

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пармак Екатерина Петровна
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Дата подписания: 17.07.2023 13:28:21
Уникальный программный ключ:
7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВОРГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов
имени академика И.Ф. Бородина

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкина
И.Ю. Игнаткин

“31” августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02 «Моделирование электротехнологических процессов»

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленности: Электроснабжение;

Энергообеспечение предприятий

Курс - 1

Семестр - 2

Форма обучения: очная.

Год начала подготовки: 2022 г.

Москва, 2022

Разработчик: Белов М.И., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«29» августа 2022 г.

Рецензент: Загинайлов В.И., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«29» августа 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 01 «29» августа 2022 г.

Заведующий кафедрой Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



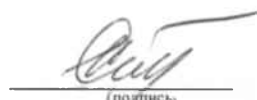
(подпись)

Протокол № 01 «30» августа 2022 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко

Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«29» августа 2022 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий

Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«29» августа 2022г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Смирнова Л.В.

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	14
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
6.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	16
6.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	26
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	27
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	27
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	27
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	28
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	28
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	28
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	29
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	30
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	31
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ.....	32
ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	32

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.02 «Моделирование электротехнологических процессов» для подготовки магистра по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электро-снабжение; Энергообеспечение предприятий

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение теоретических и практических знаний основных законов естественнонаучных дисциплин, способность решать типовые и стандартные задачи при расчете и выборе электротехнических и теплотехнических устройств; приобретение умений и навыков в области использования современных технологий по обеспечению работоспособности электротехнических и теплотехнических устройств в сельскохозяйственном производстве; изучения методов моделирования режимов работы электротехнических и теплотехнических устройств, обеспечивающих энергообеспечение и электроснабжение производства, с применением информационно-коммуникационных технологий; применение базовых знаний современных цифровых технологий, развитие технической направленности мышления студентов.

Использование навыков владения программами Mathcad, Scilab, Matlab, КОМПАС, AutoCad, MicrosoftPowerPoint, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др. Демонстрация умений пользоваться электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Энерго-снабжение; Энергообеспечение предприятий.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ОПК-2 (ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3).

Краткое содержание дисциплины:

Изучение общих подходов моделирования режимов работы и управления электроэнергетических устройств, в частности, двигателей и электрических цепей по схемам их замещения: постановка задачи, выбор математического аппарата и описание процесса эмпирической или математической моделью, компьютерная реализация модели, визуализация выходных данных на экране компьютера, анализ результатов. Применение математического аппарата систем алгебраических линейных и нелинейных уравнений, систем обыкновенных дифференциальных уравнений, передаточных функций, пространства состояний к разработке математических моделей работы электроэнергетических устройств. Реализация математических моделей на компьютере в среде визуального программирования XCOS/Scilab. Анализ результатов моделирования работы электроэнергетических устройств. Аппроксимация и интерполяции сплайнами кривой намагничивания стального магнитопровода.

Общая трудоемкость дисциплины: 6 зачетных единиц (216 часов).

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение теоретических и практических знаний основных законов естественнонаучных дисциплин, способность решать типовые и стандартные задачи при расчете и выборе электротехнических и теплотехнических устройств; приобретение умений и навыков в области использования современных технологий по обеспечению работоспособности электротехнических и теплотехнических устройств в сельскохозяйственном производстве; изучения методов моделирования режимов работы электротехнических и теплотехнических устройств, обеспечивающих энергообеспечение и электроснабжение производства, с применением информационно-коммуникационных технологий; применение базовых знаний современных цифровых технологий, развитие технической направленности мышления студентов.

Использование навыков владения программами Mathcad, Scilab, Matlab, КОМПАС, AutoCad, MicrosoftPowerPoint, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др.

Демонстрация умений пользоваться электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Моделирование электротехнологических процессов» включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Моделирование электротехнологических процессов» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электроснабжение, Энергообеспечение предприятий.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Моделирование электротехнологических процессов» являются: методология научных исследований (1 курс, 1 семестр).

Дисциплина «Моделирование электротехнологических процессов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин:

- по направленности «Электроснабжение»: проектирование электроэнергетических систем (2 курс, 4 семестр);
- по направленности «Энергообеспечение предприятий»: проектирование теплоэнергетических систем (2 курс, 4 семестр).

Рабочая программа дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимися, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
				знать	уметь	владеть
2	ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	методы моделирования работы электротехнических и теплотехнических устройств, информационно-коммуникационные технологии и программные продукты Scilab, Mathlab, MSExcel и др	применять методы моделирования работы электротехнических устройств с использованием информационно-коммуникационных технологий и программных продуктов Scilab, Mathlab, MSExcel и др.	Методами моделирования работы электротехнических и теплотехнических устройств; навыками применения информационно-коммуникационных технологий и программных продуктов Scilab, Mathlab, MSExcel и др
			ОПК-2.2 Проводит анализ полученных результатов	методы анализа результатов моделирования работы электротехнических и теплотехнических устройств; информационно-коммуникационные технологии и программные продукты Scilab, Mathlab, MSExcel и др	применять методы анализа результатов моделирования электротехнических и теплотехнических устройств с использованием информационно-коммуникационных технологий и программных продуктов Scilab, Mathlab, MSExcel и др.	методами анализа результатов моделирования электротехнических и теплотехнических устройств; навыками применения информационно-коммуникационных технологий и программных продуктов Scilab, Mathlab, MSExcel и др
			ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы	методы оценки адекватности полученных результатов и формирования; информационно-коммуникационные технологии и программные продукты	применять методы оценки адекватности результатов и формирования отчета с использованием информационно-коммуникационных технологий и программных	методами оценки адекватности результатов и формирования отчета; навыками применения информационно-коммуникационных технологий и про-

				Scilab, Mathlab, MSExcel и др	продуктов Scilab, Mathlab, MSExcel и др	MSWord, MSExcel	граммных Scilab, Mathlab, MSExcel и др	продуктов Scilab, Mathlab, MSExcel и др
--	--	--	--	-------------------------------	---	-----------------	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет бзач. ед. (216 часа), их распределение по видам работ в семестре № 2 представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. семестре № 2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216	216
1. Контактная работа:	54,35	54,35
Аудиторная работа	54,35	54,35
в том числе:		
лекции (Л)	18	18
практические занятия (ПЗ)	36	36
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	161,65	161,65
расчетно-графическая работа РГР (подготовка)	20	20
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)	132,65	132,65
Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачет с оценкой	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1 «Моделирование как метод исследования»	10,65	2	4		4,65
Раздел 2 «Моделирование цепей постоянного и переменного тока»	48	4	8		36
Раздел 3 «Моделирование режимов работы устройств электро-энергоснабжения»	48	4	8		36
Раздел 4 «Моделирование режимов регулирования работы устройств электро-энергоснабжения»	62	6	12		44
Раздел 5 «Моделирование намагничивания стальных магнитопроводов»	38	2	4		32
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35			0,35	

Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)	9				9
Всего за 2 семестр	216	18	36	0,35	161,65
Итого по дисциплине	216	18	36	0,35	161,65

Раздел 1. Моделирование как метод исследования

Тема 1. Моделирование как метод исследования

Рассматриваемые вопросы.

Основные понятия и определения. Классификация математических моделей. Цель математического моделирования. Способы построения математической модели. Основы работы в среде Scilab и среде визуального программирования XCOS/Scilab.

Раздел 2. Моделирование цепей постоянного и переменного тока

Тема 1. Моделирование цепей постоянного тока

Рассматриваемые вопросы.

Математические модели в форме систем линейных алгебраических уравнений. Математические модели в форме нелинейных алгебраических уравнений. Схемы замещения цепей постоянного тока. Расчет цепей матричным способом в среде Scilab.

Тема 2. Моделирование цепей переменного тока

Рассматриваемые вопросы.

Математические модели в форме систем линейных алгебраических уравнений с комплексными переменными. Схемы замещения цепей переменного тока. Расчет цепей матричным способом в среде Scilab.

Раздел 3. Моделирование режимов работы устройств электро-энергоснабжения

Тема 1. Моделирование режимов работы устройств электро-энергоснабжения

Рассматриваемые вопросы.

Математические модели в форме обыкновенных дифференциальных уравнений и системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений. Схемы замещения устройств электро-энергоснабжения с двигателем постоянного тока. Моделирование переходных процессов и режимов работы устройств электро-энергоснабжения в визуальной среде программирования XCOS/Scilab.

Раздел 4. Моделирование режимов регулирования работы устройств электро-энергоснабжения

Тема 1. Моделирование режимов регулирования работы устройств электро-энергоснабжения.

Рассматриваемые вопросы.

Математические модели в форме операционного исчисления, передаточных функций и пространства состояний. Схемы замещения объектов регулирования в электро-энергоснабжении. Моделирование процессов регулирования работы устройств электро-энергоснабжения в визуальной среде программирования XCOS/Scilab.

Раздел 5. Моделирование намагничивания стальных магнитопроводов

Тема 1. Моделирование намагничивания стальных магнитопроводов

Рассматриваемые вопросы.

Методы аппроксимация и интерполяции при построении эмпирических моделей. Моделирование электромагнитных потоков и кривых намагничивания стальных магнитопроводов.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1 «Моделирование как метод исследования»				6
	Тема 1. Моделирование как метод исследования	Лекция № 1. Моделирование как метод исследования. (мультимедиа-лекция Power Point)	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2,3)		2
		Практическое занятие № 1. Основы работы в среде Scilab Mentimeter	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2,3)	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 2. Основы работы в среде визуального моделирования XCOS/Scilab. Mentimeter	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2,3)	Устный опрос	2
2.	Раздел 2 «Моделирование цепей постоянного и переменного тока»				12
	Тема 1. Моделирование цепей постоянного тока	Лекция № 2. Моделирование цепей постоянного тока. (с мультимедиа элементами)	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2,3)		2
		Практические занятия № 3, № 4. Схемы замещения цепей постоянного тока и расчет цепей матричным способом в среде Scilab Mentimeter	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2,3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4
	Тема 2. Моделирование цепей переменного тока	Лекция № 3. Моделирование цепей переменного тока. (с мультимедиа элементами)	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2,3)		2
		Практические занятия № 5, № 6. Схемы замещения цепей переменного тока и расчет цепей матричным способом в среде Scilab	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2,3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Mentimeter			
3	Раздел 3 «Моделирование режимов работы устройств электро-энергоснабжения»				12
	Тема 1. Моделирование режимов работы устройств электроснабжения	Лекции № 4, № 5. Схемы замещения устройств электро-энергоснабжения и описание их моделями в форме обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. (с мультимедиа элементами)	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2,3)		4
		Практические занятия № 7, № 8. Моделирование режимов работы устройств электро-энергоснабжения в среде визуального моделирования XCOS/Scilab Mentimeter	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2,3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4
		Практические занятия № 9, № 10. Моделирование переходных процессов устройств электро-энергоснабжения в среде визуального моделирования XCOS/Scilab Mentimeter	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2,3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4
4.	Раздел 4 «Моделирование режимов регулирования работы устройств электро-энергоснабжения»				18
	Тема 1. Моделирование режимов регулирования работы устройств электро-энергоснабжения	Лекция № 6. Схемы замещения устройств электро-энергоснабжения и описание их моделями в форме операционного исчисления. (с мультимедиа элементами)	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2,3)		2
		Практические занятия № 11, № 12. Моделирование режимов регулирования в форме операционного исчисления в среде визуального моделирования XCOS/Scilab	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2,3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Mentimeter			
		Лекция № 7. Схемы замещения устройств электро-энергоснабжения и описание их моделями в форме передаточных функций. (с мультимедиа элементами)	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)		2
		Практические занятия № 13, № 14. Моделирование режимов регулирования в форме передаточных функций в среде визуального моделирования. XCOS/Scilab Mentimeter	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4
		Лекция № 8. Схемы замещения устройств электро-энергоснабжения и описание их моделями в форме пространства состояний. (с мультимедиа элементами)	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
		Практические занятия № 15, № 16. Моделирование режимов регулирования в форме операционного исчисления в среде визуального моделирования XCOS/Scilab Mentimeter	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4
5.	Раздел 5 «Моделирование намагничивания стальных магнитопроводов»				6
	Тема 1. Моделирование намагничивания стальных магнитопроводов	Лекция № 9. Методы аппроксимация и интерполяции при построении эмпирических моделей. (с мультимедиа элементами)	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)		2
		Практические занятия № 17, № 18. Моделирование кривых намагничивания в среде визуального моделирования XCOS/Scilab Mentimeter	ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины		
№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 «Моделирование как метод исследования»		
1.	Тема 1. Моделирование как метод исследования	Аналоговое моделирование при исследовании электрических цепей (ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3))
Раздел 2 «Моделирование цепей постоянного и переменного тока»		
2.	Тема 1. Моделирование цепей постоянного тока	Изучение методов итераций при решении систем линейных уравнений (ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3))
3.	Тема 2. Моделирование цепей переменного тока	Изучение методов итераций при решении систем линейных уравнений (ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3))
Раздел 3 «Моделирование режимов работы устройств электро-энергоснабжения»		
4.	Тема 1. Моделирование режимов работы устройств электро-энергоснабжения	Метод Рунге — Кутты (ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3))
Раздел 4 «Моделирование режимов регулирования работы устройств электро-энергоснабжения»		
5.	Тема 1. Моделирование режимов регулирования работы устройств электро-энергоснабжения	Математические модели в частотной области. (ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3))
Раздел 5 «Моделирование намагничивания стальных магнитопроводов»		
6.	Тема 1. Моделирование намагничивания стальных магнитопроводов	Интерполяция полиномом Лагранжа. (ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3))

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания применяется традиционная (объяснительно-иллюстративная) технология обучения с использованием компьютерных технологий для решения задач в компьютерном классе. Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологии:

- основные формы теоретического обучения: лекции, индивидуальные консультации;
- основные формы практического обучения: практические занятия в компьютерном классе;
- дополнительные формы организации обучения: самостоятельная работа студентов.

– цифровые технологии (проблемное обучение, информационно-коммуникационная технология, проектное обучение, Scilab, MicrosoftExcel, MicrosoftPowerPoint, MicrosoftWord).

Кроме этого, при проведении занятий предусмотрено использование современных методов обучения, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Моделирование как метод исследования	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-лекция)
2.	Моделирование цепей постоянного тока	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
3.	Моделирование цепей переменного тока	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
4.	Схемы замещения устройств электропитания и описание их моделями в форме операционного исчисления, передаточных функций и пространства состояний	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
5.	Схемы замещения устройств электропитания и описание их моделями в форме операционного исчисления, передаточных функций и пространства состояний	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
6.	Схемы замещения устройств электропитания и описание их моделями в форме операционного исчисления	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
7.	Схемы замещения устройств электропитания и описание их моделями в форме передаточных функций	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
8.	Моделирование режимов регулирования в форме операционного исчисления в среде визу-	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)	
	ального моделирования XCOS/Scilab		
9.	Моделирование кривых намагничивания в среде визуального моделирования XCOS/Scilab	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении разделов дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях; решение типовых задач, в том числе в условиях ограничения времени; выполнение расчетно-графической работы.

Промежуточный контроль знаний: зачет с оценкой.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1) При изучении дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу, развитие навыков самостоятельной работы, а также навыков поиска (применяя электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru), анализа и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители).

Для выполнения расчетно-графической работы студенту следует изучить теоретический материал по литературе (учебникам и учебным пособиям), конспектам лекций.

Расчетно-графическую работу студенты выполняют во внеурочное время с использованием любых информационных и программных материалов, носят расчетный характер и оформляются работы в текстовом редакторе MicrosoftWord и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм и вычисления простых и сложных функций.

Примерные темы расчетно-графической работы:

1. Модель автоматического регулирования угловой скорости ротора двигателя в среде визуального моделирования XCOS/Scilab изменением напряжения.
2. Модель автоматического регулирования угловой скорости ротора двигателя в среде визуального моделирования XCOS/Scilab изменением сопротивления в цепи якоря.

Задание на расчетно-графическую работу:

1. Замещающие схемы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением с указанием исходных данных, вида и величины нагрузки выбираются в соответствии с индивидуальными данными по варианту.
2. Пусковой ток ограничен трехступенчатым реостатом.
3. При заданных активном сопротивлении якоря, сопротивлении пускового реостата, индуктивности якоря, коэффициенте пропорциональности между током в цепи якоря и моментом пары электромагнитных сил, моменте пары сил нагрузки, моменте инерции ротора угловая скорость ротора двигателя зависит от напряжения в цепи якоря.

Содержание расчетно-графической работы

1. Расчетная часть
 - 1.1. Задание схемы замещения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением и потребителем.
 - 1.2. Задание активного сопротивления якоря, сопротивления ступеней пускового реостата, индуктивности якоря, коэффициента пропорциональности между током в цепи якоря и моментом пары электромагнитных сил, моменте пары сил нагрузки, момента инерции ротора.
 - 1.3. Составление дифференциального уравнения равновесия напряжений якорной цепи.
 - 1.4. Составление дифференциального уравнения вращения ротора.
 - 1.5. Составление модели в среде визуального моделирования XCOS/Scilab.
 - 1.6. Выполнения программы в среде визуального моделирования XCOS/Scilab на компьютере.
 - 1.7. Анализ данных и выводы.
2. Графическая часть
 - 2.1. Схема замещения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением и потребителем.
 - 2.2. Графики изменения тока в цепи якоря и угловой скорости ротора от времени.

Расчетно-графическая работа по дисциплине «Моделирование электро-технологических процессов» выполняется согласно номеру варианта индивидуального задания, выданного преподавателем.

- 2) Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся (решение задач на ПК в режиме ограничения времени):

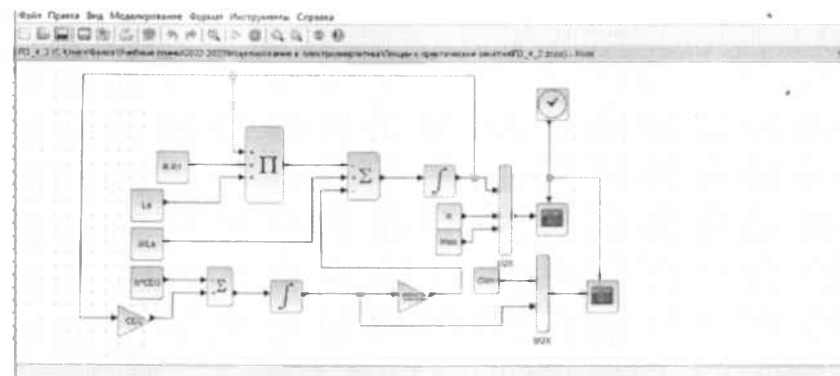
По разделу 3 «Моделирование режимов работы устройств электро-энергоснабжения»

Теме 1. Моделирование режимов работы устройств электро-энергоснабжения
Практическое занятие № 7. Моделирование режимов работы устройств электро-энергоснабжения в среде визуального моделирования XCOS/Scilab.

Задача 1. В среде визуального программирования XCOS/Scilab разработать модель изменения тока в якорной цепи и угловой скорости ротора при разгоне без пускового реостата. Заданы активное сопротивление якоря, индуктивность якоря, коэффициент пропорциональности между током в цепи якоря и моментом пары электромагнитных сил, моменте пары сил нагрузки, момент инерции ротора, напряжение в цепи якоря.

Решение.

1. Составление дифференциальных уравнений равновесия напряжений в цепи якоря и движения ротора двигателя с потребителем (не приводятся).
2. Создание модели из блоков палитры блоков в среде визуального моделирования XCOS/Scilab



3. Запуск модели на выполнение и вывод графиков зависимостей тока в якорной цепи (рис. 1, а) и угловой скорости (рис. 1, б) от времени.

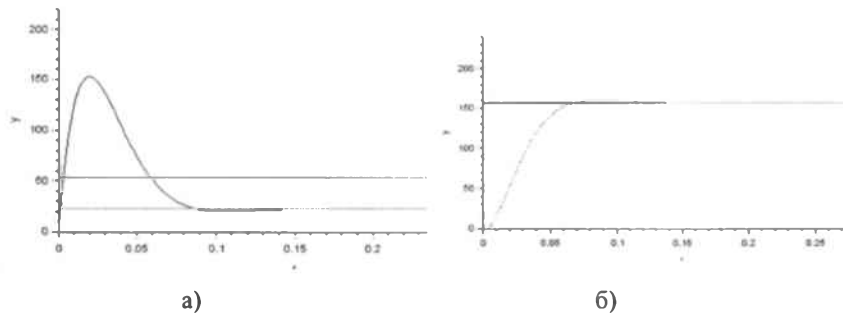


Рис. 1.

4. Анализ результатов и выводы.

Во время пуска ток скачет. При этом максимальное значение его превышает установившееся более чем в шесть раз. Необходимо регулирование тока при запуске двигателя.

3) Пример перечня вопросов устного опроса студентов для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 1 «Моделирование как метод исследования»

Теме 1. Моделирование как метод исследования

Практическое занятие № 2. Основы работы в среде визуального моделирования XCOS/Scilab.

Перечень вопросов для устного опроса

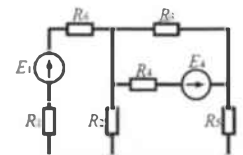
1. Как запускается программа визуального программирования XCOS в среде Scilab ?
2. Каково назначение палитры блоков XCOS ?
3. Как перенести блок с палитры блоков в рабочую область (полотно) XCOS ?
4. Как ввести параметры блока ?
5. Для чего предназначена опция «Установить контекст» в пункте меню «Моделирование» главного окна XCOS?
6. Какие арифметические операции используются в среде Scilab и как они записываются?
6. Как записывается оператор присвоения в среде Scilab?
7. Как записываются системные переменные и вещественные числа в среде Scilab ?
8. Как вводятся (формируются) вектор и матрица в среде Scilab?
9. Как записываются арифметические выражения в среде Scilab? Приведите пример.
10. Каково назначение блока CLOCK_св палитре «Обработка событий»?
11. Каково назначение блока CLOCK_св палитре «Обработка событий»?

12. Какой блок предназначен для сложения чисел? Каковы его параметры ?
13. Какой(ие) блок(и) предназначен(ы) для умножения чисел ? Каковы его (их) параметры?
14. Какой блок предназначен для вывода графика (графиков) на полотно с осями для всех графиков осями O_x , O_y ? Каковы параметры блока?
15. Какой блок предназначен для вывода графиков с независимыми для отдельных графиков осями O_x , O_y ? Каковы параметры блока?

4) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой):

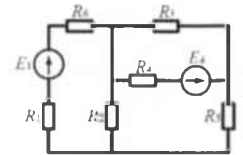
1. Понятия математической и компьютерной моделей функционирования объекта электро-энергоснабжения. Пример.
2. Программы Scilab, предназначенные для решения линейного обыкновенного дифференциального уравнения. Пример применения программы.
3. Программы Scilab, предназначенные для решения системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений. Пример применения программы.
4. Блок IFTHEL_f палитры «Обработки событий». Параметры блоков и пример их использования.
5. Блоки сложения и умножения палитры «Математические операции». Параметры блоков и примеры их использования.
6. Блоки «-to +» и «+to-» палитры «Обнаружение перехода через нуль». Пример их использования.
7. Блок реле RELAY_f палитры «Маршрутизация сигналов». Параметры блока и пример их использования.
8. Блоки MUX и DEMUX палитры «Маршрутизация сигналов». Пример их использования.
9. Блоки CSCOPE и CMSCOPE палитры «Регистрирующие устройства». Пример их использования.
10. Блоки CLOCK_с и CONST_m палитры «Источники сигналов и воздействий». Пример их использования.
11. Блоки GENSIN_f и STEP_FUNCTION палитры «Источники сигналов и воздействий». Пример их использования.

12. Составить уравнения для определения величин постоянного тока на каждом участке цепи в общем виде

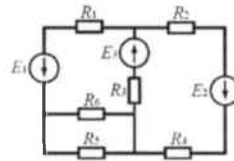


13. Рассчитать величины постоянного тока на каждом участке цепи в среде Scilab при следующих исходных данных:

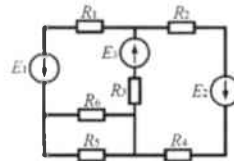
$E_1 = 40$ В; $E_2 = 20$ В; $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 8$ Ом, $R_4 = 4$ Ом, $R_5 = 2$ Ом, $R_6 = 10$ Ом.



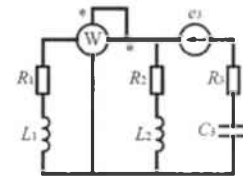
14. Составить уравнения для определения величин постоянного тока на каждом участке цепи в общем виде



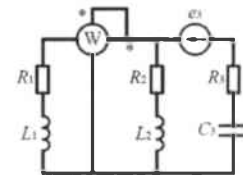
15. Рассчитать величины постоянного тока на каждом участке цепи в среде Scilab при следующих исходных данных:
 $E_1 = 40$ В, $E_2 = 10$ В, $E_3 = 20$ В; $R_1 = 2$ Ом,
 $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 8$ Ом, $R_4 = 4$ Ом, $R_5 = 2$ Ом, $R_6 = 10$ Ом.



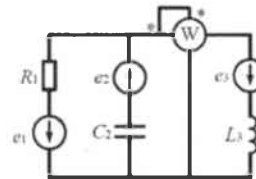
16. Составить уравнения для определения величин однофазного синусоидального тока частотой 50 Гц на каждом участке цепи



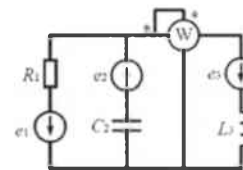
17. Рассчитать величины однофазного синусоидального тока частотой 50 Гц на каждом участке цепи в среде Scilab при следующих исходных данных:
 $e_3 = 100 - 40i$ В; $L_1 = 10$ мГн, $L_2 = 20$ мГн;
 $C_3 = 10$ мкФ; $R_1 = 30$ Ом, $R_2 = 20$ Ом, $R_3 = 30$ Ом.



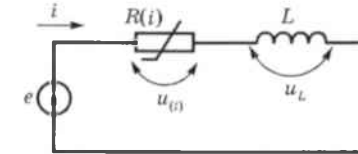
18. Составить уравнения для определения величин однофазного синусоидального тока частотой 50 Гц на каждом участке цепи



19. Рассчитать величины однофазного синусоидального тока частотой 50 Гц на каждом участке цепи в среде Scilab при следующих исходных данных:
 $e_1 = 300 - 40i$ В, $e_2 = 250$ В; $e_3 = 10 + 300i$ В;
 $L_3 = 10$ мГн; $C_2 = 30$ мкФ; $R_1 = 20$ Ом.

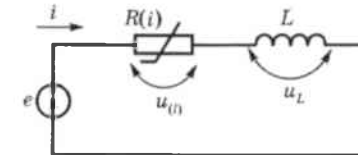


20. Нелинейная электрическая цепь имеет нелинейный резистор $R(i)$ с нелинейной вольт-амперной характеристикой зависимости тока i от напряжения u (рис): $i = au^2$



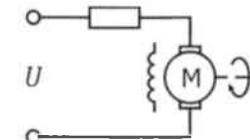
Учитывая показанные на рисунке обозначения напряжений, сопротивления и индуктивности, составить нелинейную модель цепи в виде уравнения Кирхгофа, если неизвестная переменная – напряжение.

21. Нелинейная электрическая цепь имеет нелинейный резистор $R(i)$ с нелинейной вольт-амперной характеристикой зависимости тока i от напряжения u (рис): $i = au^2$



Учитывая показанные на рисунке обозначения напряжений, сопротивления и индуктивности, составить нелинейную модель цепи в виде уравнения Кирхгофа, если неизвестная переменная – ток.

22. Учитывая закон Кирхгофа, записать уравнение равновесия напряжений в цепи якоря при включении двигателя.



Принять U – напряжение на входе

I_a – ток якорной цепи;

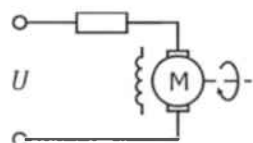
R_a, L_a – активное сопротивление и индуктивность якоря;

R_r – сопротивление пускового реостата;

Ω – угловая скорость;

C_E – коэффициент пропорциональности между ЭДС вращения и угловой скоростью ротора двигателя.

23. Учитывая закон Кирхгофа, записать уравнение равновесия напряжений в цепи якоря при выключении двигателя.



Принять U – напряжение на входе

I_a – ток якорной цепи;

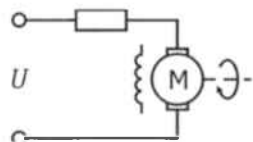
R_a, L_a – активное сопротивление и индуктивность якоря;

R_r – сопротивление пускового реостата;

Ω – угловая скорость;

C_E – коэффициент пропорциональности между ЭДС вращения и угловой скоростью ротора двигателя.

24. Учитывая закон Кирхгофа, записать уравнение равновесия напряжений в цепи якоря при установившемся вращении ротора двигателя.



Принять U – напряжение на входе

I_a – ток якорной цепи;

R_a, L_a – активное сопротивление и индуктивность якоря;

R_r – сопротивление пускового реостата;

Ω – угловая скорость;

C_E – коэффициент пропорциональности между ЭДС вращения и угловой скоростью ротора двигателя.

25. Записать уравнение вращения ротора двигателя при таких исходных данных:

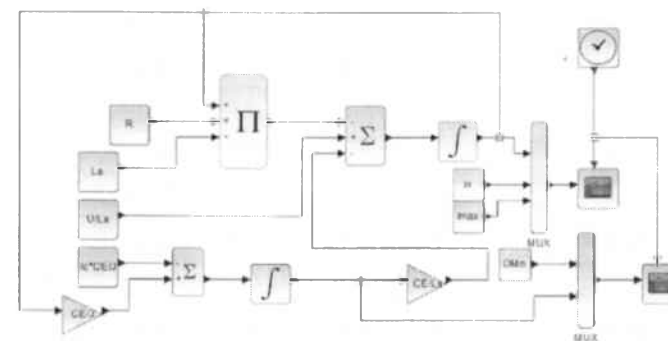
ω – угловая скорость ротора;

I – ток в цепи якоря;

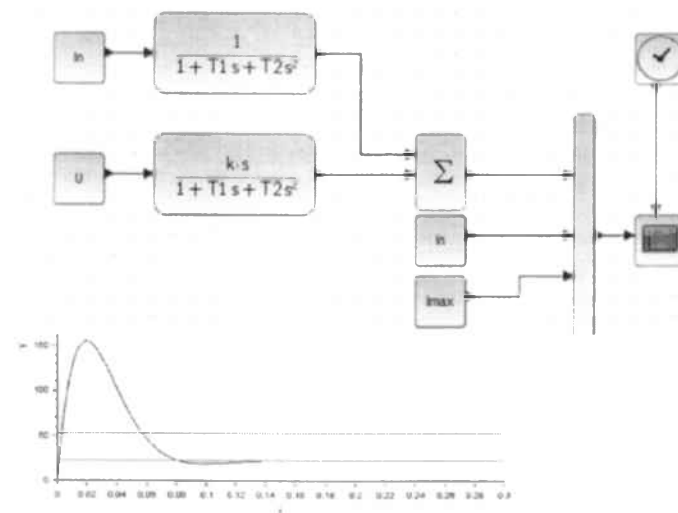
C_E – коэффициент пропорциональности между током в цепи якоря и моментом пары электродвижущих сил;

M_c – момент пары сил сопротивления на валу ротора.

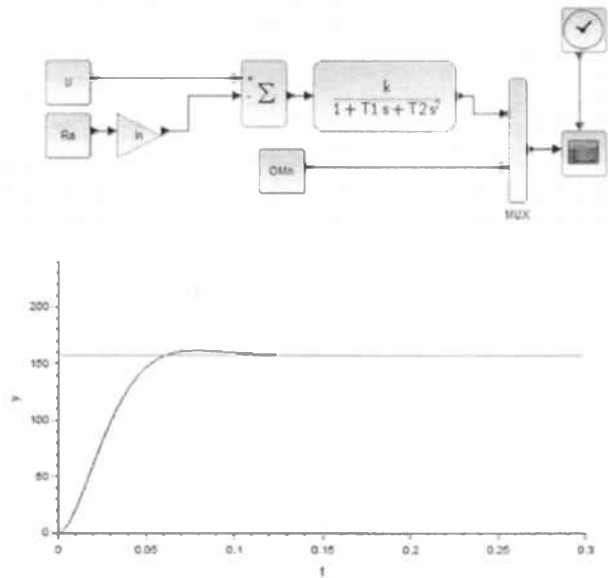
26. Пояснить функции блоков палитры XCOS/Scilab модели двигателя постоянного тока в форме дифференциальных уравнений.



27. Пояснить функции блоков палитры XCOS/Scilab модели тока в цепи якоря двигателя в форме операционного исчисления.



28. Пояснить функции блоков палитры XCOS/Scilab модели угловой скорости двигателя в форме операционного исчисления.



29. С какой целью реализуют ступенчатый пуск электродвигателя в функции времени с коррекцией по току?

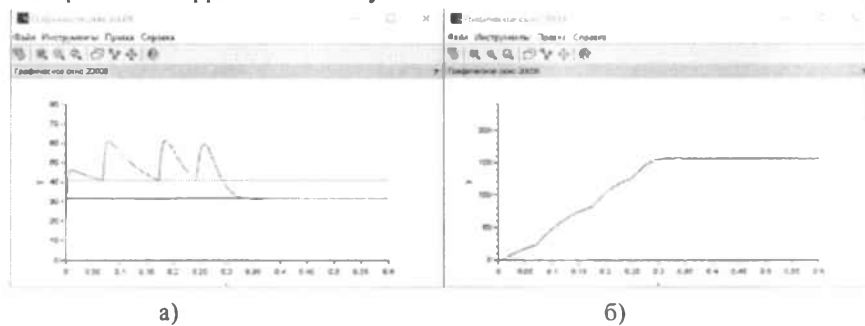
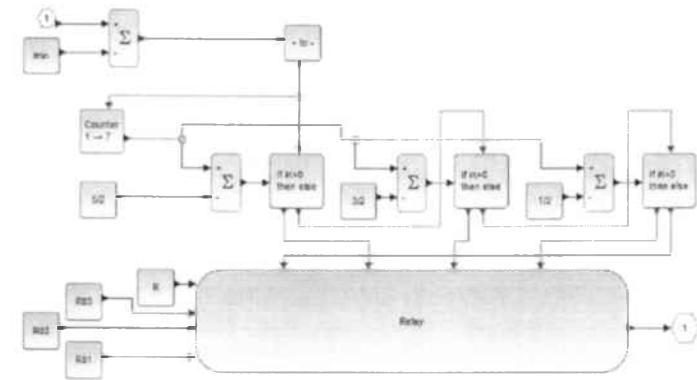


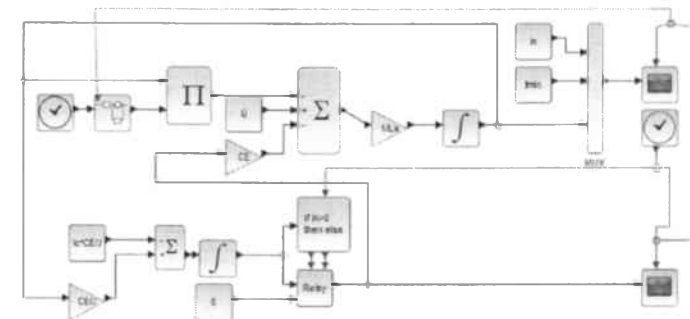
Рис. 2

Поясните изменения тока (рис.2, а) и угловой скорости ротора (рис.2, б) при запуске двигателя с использованием трехступенчатого реостата для регулирования по току

30. Пояснить функции блоков палитры XCOS/Scilab в модели трехступенчатого реостата двигателя постоянного тока



31. Пояснить функции блоков палитры XCOS/Scilab в модели двигателя постоянного тока с трехступенчатым реостатом.



6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Моделирование электротехнологических процессов» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Знания оцениваются по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания результатов обучения представлены в таблице 7.

Таблица 7

Критерии оценивания результатов обучения (зачет с оценкой)	
Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. В. Голубева. – 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 192 с. - URL: [^Ahttps://e.lanbook.com/book/179611^A](https://e.lanbook.com/book/179611).
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168961>
2. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Петров. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 288 с. – URL: [^Ahttps://e.lanbook.com/book/212213^A](https://e.lanbook.com/book/212213).
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168879>
3. Юревич, Е. И. Теория автоматического управления [Текст]: для студентов и аспирантов технических вузов / Е.И. Юревич. – 4-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2020. – 560 с

7.2 Дополнительная литература

1. Алексеев, Е. Р. Scilab [Текст] решение инженерных и математических задач / Е.Р. Алексеев, О.В. Чеснокова, Е.А. Рудченко. – Москва : ALT Linux; Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 259 с.

2. Титов, А. Н. Построение и форматирование графиков в среде Scilab [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А. Н. Титов, Р. Ф. Тазиева. - Казань: КНИТУ, 2020. – 108 с. - URL: [^Ahttps://e.lanbook.com/book/244853](https://e.lanbook.com/book/244853).
Режим доступа: [^Ahttps://e.lanbook.com/book/244853](https://e.lanbook.com/book/244853).
3. Титов, А. Н. Решение задач линейной алгебры и прикладной математики в среде Scilab [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А. Н. Титов, Р. Ф. Тазиева. – Казань: КНИТУ, 2020. – 100 с. - URL: [^Ahttps://e.lanbook.com/book/196200](https://e.lanbook.com/book/196200).
Режим доступа: [^Ahttps://e.lanbook.com/book/196200](https://e.lanbook.com/book/196200)
4. Черезов, Г. А. Математическое моделирование систем и процессов Scilab [Электронный ресурс]: практикум / Г. А. Черезов, В. Г. Волик. – Самара: СамГУПС, 2016. – 91 с. - URL: [^Ahttps://e.lanbook.com/book/130371^A](https://e.lanbook.com/book/130371).
Режим доступа: [^Ahttps://e.lanbook.com/book/130371^A](https://e.lanbook.com/book/130371)

7.3 Нормативные правовые акты

1. Закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» № 301 от 5.05.2017 г.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень магистратуры) № 147 от 28.02.2018 г.

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Моделирование электротехнологических процессов» являются лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции проводятся на потоке, практические занятия в группах. По курсу предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

На лекциях излагается теоретический материал, практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

В учебном процессе рекомендуется использовать следующее программное обеспечение: Scilab, КОМПАС, AutoCad, MicrosoftPowerPoint, Mentimeter, Zoom и др., Интернет, электронные ресурсы технических библиотек, а также интернет-ресурсы:

1. <http://www.kodges.ru/>(тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ).
2. Издательский центр «Академия»<http://www.academia-moscow.ru/catalogue>(открытый доступ).
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com> (открытый доступ).
4. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com> (открытый доступ).

5. <http://www.rsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ).
6. <http://www.cnshe.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).
7. Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова www.library.timacad.ru/ (открытый доступ).
8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> (открытый доступ).
- <https://psytests.org/iq/shtur/shturA-run.html>
 - <https://portal.timacad.ru>
 - <https://onlinetestpad.com/vmptgicdboani>
 - <https://www.mentimeter.com/>

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1 «Моделирование как метод исследования»	Scilab	Расчетная	Scilab	2017
		Microsoft Word	Оформительская	Enterprises	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point	Презентация	Microsoft	2016
		Mentimeter	https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		
2.	Раздел 2 «Моделирование цепей постоянного и переменного тока»	Scilab	Расчетная	Scilab	2017
		Microsoft Word	Оформительская	Enterprises	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point	Презентация	Microsoft	2016
		Mentimeter	https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		
3.	Раздел 3 «Моделирование режимов	Scilab	Расчетная	Scilab	2017
				Enterprises	

	работы устройств электроснабжения»	Microsoft Word	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2016
		Microsoft Excel		Microsoft	2016
		AutoCad		Autodesk	2020
	Power Point	Mentimeter		Microsoft	2016
				Microsoft	2014
				Microsoft	2014
4.	Раздел 4 «Моделирование режимов регулирования работы устройств электроснабжения»	Scilab	Расчетная	Scilab	2017
		Microsoft Word	Оформительская	Enterprises	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point	Презентация	Microsoft	2016
		Mentimeter	https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		
5.	Раздел 5 «Моделирование намагничивания стальных магнитопроводов»	Scilab	Расчетная	Scilab	2017
		Microsoft Word	Оформительская	Enterprises	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point	Презентация	Microsoft	2016
		Mentimeter	https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Корпус № 24, аудитория № 306	Компьютерный класс тип 2:

	компьютеров –24 шт., проектор Acer H6517ST – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт.,
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.	
Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.	

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Учебный курс «Моделирование электротехнологических процессов» является одним из основных в направлении 13.04.02 Электротехника и электротехника, направленности Электроснабжение; Энергообеспечение предприятий. В этом курсе студент получает знания о методах, используемых при моделировании работы электротехнических и теплотехнических устройств в сельскохозяйственном производстве. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы по направлению подготовки.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа в аудитории) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся. Учебные занятия представлены следующими видами и проведением текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);

практические занятия (занятия семинарского типа);

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся;

занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на *лекциях*.
2. На *практических* занятиях обдуманно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты.
3. Регулярно посещать тематические выставки, например, «Агропромаш», «Золотая осень», «Интерсвет» и др.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение расчетно-графической работы.

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

Расчетно-графическую работу выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие обязан самостоятельно проработать пропущенную тему, решить задачи и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме практического занятия.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Моделирование электротехнологических процессов», согласно структуре, являются лекции, практические занятия, консультации и самостоятельная работа студентов.

Преподавание дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» требует особых методических подходов вследствие специфики общей подготовки студентов:

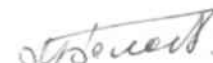
1. Чтение лекций осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации. На лекциях излагается теоретический материал: даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения.

Практические занятия целесообразно проводить в компьютерном классе в интерактивной форме. Первый час занятия – в форме показа преподавателем методики решения типовой задачи. Второй час каждого занятия проводится в интерактивной форме. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания на компьютере. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных баз данных.

Программу разработал:

Белов М.И., д.т.н., профессор


(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины

Б1.О.05 «Моделирование электротехнологических процессов»

ОПОП ВО по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электроснабжение, Энергообеспечение предприятий (квалификация выпускника – магистр)

Загинайловым Владимиром Ильичем, профессором кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» ОПОП ВО по направлению **13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электроснабжение, Энергообеспечение предприятий (квалификация выпускника – магистр)** разработанной в институте механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина (разработчик – Белов Михаил Иванович, профессор, доктор технических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.04.02 **Электроэнергетика и электротехника**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 13.04.02 **Электроэнергетика и электротехника, направленности Энергоснабжение; Энергообеспечение предприятий**.

2. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления **13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**.

3. В соответствии с Программой за дисциплиной «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» закреплена **1 компетенция (3 индикатора достижения компетенции)**. Дисциплина «Моделирование электротехнологических процессов» и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях **знать, уметь, владеть** соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

4. Общая трудоёмкость дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» составляет 6 зачётных единиц (216 часов).

5. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Моделирование электротехнологических процессов» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **13.04.02 Электроэнергетика и электротехника** возможность дублирования в содержании отсутствует.

6. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

7. Программа дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» предполагает занятия в интерактивной форме.

8. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления *13.04.02 Электроэнергетика и электротехника*.

9. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, решение типовых задач, выполнение расчетно-графической работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины, включенной в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления *13.04.02 Электроэнергетика и электротехника*.

10. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» представлено: основной литературой – 3 источника, дополнительной литературой – 4 наименования, периодическими изданиями – 5 источника со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 8 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления *13.04.02 Электроэнергетика и электротехника*.

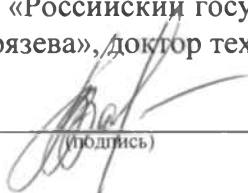
12. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

13. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Моделирование электротехнологических процессов».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Моделирование электротехнологических процессов» ОПОП ВО по направлению *13.04.02 Электроэнергетика и электротехника*, направленности *Электроснабжение, Энергообеспечение предприятий* (квалификация выпускника – магистр), разработанная Беловым М.И., профессором, доктором технических наук, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Загинайлов В.И., профессор кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук


(подпись)

« 29 » августа 2022 г.