

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



Работа выполнена в СКБ ФЭУ «Промышленная робототехника»

СОГЛАСОВАНО

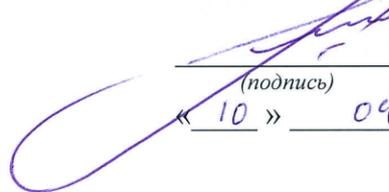
Декан ЭТФ

  
\_\_\_\_\_ А.С. Гудим  
(подпись)  
« 09 » 04 20 20 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_ С.П. Черный  
(подпись)  
« 08 » 04 20 20 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела ОПРО

  
\_\_\_\_\_ Ю.С. Иванов  
(подпись)  
« 10 » 04 20 20 г.

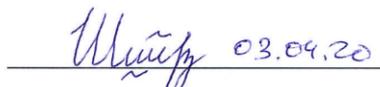
**Имитационная модель системы управления электроприводом  
«Асинхронно-вентильный каскад»  
Комплект конструкторской документации**

Руководитель проекта

  
\_\_\_\_\_ 03.04.20  
(подпись, дата)

С.В. Стельмашук

Ответственный исполнитель

  
\_\_\_\_\_ 03.04.20  
(подпись, дата)

К.И. Шерзод

Комсомольск-на-Амуре 2020



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



## ЗАДАНИЕ

### на разработку

Выдано студентам: К. И. Шерзод – 6ЭЛб-1

Название проекта: Имитационная модель системы управления  
электроприводом «Асинхронно-вентильный каскад»

Назначение: Изучение характеристик электропривода «Асинхронно-  
вентильный каскад»

Область использования: В учебном процессе, практические занятия по дис-  
циплине «Электрический привод»

Функциональное описание имитационной модели:

– Файл АВК.xmcd рассчитывает параметры блоков линеаризованной и  
имитационной модели АВК.

– Файл АВKdat.m для хранения данных моделей.

– Файл АВK.slx содержит линеаризованную и имитационную модели си-  
стемы АВК.

– Модели системы АВК позволяют получать разгонные и тормозные ди-  
намические характеристики, а также исследовать переходные процессы в от-  
клонениях.

Оборудование, для которого разрабатывается программа:

Программная среда MatLab с пакетом SymPowerSystems

Математический редактор MathCad

Требования: Характер переходных процессов в малых отклонениях в  
обоих моделях должны повторяться

---

План работ:

Наименование работ	Срок
Разработка документа MathCad для вычисления параметров и выбора элементов силовой части системы АВК	Апрель 2020
Разработка документа MathCad для вычисления параметров блоков имитационной и линеаризованной модели	Апрель 2020
Составление m-файла для хранения данных параметров блоков моделей	Апрель 2020
Разработка иммитационной модели с помощью пакета SimPowerSystems	Апрель 2020
Разработка документа MathCad для вычисления параметров системы управления АВК	Май 2020
Разработка линеаризованной модели с помощью Simulink	Май 2020



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



## ПАСПОРТ

### Имитационная модель системы управления электроприводом «Асинхронно-вентильный каскад»

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ С.В. Стельмащук  
(подпись, дата)

Ответственный исполнитель \_\_\_\_\_ К.И. Шерзод  
(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2020

## Содержание

1	Общие положения .....	8
1.1	Наименование модели .....	8
1.2	Наименования документов, на основании которых ведется разработка модели .....	8
1.3	Перечень организаций, участвующих в разработке модели .....	8
1.4	Сведения об использованных при разработке нормативно- технических документах .....	9
2	Описание модели.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.1	Общие сведения .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.2	Функциональное назначение модели.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3	Принцип работы модели .....	10
2.4	Используемые программные средства .....	10
2.5	Вызов и загрузка .....	10
2.6	Входные данные.....	10
2.7	Выходные данные .....	10
3	Руководство пользователя.....	11
3.1	Назначение модели .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.2	Использование модели .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	13
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	20
	ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	213
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	25

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ЭЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		7

## 1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основной структурой, особенностями и правилами эксплуатации имитационной модели «Системы управления электроприводом «Асинхронно-вентильный каскад»» (далее «модель»).

Паспорт входит в комплект поставки модели. Перед запуском модели внимательно изучите правила ее эксплуатации.

### 1.1 Наименование модели

Полное наименование модели – Имитационная модель системы управления электроприводом «Асинхронно-вентильный каскад».

### 1.2 Наименования документов, на основании которых ведется разработка модели

Создание модели «Имитационная модель системы управления электроприводом «Асинхронно-вентильный каскад»» осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

### 1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке модели

Заказчиком создания модели «Имитационная модель системы управления электроприводом «Асинхронно-вентильный каскад»» является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик), находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 27.

					СКБЭТФ.2.ИП.01000033	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		8

Исполнителями работ по созданию модели «Имитационная модель системы управления электроприводом «Асинхронно-вентильный каскад»» являются Конструктор студенческого конструкторского бюро электротехнического факультета (далее СКБ ЭТФ), студент группы 6ЭЛб-1, К.И. Шерзод.

#### **1.4 Сведения об использованных при разработке нормативно-технических документах**

При проектировании использованы следующие нормативно-технические документы:

ГОСТ 19.001-77. Единая система программной документации (ЕСПД). Общие положения.

ГОСТ 19.701-90. ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения

ГОСТ 19.101-77. ЕСПД. Виды программ и программных документов.

ГОСТ 19.401-78. ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.402-78. ЕСПД. Описание программы.

ГОСТ 19.404-79. ЕСПД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.051-2006. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.

ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.

ГОСТ 2.601-2013. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

					СКБЭТФ.2.ИП.01000033	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		9

## **2 Описание модели**

### **2.1 Общие сведения**

Имитационная модель позволяет моделировать динамические характеристики силовой части системы «Асинхронно-вентильный каскад» и сравнивать их с характеристиками линеаризованной модели.

### **2.2 Функциональное назначение модели**

Модель может применяться на практических занятиях по дисциплине «Электрический привод» с целью сравнения расчетных параметров привода с моделируемыми данными.

### **2.3 Принцип работы модели**

С помощью файла АВК.xmcd в математическом редакторе MathCad загружаются данные асинхронного двигателя, выбирается трансформатор и сглаживающий дроссель, рассчитываются параметры блоков линеаризованной и имитационной модели АВК. Листинг документа файла АВК.xmcd приведен в Приложении А.

Рассчитанные параметры заносятся в файл АВКdat.m (см. Приложение Б). В среде MatLab загружается файл АВКdat.m, и с помощью пакета SimPowerSystems загружается файл АВК.slx, где представлены линеаризованная и имитационная модели системы АВК. Внешний вид моделей представлен в Приложении В.

Запуск процесса моделирования приводит к вычислению переходных процессов скорости, электромагнитного момента и выпрямленного тока, которые сравниваются между собой (см. Приложение Г). Файл АВК.xmcd также определяет скорость и выпрямленный ток имитационной и линеаризованной модели по заданному значению угла управления инвертором  $\beta$ .

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ЭЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		10

## 2.4 Используемые программные средства

Математический редактор MathCad 14.0, файл АВК.xmcd.

Программа MatLab R2014a с пакетом SimPowerSystems, файлы АВК.slx и АВКdat.m.

## 2.5 Вызов и загрузка

На персональном компьютере загружаются программы MatCad и MatLab с пакетом SimPowerSystems. В среде MathCad загружается файл АВК.xmcd. В среде MatLab загружаются сначала файл АВКdat.m, а затем загружается файл АВК.slx.

## 2.6 Входные данные

Для файла АВК.xmcd – технические данные асинхронного двигателя, трансформатора и сглаживающего дросселя.

Для файла АВКdat.m – параметры моделей.

Для файла АВК.slx – статический момент и угол работы инвертора.

## 2.7 Выходные данные

Результатом выполнения файла АВК.xmcd являются параметры имитационной и линеаризованной моделей.

Результатом выполнения файла АВК.slx являются графики переходных процессов скорости, электромагнитного момента и выпрямленного тока системы АВК.

					СКБЭТФ.2.ИП.01000033	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		11

### **3 Руководство пользователя**

#### **3.1 Назначение модели**

Моделирование системы АВК и сравнение результатов моделирования.

#### **3.2 Использование модели**

В файл АВК.xmcd сначала заносятся данные заданного асинхронного двигателя. Затем после проведения расчетов по выбору трансформатора и сглаживающего дросселя, в файл АВК.xmcd заносятся данные выбранных трансформатора и сглаживающего дросселя.

В файл АВKdat.m заносятся данные двигателя, трансформатора, сглаживающего дросселя и линеаризованной модели системы АВК. Эти данные являются параметрами моделей в файле АВK.slx.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ЭЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		12

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Листинг документа файла АВК.xmcd

### Двигатель МТ-71-10

Исходные данные двигателя

$$P_H := 80000 \quad n_H := 582 \quad p_H := 5 \quad f_{1H} := 50$$

$$\cos\varphi_H := 0.71 \quad k_e := 1.21 \quad J := 10$$

$$U_{1H} := 380 \quad I_{1H} := 190 \quad R_1 := 0.0275 \quad X_1 := 0.113$$

$$E_{2H} := 294 \quad I_{2H} := 167 \quad R_2 := 0.0266 \quad X_2 := 0.068$$

Расчетные данные

$$R'_2 := k_e^2 \cdot R_2 = 0.039 \quad X'_2 := k_e^2 \cdot X_2 = 0.1 \quad X_k := X_1 + X'_2 = 0.213$$

$$\omega_{0H} := \frac{2 \cdot \pi \cdot f_{1H}}{p_H} = 62.832 \quad \omega_H := \frac{\pi}{30} \cdot n_H = 60.947 \quad s_H := \frac{\omega_{0H} - \omega_H}{\omega_{0H}} = 0.03$$

$$S_d := 3 \cdot U_{1H} \cdot I_{1H} = 216600 \quad \text{Полная мощность двигателя}$$

$$\Gamma_{2H} := \frac{I_{2H}}{k_e} = 138.017$$

$$\sin\varphi_{2H} := \frac{X_k}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s_H}\right)^2 + X_k^2}} = 0.158 \quad \cos\varphi_{2H} := \sqrt{1 - \sin\varphi_{2H}^2} = 0.987$$

$$I_\mu := \sqrt{I_{1H}^2 - \Gamma_{2H}^2 \cdot \cos\varphi_{2H}^2} - \Gamma_{2H} \cdot \sin\varphi_{2H} = 110.546$$

$$X_\mu := \sqrt{\frac{U_{1H}^2}{I_\mu^2} - R_1^2} - X_1 = 3.324 \quad \text{Индуктивное сопротивление намагничивания}$$

### ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРА

D := 1.6 диапазон скоростей

$$s_{\max} := \frac{D - 1}{D} = 0.375 \quad \text{приближенное максимальное скольжение}$$

$$\beta_{\min} := 15 \cdot \text{deg} = 0.262 \quad \text{Минимальный угол управления инвертором}$$

					СКБЭТФ.2.ИП.010000Э3	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		13

$$k_{dл} := \frac{3 \cdot \sqrt{2}}{\pi} = 1.35 \quad k_{dл} = \frac{U_{d0}}{U_{2л}} \quad k_d := \frac{3 \cdot \sqrt{6}}{\pi} = 2.339 \quad k_d = \frac{U_{d0}}{U_{2ф}}$$

$$k_{dл} \cdot E_{2н} \cdot s_{max} = k_d \cdot U_{2ф.г} \cdot \cos(\beta_{min}) = k_{dл} \cdot U_{2л.г} \cdot \cos(\beta_{min})$$

$$E_{d0в} := k_{dл} \cdot E_{2н} = 397.039$$

$$U_{2ф.г} := \frac{E_{d0в} \cdot s_{max}}{k_d \cdot \cos(\beta_{min})} = 65.898 \quad \text{Требуемое фазное напряжение вторичной обмотки трансформатора}$$

$$U_{2л.г} := \sqrt{3} \cdot U_{2ф.г} = 114.139 \quad \text{Требуемое линейное напряжение вторичной обмотки трансформатора}$$

$$k_2 := \sqrt{\frac{2}{3}} = 0.816 \quad k_2 = \frac{I_{2л}}{I_d} \quad I_{2л} = I_{2ф} \quad I_{дн} := \frac{I_{2н}}{k_2} = 204.532$$

$$k_T := \frac{\pi}{3} = 1.047 \quad k_T = \frac{S_T}{P_{d0}}$$

$$S_{гп} := k_T \cdot \frac{3 \cdot k_2 \cdot E_{d0в} \cdot s_{max} \cdot I_{дн}}{k_d} = 33395.22 \quad \text{Требуемая мощность трансформатора}$$

#### Трансформатор ТС-40

$$S_T := 40000 \quad U_{1л.г} := 380 \quad U_{2л.г} := 133$$

$$\Delta P_{xx} := 480 \quad \Delta P_{кз} := 745 \quad u_k := 4.12\% \quad i_{xx} := 3.8\%$$

$$k_{гп} := \frac{U_{1л.г}}{U_{2л.г}} = 2.857 \quad I_{1л.г} := \frac{S_T}{\sqrt{3} \cdot U_{1л.г}} = 60.774 \quad U_{2ф.г} := \frac{U_{2л.г}}{\sqrt{3}} = 76.788$$

$$U_{1к} := u_k \cdot U_{1л.г} = 15.656 \quad \text{Напряжение короткого замыкания}$$

$$Z_{кТ} := \frac{U_{1к}}{\sqrt{3} \cdot I_{1л.г}} = 0.149 \quad R_{кТ} := \frac{\Delta P_{кз}}{3 \cdot I_{1л.г}^2} = 0.067 \quad X_{кТ} := \sqrt{Z_{кТ}^2 - R_{кТ}^2} = 0.133$$

$$R_{1г} := \frac{R_{кТ}}{2} = 0.034 \quad X_{1г} := \frac{X_{кТ}}{2} = 0.066 \quad \text{Сопровиления первичной обмотки}$$

$$R'_{2г} := \frac{R_{кТ}}{2} = 0.034 \quad X'_{2г} := \frac{X_{кТ}}{2} = 0.066$$

$$R_{2г} := \frac{R'_{2г}}{k_{гп}^2} = 0.0041 \quad X_{2г} := \frac{X'_{2г}}{k_{гп}^2} = 0.0081 \quad \text{Сопровиления вторичной обмотки}$$

						СКБЭТФ.2.ИП.010000ЭЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.			14



### Параметры блока Filter Choke

Resistance (Ohms):

Inductance (H):

$$R_{др} = 0.00176$$

Rdr

$$L_{др} = 0.0015$$

Ldr

### Параметры блока Asynchronous Machine

Pn(VA)

Vn(Vrms)

fn(Hz)

$$S_{д} = 216600$$

$$U_{1н} = 380$$

$$f_{1н} = 50$$

Rs(ohm)

Lls(H)

$$R_1 = 0.028$$

$$\frac{X_1}{2 \cdot \pi \cdot f_{1н}} = 0.00036$$

Rr'(ohm)

Llr'(H)

$$R'_2 = 0.039$$

$$\frac{X'_2}{2 \cdot \pi \cdot f_{1н}} = 0.00032$$

Lm(H)

$$\frac{X_{\mu}}{2 \cdot \pi \cdot f_{1н}} = 0.011$$

J(kg.m^2)

p()

$$J_{\Sigma} := 1.5 \cdot J = 15$$

$$p_{п} = 5$$

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

$$E_{d0н} := k_d \cdot U_{2\phi,т} = 179.613$$

$$X_d := \frac{3}{2 \cdot \pi} \cdot X_k = 0.101 \quad R_{2\Sigma} := \frac{3}{2 \cdot \pi} \cdot X_{2т} + 2 \cdot R_2 + 2 \cdot R_{2т} + R_{др} = 0.067 \quad R'_1 := \frac{R_1}{k_e^2} = 0.019$$

$$R_{\sigma}(s) := (X_d + 2 \cdot R'_1) \cdot s + R_{2\Sigma}$$

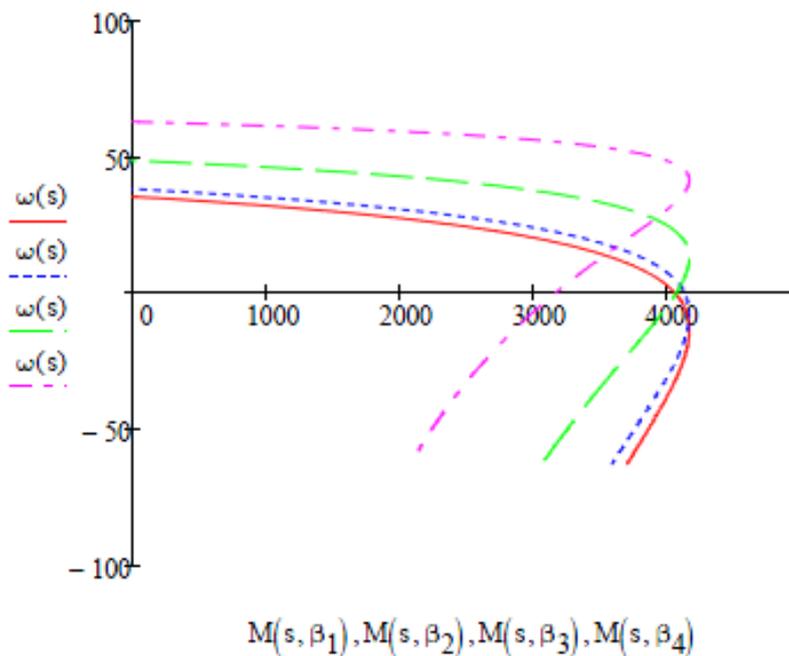
$$s_0(\beta) := \frac{E_{d0н}}{E_{d0в}} \cdot \cos(\beta) \quad a := \frac{R_1}{R'_2} = 0.706 \quad s_k := \frac{R_{2\Sigma}}{X_d} = 0.661 \quad s'_k := \frac{s_k}{1 + 2 \cdot a \cdot s_k} = 0.342$$

$$M_k := \frac{E_{d0в}^2}{\omega_{0н} \cdot (1 + 2 \cdot a \cdot s'_k) \cdot X_d} = 16672.201$$

$$M(s, \beta) := M_k \cdot \frac{(s - s_0(\beta)) \cdot (s_0(\beta) + s'_k)}{(s + s'_k)^2} \quad \omega(s) := \omega_{0н} \cdot (1 - s)$$

$$\beta_1 := 15\text{deg} \quad \beta_2 := 30\text{deg} \quad \beta_3 := 60\text{deg} \quad \beta_4 := 90\text{deg}$$

$$s := 0, 0.001 \dots 2$$



$$M_C := 0 \quad s := 0$$

$$\text{Given } M(s, \beta) = M_C \quad \text{get}_s(\beta, M_C) := \text{Find}(s)$$

Функция для определения скольжения

### ЛИНЕАРИЗОВАННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ АВК

$$U_{y\max} := 10 \quad \text{Максимальное значение сигнала управления (Uymax)}$$

$$E_{d0B} = 397.039 \quad \text{Максимальное значение выпрямленного напряжения на выходе выпрямителя (Ed0)}$$

$$\omega_{0H} = 62.832 \quad \text{Номинальная круговая частота (w0)}$$

$$J_{\Sigma} = 15 \quad \text{Суммарный момент инерции (J)}$$

$$L_{\Sigma} := 2 \cdot L_d + L_T + L_{др} = 0.00328$$

Вычисление коэффициента  $C_M$

$$\text{get\_Id}(\beta, M_C) := \left| \begin{array}{l} s \leftarrow \text{get}_s(\beta, M_C) \\ \frac{E_{d0B} \cdot s - E_{d0H} \cdot \cos(\beta)}{(X_d + 2 \cdot R_1) \cdot s + R_2 \Sigma} \end{array} \right. \quad \text{Функция для определения выпрямленного тока}$$

$$\beta_{\min} = 15 \cdot \text{deg}$$

$$\beta_{\max} := 90\text{deg}$$

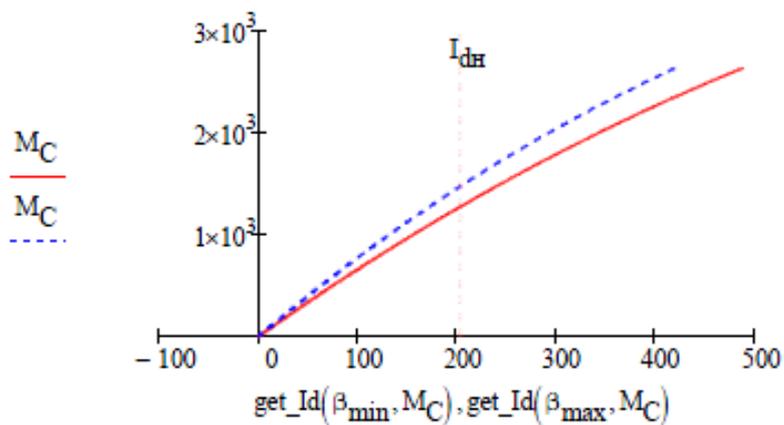
$$M_H := \frac{P_H}{\omega_H} = 1312.618$$

$$M_{C\min} := 0$$

$$M_{C\max} := 2 \cdot M_H$$

$$M_C := M_{C\min} \dots M_{C\max}$$

					СКБЭТФ.2.ИП.010000Э3	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		17



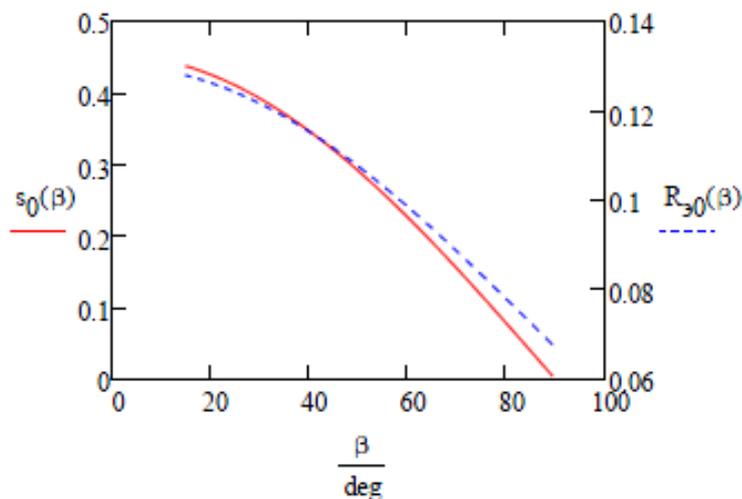
$$I_{dm.max} := \text{get\_Id}(\beta_{min}, M_{Cmax}) = 488.216 \quad I_{dm.min} := \text{get\_Id}(\beta_{max}, M_{Cmax}) = 420.156$$

$$I_{dm.cp} := \frac{I_{dm.max} + I_{dm.min}}{2} = 454.188$$

$$C_M := \frac{E_{d0B} - X_d \cdot I_{dm.cp}}{\omega_{0H}} = 5.585 \quad \text{Коэффициент } C_M = \frac{M}{I_d}$$

Вычисление эквивалентного сопротивления

$$R_{\beta 0}(\beta) := R_{\beta}(s_0(\beta)) \quad \beta := \beta_{min}, \beta_{min} + 0.01 .. \beta_{max}$$



$$R_{\beta 1} := \frac{R_{\beta 0}(\beta_{max}) + R_{\beta 0}(\beta_{min})}{2} = 0.097 \quad \text{Эквивалентное сопротивление (Re)}$$

$$T_{\beta} := \frac{L_{\beta}}{R_{\beta 1}} = 0.034 \quad \text{Электромагнитная постоянная времени (Te)}$$

$$K_H := \frac{E_{d0H}}{U_{ymax}} = 17.961 \quad \text{Коэффициент инвертора (Ki)}$$

$$T_H := \frac{1}{2 \cdot p \cdot f_{1H}} = 0.00167 \quad \text{Постоянная времени инвертора (Ti)}$$

## ЭКСПЕРИМЕНТ

Определение скорости и выпрямленного тока по заданому углу  $\beta$

Задать угол  $\beta$   $\beta_y := 60\text{deg}$

Задать статический момент  $M_C := 1000$

$u_y := U_{y\text{max}} \cdot \cos(\beta_y) = 5$  Напряжение управления

$\omega_y := \frac{\omega_{0H}}{C_M E_{d0B}} [C_M (E_{d0B} - K_H \cdot u_y) - M_C \cdot R_{\Sigma 1}] = 45.859$  Установившаяся скорость  
линеаризованной модели  
АВК

$I_{dy} := \frac{1}{R_{\Sigma 1}} \left( E_{d0B} \cdot \frac{\omega_{0H} - \omega_y}{\omega_{0H}} - K_H \cdot u_y \right) = 179.037$  Установившейся выпрямленный ток  
линеаризованной модели

$s_c := \text{get}_s(\beta_y, M_C) = 0.265$

$\omega_c := \omega_{0H} \cdot (1 - s_c) = 46.176$  Скорость имитационной модели АВК

$\text{get\_Id}(\beta_y, M_C) = 148.584$  Выпрямленный ток имитационной модели АВК

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ЭЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		19

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

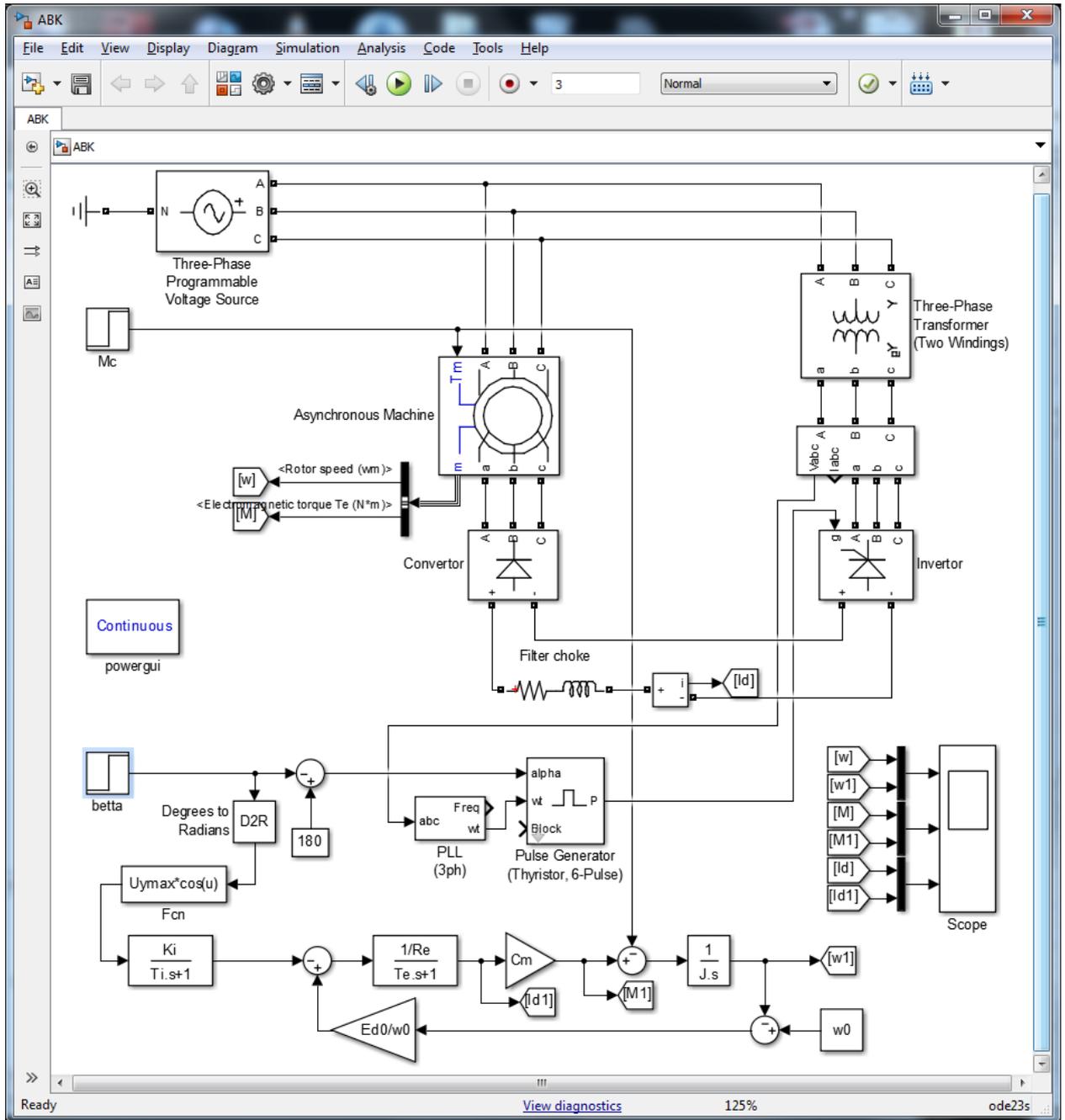
Файл АВКdat.m

```
ABKdat.m  x  +
1      % Asynchronous Machine
2 -    Pn=216600; Vn=380; fn=50;
3 -    Rs=0.028; Lls=0.00036;
4 -    Rr=0.039; Llr=0.00032;
5 -    Lm=0.011;
6 -    J=15; p=5;
7      % Filter choke
8 -    Ldr=0.015; Rdr=0.00176;
9      % Three-Phase Transformer (Two Windings)
10 -   Ptr=40000; R1tr=0.034; L1tr=0.00021;
11 -   U2=133; R2tr=0.00412; L2tr=0.000026;
12 -   Rmtr=30; Lmtr=0.515;
13     % Линеаризованная модель АВК
14 -   Uymax=10; Ed0=397; w0=62.83;
15 -   Cm=5.585; Re=0.097; Te=0.034;
16 -   Ki=17.96; Ti=0.00167;
```

					СКБЭТФ.2.ИП.01000033	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		20

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

## Внешний вид моделей (файл АВК.slx)



Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБЭТФ.2.ИП.01000033

Лист

21

Block Parameters: Asynchronous Machine

Asynchronous Machine (mask) (link)

Implements a three-phase asynchronous machine (wound rotor, squirrel cage or double squirrel cage) modeled in a selectable dq reference frame (rotor, stator, or synchronous). Stator and rotor windings are connected in wye to an internal neutral point.

Configuration Parameters Advanced Load Flow

Nominal power, voltage (line-line), and frequency [ Pn(VA),Vn(Vrms),fn(Hz) ]:

Stator resistance and inductance [ Rs(ohm) Lls(H) ]:

Rotor resistance and inductance [ Rr'(ohm) Llr'(H) ]:

Mutual inductance Lm (H):

Inertia, friction factor, pole pairs [ J(kg.m^2) F(N.m.s) p() ]:

Initial conditions

Simulate saturation

[ i(Arms) ; v(VLL rms)]:

Block Parameters: Three-Phase Transformer (Two Windings)

Three-Phase Transformer (Two Windings) (mask) (link)

This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yn' when you want to access the neutral point of the Wye.

Click the Apply or the OK button after a change to the Units popup to confirm the conversion of parameters.

Configuration Parameters Advanced

Units SI

Nominal power and frequency [ Pn(VA) , fn(Hz) ]  
[ Ptr, fn ]

Winding 1 parameters [ V1 Ph-Ph(Vrms) , R1(Ohm) , L1(H) ]  
[ Vn R1tr L1tr ]

Winding 2 parameters [ V2 Ph-Ph(Vrms) , R2(Ohm) , L2(H) ]  
[ U2 R2tr L2tr ]

Magnetization resistance Rm (Ohm)  
Rmtr

Magnetization inductance Lm (H)  
Lmtr

Saturation characteristic [ i1(A) , phi1(V.s) ; i2 , phi2 ; ... ]  
[ 0 0;0.66653 1910.3;277.72 2419.7 ]

Initial fluxes [ phi0A , phi0B , phi0C ] (V.s):  
[ 1273.5 -1273.5 1114.3 ]

OK Cancel Help Apply

**Block Parameters: Filter choke**

Series RLC Branch (mask) (link)

Implements a series branch of RLC elements.  
Use the 'Branch type' parameter to add or remove elements from the branch.

Parameters

Branch type:

Resistance (Ohms):

Inductance (H):

Set the initial inductor current

Measurements

**Block Parameters: Three-Phase Programmable Voltage Source**

Three-Phase Programmable Voltage Source (mask) (link)

This block implements a three-phase zero-impedance voltage source. The common node (neutral) of the three sources is accessible via input 1 (N) of the block. Time variation for the amplitude, phase and frequency of the fundamental can be pre-programmed. In addition, two harmonics can be superimposed on the fundamental.

Note: For "Phasor simulation", frequency variation and harmonic injection are not allowed. Specify Order =1 and Seq=1,2 or 0 to inject additional fundamental components A and B in any sequence.

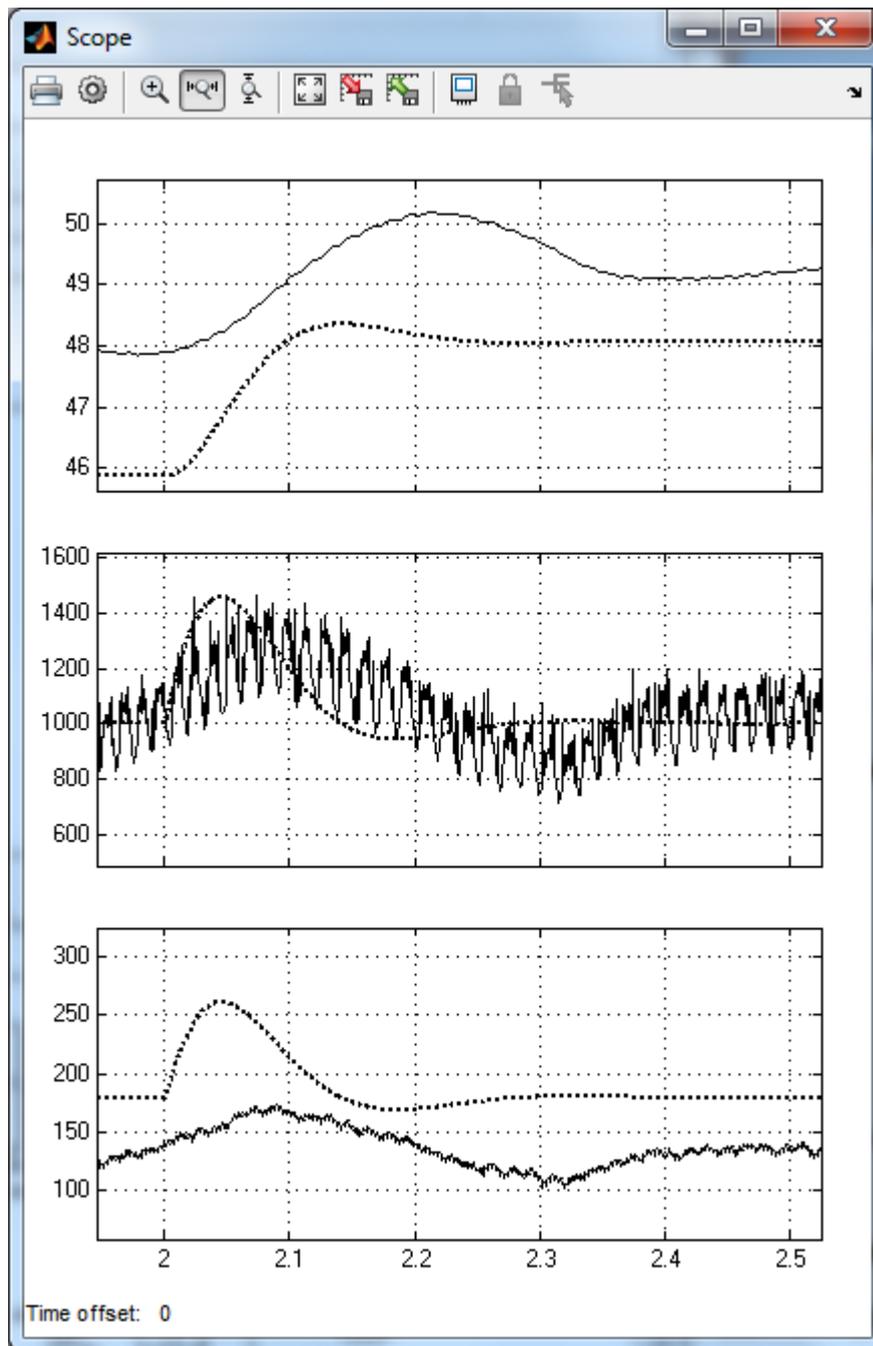
Parameters

Positive-sequence: [ Amplitude(Vrms Ph-Ph) Phase(deg.) Freq. (Hz) ]

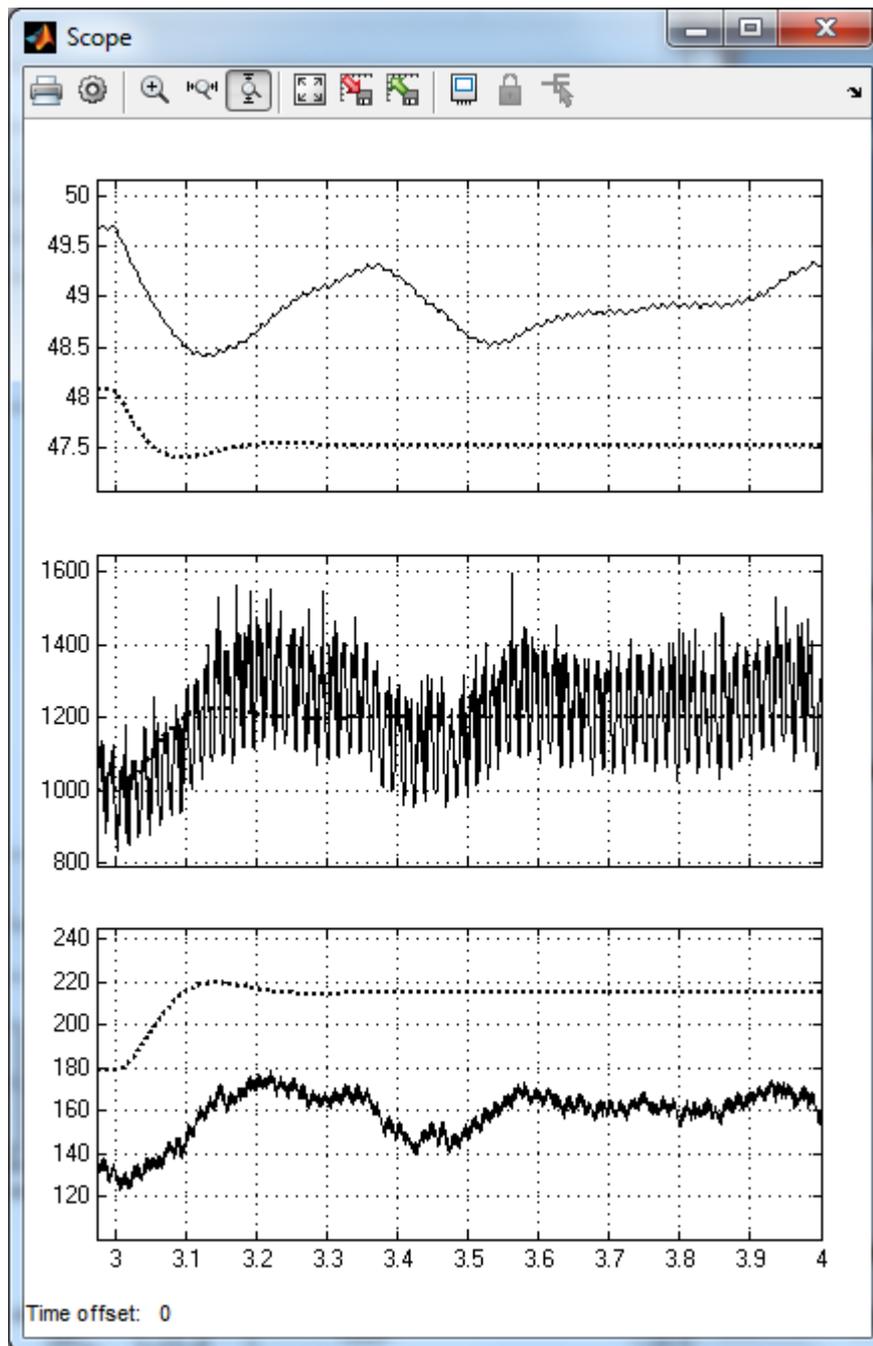
Time variation of:

Fundamental and/or Harmonic generation:





Переходные процессы при приращении по углу управления инвертором

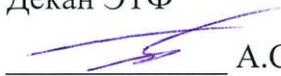


Переходные процессы при приращении по статическому моменту

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ЭТФ

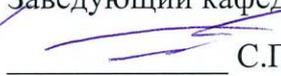
 А.С. Гудим

(подпись)

« 3 » июня 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

 С.П. Черный

(подпись)

« 3 » июня 2020 г.

**АКТ**

**о приемке в эксплуатацию модели**

«Имитационная модель системы управления электроприводом  
«Асинхронно-вентильный каскад»»

г. Комсомольск-на-Амуре

« 3 » июня 2020 г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика

- С.В. Стельмашук – руководитель проекта,
- С.П. Черный – заведующий кафедрой ЭПАПУ,
- А.С. Гудим – декан ФЭУ
- С.И. Сухоруков – руководитель СКБ «Промышленная робототехника»

исполнителя

- К.И. Шерзод – 6ЭЛб-1,

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает модель «Имитационная модель системы управления электроприводом «Асинхронно-вентильный каскад»», в составе:

Программное обеспечение:

- Текст документа математического редактора MathCad
- Блок-схема линеаризованной и имитационной моделей

Эксплуатационная документация:

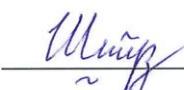
- Паспорт модели

Модель «Имитационная модель системы управления электроприводом «Асинхронно-вентильный каскад»» прошла апробацию с «29» апреля по «30» апреля 2020 г. и признана годной к эксплуатации. Были протестированы все режимы функционирования, отказы системы, а также аварийные отключения по вине системы не наблюдались.

Руководитель проекта

Ответственный исполнитель

 / С.В. Стельмашук /

 / К.И. Шерзод /

