

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Матвеев Шаварович

Должность: Ректор

Дата подписания: 29.11.2023 00:07:47

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a582519fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени академика М.Д. Миллионщикова**

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор  
И.Г. Гайрабеков



09 2020г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Основы моделирования систем и процессов»**

Направление подготовки

**15.03.04. Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность (профиль)

**«Автоматизация технологических процессов и производств»**

Квалификация

**бакалавр**

Грозный – 2020

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью данной дисциплины является знакомство с основными принципами моделирования, а также построение статических и динамических моделей с использованием современных программных средств. Изучение основ моделирования позволит сформировать у студентов необходимый объем специальных знаний в области методов моделирования и анализа систем.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Основы моделирования систем и процессов» входит в состав вариативной части дисциплины по выбору.

Перечень дисциплин, необходимых для изучения дисциплины «Основы моделирования систем и процессов»: высшая математика, информатика

Перечень последующих дисциплин, для которых данная дисциплина является предшествующей: теория автоматического управления, локальные системы управления, моделирование систем и процессов

### **Требования к результатам освоения дисциплины**

Выпускник программы бакалавриата с присвоением квалификации «бакалавр» в результате освоения дисциплины «Основы моделирования систем и процессов» должен обладать следующими компетенциями, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата:

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-5);

Выпускник программы бакалавриата с присвоением квалификации «прикладной бакалавр» в результате освоения дисциплины «Основы моделирования систем и процессов» должен обладать профессиональными компетенциями (ПК), соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата:

- способностью использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности (ОПК-3)

- способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов

решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения (ОПК-4);

– способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем (ПК-7);

– способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций (ПК-20)

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем;

**уметь:**

- проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций

**владеть:**

- навыками выбирать технологии, инструментальные средства и средства вычислительной техники при организации процессов проектирования; средства и системы автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством;

– способностью использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности

– способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения;

### Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед ОФО	Всего часо/ зач.ед. ЗФО	Семестры ОФО	Семестры ЗФО
			3	3
<b>Контактная работа (всего)</b>	68/1,8	14/0,4	68/1,8	12/0,33
В том числе:				
Лекции	34/0,9	6/0,2	34/0,9	6/0,17
Лабораторные занятия	34/0,9	8/0,2	34/0,9	6/0,17
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	76/2,1	132/3.6	76/2,1	132/3.6
Рефераты	76/2,1	132/3.6	76/2,1	132/3.6
Вид отчетности			зач	зач
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	144/4	144/4	144/4
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	4	4	4

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	ОФО			ЗФО		
		Часы лекционных занятий	Часы лаборатор- ных занятий	Всего часов	Часы лекционн- ых занятий	Часы лабораторн- ых занятий	Всего часов
	<b>Модуль 1</b>						
1.	Основные понятия теории моделирования	16	18	34	4	4	8
	<b>Модуль 2</b>						
2.	Системы, подсистемы и ее элементы	18	16	34	2	2	4

### 5.2. Лекционные занятия

#### 3 семестр

Таблица 3

№ п/п	Наименование разделов дисциплин	Тематика лекционных занятий
1.	Основные понятия теории моделирования	1. Теория подобия и моделирования. 2. Моделирование в современной науке и практике исследований. 3. Перспективы развития методов и средств моделирования.
2.	Системы, подсистемы и ее элементы	1. Структура, функции, переменные, параметры состояния и характеристики большой системы 2. Модели и их роль в изучении процессов функционирования сложных систем 3. Классификация моделей 4. Математическое моделирование систем 5. Аналитические и имитационные модели Комбинированные (аналитико-имитационные) модели.

### 5.3. Лабораторные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Наименование лабораторных работ
1.	Основные понятия теории моделирования	Изучение простейших операций и приемов работы в среде пакета matlab SIMULINK  Построение математических моделей и их описание.
2.	Системы, подсистемы и ее элементы	Моделирование объектов регулирования  Моделирование объектов регулирования

### 5.4. Практические занятия (не предусмотрены)

#### 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Самостоятельная работа по данной дисциплине представлена в виде тем, к которым студенты самостоятельно в неаудиторное время подготавливают доклады и презентации, которые защищают перед лектором.

Таблица 5

№№ п/п	Темы для рефератов
1	Современные программные продукты для графического моделирования изделий машиностроения
2	Применение компьютеров для проведения инженерного анализа конструкции детали на основании электронной модели (CAE – системы).
3	Применение «реверсивного проектирования» для создания электронной модели изделия.
4	Применение современных CAD/CAM – систем для изготовления мастер-моделей для литья материалов.
5	Современные системы ЧПУ станками. Технические характеристики, описание технических возможностей.
6	Системы автоматизированной подготовки УП для фрезерных и

	многоцелевых станков с ЧПУ (САМ – системы). Сравнительная характеристика.
7	Электрофизические методы обработки.
8	Электрофизические методы обработки.
9	Разработка постпроцессоров для САП ЧПУ.
10	CAD/CAM - системы.
11	CAD/CAM - системы для объемной обработки. Сравнительная характеристика.
12	Применение Simulink - систем в инструментальном производстве.
13	Цифровые датчики.
14	Электроэрозионные станки с ЧПУ для обработки фасонным электродом. Методы программирования.
15	Применение методов компьютерного моделирования для автоматизации оформления технологической документации (TDM – системы).
16	Современные возможности программного продукта КОМПАС.
17	Сравнительная характеристика, преимущества и недостатки систем конструкторского моделирования КОМПАС и Solid Works.
18	Компьютерные системы моделирования и изготовления объемных рельефов.

**Таблица 6**

№№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Компьютерные системы моделирования
2	Применение Simulink
3	Построение мат моделей в Simulink
4	Общие сведения об использовании ПП Matlab

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

1. Замятина О. М. Компьютерное моделирование: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2017.

2. Ануфриев И., Смирнов А., Смирнова Е. «MATLAB 7.0 в подлиннике». Новая техническая книга, 2015

## 7. Оценочные средства

### 3 семестр

#### Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Моделирование. Виды моделирования
2. Модель. Свойства моделей
3. Представление моделей
4. Основные этапы метода математического моделирования.
5. Создание математической модели
6. Постановка математической задачи
7. Изучение математической модели
8. Получение результатов и их интерпретация.
9. Прямая задача.
10. Обратная задача

#### Образец билета к 1-ой рубежной аттестации

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ*

---

---

#### **БИЛЕТ № 1 к 1-ой рубежной аттестации**

Дисциплина **Основы моделирования систем и процессов**

Факультет ИЭ Группа АТП семестр 3

1. Модель. Свойства моделей
2. Представление моделей

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_



## Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Колебательный электрический контур.
2. Малые колебания при взаимодействии
3. Иерархия моделей
4. Одноступенчатые модели
5. Многоступенчатые модели
6. Моделирование объектов регулирования
7. Способы построения математических моделей с помощью мат пакетов
8. Описание математических моделей
9. Современные математические модели
10. Применение мат моделей на практике

### Образец билета к 2-ой рубежной аттестации

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ*

---

---

### **БИЛЕТ № 1 к 2-ой рубежной аттестации**

Дисциплина **Основы моделирования систем и процессов**

Факультет ИЭ Группа АТПШ семестр 3

1. Описание математических моделей
2. Современные математические модели

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

### **Вопросы к зачету**

1. Моделирование. Виды моделирования
2. Модель. Свойства моделей
3. Представление моделей
4. Основные этапы метода математического моделирования.
5. Создание математической модели
6. Постановка математической задачи

7. Изучение математической модели
8. Получение результатов и их интерпретация.
9. Прямая задача.
10. Обратная задача
11. Колебательный электрический контур.
12. Малые колебания при взаимодействии
13. Иерархия моделей
14. Одноступенчатые модели
15. Многоступенчатые модели
16. Моделирование объектов регулирования
17. Способы построения математических моделей с помощью мат пакетов
18. Описание математических моделей
19. Современные математические модели

**Образец билета к зачету**

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ*

---

---

**БИЛЕТ № 1 к зачету**

Дисциплина **Основы моделирования систем и процессов**

Факультет ИЭ Группа АТПШ семестр 3

1. Изучение математической модели
2. Современные математические модели

УТВЕРЖДАЮ:

«    »      20 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

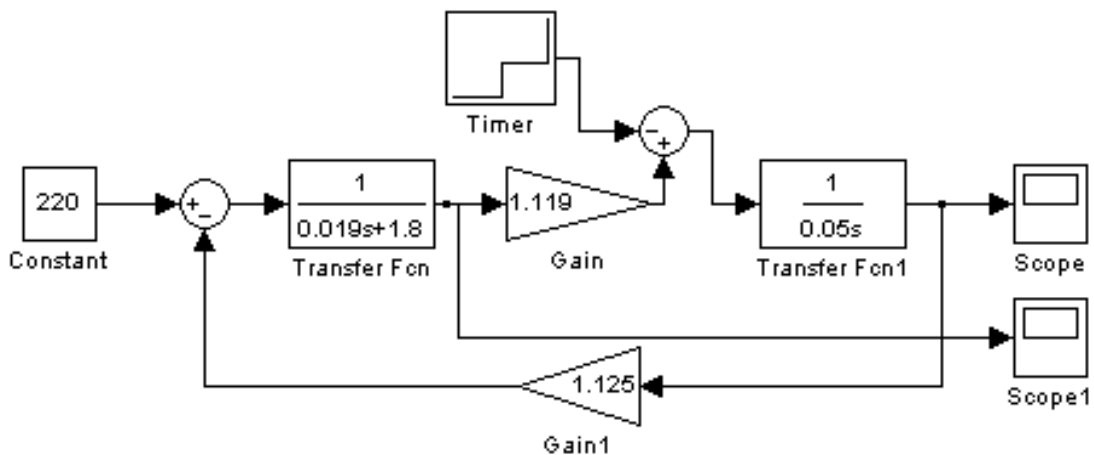
**Текущий контроль**

Исходные данные

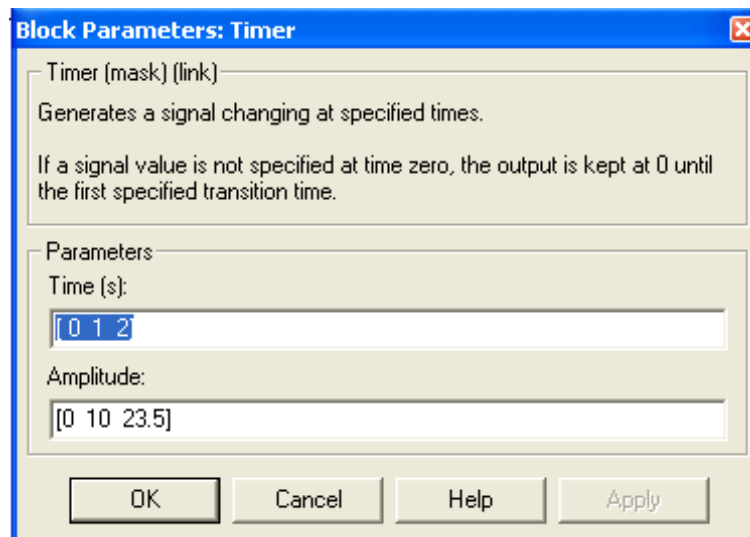
Для моделирования используются исходные и данные и результаты расчета для системы управления электроприводом из изученной ранее практической работы «Расчет системы управления электроприводом с подчиненным регулированием координат».

### Решение

1. Модель двигателя представлена на рис.7, а окно настройки момента сопротивления на рис.8.



Модель двигателя

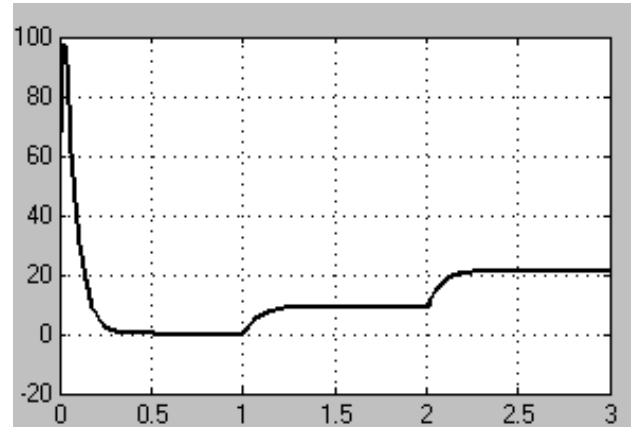
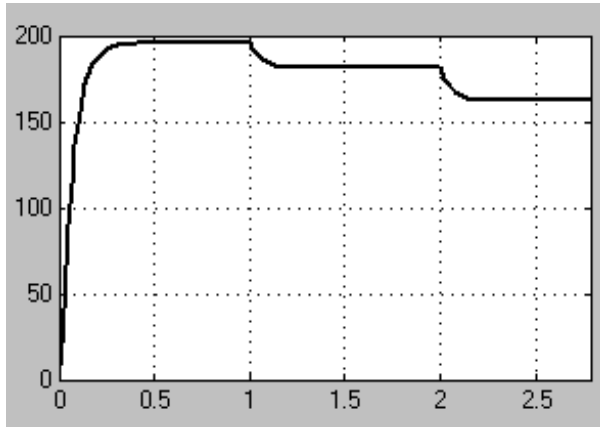


Окно настройки блока, реализующего момент сопротивления

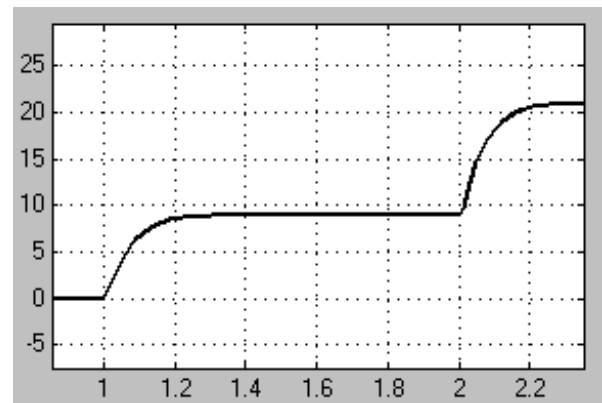
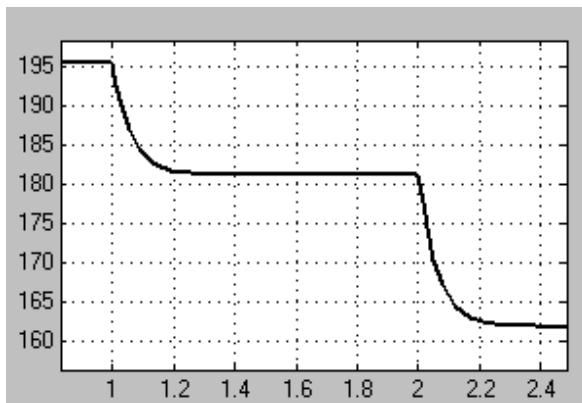
Графики изменения угловой скорости и тока якоря представлены на рис.9,10. На временном интервале [0,1] с, когда момент сопротивления равен 0, что соответствует режиму холостого хода, угловая скорость равна  $196 \text{ c}^{-1}$ , а ток якоря – 0А. После момента времени 2 с, когда момент сопротивления

равен  $M_H$ , что соответствует номинальному режиму работы, угловая скорость равна  $162 \text{ с}^{-1}$ , а ток якоря – 21А. Скорость холостого хода расчетным путем совпадает:

$$\omega_0 = \omega_H \frac{U_H}{U_H - I_{яH} R_{я}} = 162 \frac{220}{220 - 21 \cdot 1,8} = 195,6 \text{ с}^{-1}.$$



Графики изменения угловой скорости и тока якоря для модели двигателя



Графики изменения угловой скорости и тока якоря для модели двигателя (увеличено)

Время переходного процесса для угловой скорости  $t_\omega \approx 0,2 \text{ с}$ , а для тока якоря также  $t_i \approx 0,2 \text{ с}$ .

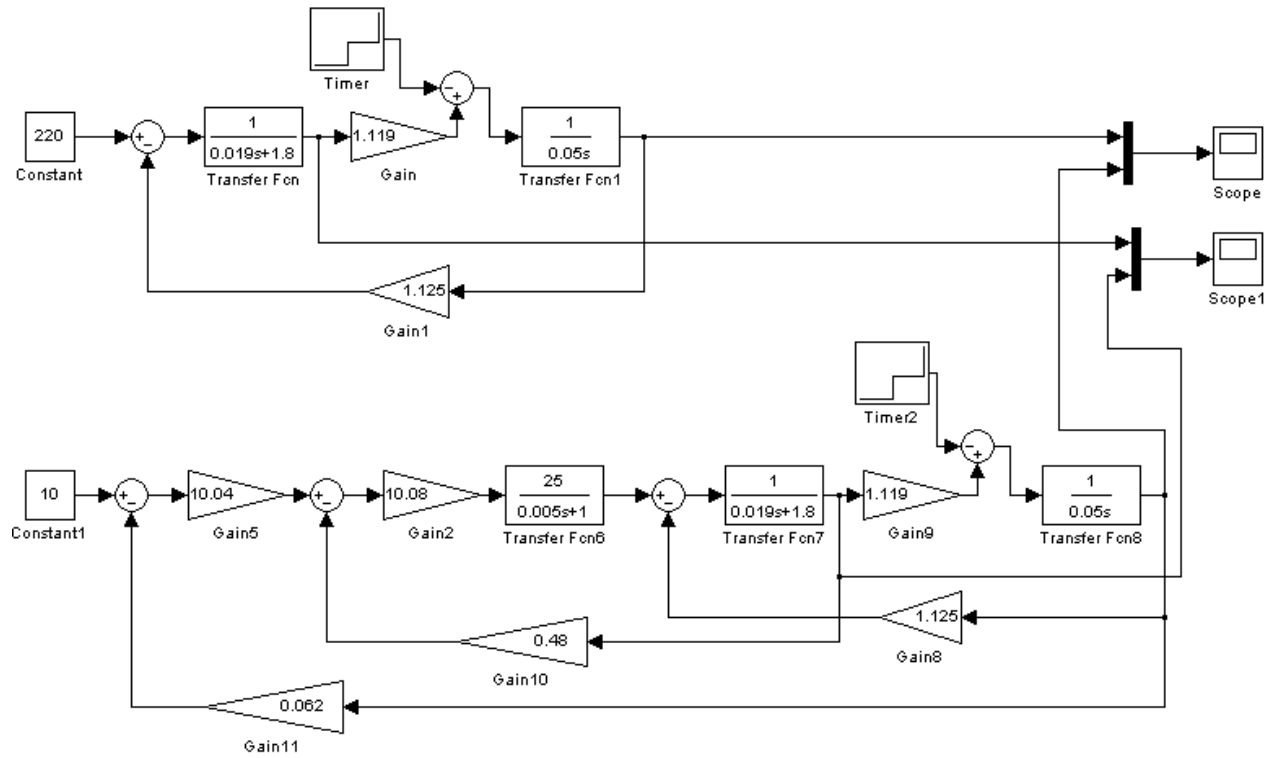
2. Рассчитаем корректирующие коэффициенты:

$$U_{зr} = I_{яH} \cdot k_{от} = 21 \cdot 0,48 = 10,08.$$

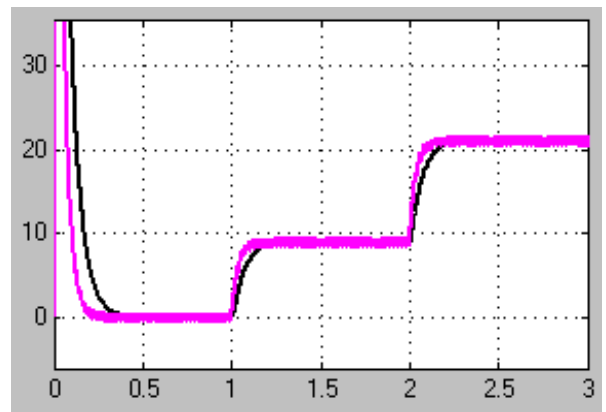
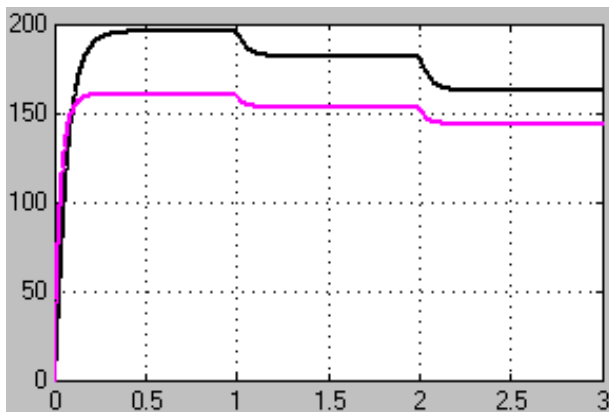
$$U_{зс} = \omega_H \cdot k_{ос} = 162 \cdot 0,062 = 10,04.$$

Модель двигателя и электропривода с двумя обратными связями представлена на рис.11, а графики изменения скорости и тока якоря на

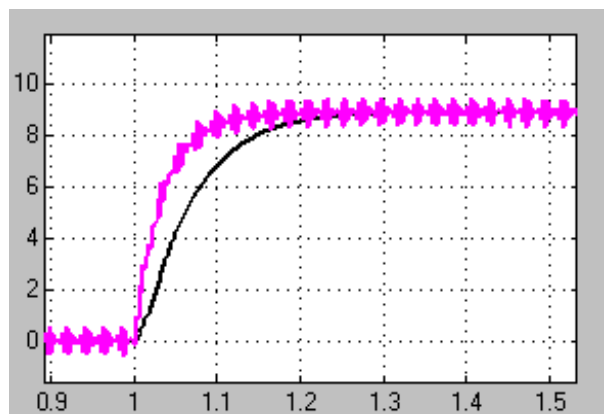
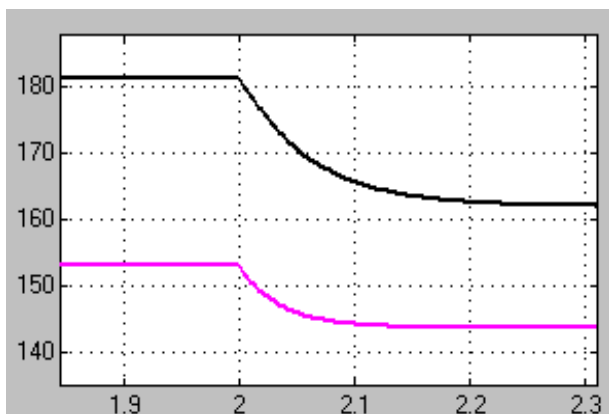
рис.12,13. Индексом 1 обозначены графики модели двигателя, 2 – модели электропривода.



Модель двигателя и электропривода с двумя обратными связями



Графики изменения угловой скорости и тока якоря двигателя и электропривода



Графики изменения угловой скорости и тока якоря двигателя и электропривода

(увеличено)

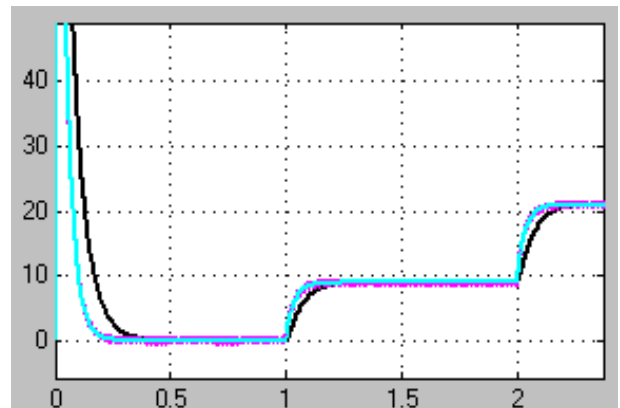
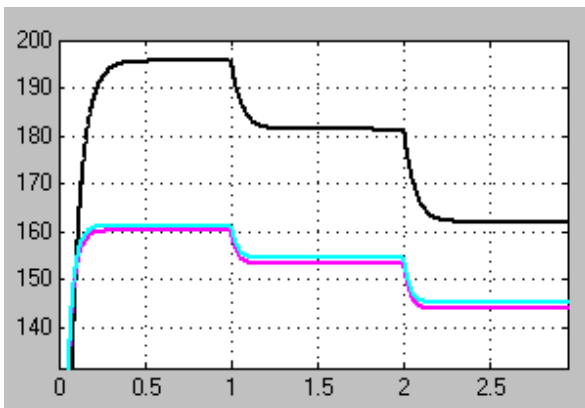
Для угловой скорости появилась статическая ошибка, которая для номинального режима равна:

$$\Delta\omega_H = \omega_{H1} - \omega_{H2} = 162 - 144 = 18 \text{ с}^{-1}.$$

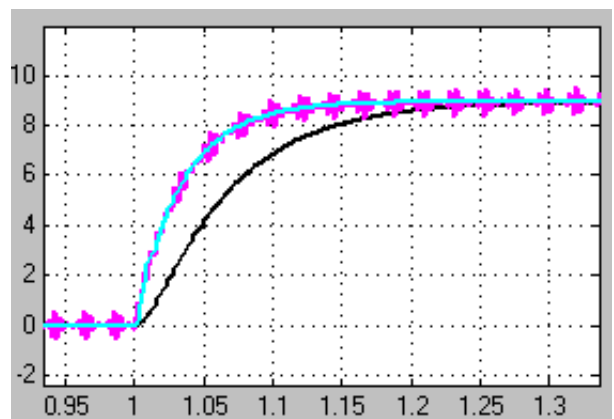
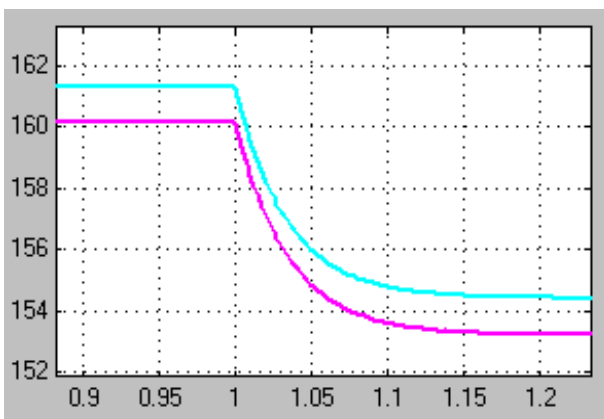
Для тока якоря статической ошибки не наблюдается.

Проанализируем динамические показатели. Время переходного процесса для тока и скорости при организации обратных связей несколько уменьшилось и приблизительно равно 0,1с.

3. Рассмотрим модель, в которой двум предшествующим добавлена модель электропривода с регулятором тока (на рис. не представлена, разрабатывается самостоятельно). Графики изменения скорости и тока в этом случае представлены на рис.14, 15. Обозначения индексов: 1 – двигатель, 2 – электропривод, 3 – электропривод с регулятором тока.



Графики изменения угловой скорости и тока якоря двигателя, электропривода с обратными связями и электропривода с регулятором тока



Графики изменения угловой скорости и тока якоря двигателя, электропривода

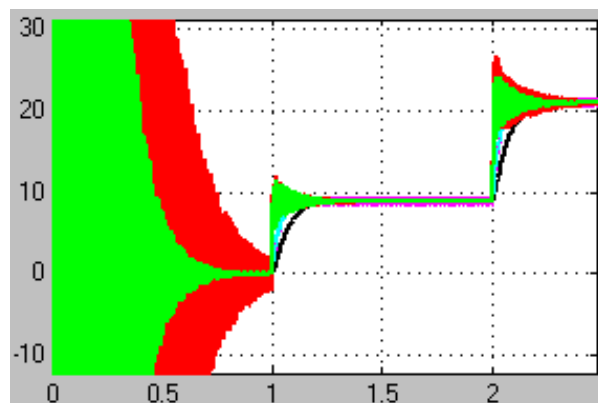
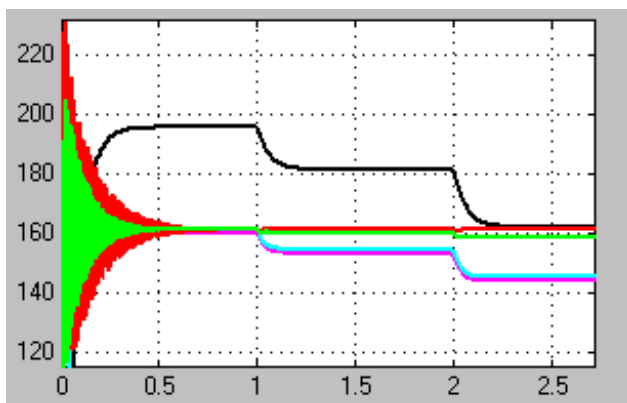
с обратными связями и электропривода с регулятором тока (увеличено)

Изменения в результате присутствия регулятора тока согласно рис.15 следующие:

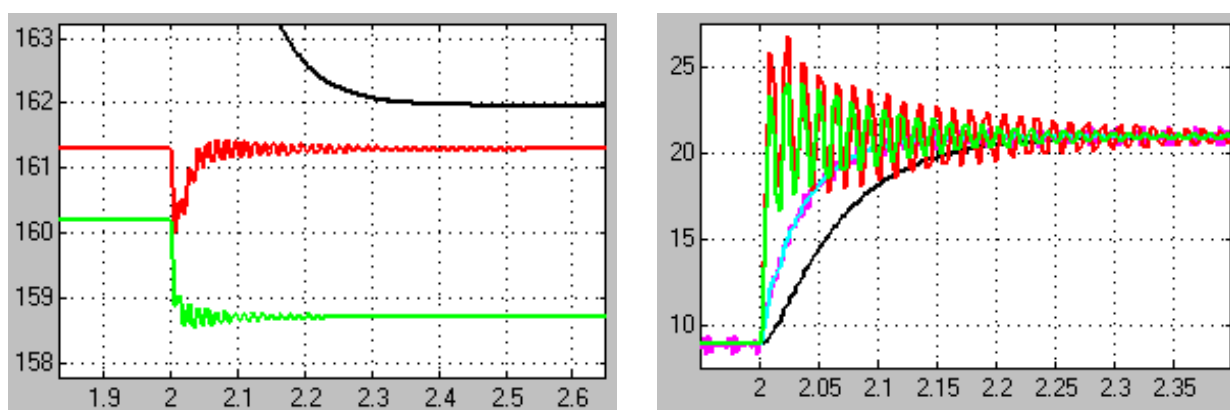
- для угловой скорости появилась дополнительная статическая ошибка, уменьшающая значение последней на  $4\text{c}^{-1}$ ;
- для тока якоря получили более гладкий переходный процесс, исключая малые колебания, которые составляли  $\pm 0,5\text{ A}$ .

4. Рассмотрим модель, в которой трем предшествующим добавлена модель электропривода с регулятором тока в виде П- и ПИ-регуляторов (на рис. не представлена, разрабатывается самостоятельно). Графики изменения скорости и тока в этом случае представлены на рис.16, 17. Обозначения индексов: 1 – двигатель, 2 – электропривод, 3 – электропривод с регулятором тока, 4 – с П-регулятором скорости, 5 – с ПИ-регулятором скорости.

Наибольшая особенность переходных процессов при установке регуляторов скорости отмечается на графике изменения угловой скорости. В этом случае во все временном диапазоне угловая скорость приближается к заданной, которая по исходным данным принималась равной скорости номинального режима. Для настройки на технический оптимум (П-регулятор) расхождение с номинальной скоростью двигателя  $3\text{ c}^{-1}$ , а для симметричного оптимума (ПИ-регулятор) –  $0,8\text{ c}^{-1}$ . Ошибка первая связана со статическим регулированием, изначально заложенным в результате настройки на технический оптимум, а ошибка вторая – за счет округлений в результате расчетов.



Графики изменения угловой скорости и тока якоря для всех моделей



Графики изменения угловой скорости и тока якоря для всех моделей (увеличено)

Существенным становится перерегулирование для всех параметров, особенно в зоне пуска электропривода (начальный временной интервал). Но быстродействие системы значительно улучшается. Время переходного процесса уменьшается приблизительно в два раза.

### Варианты

Таблица 7

№вар	$T_{об}$ , мин	$T_{кл}$ , мин	$K_p$	№вар	$T_{об}$ , мин	$T_{кл}$ , мин	$K_p$
1	11	0.2	1	20	9	0.2	10
2	12	0.3	1	21	8	0.2	10
3	13	0.1	1	22	7	0.2	10
4	14	0.2	1	23	6	0.1	10
5	15	0.3	1	24	5	0.1	10
6	16	0.2	1	25	11	0.2	10
7	17	0.1	1	26	12	0.3	10
8	18	0.1	1	27	13	0.4	10



<b>9</b>	20	0.2	1	<b>28</b>	14	0.5	10
<b>10</b>	25	0.3	1	<b>29</b>	15	0.6	10
<b>11</b>	28	0.4	1	<b>30</b>	16	0.7	10
<b>12</b>	29	0.5	1	<b>31</b>	17	0.8	10
<b>13</b>	30	0.1	1	<b>32</b>	18	0.9	10
<b>14</b>	36	0.2	1	<b>33</b>	19	0.2	10
<b>15</b>	38	0.3	1	<b>34</b>	20	0.3	10
<b>16</b>	32	0.4	1	<b>35</b>	22	0.4	10
<b>17</b>	40	0.5	1	<b>36</b>	25	0.5	10
<b>18</b>	9	0.1	1	<b>37</b>	28	0.1	10
<b>19</b>	8	0.2	1	<b>38</b>	30	0.2	10

## **Критерии оценки знаний студента на экзамене**

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, выполнении лабораторных работ.

**Оценка «хорошо»** - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно»** - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

**Оценка «неудовлетворительно»** - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Афонин В.В., Федосин С.А Моделирование систем (книга) Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) 2016г— ЭБС «IPRbooks».

2. Черняева С.Н., Денисенко В.В. Имитационное моделирование систем. Учебное пособие (книга) Воронежский государственный университет инженерных технологий 2016г— ЭБС «IPRbooks».

3. Зариковская Н.В. Математическое моделирование систем. Учебное пособие (книга) Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники 2014г— ЭБС «IPRbooks».

#### **Дополнительная литература**

1. Глухов Д.О., Петухов И.В. Моделирование систем управления. Практикум (книга) Поволжский государственный технологический университет 2015г— ЭБС «IPRbooks»

2. Васильев А.Н., Matlab. Самоучитель. Практический подход (книга) Наука и Техника. 2015г— ЭБС «IPRbooks»

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Дисциплина обеспечена компьютерным классом.

Используется программное обеспечение ПП Matlab

**Составитель:**

Ст. препод. каф. «АТПШ»



/Вахидова К.Л./

**Согласовано:**

И.о. заведующий кафедрой: «АТПШ»



/Хакимов З.Л./

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./