Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование электротехнических устройств и систем

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(направленность (профиль): «Цифровой инжиниринг»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: fc9174b54ee9e52ecccebc4447325f87f55889f2
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 17 апреля 2024 г. по 11 июля 2025 г.
Дата и время: 16-05-2025 21:02:00 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– подготовка выпускников к профессиональной деятельности по направленности (профилю) "«Цифровой инжиниринг»" в рамках направления 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника".

Задачами учебной дисциплины являются:

– приобретение основ знаний и умений проведения моделирования и исследования электротехнических устройств и систем с использованием современных технологий;

– формирование у обучающихся компетенций, необходимых для успешного решения задач их профессиональной деятельности.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Электрические измерения;
– Электрические машины;
– Теоретические основы электротехники;
– Управление техническими системами;
– Электрические и электронные аппараты;
– Информационные технологии;
– Основы программирования.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Регулирование и оптимизация электропотребления;
– Системы управления электроприводов;
– Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и комплексов;
– Эксплуатация электрооборудования.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории	Код и наименование	Код и наименование	Планируемые результаты

(группы) ОПК	ОПК	индикатора достижения ОПК	обучения
Информационная культура	ОПК-2: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-2.1 Разрабатывает алгоритмы, пригодные для практического применения при решении задач в области профессиональной деятельности	– знать: методы и способы разработки алгоритмов, пригодных для практического применения при решении задач в области профессиональной деятельности. – уметь: разрабатывать алгоритмы, пригодные для практического применения при решении задач в области профессиональной деятельности.
		ОПК-2.2 Разрабатывает компьютерные программы, пригодные для практического применения при решении задач в области профессиональной деятельности	– знать: методы и способы разработки компьютерных программ, пригодных для практического применения при решении задач в области профессиональной деятельности. – уметь: разрабатывать компьютерные программы, пригодные для практического применения при решении задач в области профессиональной деятельности.
		ОПК-2.3 Подготавливает техническое описание разработанных алгоритмов и	– знать: методы описания разработанных алгоритмов и компьютерных программ.

		компьютерных программ	– уметь: подготавливать техническое описание разработанных алгоритмов и ком-пьютерных программ.
Фундаментальная подготовка	ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.2 Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания и методы для решения практических задач	– знать: подготавливать техническое описание разработанных алгоритмов и компьютерных программ. – уметь: составить адекватную модель объекта профессиональной деятельности, обработать и провести анализ полученных результатов.
		ОПК-3.3 Решает задачи теоретического и прикладного характера, применяя законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	– знать: законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма. – уметь: составить адекватную модель объекта профессиональной деятельности, обработать и провести анализ полу-ченных результатов.
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1 Проводит расчет, анализ и моделирование линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	– знать: методы расчета, анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. – уметь: составить адекватную модель линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного

			тока.
		ОПК-4.3 Рассчитывает установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	– знать: основные критерии качества протекающих процессов для работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов. – уметь: оценивать результаты моделирования процессов для работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***6 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*108*
	зачетных единиц	***3***	*3*
Лекции, *академ. час.*		***20***	*20*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***30***	*30*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*

в форме практической подготовки	***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***40***	*40*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***18***	*18*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Методы анализа и моделирования;

Тема 1.1 Общие вопросы математического моделирования объектов электроэнергетики и электротехники (Основные виды математических моделей электроэнергетики и электротехники. Постановка задачи моделирования. Формирование уравнений математической модели на основе участка электрической цепи. Классификация математических моделей. Виды моделирования. Программные средства моделирования.);

Тема 1.2 Технология моделирования. Математические модели статических и динамических объектов (Основные принципы моделирования. Технология моделирования. Моделирование динамических систем. Структурное моделирование. Имитационное моделирование. Математические модели в пространстве состояний. Статистическое моделирование.);

Раздел 2 Моделирование электротехнических устройств;

Тема 2.1 Моделирование 1 и 3-фазных цепей (Моделирование индуктивности в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
Моделирование емкости в цепи переменного тока.);

Тема 2.2 Моделирование преобразователей (Моделирование выпрямителей. Моделирование инверторов);

Раздел 3 Моделирование электротехнических систем;

Тема 3.1 Моделирование двигателей постоянного тока (Моделирование двигателей постоянного тока. Исследование модели двигателя постоянного тока);

Тема 3.2 Моделирование двигателей переменного тока. (Моделирование асинхронных двигателей. Моделирование синхронных двигателей. Моделирование синхронных генераторов.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Методы анализа и моделирования		
Тема 1.1.	Общие вопросы математического моделирования объектов	2	

	электроэнергетики и электротехники		
Тема 1.2.	Технология моделирования. Математические модели статических и динамических объектов	4	
Раздел 2.	Моделирование электротехнических устройств		
Тема 2.1.	Моделирование 1 и 3-фазных цепей	2	
Тема 2.2.	Моделирование преобразователей	4	
Раздел 3.	Моделирование электротехнических систем		
Тема 3.1.	Моделирование двигателей постоянного тока	4	
Тема 3.2.	Моделирование двигателей переменного тока.	4	
Итого:		**20**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Методы анализа и моделирования		
Тема 1.1.	Общие вопросы математического моделирования объектов электроэнергетики и электротехники	4	
Тема 1.2.	Технология моделирования. Математические модели статических и динамических объектов	4	
Раздел 2.	Моделирование электротехнических устройств		
Тема 2.1.	Моделирование 1 и 3-фазных цепей	4	
Тема 2.2.	Моделирование преобразователей	6	
Раздел 3.	Моделирование электротехнических		

	систем		
Тема 3.1.	Моделирование двигателей постоянного тока	6	
Тема 3.2.	Моделирование двигателей переменного тока.	6	
Итого:		**30**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 2.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	15	
Раздел 3.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к практическому занятию;	15	

	3. Прохождение тестирования.		
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Итого:		**58**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 10 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
10	не менее 8	отлично
7	не менее 6	хорошо
5	не менее 4	удовлетворительно
3	-	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при

Оценка	Требования к знаниям
	видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Гайдук, А. Р. Применение программного пакета SimInTech для изучения теории автоматического управления : учебное пособие / А.Р. Гайдук, Т.А. Пьявченко. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2021. – 133 с. – ISBN 978-5-9275-3862-1. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=691095 (дата обращения: 27.03.2025);

2 Емельянов, В. Ю. Теория управления: лабораторный практикум в среде SimInTech / В.Ю. Емельянов, Ф.В. Митин. – Санкт-Петербург : Военмех, 2022. – 61 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/382244 (дата обращения: 27.03.2025);

3 Акопов, А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / А. С. Акопов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 389 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02528-6. – URL: https://urait.ru/bcode/511425 (дата обращения: 27.03.2025);

4 Советов, Б. Я. Информационные технологии : учебник для вузов / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. – 7-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 327 с. – ISBN 978-5-534-00048-1. – URL: https://urait.ru/bcode/535730 (дата обращения: 27.03.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

7 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;

– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную 20 компьютерами и интерактивной доской (перечислить оборудование и технические средства обучения);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Составитель(и):

старший преподаватель Богдановская Татьяна Вениаминовна (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Руководитель проектов
Отдела по внедрению АСУ
ТП РИЦ АСУТП «Сибирь
ООО Евраз Техника»
должность, степень, звание
представителя работодателя



Д.Г. Чудинов
инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Носителем электрического заряда может являться
а) электрон;
б) протон:
в) нейтрон;
г) ион;
д) дырка

2. Единицей измерения электрического заряда является
а) браслет;
б) кулон;
в) ожерелье;
г) амулет

3. Единицей измерения электрической проводимости служит
а) Вольт;
б) Сименс;
в) Ампер;
г) Ом

4. Прибор, предназначенный для измерения силы тока в цепи, называется
а) вольтметром;
б) амперметром;
в) ваттметром;
г) омметром

5. Как изменится сопротивление проводника, если его длину и диаметр увеличить в два раза
а) не изменится;
б) уменьшится в два раза;
в) увеличится в два раза

6. Какое поле возникает вокруг движущихся электрических зарядов
а) магнитное;
б) электрическое;
в) электромагнитное

7. Как включаются в электрическую цепь амперметр и вольтметр
а) амперметр последовательно с нагрузкой, вольтметр параллельно нагрузке;

б) амперметр и вольтметр последовательно с нагрузкой;
в) амперметр и вольтметр параллельно нагрузке

8. Уравнение равновесия электрического моста
а) R1*R4=R2*R3;
б) R1+R4=R2+R3;
в) R1-R4=R2-R3

9. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} x - 2y = 8 \\ 2x + y = 1 \end{cases}$$

а) (2;3);
б) (2; -3);
в) (3;2)

10. Программное обеспечение – это:
а) совокупность программ, программной документации и средств программирования.
б) совокупность документов, обеспечивающих пользователя всей необходимой информацией о назначении, правилах и условиях применения программ.
в) совокупность языков программирования и программных средств, используемых для создания программ.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Методы анализа и моделирования

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного (письменного) опроса:

1. Какие задачи имеет моделирование?
2. Что представляет собой модель?
3. Что называется эмуляцией?
4. Какие основные типы моделей вы знаете?
5. Какие виды моделирования вы знаете?
6. Какова классификация моделей по способу представления?
7. Какова классификация моделей по виду математического аппарата?
8. Что представляет собой алгоритм (общее определение)?
9. Что представляет собой алгоритм в виде структурной схемы

10. Что представляет собой разностное уравнение?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Моделирование –

А) материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает объект-оригинал так, что его непосредственное изучение дает новые знания об объекте – оригинале;

Б) методы познания закономерностей регрессии систем, их взаимодействие с другими системами, прогнозирования и управления;

В) методы познания закономерностей развития систем, их взаимодействие с другими системами, прогнозирования и управления.

2. Что заменяет математическое моделирование

А) реальные объекты и их свойства математическими аналогами и устанавливает соответствие между свойствами реального объекта и характеристик его модели;

Б) технические средства для проведения математического моделирования;

В) цифровое моделирование

3. Прочитайте текст и установите соответствие

Виды моделей	Типы моделей
1 Муляж молекулы	А) информационная
2 Карта	Б) натурная
3 Уравнение динамики объекта	В) графическая
4 Схемные	Г) аналитическая

К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию из правого столбца

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквам

1	2	3	4

4. На чем основано аналоговое моделирование?

А) на единстве свойств процессов различной природы;

Б) иной физической природы по сравнению с рассматриваемыми, либо имеют ту же физическую природу;

В) на единстве свойств процессов технического развития

5. Метод, основанный на исследовании модели, имеющей одинаковую физическую природу с оригиналом…

А) аналоговое моделирование;

Б) физическое моделирование;

В) математическое моделирование

6. Польза от физического моделирования:

А) усложняет решение практических задач;

Б) облегчает решение теоретических задач;

В) облегчает решение практических задач

7. Сколько групп образуют сигналы

А) 1;

Б) 5;

В) 3

8. Чем определяется математическая модель

А) степенью совпадения предсказанных или рассчитанных с ее помощью значений параметров объекта с реальными значениями;

Б) стипендией совпадения предсказанных или рассчитанных с ее помощью значений параметров объекта с реальными значениями;

В) степенью расхождением предсказанных или рассчитанных с ее помощью значений параметров объекта с реальными значениями

9. Погрешность модели зависит от значений ее параметров, которые являются элементами матриц…

А) I,j и k;

Б) X,Y и Z;

В) A,B и C

10. Попытки сделать модель более экономичной обычно сопровождаются…

А) снижением точности;

Б) повышением мощности;

В) повышением точности.

11. Для автоматических систем, принято изображение их в виде … соединения отдельных блоков

А) графика;

Б) структурной схемы;

В) принципиальной схемы

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Структурное моделирование электротехнических устройств и систем»

Задание 1. Моделирование системы, представленной дифференциальным уравнением (30 индивидуальных вариантов).

Дифференциальное уравнение (таблица 1) описывает динамику электротехнического устройства.

Выполнить следующие действия:

1) записать в операторном виде и составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению;

2) составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями;

3) составить алгоритм модели, описанный дифференциальным уравнением;

4) составить скрипт и построить переходные процессы в системе при подаче постоянного сигнала на вход системы;

5) составить структурную схему в Simulink при тех же исходных данных и провести моделирование;

6) сравнить результаты двух видов моделирования динамики системы описанной дифференциальным уравнением (полученные графики переходных характеристик должны быть подобными);

7) результат моделирования представить в отчете.

Таблица 1 – Варианты индивидуального задания 1

№ варианта	Дифференциальное уравнение, описывающее систему
1	$4y'' + 2y' + 4y = u + 1$
2	$y''' + 2y'' + y' = 3u' + u$
3	$2y''' + 4y = 6u$
4	$0{,}5y''' + 4y'' + 4y = 4u + 1$
5	$2{,}4y'' + 2y' + 4y = 0{,}5u + 1$
6	$y''' + 4y'' + 2y' + 2y = u + 1$

Задание 2. Моделирование системы, представленной передаточной функцией (первая и вторая канонические формы)

Передаточная функция системы (таблица 2), описывает динамику электротехнического устройства (30 индивидуальных вариантов).

Выполнить следующие действия:

1) записать первую каноническую форму;

2) изобразить структурную схему, соответствующую первой канонической форме описания системы;

3) записать вторую каноническую форму;

4) изобразить структурную схему, соответствующую второй канонической форме описания системы;

5) провести структурное моделирование в Simulink в первой и второй канонических формах:

а) в виде общей передаточной функции;

б) с использованием двух видов типовых звеньев интегрирующего и пропорционального (полученные графики переходных характеристик должны быть подобными);

6) Результат моделирования представить в отчете

Таблица 2 – Варианты индивидуального задания 2

№ варианта	Передаточная функция, описывающая систему
1	$W(p)=\frac{6p+3}{5p^2+8p+2}$
2	$W(p)=\frac{4p+5}{p^3+p^2+3p+2}$
3	$W(p)=\frac{10p^2+3p+1}{0,5p^3+0,4p^2+p+2}$
4	$W(p)=\frac{3p+1}{0,5p^3+0,4p^2+2}$
5	$W(p)=\frac{3p+2}{0,5p^3+p+2}$

Раздел 2. Моделирование электротехнических устройств

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного (письменного) опроса:

1. Почему математическое моделирование является наиболее подходящим для проведения экспериментальных исследований?

2. С помощью каких математических уравнений исследуется динамика?

3. Каких типовых звеньев достаточно для описания апериодического звена?

4. Как выглядит параллельное соединение звеньев?

5. Как выглядит последовательное соединение звеньев?

6. Каковы методы преобразования структурных схем?

7. Какое включение звеньев называется встречно-параллельным (обратная связь)?

8. Как структурные схемы соответствуют дифференциальным уравнениям?

9. Что называется разностным уравнением?

10. Что понимают под имитационным моделированием?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Решение выражения

$$\int x^2 dx =$$

а) 2x+C;
б) x/2+C;
в) $x^3/3+C$

2. Решение выражения dx2/dx=
а) 2x;
б) x/2;
в) x

3. Решение выражения (3+i)(1-i)
а) 4-2i;
б) 5-2i;
в) $3-2i-i^2$

4. Модель отражающая заданные свойства объекта с приемлемой точностью.
А) физическая;
Б) адекватная;

В) точная

5. Структура математической модели – это совокупность переменных и параметров, записанных в математическом выражении, например

$z = ax^2 + bx + cy^2 + dy + exy$

Здесь x, y и z являются:
а) параметрами;
б) коэффициентами;
в) переменными

6. Структура математической модели – это совокупность переменных и параметров, записанных в математическом выражении, например

$z = ax^2 + bx + cy^2 + dy + exy$

Здесь a, b, c, d, e являются:
а) параметры
б) коэффициенты
в) переменные

7. Дифференциальные уравнения могут быть …. и в частных производных
А) сложными;
Б) простыми;
В) обыкновенным

8. Для автоматических систем, принято изображение их в виде … соединения отдельных блоков
А) графика;
Б) структурной схемы;
В) принципиальной схемы

9. Среди систем уравнений низкого порядка могут быть как дифференциальные уравнения, так и…
А) геометрические уравнения;
Б) квадратичные уравнения;
В) алгебраические уравнения

10. 1 секунда физическая=
А) 60 секунд электрических;
Б) 100 секунд электрических;
В) 314 секунд электрических;
Г) 628 секунд электрических

3 Выполнение практических работ

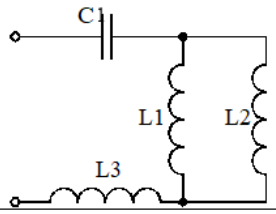
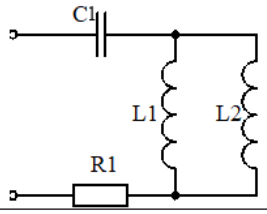
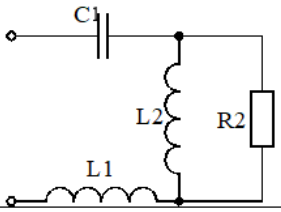
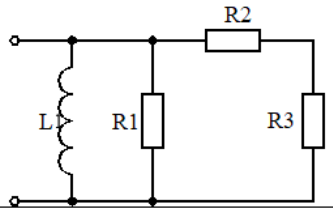
Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Моделирование пассивных аналоговых электронных устройств»

Задание 1. По участку принципиальной пассивной электрической цепи построить имитационную модель и провести исследование (построить переходную и частотную характеристики, определить полосу пропускания).

Задание 2. Осуществить моделирование пассивной электрической цепи с помощью программы (скрипта), провести исследование.

Таблица 1 – Варианты индивидуальных заданий

№	Схема	№	Схема
1		2	
3		4	

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Моделирование активных аналоговых электронных устройств»

Задание 1. Выполнить моделирование активного участка электронной цепи в виде имитационной модели.

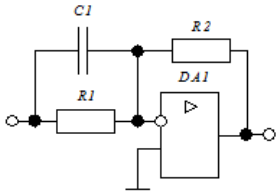
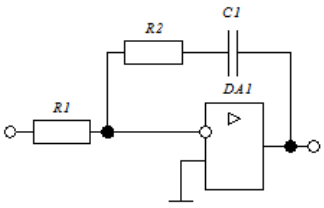
Задание 2. Выполнить моделирование активного участка электронной цепи в виде скрипта.

Задание 3. Выполнить моделирование активного участка электронной цепи в виде структурной модели.

Задание 4. С помощью команды Bode Plot построить частотную характеристику участка электронной цепи.

Параметры цепи выбрать по указанию преподавателя

Таблица 2 – Варианты индивидуальных заданий 2

№	Принципиальная схема	ПФ и параметры схемы
1	 Схема форсирующего звена	$F(p) = -k(T_p + 1),$ $k = R_2/R_1;$ $T = R_1C_1$
2	 Схема последовательного соединения, форсирующего и интегрирующего звеньев	$W(p) = -(T_1p + 1)/T_2p,$ $T_1 = R_2C_2;$ $T_2 = R_1C_2$

Разработано 20 вариантов для каждой работы.

Раздел 3. Моделирование электротехнических систем

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного (письменного) опроса:

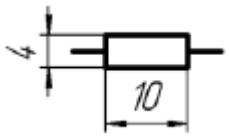
1. Каковы основные этапы построения модели электротехнической системы?
2. Каковы способы и формы математического описания систем электропривода?
3. Особенности модели электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением?
4. Особенности модели электродвигателя постоянного тока с параллельным возбуждением?
5. Особенности модели электродвигателя постоянного тока с последовательным возбуждением?
6. Как выглядит математическая модель нелинейности типа «зона нечувствительности»?
7. Как выглядит математическая модель нелинейности типа «ограничение»?
8. Как выглядит математическая модель пассивного и активного фильтра?
9. Как выглядит математическая модель тиристорного преобразователя?
10. Как выглядит математическая модель колебательного звена?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Прочитайте текст и установите соответствие название УГС

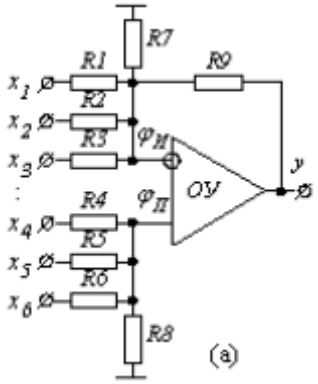
1 	А) транзистор
2 	Б) резистор
3 	В) емкость
4 	Г) тиристор

К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию из правого столбца

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквам

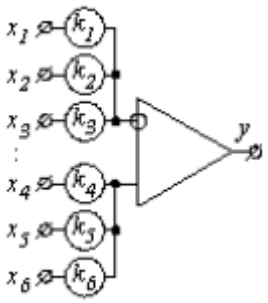
1	2	3	4

2. Какая схема многовходового сумматора



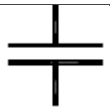
А) принципиальная;
Б) функциональная;
В) Рабочая

3. Какая схема многовходового сумматора



А) принципиальная;
Б) функциональная;
В) рабочая

4. Прочитайте текст и установите соответствие

1 	А) Фарады
2 	Б) Генри
3 	В) Омы

К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию из правого столбца

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквам

1	2	3	4

5. Какая модель включает в себя систему уравнений, описывающих электрические процессы в генераторе и механические процессы, вызванные взаимодействием генератора и приводного двигателя (обычно – дизеля)?

А) Математическая модель синхронного генератора
Б) Метрическая модель асинхронного двигателя
В) Реальная модель синхронного генератора

6. Основой для составления уравнений электрической части является конструкция СГ с размещенными в нем

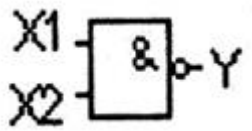
А) катушками обмоток статора и ротора
Б) резистора и конденсатора
В) двух катушек индуктивности

7. К обмотке возбуждения подведено

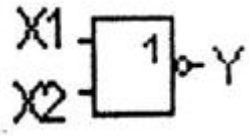
А) постоянное напряжение возбуждения
Б) переменное напряжение возбуждения
В) импульсное напряжение возбуждения

8. Что создает взаимодействие магнитных полей статора и ротора?
А) электромагнитную силу
Б) магнитную силу
В) импульсную силу

9. Чему будет равно значение выходной величины логического устройства при подаче на его входы нулей. Ответ запишите двоичным числом.



10. Чему будет равно значение выходной величины логического устройства при подаче на его входы нулей. Ответ запишите двоичным числом.



3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Моделирование электротехнических устройств и систем»

Задание 1

– Построить модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
– Осуществить реостатный пуск ДПТ.
– Определить влияние ударной нагрузки на ДПТ.
– Построить искусственные механические характеристики машины.
– Осуществить регулирование скорости двигателя регулированием величины напряжения на якоре машины.
– Осуществить регулирование скорости двигателя с помощью управления полем двигателя.
– Данные для модели размещены в методических указаниях к практической работе.

Задание 2

– Построить модель типичной жилой распределительной трансформаторной сети, питающую линейные нагрузки от нейтрали и от линии к линии.

– Чтобы реализовать идеальную модель трансформатора, установите сопротивления обмоток и индуктивности равными 0, а сопротивление намагничивания и индуктивность (Rm и Lm) – inf.

– Данные для модели размещены в методических указаниях к практической работе.

4 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Цели и задачи математического моделирования.
2. Определения и аксиомы моделирования.
3. Виды моделирования, их особенности, достоинства и недостатки.
4. Детерминистский и системный подходы к моделированию. Достоинства и недостатки. Области применения.
5. Общая классификация моделей. Математическое моделирование. Достоинства. Недостатки.
6. Классификация математических моделей.
7. Операторы модели.
8. Параметры модели.
9. Методы реализации моделей.
10. Этапы построения математических моделей.
11. Контроль правильности математических соотношений в модели.
12. Выбор и обоснование методов решения задачи.
13. Типовые математические схемы в моделировании.
14. Проверка адекватности модели. Цели проверки. Возможные причины неадекватности. Этапы проверки.
15. Непрерывно-детерминированные модели. Объекты, формальная запись.
16. Формальная модель объекта. Закон функционирования системы.
17. Структурные модели. Их особенности.
18. Численные методы в моделировании.
19. Аппроксимация эмпирической зависимости степенным полиномом.
20. Модели в передаточных функциях. Достоинства. Ограничения.
21. Линеаризация моделей систем.
22. Модели колебательных механических и электрических систем. Аналогии.
23. Особенности моделирования дискретных систем.

24. Математическая модель апериодического звена и его частотные характеристики.

25. Структурная модель колебательного звена.

5 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

1. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$4y'' + 2y' + 4y = u.$

2. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$2y'' + 5y' = 3u' + 2u.$

3. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$2y'' + 2y' + 4y = 6u$.

4. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$0{,}5y'' + 4y' + 4y = 4u$.

5. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$2{,}4y'' + 2y' + 4y = 0{,}5u$

6. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$y'' + 3y' + 2y = u.$

7. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде,

составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$3y'' + y' = u' + u.$

8. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$1{,}8y'' + 2y' + 3y = 6u$.

9. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$0{,}5y'' + 2y' + 0{,}3y = 4u$.

10. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$2{,}4y'' + y' + 1{,}2y = 0{,}5u.$

11. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$4y'' + 2y' + 4y = u + 1.$

12. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$y''' + 2y'' + y' = 3u' + u.$

13. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$2y''' + 4y = 6u$.

14. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$0{,}5y''' + 4y'' + 4y = 4u + 1$.

15. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$2{,}4y'' + 2y' + 4y = 0{,}5u + 1.$

16. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$y''' + 4y'' + 2y' + 4y = u + 1.$

17. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$y''' + 2y'' + 5y' = 3u' + u.$

18. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$2y''' + 2y' + 4y = 6u\,.$

19. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$0{,}5y''' + 4y'' + 0{,}2y = u\,.$

20. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$2{,}4y'' + 1{,}2y' + y = 0{,}5u.$

21. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$2{,}5y''' + 4y'' + 1{,}2y' + 4y = u.$

22. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$2{,}5y''' + 4y'' + 4y = u.$

23. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$2{,}5y''' + 1{,}2y' + 4y = u.$

24. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$4y'' + 5y' + 4y = u.$

25. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему и описать ее разностными уравнениями:

$4y'' + 1{,}2y' + 4y = 2u.$