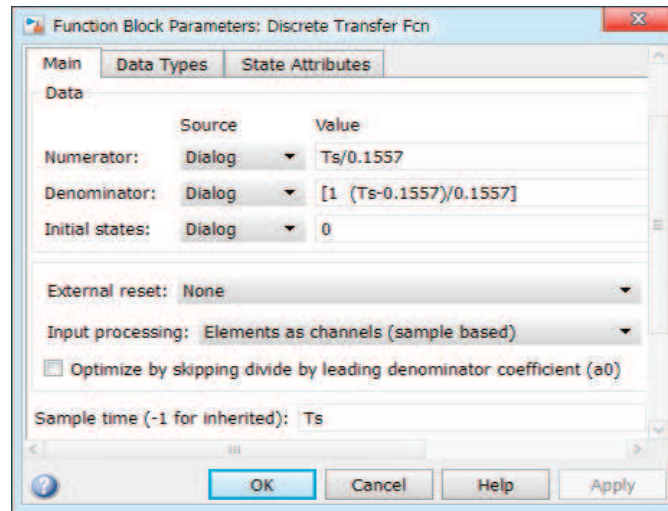


Рис. 15. Параметры блока Discrete Transfer Fcn

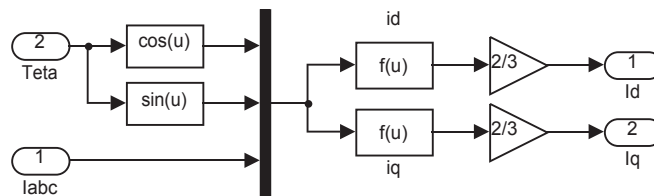


Рис. 16. Преобразователь координат ABC → dq

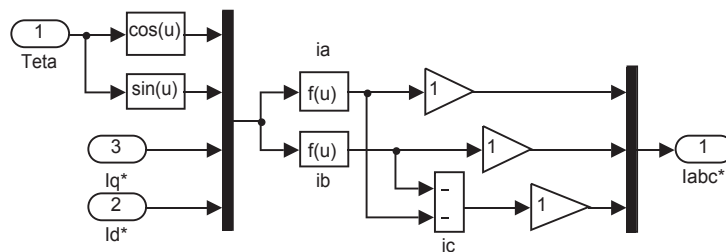


Рис. 17. Преобразователь координат dq → ABC

вить галочку напротив параметра Saturate on integer overflow (рис. 19). Оператор NOT задается в блоке Logical Operator.

Графики скорости, электромагнитного момента и фазных токов выводятся на осциллографы Scope и Scope1 с помощью блоков Bus Selector (библиотека

Simulink/Signal Routing). Линейное напряжение выводится через блок Voltage Measurement (Vab).

Результаты моделирования электропривода на базе асинхронного двигателя с векторным управлением даны на рис. 20, 21 и 22.

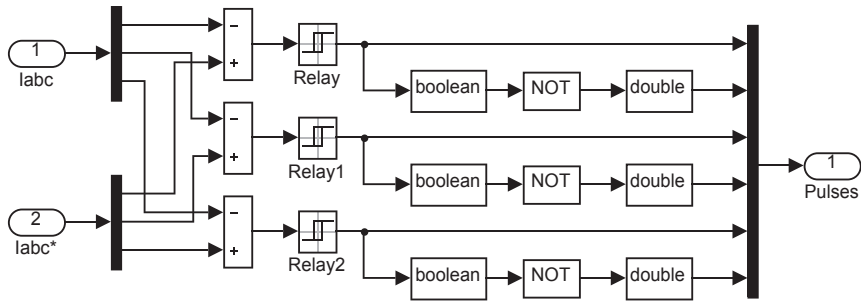


Рис. 18. Регулятор тока (Current Regulator)

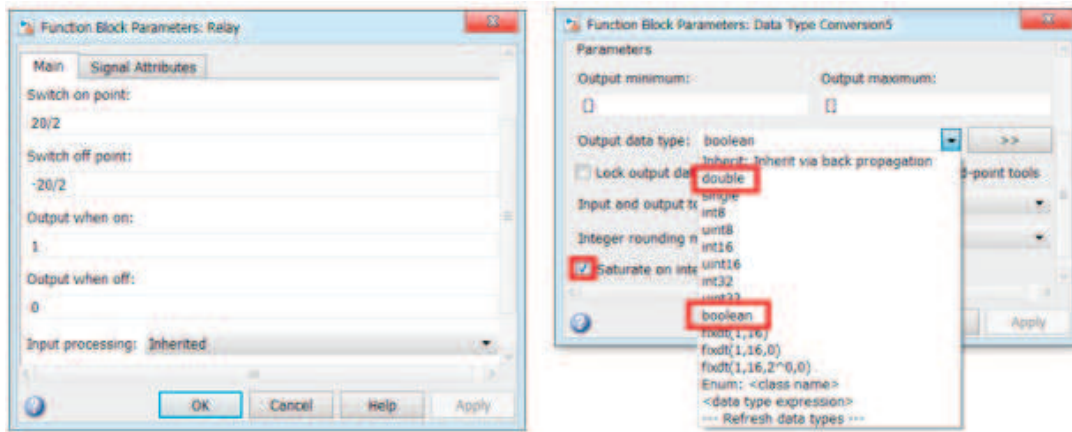


Рис. 19. Параметры блоков Relay

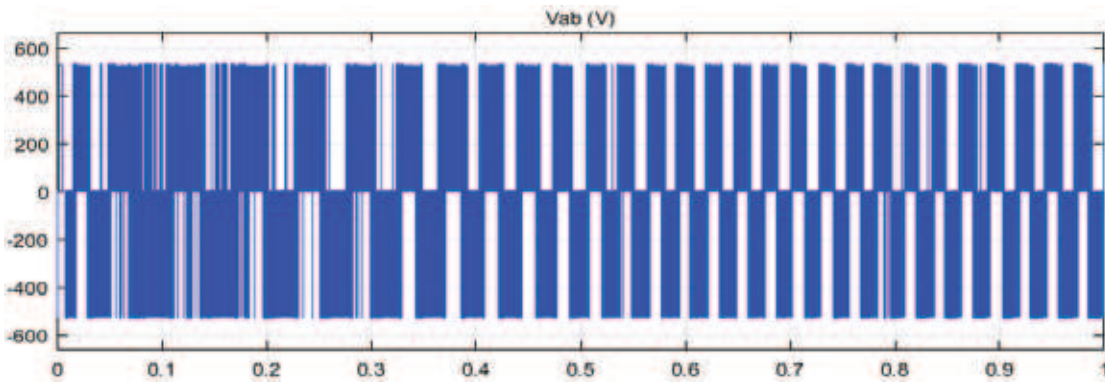


Рис. 20. Линейное напряжение U_{ab}

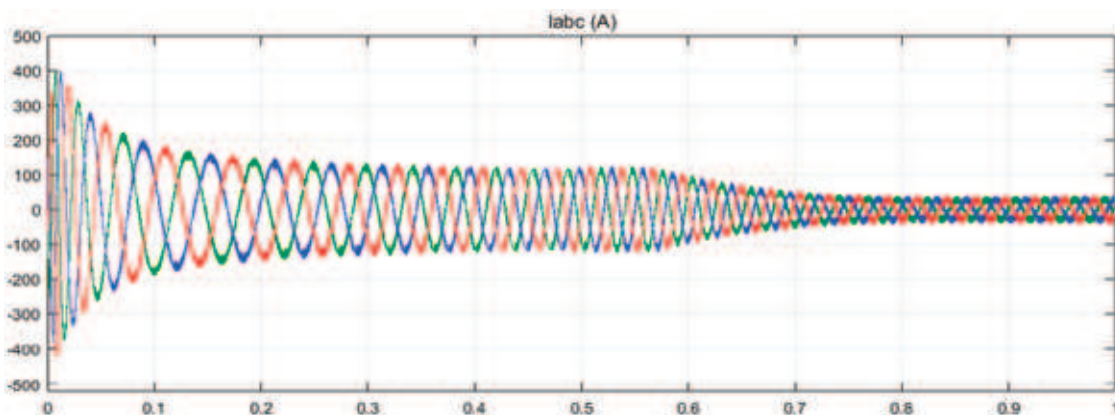


Рис. 21. Фазные токи i_a, i_b, i_c