

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Андрей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 10.09.2021 17:54:50

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a567274273b1114c

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«Московский политехнический университет»**

**УТВЕРЖДЕНО**

Декан факультета

Информационных технологий

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

## **«МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ».**

Направление подготовки:

**09.03.01 Информатики и вычислительная техника.**

Образовательная программа (профиль):

**«Киберфизические системы».**

Год начала обучения:

**2020**

Уровень образования:

**бакалавриат.**

Квалификация (степень) выпускника:

**Бакалавр.**

Форма обучения:

**очная.**

Москва, 2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К **основным целям** освоения дисциплины относятся:

- сформировать способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники различного функционального назначения;
- сформировать способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств, с целью получения математических моделей, адекватно отражающих реальные процессы в электроприводе и других системах автоматического управления.

К **основным задачам** дисциплины относятся:

- изучение методов анализа и расчета электронных схем;
- изучение методов решения оптимизационных задач;
- овладение навыками анализа, расчета и оптимизации электронных схем;
- изучение основных моделей электропривода и методов моделирования;
- освоение принципов построения моделей реальных устройств в области электропривода и систем управления;
- приобретение навыков реализации моделей средствами вычислительной техники и инструментальными средствами.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина относится к числу учебных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Силовая электроника и электропривод;
- Инженерный проект;
- Проектная деятельность;
- Основы электротехники и электроники.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3	Способен работать над проектами контролировать ход их работ в области использования трехмерного моделирования и разработки специализированного программного обеспечения с применением трехмерной графики	<p>ПК-3.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципов и методологий управления проектами в области информационных технологий;</li> <li>• возможности информационных систем.</li> </ul> <p>ПК-3.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• составлять план работы над проектом; планировать расписание работ, с учетом ограниченности ресурсов;</li> <li>• планировать расходы и финансовое обеспечение проекта;</li> <li>• контролировать и управлять проектом в области ИТ на основе различных методологий.</li> </ul> <p>ПК-3.3. Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• специализированным программным обеспечением для ведения проекта.</li> </ul>
ПК-4	Способен разрабатывать документы информационно-маркетингового назначения, разрабатывать технические документы, адресованные специалисту по информационным технологиям	<p>ПК-4.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• документы информационно-маркетингового назначения, разрабатывать технические документы, адресованные специалисту по информационным технологиям;</li> </ul> <p>ПК-4.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разрабатывать документы информационно-маркетингового назначения, разрабатывать технические документы, адресованные специалисту по информационным технологиям;</li> </ul> <p>ПК-4.3. Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками позволяющими разрабатывать документы информационно-маркетингового назначения, разрабатывать технические документы, адресованные специалисту по информационным технологиям.</li> </ul>

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

#### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, т.е. 144 академических часов (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

## Содержание и темы лекций

<b>ЛК-1</b>	<b>Схемотехническое моделирование.</b>	<b>2 ак. часа</b>
<p>Введение. Моделирование математическое и физическое. Компьютерное моделирование и его особенности. Основные понятия проектирования. Уровни, этапы, процедуры и маршруты проектирования. Блочный– иерархический подход к проектированию.</p>		
<p><b>Самостоятельное изучение:</b> Методы оптимизации проектных решений.</p>		
<b>ЛК-2</b>	<b>Программное обеспечение схемотехнического моделирования.</b>	<b>2 ак. часа</b>
<p>Автоматизация процессов проектирования и моделирования. САПР. Общая схема построения современных программ по моделированию. Состояние и перспективы моделирования электромеханических систем. Программное обеспечение моделирования.</p>		
<p><b>Самостоятельное изучение:</b> Обзор пакетов прикладных программ электронного проектирования: схемотехническое моделирование смешанных аналого-цифровых устройств, моделирование и синтез логики для ПЛИС, схемотехническое и электромагнитное моделирование СВЧ–устройств, поведенческое моделирование на уровне структурных схем, проектирование печатных плат, анализ электромагнитной совместимости, тепловое моделирование (тепловой анализ печатных плат), проектирование топологий БИС, разработка конструкторской документации, разработка технологических процессов.</p>		
<b>ЛК-3</b>	<b>Математические модели электронных схем.</b>	<b>2 ак. часа</b>
<p>Модели полупроводникового диода. Модели биполярного транзистора. Модели полевого транзистора. Модели полупроводниковых приборов и интегральных схем.</p>		
<p><b>Самостоятельное изучение:</b> Принципы формирования математических моделей. Возможность автоматизации формирования математических моделей. Принципы реализации математических моделей. Аппроксимация моделей устройств. Теория устойчивости.</p>		
<b>ЛК-4</b>	<b>Анализ электронных схем.</b>	<b>2 ак. часа</b>
<p>Виды анализа электронных схем и их особенности. Анализ чувствительности. Аналоговый анализ переходных процессов. Цифровой анализ переходных процессов. Частотный анализ. Анализ развертки на постоянном и переменном токе. Анализ передаточной кривой на постоянном токе. Анализ шумов. Анализ искажений. Анализ Фурье. Анализы на наихудший случай и статистический анализ.</p>		
<p><b>Самостоятельное изучение:</b> Анализ цифровых схем на риски сбоя. Алгоритм поиска сбойных состояний.</p>		
<b>ЛК-5</b>	<b>Оптимизация электронных схем.</b>	<b>2 ак. часа</b>
<p>Структурный и параметрический синтез. Параметрическая оптимизация.</p>		
<p><b>Самостоятельное изучение:</b> Классическая теория минимизации. Минимизация при ограничениях. Проектирование на основе минимизации. Минимизация чувствительностей.</p>		
<b>ЛК-6</b>	<b>Математические модели элементов привода.</b>	<b>2 ак. часа</b>
<p>Управляемые источники питания: их математическое описание и компьютерные модели. Управляемые тиристорные выпрямители. Широотно-импульсные преобразователи,</p>		

автономные инверторы с различными законами управления. ШИМ инверторы: их характеристики, замкнутые и разомкнутые. Многоуровневые инверторы. ДПТ – двигатель постоянного тока, упрощенная и полная модели, линейная и нелинейная. Влияние нагрузки. Встроенная модель ДПТ. Пуск ДПТ. Электрические двигатели. Моделирование работы двигателей.		
<b>Самостоятельное изучение:</b> СДПМ – синхронный двигатель с постоянными магнитами: запись уравнений для трехфазной модели. Оси dq. Преобразование осей координат. Уравнения СДПМ в осях dq. Встроенная модель СДПМ. Пуск СДПМ. Влияние нагрузки.		
<b>ЛК-7</b>	<b>Моделирование систем управления.</b>	<b>2 ак. часа</b>
Законы регулирования. Регулирование в приводах. Основные показатели качества регулирования. Особенности нелинейных систем. Область допустимых значений регулирования. Регуляторы. Модели. Системы подчиненного управления. Двухконтурная система управления ДПТ с обратными связями по току и скорости. Настройка системы.		
<b>Самостоятельное изучение:</b> Векторная система управления СДПМ с обратными связями по току и скорости. Асинхронные электроприводы со скалярным управлением.		
<b>ЛР-8</b>	<b>Моделирование двигателя постоянного тока. Математические модели датчиков.</b>	<b>2 ак. часа</b>
БДПТ – бесконтактный двигатель постоянного тока. СДПМ как БДПТ. Принцип работы, механические характеристики. Отличие от ДПТ. Шаговые двигатели. Устройство. Способы управления фазами шагового двигателя. Особенности и ограничения. Основные уравнения. Моделирование шагового двигателя. АД – асинхронный двигатель. Уравнения АД в координатах ABC. Переход к осям $\alpha\beta$ . Математические модели датчиков скорости и угла, постоянного и переменного тока.		
<b>Самостоятельное изучение:</b> Индукторный двигатель. Переход от СДПМ к реактивному двигателю, уравнения в осях dq. Вращающий момент. Встроенная модель. Уравнения АД в осях dq. Встроенная модель АД. Определение параметров встроенной модели АД. Пуск АД. Конденсаторные асинхронные двигатели. Фазоимпульсные системы управления. Особенности математических моделей. Сложности моделирования. Оптимизация и настройка систем регулирования. Настройка динамики и статики линейных систем управления.		
<b>ЛК-9</b>	<b>Разработка и отладка микропроцессорных устройств средствами схемотехнического моделирования.</b>	<b>2 ак. часа</b>
Особенности разработки микропроцессорных устройств. Средства разработки электрической схемы. Разработка электрической схемы. Разработка программного обеспечения. Отладка микропроцессорных устройств. Особенности работы с памятью данных. Особенности отладки программ ввода-вывода. Виртуальные средства отладки: генератор сигналов, генератор цифровых данных (паттерн-генератор), цифровой осциллограф, логический анализатор, цифровой частотомер. Цифровые приборы: отладчик интерфейса SPI, отладчик интерфейса I2C, отладчик асинхронного порта UART (USART).		
<b>Самостоятельное изучение:</b> Особенности контроля и отладки МПС на различных этапах жизненного цикла. Внутрисхемный эмулятор. ПЗУ-мониторы. Эмулятор ПЗУ. Сигнатурный анализатор. JTAG-эмулятор. Комплексная отладка микропроцессорных систем.		

## Содержание и темы лабораторных работ

<b>ЛР-1</b>	<b>Исследование принципов работы микросхем низкой степени интеграции. Моделирование логических элементов.</b>	<b>4 ак. часа</b>
<p><b>Цель выполнения лабораторной работы:</b> Ознакомление со средой схемотехнического моделирования. Изучение базовых компонентов для моделирования простых логических схем.</p>		
<p><b>Результат:</b> логические схемы для микросхем низкой степени интеграции, таблицы истинности к ним.</p>		
<p><b>Порядок выполнения лабораторной работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к выполнению работы, в том числе:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучение функционала, назначения и интерфейса средой схемотехнического моделирования.</li> <li>• Повторение основных понятий алгебры логики и схемотехники.</li> </ul> </li> <li>• Моделирование микросхем низкой степени интеграции.</li> <li>• Защита лабораторной работы.</li> </ul>		
<b>ЛР-2</b>	<b>Исследование принципов работы микросхем средней степени интеграции (шифратор, дешифратор).</b>	<b>6 ак. часа</b>
<p><b>Цель выполнения лабораторной работы:</b> построение микросхем средней степени интеграции на примере шифраторов и дешифраторов в среде схемотехнического моделирования, изучение их принципов работы.</p>		
<p><b>Результат:</b> логические схемы для микросхем шифратора и дешифратора, таблицы истинности к ним.</p>		
<p><b>Порядок выполнения лабораторной работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к выполнению к работе, в том числе:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучение принципов работы схем шифраторов и дешифраторов.</li> <li>• Повторение теории по шифраторам и дешифраторам.</li> </ul> </li> <li>• Моделирование микросхем средней степени интеграции, в частности шифраторов и дешифраторов.</li> <li>• Защита лабораторной работы.</li> </ul>		
<b>ЛР-3</b>	<b>Исследование принципов работы микросхем средней степени интеграции (мультиплексора, демультиплексор).</b>	<b>6 ак. часа</b>
<p><b>Цель выполнения лабораторной работы:</b> построение микросхем средней степени интеграции на примере мультиплексоров и демультиплексоров в среде схемотехнического моделирования, изучение их принципов работы.</p>		
<p><b>Результат:</b> логические схемы для микросхем мультиплексоров и демультиплексоров, таблицы истинности к ним.</p>		
<p><b>Порядок выполнения лабораторной работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к выполнению к работе, в том числе:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучение принципов работы схем мультиплексоров и демультиплексоров.</li> <li>• Повторение теории по мультиплексоров и демультиплексоров.</li> </ul> </li> <li>• Моделирование микросхем средней степени интеграции, в частности мультиплексоров и демультиплексоров.</li> <li>• Защита лабораторной работы.</li> </ul>		
<b>ЛР-4</b>	<b>Исследование принципов работы микросхем средней степени интеграции (триггеры RS\D\JK).</b>	<b>6 ак. часа</b>

<b>Цель выполнения лабораторной работы:</b> построение микросхем средней степени интеграции на примере триггеров в среде схемотехнического моделирования, изучение их принципов работы.		
<b>Результат:</b> логические схемы для микросхем триггеров, таблицы состояний к ним.		
<b>Порядок выполнения лабораторной работы:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к выполнению к работе, в том числе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучение принципов работы схем триггеров.</li> <li>• Повторение теории по различным видам триггеров.</li> </ul> </li> <li>• Моделирование микросхем средней степени интеграции, в частности RS\DJК-триггеров.</li> <li>• Защита лабораторной работы.</li> </ul>		
<b>ЛР-5</b>	<b>Исследование принципов работы микросхем средней степени интеграции (счетчики).</b>	<b>6 ак. часа</b>
<b>Цель выполнения лабораторной работы:</b> построение микросхем средней степени интеграции на примере счетчиков в среде схемотехнического моделирования, изучение их принципов работы.		
<b>Результат:</b> логические схемы для микросхем триггеров, таблицы состояний к ним.		
<b>Порядок выполнения лабораторной работы:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к выполнению к работе, в том числе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучение принципов работы схем счетчиков.</li> <li>• Повторение теории по различным видам счетчиков.</li> </ul> </li> <li>• Моделирование микросхем средней степени интеграции, в частности на счетчиках.</li> <li>• Защита лабораторной работы.</li> </ul>		
<b>ЛР-6</b>	<b>Исследование принципов работы микросхем средней степени интеграции (регистры).</b>	<b>8 ак. часа</b>
<b>Цель выполнения лабораторной работы:</b> построение микросхем средней степени интеграции на примере регистров в среде схемотехнического моделирования, изучение их принципов работы.		
<b>Результат:</b> Электронные модели сложных сборок.		
<b>Порядок выполнения лабораторной работы:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к выполнению к работе, в том числе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучение принципов работы схем регистров.</li> <li>• Повторение теории по регистрам.</li> </ul> </li> <li>• Моделирование микросхем средней степени интеграции, в частности на регистрах.</li> <li>• Защита лабораторной работы.</li> </ul>		
<b>ЛР-7</b>	<b>Исследование принципов работы микросхем высокой степени интеграции (память EEPROM).</b>	<b>8 ак. часа</b>
<b>Цель выполнения лабораторной работы:</b> построение микросхем высокой степени интеграции на примере памяти EEPROM в среде схемотехнического моделирования, изучение их принципов работы.		
<b>Результат:</b> Электронные модели деталей и сборок созданных с использованием профессиональных инструментов.		
<b>Порядок выполнения лабораторной работы:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к выполнению к работе, в том числе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучение принципов работы схем на памяти EEPROM.</li> </ul> </li> </ul>		



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повторение теории по памяти EEPROM.</li> <li>• Моделирование микросхем высокой степени интеграции, в частности памяти EEPROM.</li> <li>• Защита лабораторной работы.</li> </ul>	
<b>ЛР-8</b>	<b>Проектирование систем программного управления электромашинами в составе электропривода.</b>	<b>10 ак. часа</b>
<b>Цель выполнения лабораторной работы:</b> моделирование схемы управления синхронным трехфазным электродвигателем с датчиками контроля положения вала.		
<b>Результат:</b> схема управления синхронным трехфазным электродвигателем с датчиками контроля положения вала (схема, скетч).		
<b>Порядок выполнения лабораторной работы:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к выполнению к работе, в том числе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучение принципов управления силовой нагрузкой с помощью транзисторных ключей.</li> <li>• Ознакомление с инструментами моделирования микропроцессорных модулей среде схемотехнического моделирования.</li> </ul> </li> <li>• Моделирование схемы управления синхронным трехфазным электродвигателем с датчиками контроля положения вала.</li> <li>• Защита лабораторной работы.</li> </ul>		

### Календарный график дисциплины

№	Раздел	Недели	Виды учебной работы, ак. часы					Форма промежуточной аттестации
			Лекции	Семинары	Лабораторные работы	Консультации	Самостоятельная работа	
1	<b>Лекция ЛК-1.</b> <i>Схемотехническое моделирование.</i>	1					8	
2	<b>Лекция ЛК-2.</b> <i>Программное обеспечение схемотехнического моделирования</i>	2					8	
3	<b>Лекция ЛК-3.</b> <i>Математические модели электронных схем.</i>	3					8	
4	<b>Лекция ЛК-4.</b> <i>Анализ электронных схем.</i>	4					8	
5	<b>Лекция ЛК-5.</b> <i>Оптимизация электронных схем.</i>	5					8	
6	<b>Лекция ЛК-6.</b> <i>Математические модели элементов привода.</i>	6					8	
7	<b>Лекция ЛК-7.</b> <i>Моделирование систем управления.</i>	7					8	
8	<b>Лекция ЛК-8.</b> <i>Моделирование двигателя постоянного тока. Математические модели датчиков.</i>	8					8	
9	<b>Лекция ЛК-9.</b> <i>Разработка и отладка микропроцессорных устройств средствами схемотехнического моделирования.</i>	9					8	
10	<b>Лабораторная работа ЛР-1.</b> <i>Исследование принципов работы микросхем низкой степени интеграции. Моделирование логических элементов.</i>	2-3						
11	<b>Лабораторная работа ЛР-2.</b> <i>Исследование принципов работы микросхем средней степени интеграции (шифратор, дешифратор).</i>	4-6						
12	<b>Лабораторная работа ЛР-3.</b> <i>Исследование принципов работы микросхем средней</i>	7-9						

	<i>степени интеграции (мультиплектора, демультимплексор).</i>							
13	<b>Лабораторная работа ЛР-4.</b> <i>Исследование принципов работы микросхем средней степени интеграции (триггеры RS\D\JK).</i>	9-10						
14	<b>Лабораторная работа ЛР-5.</b> <i>Исследование принципов работы микросхем средней степени интеграции (счетчики).</i>	11-12						
15	<b>Лабораторная работа ЛР-6.</b> <i>Исследование принципов работы микросхем средней степени интеграции (регистры).</i>	12-13						
16	<b>Лабораторная работа ЛР-7.</b> <i>Исследование принципов работы микросхем высокой степени интеграции (память EEPROM).</i>	14-16						
17	<b>Лабораторная работа ЛР-8.</b> <i>Проектирование систем программного управления электромашинами в составе электропривода.</i>	16-17						
	Промежуточная аттестация							Э
	<b>ИТОГО по дисциплине:</b>		<b>18</b>		<b>54</b>		<b>72</b>	

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков у обучающихся:

- выполнение лабораторных работ;
- индивидуальные и групповые консультации студентов преподавателем, в том числе в виде защиты выполненных заданий в рамках самостоятельной работы.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов составляет 50% от общего объема дисциплины и состоит из:

- подготовки к выполнению и подготовки к защите лабораторных работ;

- чтения литературы и освоения дополнительного материала в рамках тематики дисциплины;
- подготовки к текущей аттестации;
- подготовки к промежуточной аттестации.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций: выполнение лабораторных работ, экзамен.

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций,  
формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал  
оценивания**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель:	Критерии оценивания			
	Допороговое значение	Пороговое значение		
	2	3	4	5
<b>ЗНАТЬ</b>	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие материалу дисциплины знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3).	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Свободно оперирует приобретенными знаниями.
<b>УМЕТЬ</b>	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять действия, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Уметь» (см. п. 3).	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Уметь» (см. п. 3). Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Уметь» (см. п. 3). Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые,	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Уметь» (см. п. 3). Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях

		оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	нестандартные ситуации.	повышенной сложности.
ВЛАДЕТЬ	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет приемами, методами и иными умениями, указанными в индикаторах компетенций дисциплины «Владеть» (см. п. 3).	Обучающийся в неполном объеме владеет приемами, методами и иными умениями, указанными в индикаторах компетенций дисциплины «Владеть» (см. п. 3). Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет приемами, методами и иными умениями, указанными в индикаторах компетенций дисциплины «Владеть» (см. п. 3). Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет приемами, методами и иными умениями, указанными в индикаторах компетенций дисциплины «Владеть» (см. п. 3). Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

### Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации

При проведении промежуточной аттестации (сдача экзамена) выставляются оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре.

Балльно-рейтинговая оценка знаний обучающихся по дисциплине формируется из:

Вид деятельности	Максимальное значение в баллах
Посещение и активность на лекционных занятиях	10
Выполнение курса лабораторных работ (8 работ в течение семестра)	40
Тест / контрольная работа (3 в течение семестра)	30
Экзаменационная аттестация	20

При сдаче экзамена к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на экзамене и сумма баллов переводится в оценку.

Перевод рейтинговых баллов в пятибалльную систему оценки знаний студентов:

- «Отлично» - от 85 до 100 баллов - теоретическое содержание курса освоено полностью, пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения при проведении текущего контроля оценено числом баллов, близким к максимальному.

- «Хорошо» - от 70 до 84 баллов - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

- «Удовлетворительно» - от 60 до 69 баллов - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

- «Неудовлетворительно» - от 0 до 59 баллов - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации определена в п 5.6 «Положении о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», утвержденным приказом ректора Московского политехнического университета от 31.08.2017 № 843-ОД. В случае внесения

изменений в документ или утверждения нового Положения, следует учитывать принятые правки.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

### **Шкалы оценивания результатов лабораторных работ.**

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
Отлично	Задание выполнено полностью и в срок. Отсутствуют ошибки в полученном результате. При процедуре защиты студент уверенно отвечает на контрольные вопросы, оперирует приобретенными знаниями и умениями, объясняет все этапы получения результата, его характеристики и причины их значений. Способен при необходимости доработать полученные результаты в соответствии с любыми незначительными изменениями в задании.
Хорошо	Задание выполнено полностью и в срок. Присутствуют незначительные ошибки в полученном результате. При процедуре защиты студент правильно отвечает на вопросы о ходе работы, оперирует приобретенными знаниями и умениями, однако возможны незначительные ошибки на дополнительные вопросы, в том числе и на вопросы для самоконтроля. Студент объясняет все этапы получения результата, его характеристики и причины их значений. Способен при необходимости доработать полученные результаты в соответствии с большинством незначительных изменений в задании.
Удовлетворительно	Задание выполнено либо со значительными ошибками, либо с опозданием. При процедуре защиты студент некорректно отвечает на некоторые дополнительные вопросы, в том числе и на вопросы для самоконтроля. Студент объясняет все этапы получения результата, его характеристики и причины их значений. Способен при необходимости доработать полученные результаты в соответствии с лишь некоторыми незначительными изменениями в задании.
Неудовлетворительно	Задание полностью не выполнено, либо выполнено не в срок и с грубыми ошибками. При процедуре защиты студент некорректно отвечает на большинство дополнительных вопросов, в том числе и на вопросы для самоконтроля. Не может объяснить этапы выполнения задания, характеристики и свойства полученного результата, причины и взаимосвязи между ними, исходными данными и своими действиями. Неспособен доработать полученные результаты в соответствии с незначительными изменениями в задании.



Форма экзаменационного задания – устная или письменная, по билетам.

Форма	Представление оценочного средства в ФОС
Устная.	Банк контрольных вопросов, соответствующих отдельным темам дисциплины (см. п. 4 настоящего документа). Вопросы формируют экзаменационный билет (см. ниже), состоящий из теоретических вопросов и практических заданий ( типовые практические задания представлены ниже). Билеты, включая вопросы и практические задания, формируются преподавателем и утверждаются на заседании кафедры. В них могут быть включены дополнительные контрольные вопросы и задания, не требующие у студентов наличия не формируемых данной дисциплиной компетенций или более высоких этапов сформированности формируемых. Для ответа на каждый вопрос и для решения любого практического задания студент должен находиться на требуемом для данной дисциплины уровне сформированности всех соответствующих ей компетенций: каждый вопрос и задание проверяет уровень сформированности всех соответствующих данной дисциплине компетенций.
Письменная.	Оценочное средство полностью соответствует оценочным средствам устной формы задания.

### Перечень оценочных средств по дисциплине

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Экзамен	Аттестация преследуют цель оценить работу студента за курс (семестр), полученные теоретические знания, прочность их, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их к решению практических задач.	Образцы экзаменационных билетов.

### Примерные вопросы теста

1) Процесс создания описания изделия это:

- а) верификация
- б) проектирование
- в) анализ
- г) синтез

2) Проектирование это:

- а) исследование объекта, при заданных входных сигналах
- б) разработка рекомендации по эксплуатации
- в) моделирование объекта на ЭВМ
- г) создание описания объекта

3) Первичное описание изделия это:

- а) техническое задание
- б) эскизный проект
- в) рабочее предложение
- г) рабочий проект

4) Техническое задание включает в себя...

- а) первичные описания изделия
- б) результаты моделирования на ЭВМ
- в) результаты опытных исследований
- г) отзывы эксплуатации опытной партии

5) Окончательное описание требуемого изделия это:

- а) сводные таблицы испытаний опытных образцов
- б) материалы по моделированию объекта
- в) системы уравнений, описывающих объект

г) проектная документация

б) К объектам проектирования не относятся:

а) изделия

б) технология изготовления

в) инструмента изготовления

г) организация труда

7) Проблема большой формализации возникла из-за:

а) усложнения проектируемых устройств

б) внедрения ЭВМ в процесс проектирования

в) стремления упростить подзадачи проектирования

г) стремление отследить блочные связи в проектируемом устройстве

8) Автоматизация проектирования даёт:

а) упрощение проектируемых устройств

б) сокращение сроков проектирования

в) усложнение проектируемых устройств

г) возможность упростить подзадачи проектирования

9) Основной подход к проектированию:

а) верификационно– системный

б) блочно– системный

в) блочно– детальный

г) блочно– иерархический

10) Компоненты это:

а) элементы более низкого уровня по отношению к данному

- б) элементы более высокого уровня по отношению к данному
- в) элементы самого низшего уровня
- д) элементы самого высшего уровня

11) Термин —базовые элементы‖ имеет синоним:

- а) детали
- б) компоненты
- в) блоки
- г) ячейки

12) В рамках блочно– иерархического подхода схемы делят на:

- а) кинематические, пневматические, схемы сцеплений
- б) принципиальные, структурные, функциональные
- в) монтажные, схемы соединений, схемы трассировки
- г) схемы подключений, схемы установки, схемы трассировки

13) Иерархические уровни —Логический элемент – функциональный узел – функциональное устройство – функциональный компонент‖ используется при проектировании

- а) средств энергопитания
- б) средств связи
- в) средств магнитной записи
- г) средств вычислительной техники

14) Иерархические уровни бывают только:

- а) вертикальные и наклонные
- б) горизонтальные
- в) горизонтальные и наклонные
- г) вертикальные и горизонтальные

15) Какой порядок проектирования правильный:

- а) техническое проектирование – НИР – ОКР – рабочее проектирование – серийное производство
- б) НИР – ОКР – техническое проектирование – рабочее проектирование – серийное производство
- в) ОКР – рабочее проектирование – техническое проектирование – НИР – серийное производство
- г) рабочее проектирование – техническое проектирование – ОКР – НИР – серийное производство

16) НИР и ОКР это:

- а) уровни проектирования
- б) результаты проектирования
- в) стадии проектирования
- г) объекты проектирования

17) Техническое предложение является результатом

- а) ОКР
- б) рабочего проектирования
- в) НИР
- г) технического проектирования

18) НИР имеет результатом:

- а) опытный образец изделия
- б) эскизный проект
- в) рабочий проект
- г) техническое предложение

19) Эскизный проект является результатом:

- а) ОКР
- б) рабочего проектирования
- в) НИР
- г) технического проектирования

20) ОКР имеет результатом:

- а) опытный образец изделия
- б) эскизный проект
- в) рабочий проект
- г) техническое предложение

21) САПР применяется на стадиях:

- а) эскизного, технического и рабочего проектирования
- б) только для эскизного проектирования
- в) только технического и рабочего проектирования
- г) только рабочего проектирования

22) САПР - это

- а) система автоматизированного проектирования
- б) система автоматизированного прогнозирования
- в) система автоматического проектирования
- г) система автоматического прогнозирования

23) Составная часть любой стадии проектирования на одном иерархическом уровне это:

- а) проектная процедура
- б) проектное решение
- в) проектные операции
- г) этап проектирования

24) Формализованная совокупность действий, выполнение которых оканчивается проектным решением это:

- а) проектные процедуры
- б) проектное решение
- в) проектная операция
- г) этап проектирования

25) Промежуточное или конечное описание объекта, необходимое и достаточное для определения дальнейших действий это:

- а) проектная процедура
- б) проектное решение
- в) проектная операция
- г) этап проектирования

26) Действие или формализованная совокупность действий, составляющих часть проектной процедуры, алгоритм которых остаётся неизменным для ряда проектных процедур это:

- а) проектная процедура
- б) проектное решение
- в) проектная операция
- г) этап проектирования

27) Если проектирование характеризуется тем, что решению задач более высоких иерархических уровней предшествует решению задач нижних уровней это:

- а) нисходящее проектирование
- б) восходящее проектирование
- в) этапное проектирование
- г) процедурное проектирование

28) Проектирование, при котором вначале разрабатываются элементы, а затем система из этих элементов это:

- а) нисходящее проектирование
- б) восходящее проектирование
- в) этапное проектирование
- г) процедурное проектирование

29) Выходные параметры это:

- а) показатели качества, по которым можно судить об экономичности системы
- б) показатели качества, по которым можно судить о ремонтпригодности системы
- в) показатели качества, по которым можно судить об эргономике системы
- г) показатели качества, по которым можно судить о правильности функционирования системы

30) О правильности функционирования системы можно судить по:

- а) выходным параметрам
- б) внутренним параметрам
- в) внешним параметрам
- г) показателям эффективности

31) Качественные оценки степени соответствия объекта его целевому назначению это:

- а) выходные параметры
- б) внутренним параметрам
- в) внешним параметрам
- г) показателям эффективности

32) Связь элементов системы друг с другом это:



а) структура системы

б) наполненность системы

в) иерархичность системы

г) правильность системы

33) Параметры элементов по–другому называются:

а) параметры компонентов

б) внутренние параметры

в) внешние параметры

г) параметры связи элементов

34) Выходные параметры зависят:

а) от внутренних параметров и параметров связи элементов

б) только от внутренних параметров

в) только от внешних параметров

г) от внутренних и внешних параметров

35) Величины, характеризующие состояние объекта называются:

а) входные функционалы

б) фазовые переменные

в) переменные взаимосвязи

г) переменные рабочей области

36) По фазовым переменным можно судить о:

а) устойчивости системы

б) частотных свойствах системы

в) состоянии системы вообще

г) импульсных свойствах системы

37) Параметр устройства — Максимально допустимая нагрузка можно отнести к:

- а) пороговым выходным данным
- б) показателям эффективности
- в) предельным внутренним параметрам
- г) пороговым параметрам возмущения системы

38) К пороговым выходным параметрам трансформатора можно отнести:

- а) типовая мощность
- б) номинальная нагрузка
- в) допустимый нагрев обмоток
- г) рабочий ток первичной обмотки

39) Как правило, основную часть ТЗ составляют:

- а) требования к параметрам компонентов
- б) требования к внешним воздействиям
- в) требования к показателям эффективности
- г) требования к выходным параметра

40) Требования к выходным параметрам в ТЗ это:

- а) технические требования
- б) экономические требования
- в) эргономические требования
- г) эксплуатационные требования

41) Соотношение между выходными параметрами и техническими требованиями это:

- а) условие работоспособности
- б) условие стабильности

в) условие устойчивости

г) условия эксплуатации

42) Условие работоспособности – это соотношение между:

а) внутренними параметрами и условиями

б) выходными параметрами и техническими требованиями

в) условиями эксплуатации и внутренними параметрами

г) показателями эффективности и условиями эксплуатации

43) Условия для входного сопротивления усилителя в ТЗ  $R_{вх} \geq M_{ом}$  можно отнести к:

а) условиям эксплуатации

б) условиям внешней среды

в) задающим воздействиям

г) условиям работоспособности

44) Проектирование сводится к решению группы задач, относящихся к задачам:

а) синтеза и анализа

б) анализа

в) синтеза

г) либо синтеза либо анализа

45) Изучение свойств объекта – это:

а) синтез

б) оптимизация

в) анализ

г) верификация

46) При анализе производится:

- а) изучение новых объектов
- б) изучение новых элементов
- в) формирование тз
- г) изучение свойств объекта

47) Синтез нацелен на:

- а) исследование новых объектов
- б) создание новых объектов
- в) испытание новых объектов
- г) описание эксплуатации новых объектов

48) Проектная документация это:

- а) сводные таблицы опытных образцов
- б) окончательное описание требуемого изделия
- в) итоговая система уравнений, описывающих объект
- г) материалы по моделированию объекта

49) Блочный– иерархический подход является основой процесса:

- а) проектирования
- б) изготовления опытных образцов
- в) создания технологической документации
- г) создания математического описания объекта

50) Элементами самого низшего уровня являются:

- а) узлы
- б) блоки
- в) компоненты
- г) модули

51) Термин —компоненты имеет синоним

- а) детали
- б) блоки
- в) модули
- г) базовые элементы

52) Система автоматизированного управления это:

- а) САПР
- б) АСУТП
- в) АПУ
- г) УПАС

53) Внутренние параметры по–другому называются:

- а) параметры откликов
- б) параметры элементов
- в) параметры воздействий
- г) параметры условий

54) Показатели эффективности это:

- а) количественная оценка соответствия энергетических показателей гостам
- б) количественная оценка соответствия эргономических показателей гостам
- в) количественная оценка соответствия эстетических показателей гостам
- г) количественны оценки степени соответствия объекта его целевому назначению

55) Структура системы это:

- а) связь элементов эквивалентной схемы друг с другом
- б) связь элементов системы друг с другом

в) связь параметров системы друг с другом в матрице системы

г) связь выходных и входных сигналов друг с другом

56) Требования к выходным параметрам формируются в:

а) техническом задании

б) задании на проектирование технологической документации

в) задании на моделирование системы

г) задании на эксперимент

57) Физико–топологические модели транзистора представляют собой:

а) система ЛАУ

б) система НАУ

в) система ДУ в полных дифференциалах

г) система ДУ в частных дифференциалах

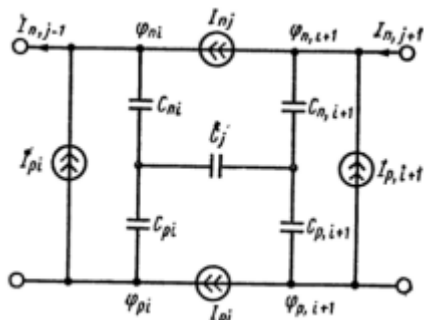
58) Одна из схемных моделей транзистора - это

а) модель Таргата

б) модель Линвилла

в) модель Эйзенхауэра

г) модель Ландау



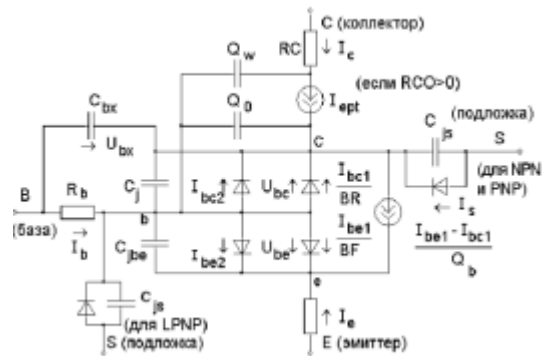
59) изображена секция модели транзистора

а) Гуммеля–Пуна

б) Ландау

в) Эйзенхауэра

г) Линвилла



60)

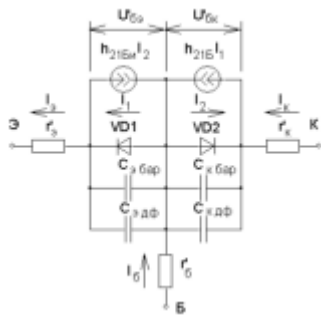
изображена модель транзистора

а) Гуммеля–Пуна

б) Эберса — Молла

в) Эйзенхауэра

г) Линвилла



61)

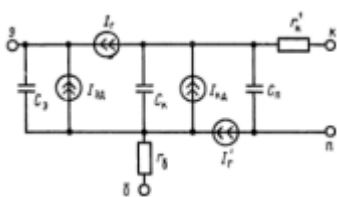
изображена модель транзистора

а) Гуммеля–Пуна

б) Эйзенхауэра

в) Эберса — Молла

г) Линвилла



62)

изображена модель транзистора

а) СВЧ

б) интегрального

в) гибридного

г) НЧ–линейная

63) Анализ чувствительности может использовать

а) метод приращений

б) метод разреженной матрицы

в) метод прямого дифференцирования

г) метод линеаризации

64) Метод Монте–Карло используется при

а) анализе схем во временной области

б) анализе на наихудший случай

в) статистическом анализе

г) анализе схем в частотной области



### Вопросы для сдачи теоритических разделов

1. Автоматизация системного проектирования.
2. Автоматизация функционально–логического проектирования.
3. Автоматизация схемотехнического проектирования.
4. Автоматизация конструкторского проектирования.
5. Автоматизация технологического проектирования.
6. Автоматизация геометрического проектирования.
7. Численные методы в САПР.
8. Модели полупроводникового диода.
9. Модели биполярного транзистора.
10. Модели полевого транзистора.
11. Модели полупроводниковых приборов и интегральных схем.
12. Анализ схем методом четырехполюсника.
13. Анализ схем матрично–топологическим методом.
14. Анализ схем методом сигнальных графов.
15. Анализ схем во временной и частотной областях.
16. Анализ чувствительности.
17. Анализы на наихудший случай и статистический анализ.
18. Модели полупроводникового диода.
19. Модели биполярного транзистора.
20. Модели полевого транзистора.
21. Модели полупроводниковых приборов и интегральных схем.
22. Двигатель постоянного тока.
23. Синхронный двигатель с постоянными магнитами.
24. Асинхронный двигатель.
25. Шаговый двигатель.
26. Индукторный двигатель.
27. Конденсаторный асинхронный двигатель.

## Билеты к экзамену

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии  
Дисциплина: Моделирование электронных схем  
Образовательная программа: Киберфизические системы

### БИЛЕТ № 1

1. Разработка микропроцессорных систем: постановка задачи и этапы проектирования, инструменты для разработки приложений, критерии оценки качества, математический аппарат.
2. Базовые компоненты для моделирования электронных схем в Proteus.

Руководитель образовательной программы  
кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллов Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии  
Дисциплина: Моделирование электронных схем  
Образовательная программа: Киберфизические системы

### БИЛЕТ № 2

1. Отладка микропроцессорных системы на примере виртуальных средств отладки Proteus.
2. Математическая модель полупроводникового диода.

Руководитель образовательной программы  
кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллов Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 3**

1. Основные понятия схемотехнического проектирования: физическое и математическое, задачи, этапы, параметры, типы объектов, модели компонентов.
2. Математические модели биполярного и полевого транзисторов.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 4**

1. Математическая модель схемы: общие понятия, базовый набор элементов модели, пример составления.
2. Методы анализа электронных схем в САПР: структурный синтез.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 5**

1. Методы анализа электронных схем в САПР: параметрический синтез.
2. Математическая модель двигателя постоянного тока: упрощенная и полная модели, линейная и нелинейная. Влияние нагрузки. Встроенная модель ДПТ. Пуск ДПТ. Моделирование работы двигателей.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 6**

1. Методы анализа электронных схем в САПР: параметрическая оптимизация.
2. Математическая модель асинхронного двигателя: принцип работы, математическая модель, уравнения АД в координатах ABC, переход к осям  $\alpha\beta$ , уравнения АД в осях dq.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 7**

1. Математическая модель шагового двигателя: способы управления фазами шагового двигателя, особенности и ограничения, основные уравнения.

Моделирование шагового двигателя.

2. Виды ПО САПР.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 8**

1. Математические модели датчиков скорости и угла, постоянного и переменного тока.

2. Уровни и этапы, процедуры и маршруты проектирования.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 9**

1. Анализ электронных схем: анализ схем во временной и частотной областях, анализ чувствительности, анализ на наихудший случай. Примеры реализации в Proteus.

2. Управляемые источники питания: их математическое описание и компьютерные модели.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 10**

1. Анализ электронных схем: аналоговый анализ переходных процессов, цифровой анализ переходных процессов. Примеры реализации в Proteus.

2. Математическая модель синхронного двигателя с постоянными магнитами: запись уравнений для трехфазной модели, оси dq, преобразование осей координат, уравнения СДПМ в осях dq.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 11**

1. Анализ электронных схем: анализ шумов, анализ искажений, анализ Фурье. Примеры реализации в Proteus.
2. Математическая модель синхронного двигателя с постоянными магнитами: встроенная модель СДПМ, пуск СДПМ, влияние нагрузки.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 12**

1. Анализ цифровых схем на риски сбоя. Алгоритм поиска сбойных состояний. Примеры реализации в Proteus.
2. Принципы реализации математических моделей. Аппроксимация моделей устройств. Теория устойчивости.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 13**

1. ШИМ-инверторы: их характеристики, замкнутые и разомкнутые. Многоуровневые инверторы.
2. Бесконтактный двигатель постоянного тока: принцип работы, механические характеристики, математическая модель, отличие от ДПТ.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 14**

1. Фазоимпульсные системы управления. Особенности математических моделей. Сложности моделирования. Оптимизация и настройка систем регулирования.
2. Двухконтурная система управления ДПТ с обратными связями по току и скорости.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации



федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 15**

1. Векторная система управления синхронным двигателем с постоянными магнитами с обратными связями по току и скорости.
2. Особенности разработки микропроцессорных устройств: разработка электрической схемы, разработка программного обеспечения. Отладка микропроцессорных устройств.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 16**

1. Асинхронные электроприводы со скалярным управлением.
2. Особенности разработки микропроцессорных устройств: особенности работы с памятью данных, особенности отладки программ ввода-вывода.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 17**

1. Виртуальные средства отладки микропроцессорных устройств: генератор сигналов, генератор цифровых данных (паттерн-генератор), цифровой осциллограф, логический анализатор, цифровой частотомер.

2. Анализ электронных схем: анализ развертки на постоянном и переменном токе.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 18**

1. Средства отладки микропроцессорных устройств: отладчик интерфейса SPI, отладчик интерфейса I2C, отладчик асинхронного порта UART (USART).

2. Моделирование регистров: запись слова в регистр, считывание хранимого в регистре слова, обнуление всех разрядов регистра. Примеры реализации в Proteus.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 19**

1. Особенности отладки микропроцессорных устройств на различных этапах жизненного цикла: внутрисхемный эмулятор, ПЗУ-мониторы, эмулятор ПЗУ, сигнатурный анализатор, JTAG-эмулятор.
2. Индукторный двигатель. Переход от СДПМ к реактивному двигателю, уравнения в осях  $dq$ . Вращающий момент. Встроенная модель.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский политехнический университет»

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии

Дисциплина: Моделирование электронных схем

Образовательная программа: Киберфизические системы

### **БИЛЕТ № 20**

1. Конденсаторные асинхронные двигатели: устройство, принцип работы, математическая модель.
2. Управляемые тиристорные выпрямители.

Руководитель образовательной программы

кафедры «СМАРТ-технологии»

/ Идиатуллоев Т.Т.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Основная литература

1. Моделирование в PROTEUS VSM: учебно-методическое пособие / В.И. Марсов, Р.А. Гематудинов, В.С. Селезнёв, Х.А. Джабраилов. – Москва: МАДИ, 2019. – 44 с.
2. Разработка и отладка микропроцессорных устройств в виртуальной среде моделирования Proteus [Электронный ресурс]: метод. указания / сост. В. Г. Иоффе. – Самара.: Изд-во Самарского университета, 2017 - Электрон. текстовые и граф. дан. (2,42 Мбайт).- 93 с.:ил. 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
3. Гололобов В. Н. Proteus VSM — русское руководство: Учебное пособие. – Москва, 2014 – С. 1-13.
4. *Марущенко, С. Г.* Компьютерное моделирование электронных схем : учебное пособие / С. Г. Марущенко. – Комсомольск–на–Амуре : Изд–во Комсомольского–на–Амуре гос.техн.ун–та, 2016. – 194 с.
5. *Норенков, И.П.* Основы теории и проектирования САПР: учебное пособие для вузов / И. П. Норенков, В. Б. Маничев. – М.: Высшая школа, 1990. – 335с.
6. *Ушаков, Д.М.* Введение в математические основы САПР [Электронный ресурс]: курс лекций / Д.М. Ушаков – Саратов: Профобразование, 2017. – 208 с.  
// IPRbooks: электронно-библиотечная система. – Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/63818.html>, ограниченный. – Загл. С экрана.
7. *Петров, М.Н.* Моделирование компонентов и элементов интегральных схем: учебное пособие для вузов / М. Н. Петров, Г. В. Гудков. – СПб.: Лань, 2011. – 462с. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
8. *Фурсов, В. Б.* Моделирование электропривода [Текст]: учеб. пособие / В.Б. Фурсов - Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т; 2008. 105 с.

### 7.2. Дополнительная литература

9. *Илюхин А.В.* Логические автоматы. Булева алгебра как математическая система: учеб. пособие / А.В. Илюхин; МАДИ ГТУ. – М., 2001. – 63 с.
10. *Илюхин, А.В.* Логические автоматы. Типовые комбинационные схемы: учеб. пособие / А.В. Илюхин; МАДИ (ГТУ). – М. 2007. – 132 с.
11. *Чернышова, Т.И.* Моделирование электронных схем : учебное пособие / Т.И. Чернышова, Н.Г. Чернышов. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010 – 80 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8265-0965-4.
12. *Авдеев В.* Компьютерное моделирование цифровых устройств / В. Авдеев. - М.: ДМК, 2012. - 360 с.
13. *Глотов А.Ф.* Методы анализа и расчета электронных схем: учебное пособие / А.Ф. Глотов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 120 с.
14. *Антипенский Р.В., Фадин А.Г.* Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств. - Москва: Техносфера, 2007 - 128с.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Требования к оборудованию и помещению для занятий**

Лабораторные работы и самостоятельная работа студентов должны проводиться в специализированной аудитории, оснащенной современной оргтехникой и персональными компьютерами с программным обеспечением в соответствии с тематикой изучаемого материала. Число рабочих мест в аудитории должно быть достаточным для обеспечения индивидуальной работы студентов. Рабочее место преподавателя должно быть оснащено современным компьютером с подключенным к нему проектором на настенный экран, или иным аналогичным по функциональному назначению оборудованием.

### **8.2 Требования к программному обеспечению**

Для выполнения лабораторных работ и самостоятельной работы необходимо следующее программное обеспечение:

1. Proteus Professional ver.8.5 (бесплатная версия).

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Изучение дисциплины осуществляется в строгом соответствии с целевой установкой в тесной взаимосвязи учебным планом. Основой теоретической подготовки студентов являются *аудиторные занятия, лабораторные работы*.

В процессе самостоятельной работы студенты закрепляют и углубляют знания, полученные во время аудиторных занятий, дорабатывают конспекты и записи, готовятся к проведению и обрабатывают результаты лабораторных работ, готовятся к промежуточной аттестации, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

На занятиях студентов, в том числе предполагающих практическую деятельность, осуществляется закрепление полученных, в том числе и в процессе самостоятельной работы, знаний. Особое внимание обращается на развитие умений и навыков установления связи положений теории с профессиональной деятельностью будущего специалиста.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально. Контроль самостоятельной работы организуется в двух формах:

- самоконтроль и самооценка студента;
- контроль со стороны преподавателей (текущий и промежуточный).

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность компетенций;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

1. При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы – теоретические сведения, задачи и др. При проведении занятия следует контролировать подачу материала и решение заданий с учетом учебного времени, отведенного для занятия.

2. При проверке работ и отчетов следует учитывать не только правильность выполнения заданий, но и оптимальность выбранных методов решения, правильность выполнения всех его шагов.