

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Саровский физико-технический институт -**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ»**

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, член корр.РАН, д.ф.м.н.

\_\_\_\_\_ А.К.Чернышев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОФИЗИКЕ**

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	<u>3.04.01 «Прикладные математика и физика»</u>
Наименование образовательной программы	<u>электрофизика</u>
Квалификация (степень) выпускника	<u>магистр</u>
Форма обучения	<u>очная</u>

Программа одобрена на заседании кафедры	Заведующий кафедрой «ЭФ», д.ф.м.н., доцент
<u>протокол № 2 от 03.02.2023г.</u>	_____ Ю.Б. Кудасов <u>03.02.2023г.</u>

г. Саров, 2023г.

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/
<b>3</b>	32	2	72	16	16	-	13	0	Экзамен
<b>ИТОГО</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>27</b>

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью курса «Схематическое моделирование в электрофизике» является ознакомление с методами моделирования электрических схем и установок.

Первая часть курса уделяется расчетам выходных параметров наиболее распространенных схем в программной оболочке PSpice, анализу полученных в результате моделирования результатов, их обработке и оформлению. В курсе рассматриваются базовые модели пассивных компонент, полупроводниковых приборов, аналоговых и цифровых электронных устройств, законы коммутации, анализируются переходные процессы. Более детально изучается теория передаточной функции, методы стабилизации токов и напряжений, обсуждается прикладное применение явления резонанса в колебательных контурах.

Вторая часть курса изучает работу в среде проектирования виртуальных приборов LabView, ее использования для автоматизации сложных электрофизических установок и получение элементарных практических навыков при работе с ней. Рассматриваются функции программирования, математики, обработки сигналов, коммуникации, управления приборами и обмена данными по стандартным интерфейсам.

Даются понятия о среде LabView, о её сферах и областях применения, значении использования в научно-исследовательских лабораториях. Изучаются особенности LabView (графический язык), структура программы и проекта, элементы языка. Рассматриваются способы отладки программы, работа из-под LabView со стандартными интерфейсами ПК, осуществление связи с внешними приборами и устройствами. Уделяется внимание функциям сбора данных, их анализа и обработки.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Схематическое моделирование в электрофизике», входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений по направлению подготовки 03.04.01 «Прикладные математика и физика» опирается на материал следующих дисциплин, читаемых студентам физико-технических специальностей: теоретические основы электротехники, информатика, вычислительная математика.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по курсу общей физики «Электромагнетизм» и университетскому курсу математики. Необходимо иметь навыки обращения со схемами электрических цепей, со стандартными текстовыми и графическими редакторами.

Необходимо иметь начальные навыки обращения с электронными схемами, измерительными приборами (лабораторные источники питания, осциллографы), обладать базовыми представлениями о работе операционной системы Windows и стандартных интерфейсов ПК (UART, USB).

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

#### Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>Тип задачи профессиональной деятельности: проектный</b>			
организация выполнения проектов исследовательской и инновационной направленности в качестве исполнителя, ответственного за выполнение отдельного направления работ	мощные электрофизические установки: мощные источники электрических импульсов, крупномасштабные лабораторные электрофизические установки высоковольтные и сильноточные системы, ускорители заряженных частиц, мощные ВЧ- и СВЧ-генераторы, взрывомагнитные источники энергии, диагностические комплексы, и вспомогательное оборудование.	ПК-11 Способен разрабатывать методики исследований, планировать экспериментальные и теоретические работы, формулировать план исследований, распределения задач и этапов их решения, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с требованиями работодателя.	З-ПК-11 Знать основные методики, цели и задачи научно-прикладных проектов, разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач. У-ПК-11 Уметь формулировать план исследований, распределения задач и этапов их решения, проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с требованиями работодателя. В-ПК-11 Владеть навыками разработки теоретических моделей решаемых задач
		ПК-14.2 способен к проведению испытаний согласно техническим требованиям, анализу характеристик испытываемого изделия, а также к подготовке аналитической документации испытаний	З-ПК-14.2 знать метрологию, стандартизацию и сертификацию в атомной отрасли, методы и средства автоматизации выполнения испытаний; порядок разработки и оформления технологической, методической документации для подготовки и проведения испытаний, отчетной документации по результатам выполненных исследований У-ПК-14.2 уметь оценивать научно-технический уровень достигнутых результатов В-ПК-14.2 владеть навыками анализа и обобщения результатов выполненных научно-

			технических исследований и разработок, включая разработку методик выполнения измерений испытаний и контроля работоспособности основных подсистем и узлов испытательного оборудования и применяемых средств измерений; а также анализ результатов, полученных в результате испытаний изделий (объектов испытания)
--	--	--	--

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

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальн ый балл (см. п. 6.3)
			16	16	-	13		
Семестр № 3								
1.	РАЗДЕЛ 1	1-16	8	8	-	6		
1.1.	Методы моделирования электрических схем и установок.	1	1	1	-	1	УО	3
1.2.	Модели реальных компонентов.	2	1	1	-	1	УО	3
1.3	Модели полупроводниковых приборов.	3	1	1		-	УО	3
1.4	Методы анализа и расчета электронных схем.	4	1	1		1	УО	3
1,5	Анализ переходных процессов.	5	1	1	-	1	УО	3
1.6	Сопротивление колебательного контура.	6	1	1	-	1	УО	3

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максималь- ный балл (см. п. 6.3)
			16	16	-	13		
1.7	Расчет параметров сложных схем на примере элементарной электроэнергосистемы.	7	1	1	-	1	УО	3
1.8	Методы стабилизации тока и напряжения.	8	1	1	-	-	ДЗ	5
1.9	Что такое LabView? Виртуальный прибор в LabView.	9	1	1	-	-	УО	3
1.10	Структуры LabVIEW.	10	1	1	-	-	УО	3
1.11	Сбор данных.	11	1	1	-	-	УО	3
1.12	Моделирование и обработка сигналов.	12	1	1	-	-	УО	3
1.13	Обзор аппаратных средств.	13	1	1	-	-	УО	3
1.14	Управление приборами в LabView.	14	1	1	-	-	УО	3
1.15	Дополнительные структуры и функции в LabView.	15	1	1	-	-	УО	3
1.16	Аналогово-цифровое и цифро-аналоговое преобразования сигналов.	16	1	1	-	-	УО	3
<b>Рубежный контроль</b>		<b>16</b>	<b>ДЗ</b>					<b>5</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			<b>Экзамен-16</b>				<b>27</b>	<b>0-50</b>
<b>Посещаемость</b>								<b>5</b>
<b>Итого:</b>			<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>13</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

\*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

ДЗ – домашнее задание

Эк -экзамен

### Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	1 Тема. Методы	Цели моделирования. Модели и их классификация.

	моделирования электрических схем и установок.	Базовый набор элементов. Идеальные пассивные элементы.
2.	2 Тема. Модели реальных компонентов.	Реальные пассивные элементы и их модели. Модель перемagnetизации ферромагнитных материалов. Трансформаторы.
3	3 Тема. Модели полупроводниковых приборов.	Идеальный ключ и диод. Реальный диод, биполярный транзистор, полевой транзистор, операционный усилитель. Аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователь.
4	4 Тема. Методы анализа и расчета электронных схем.	Задачи анализа переходных процессов. Законы коммутации.
5	5 Тема. Анализ переходных процессов.	Классический метод анализа. Операторный метод. Теория передаточной функции.
6	6 Тема. Сопротивление колебательного контура.	Сопротивление колебательного контура при последовательном и параллельном включении катушки индуктивности и конденсатора. Резонанс токов и напряжений.
7	7 Тема. Расчет параметров сложных схем на примере элементарной электроэнергосистемы.	Определения параметров генератора, трансформаторов, 3-х фазной линии электропередач, нагрузки. Работа энергосистемы в симметричном и несимметричном режимах.
8	8 Тема. Методы стабилизации тока и напряжения.	Обзор существующих методов. Пассивный, линейный, импульсно-периодический метод. Преимущества и недостатки. Составление схемы импульсной стабилизации тока в индуктивной нагрузке, расчет номиналов элементов.
9	1 Тема. Что такое LabView?	Физический эксперимент – цели проведения, средства, обработка результатов. Использование LabView при проведении экспериментов: автоматическое управление этапами эксперимента, сбор данных и фиксирование результатов, математическая обработка и составление отчетов об итогах эксперимента. Определение понятий: лабораторный виртуальный прибор, графический язык программирования, отображение и представление данных, стандартные интерфейсы связи ПК. Аналогия с традиционными языками программирования.
10	2 Тема. Виртуальный прибор в LabView.	Проект и виртуальный прибор(ВП). Создание и сохранение ВП. Структура ВП – лицевая панель, блок-диаграмма, соединительная панель. Средства визуального отображения LabView. Проводники и типы данных, потоки данных. Виртуальный подприбор (SubVI) – назначение, способы создания, использование в ВП. Концепция модульного программирования. Последовательности.
11	3 Тема. Структуры LabVIEW.	Множественные повторения и циклы. Цикл по условию. Цикл с фиксированным числом итераций. Сдвиговые регистры. Контекстное меню числовых элементов управления/индикаторов. Массивы данных. Понятие массива. Создание массива вручную и с помощью циклов. Функции работы с массивами. Структура варианта. Функция выбора. Узел «Формула». Структуры LabVIEW. Структура последовательности. Строки и простейшие операции ввода/вывода в файл. Строковые элементы управления и индикаторы. Некоторые функции обработки



		строк. Структура событий.
12	4 Тема. Сбор данных.	Возможности сбора данных, предоставляемые аппаратными средствами компании NI. Структура сбора данных в LabVIEW. Проводник по средствам измерений и автоматизации MAX. NI-DAQ и NI-DAQmx. Помощник по сбору данных. Поддержка в LabView приборов сторонних производителей. Получение и генерация аналоговых сигналов. Ввод и вывод цифровых сигналов. Применение счетчиков.
13	5 Тема. Моделирование и обработка сигналов.	Обзор палитры «Анализ». Генерация сигналов в «реальном времени» с помощью Waveform generation (тип данных “WDT”). Подпалитра «Обработка сигналов» (“Signal processing”). Генерация с помощью “Signal generation” (тип данных “array”). Операции во временной и частотных областях (“Time domain”, “Frequency domain”). ДФП действительных и комплексных сигналов. Свертка и фильтрация. Ввод аналоговых сигналов. Фильтры защиты от наложения спектров. Использование ВП DAQmx Read. Одноточечный сбор данных. Буферизированный сбор данных. Сбор данных с использованием триггера. Генерация аналоговых сигналов. Архитектура вывода аналоговых сигналов. Знакомство с виртуальными приборами аналогового вывода. Выполнение одноточечного аналогового вывода. Непрерывная генерация аналогового сигнала. Буферизированный аналоговый вывод. Непрерывный буферизированный аналоговый вывод. Триггеры в операциях аналогового вывода. Дискретный Ввод/Вывод. Терминология дискретного ввода/вывода. Виртуальные приборы для дискретного ввода/вывода. Цифровые триггеры. Подсчет фронтов. Генерация импульсов. Измерение параметров импульсов. Измерение частоты.
14	6 Тема. Обзор аппаратных средств. Управление приборами в LabView.	Аппаратные средства National Instruments. Модули. Модульные системы (PXI, SCXI, Field Point). Встраиваемые платы ввода/вывода. Системы реального времени. Системы сторонних производителей и их использование в LabView. Аббревиатура. Управление измерительными приборами GPIB. Взаимодействие посредством последовательного и параллельного портов. VISA – средство общения с приборами. Команды SCPI. Использование драйвера прибора. Использование Instrument I/O Assistant. Последовательная коммуникация. Функции VISA USB.
15	7 Тема. Дополнительные структуры и функции в LabView.	Локальные, глобальные и сетевые переменные. Узлы свойств и запросов. Структура События. Опции графического интерфейса. Сервер ВП. Web-сервер LabView.
16	8 Тема. Аналогово-цифровое и цифро-аналоговое преобразования сигналов.	Дискретизация (квантование) аналоговых сигналов, теорема Котельникова. Кодирование данных в цифровых системах. Разновидности АЦП и ЦАП, области их применения. Организация обмена данными между цифровыми преобразователями и компьютером. Датчики и их согласование с платами сбора данных.

### Практические занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	1 Тема. Знакомство с интерфейсом программы <b>PSpice</b> .	Моделирование схемы зарядки конденсатора и разрядки на активную нагрузку. Задание счетного интервала и шага. Вывод результатов расчетов в графический редактор PSpice. Анализ полученных результатов.
2	2 Тема. Расчет параметров сердечника трансформатора и параметров обмоток.	Моделирование работы трансформатора в нормальном режиме и при насыщении. Анализ полученных результатов.
3	3 Тема. Выбор и расчет параметров схемы повышения напряжения от источника постоянного напряжения без использования трансформаторов.	Моделирование процесса зарядки конденсатора с помощью этой схемы и разрядки на активную нагрузку. Анализ полученных результатов
4	4 Тема. Определение параметров схемы PULSE STEP MODULATOR на примере импульсного генератора с защитой ключей от импульсного перенапряжения.	Моделирование процесса работы этой схемы на активную нагрузку. Анализ полученных результатов.
5	5 Тема. Знакомство с источником напряжения, задаваемым таблично и загружаемым из вспомогательного файла.	Моделирование отклика трансформатора на $\sigma$ -функцию. Анализ полученных результатов.
6	6 Тема. Моделирование схемы повышения напряжения, основанной на резонансе напряжений, и схемы снижения потребления тока, основанной на резонансе токов.	Анализ полученных результатов.
7	7 Тема. Моделирование процесса работы простейшей электроэнергосистемы в симметричном и несимметричном режимах работы. Моделирование схемы поперечной емкостной компенсации реактивной мощности нагрузки.	Анализ полученных результатов.
8	8 Тема. Моделирование процесса работы схемы импульсной стабилизации тока в индуктивной нагрузке.	Передача полученных сигналов из PSpice в Origin и Microsoft Word. Фурье-анализ полученных сигналов.
9	1 Тема. Создание программы в <b>LabView</b> .	Создание ВП. Размещение компонентов на лицевой панели и блок-диаграмме. Элементы Control, Indicator и Constant. Демонстрационные примеры, поисковик примеров. Демонстрация измерения температуры. Изменение значений. Создание иконки и соединительной панели. Сохранение проекта и ВП.
10	2 Тема. Основы работы с ВП.	Плавающие палитры. Элементы. Функции. Настройка палитр. Палитра инструментов. Инструментальная панель. Соединение. Автоматическое добавление констант, элементов управления и индикаторов.

		Копирование объекта. Клавишные комбинации быстрого вызова. Создание термометра. Запуск виртуального прибора. Создание подпрограмм. Создание иконки 11 виртуального прибора. Настройка соединительной панели. Привязка полей ввода/вывода данных к элементам лицевой панели
11	3 Тема. Методика отладки программ.	Отладка неисправного ВП, предупреждения. Пошаговое выполнение ВП. Подсветка при выполнении программы. Использование точек останова. Пробники. Создание программы сравнения чисел. Изменение типа данных. Простейший калькулятор.
12	4 Тема. Элементы Структуры палитры Функции.	Цикл с фиксированным числом итераций. Цикл по условию. Структуры последовательности. Сдвиговые регистры. Узел формула. Узел Выражение. Структуры варианта. Реализация простейшего калькулятора с использованием структур и узла формул.
13	5 Тема. Составные данные LabView.	Создание массивов различными способами. Инструменты работы с массивами. Полиморфизм. Кластеры – создание, использование элементов управления и отображения. Кластер ошибок. Распространение ошибки, обработка ошибок. Упражнение на создание массива и извлечение из него подмассива.
14	6 Тема. Средства визуального отображения LabView.	Развертки осциллограмм. Графики осциллограмм. Экспортирование изображений с осциллограмм. Использование палитры элементов управления графиком. Упражнение на построение синусоиды. Цифровые, логические и строковые индикаторы.
15	7 Тема. Строки и файлы.	Создание строк, таблиц, списков. Использование функций обработки строк. Анализ строк. Ввод/вывод данных в файл/из файла. Чтение и запись файлов таблиц. Работа с текстовыми файлами. Чтение и запись бинарных файлов.
16	8 Тема. Ввод/вывод данных.	<b>Часть.1</b> Сигналы, их классификация. Временные параметры сигналов. Выбор аппаратной части систем сбора данных. Пример программы управления осциллографом Tektronix средствами VISA и

		<p>командами SCPI. Настройка VISA в MAX.</p> <p><b>Часть.2</b> Последовательные интерфейсы ввода/вывода. Интерфейсы RS-232, RS-485, USB. Средства VISA для работы с последовательными интерфейсами. Примеры программ работы с последовательными интерфейсами.</p>
--	--	---

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

### 5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
<b>Семестр 3</b>				
Раздел 1	Методы моделирования электрических схем и установок.	ПК-11 ПК-14.2	3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-1
	Модели реальных компонентов.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-2
	Модели полупроводниковых приборов.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-3
	Методы анализа и расчета электронных схем.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-7-8
	Анализ переходных процессов.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-4
	Сопротивление колебательного контура.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-5
	Расчет параметров сложных схем на примере элементарной электро-энергосистемы.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-6
	Методы стабилизации тока и напряжения.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-7
<b>Рубежный контроль</b>		ПК-11 ПК-14.2	3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	<b>ДЗ-8</b>
Раздел 2	Что такое LabView?	ПК-11 ПК-14.2	3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-9

Виртуальный прибор в LabView.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-10
Структуры LabVIEW Сбор данных.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-11
Моделирование и обработка сигналов.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-12
Обзор аппаратных средств.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-13
Управление приборами в LabView.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-14
Дополнительные структуры и функции в LabView.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.2; У-ПК-14.2; В-ПК-.14.2	УО-15
<b>Рубежный контроль</b>		ПК-11 ПК-14.2	<b>ДЗ-15</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>		ПК-11 ПК-14.2	<b>Эк-16</b>

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 5.2.1 Примерные вопросы к домашнему заданию (ДЗ) и устному опросу (УО)

1. Моделирование схемы зарядки конденсатора и разрядки на активную нагрузку. Задание счетного интервала и шага. Вывод результатов расчетов в графический редактор **PSpice**. Анализ полученных результатов.
2. Моделирование работы трансформатора в нормальном режиме и при насыщении. Анализ полученных результатов.
3. Моделирование процесса зарядки конденсатора с помощью этой схемы и разрядки на активную нагрузку. Анализ полученных результатов
4. Моделирование процесса работы этой схемы на активную нагрузку. Анализ полученных результатов.
5. Моделирование отклика трансформатора на  $\sigma$ -функцию. Анализ полученных результатов.
6. Передача полученных сигналов из PSpice в Origin и Microsoft Word. Фурье-анализ полученных сигналов.
7. Методы моделирования электрических схем и установок.
8. Методы анализа и расчета электронных схем.
9. Расчет параметров сложных схем на примере элементарной электроэнергосистемы.
10. Методы стабилизации тока и напряжения.
11. Создание программы в **LabView**. Создание ВП. Размещение компонентов на лицевой панели и блок-диаграмме. Элементы Control, Indicator и Constant. Демонстрационные примеры, поисковик примеров. Демонстрация измерения температуры. Изменение значений. Создание иконки и соединительной панели. Сохранение проекта и ВП.
12. Основы работы с ВП. Плавающие палитры. Элементы. Функции. Настройка палитр. Палитра инструментов. Инструментальная панель. Соединение. Автоматическое добавление констант, элементов управления и индикаторов. Копирование объекта. Клавишные комбинации быстрого вызова. Создание термометра. Запуск виртуального

прибора. Создание подпрограмм. Создание иконки виртуального прибора. Настройка соединительной панели. Привязка полей ввода/вывода данных к элементам лицевой панели

13. Методика отладки программ. Отладка неисправного ВП, предупреждения. Пошаговое выполнение ВП. Подсветка при выполнении программы. Использование точек останова. Пробники. Создание программы сравнения чисел. Изменение типа данных. Простейший калькулятор.
14. Элементы Структуры палитры Функции. Цикл с фиксированным числом итераций. Цикл по условию. Структуры последовательности. Сдвиговые регистры. Узел формула. Узел Выражение. Структуры варианта. Реализация простейшего калькулятора с использованием структур и узла формул.
15. Составные данные LabView. Создание массивов различными способами. Инструменты работы с массивами. Полиморфизм. Кластеры – создание, использование элементов управления и отображения. Кластер ошибок. Распространение ошибки, обработка ошибок. Упражнение на создание массива и извлечение из него подмассива.
16. Средства визуального отображения LabView. Развертки осциллограмм. Графики осциллограмм. Экспортирование изображений с осциллограмм. Использование палитры элементов управления графиком. Упражнение на построение синусоиды. Цифровые, логические и строковые индикаторы.
17. Строки и файлы. Создание строк, таблиц, списков. Использование функций обработки строк. Анализ строк. Ввод/вывод данных в файл/из файла. Чтение и запись файлов таблиц. Работа с текстовыми файлами. Чтение и запись бинарных файлов.
18. Ввод/вывод данных. Часть.1 Сигналы, их классификация. Временные параметры сигналов. Выбор аппаратной части систем сбора данных. Пример программы управления осциллографом Tektronix средствами VISA и командами SCPI. Настройка VISA в MAX.
19. Ввод/вывод данных. Часть.2 Последовательные интерфейсы ввода/вывода. Интерфейсы RS-232, RS-485, USB. Средства VISA для работы с последовательными интерфейсами. Примеры программ работы с последовательными интерфейсами.

### 5.2.3. Примерные вопросы к Экзамену (Э)

1. Базовый набор элементов **PSpice**.
2. PSpice-модель трансформатора.
3. Модель реального диода.
4. Модель биполярного транзистора.
5. Модель полевого транзистора.
6. Модель операционного усилителя.
7. АЦП и ЦАП.
8. Законы коммутации.
9. Заряд и разряд емкости на индуктивную и омическую нагрузки.
10. Классический метод анализа переходных процессов.
11. Операторный метод анализа переходных процессов.
12. Временной метод анализа переходных процессов ( $\sigma$ -функция).

13. Резонанс токов и напряжений.
14. Компенсация реактивной мощности нагрузки.
15. Методы стабилизации тока и напряжения.
16. Бустерная схема.
17. Защита от перенапряжения.
18. Схема повышения напряжения на резонансном явлении.
19. **Среда LabView** – лицевые панели, блок-диаграмма, узлы данных, проводники данных.
20. Работа с проектом: менеджер проекта, проводник проекта, папки проекта.
21. Элементы управления, индикаторы и их возможности.
22. Методики отладки программ.
23. Структуры циклов.
24. Структуры последовательности.
25. Структуры варианта.
26. Узлы Формула и Выражение.
27. Массивы. Функции работы с массивами.
28. Кластер.
29. Ошибки и их обработка.
30. Средства визуального отображения LabView.
31. Строки и функции работы со строками.
32. Работа с файлами.
33. Средства NI-DAQmx.
34. Последовательный интерфейс RS232. Инструменты VISA Serial.

### 5.2.4. Интерактивная форма, используемая в реализации дисциплины (УО)

При выполнении 8 интерактивных занятий студентам предлагается решить следующие проблемы:

- Мозговой штурм;
- Case-study (анализ конкретных задач или ситуаций);

№	Примерные проблемы для интерактивных занятий	Условия	Методы и средства контроля
1	Повышение эффективности устройств зарядки высоковольтных конденсаторов, запитываемых от низковольтных источников постоянного тока	Известно необходимое напряжение на конденсаторе, емкость конденсатора и время зарядки. Допускаются любые преобразователи с малым входным напряжением.	Оценка активности участия студента. Презентация результатов деятельности студентов
2	Защита силовых ключей от перенапряжений, возникающих при переключениях	Задано допустимое напряжение на выводах ключа, максимальный ток и фронты импульса тока. Также известны параметры нагрузки и паразитных элементов.	
3	Снижение потерь в ЛЭП при передаче электроэнергии от генерирующей электростанции к потребителю	Заданы параметры электростанции, повышающей и понижающей подстанций, и потребителя. Коэффициент мощности $\cos\varphi=0,8$ . Рассмотреть варианты емкостной компенсации реактивной мощности.	
4	Повышение точности аналого-цифровых преобразований	Известны параметры аналоговых сигналов, разрядность и временные характеристики 2-х аналого-цифровых преобразователей. Необходимо сравнить точность оцифровки преобразователями	
5	Работа со структурами LabView.	Задана одна или несколько структур, с помощью которых необходимо реализовать требуемую задачу.	Оценка активности участия студента. Презентация результатов деятельности студентов
6	Генераторы математических функций, структуры циклов и средства визуального отображения LabView. Построение разверток и графиков осциллограмм.	Задана математическая функция, и требуемый способ её отображения: в режиме реального времени или по заданному количеству точек.	
7	Работа с модулями ввода /вывода ICP CON. Использование средств LabView и Visa для установления связи с приборами. Чтение данных с приборов.	Задается тип модуля, параметры его последовательного интерфейса, и команды для общения.	
8	Visa и лабораторные приборы с интерфейсом связи.	Имеется лабораторный прибор (осциллограф, генератор или источник питания). Дано описание команд для работы с прибором. С помощью средств LabView, с использованием заданных команд установить связь с прибором.	



8	Работа со структурами LabView.	Задана одна или несколько структур, с помощью которых необходимо реализовать требуемую задачу.	
---	--------------------------------	--	--

### 5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. Разевиг В.Д. Система сквозного проектирования электронных устройств Design Lab 8.0 – Москва, «Солон», 1999.
2. С.И. Зиенко, А.А. Новиков, Т.Н. Новикова, Анализ линейных электронных схем. М.: МЭИ, 1988.
3. Фидлер Дж., Найтингейл К. Машинное проектирование электронных схем М.: Высшая школа, 1985.
4. Основы теории цепей: Учебник для вузов/ Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. - 5-е изд., перераб. — М.: Энергоатомиздат, 1989.
5. Белецкий А.Ф. Теория линейных электрических цепей: Учебник для вузов. - М.: Радио и связь, 1986.
6. Трэвис Дж., Кринг Дж. LabVIEW для всех – М.:ДМК Пресс, 2008 – 880 с.
7. Гук М. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия. – СПб.:Питер,2002. – 528с.
8. Ан П. Сопряжение ПК с внешними устройствами: Пер. с англ. – М.:ДМК Пресс, 2001.-320с.

## **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

6. И.М.Готтлиб, Источники питания. Инверторы, конверторы, линейные и импульсные стабилизаторы. М.: Постмаркет, 2002.
7. Патент RU №2421872 “Импульсный генератор” с приоритетом от 05.05.2010, авторы: Лимонов А.В., Буянов А.Б., Воеводин С.В. и др.
8. US patent № 5710520 “Pulse step modulator and transformer”, Date Issued: January 20, 1998, Inventors: Frey; Richard Barry.
9. Семёнов Б.Ю. Силовая электроника. М.: Солон-Р, 2001.
10. Калантаров П.Л., Цейтлин Л.А., Расчет индуктивностей: Справочная книга. – 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986.
11. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. М.: Гардинаки, 2006.
12. Tektronix. TDS3000 Series Digital Phosphor Oscilloscopes. 071-0381-00. Programmer Manual
13. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. 2-е изд., доп. Москва: Техносфера, 2008. – 400с.
14. Программное обеспечение: пакет LabVIEW 8.6 и Интернет-ресурсы ni.com/Russia

## **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

1. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>)
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>)
3. Сайт СарФТИ НИЯУ МИФИ (<http://sarfti.ru>), раздел «Учебно-методические пособия»
4. программное обеспечение (среда для LMTO расчетов MindLab 5.0, LMTART), интернет-ресурсы среда Maple, MatLab, базы данных aps.org, Elsevier.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение дисциплины производится на базе учебной лаборатории кафедры в СарФТИ НИЯУ МИФИ учебного корпуса. Лаборатория оснащена современным оборудованием, позволяющим проводить практические занятия. Здесь же проводятся консультации по текущим вопросам и по квалификационным проектам.

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

На практических занятиях студенты осваивают базовые компоненты, представленные в стандартной библиотеке PSpice, их математическое описание, принципы построения электрических схем и алгоритмов, широко используют компьютерные технологии, практически рассчитывают реальные электрофизические системы, анализируют полученные результаты.

При обсуждении тем лекционных и практических занятий используются научные работы, описывающие современные электрофизические установки и принципы их работы. Прививаются навыки работы с научной литературой, работы с графическим программированием. Используя компьютерные технологии, приборы и инструменты с возможностями сопряжения с ПК, учатся писать программы для автоматического управления экспериментом и технологическими процессами. Развивается понимание значимости эксперимента как инструмента, подтверждающего теоретические расчеты. Обязательной является самостоятельная работа студентов, выполнение индивидуальных заданий, работа с литературой.

В качестве материально-технического обеспечения используются также ресурсы и программно-аппаратное обеспечение компьютерного класса.

При выполнении практических, научно-исследовательских, опытно-конструкторских, хозяйственных и госбюджетных работ используются современные средства измерения и контроля разных фирм и др.

## **9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При освоении дисциплины «Схематическое моделирование в электрофизике» применяются активная и интерактивная формы обучения в сочетании с самостоятельной работой. На аудиторных занятиях происходит изложение нового теоретического материала в виде лекций, разбираются решения типичных задач на применение полученных сведений для более глубокого понимания, проводится контроль выполнения домашних работ. Во время лекционных и практических занятий используются обсуждаются новые эксперименты, проводимые на электрофизических установках, а также новые работы по численному моделированию этих экспериментов, которые появились в научной литературе.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит из двух взаимосвязанных частей. Первая представляет собой освоение теоретического материала, вторая – приобретение практических навыков работы на компьютере. Освоение теоретического материала производится по лекциям и указанной основной и дополнительной литературе. Домашнее задание, позволяет студентам научиться работать в графическом редакторе PSpice и со структурами LabView. Решать задачи, возникающие при работе с электрофизическими установками.

Для решения воспитательных и учебных задач дисциплины используется 8 занятия в интерактивной форме (из РУПа).

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки: 03.04.01 «Прикладные математика и физика», профиль подготовки: «Электрофизика»

Авторы:

преподаватель кафедры ЭФ, Малышев Анатолий Юрьевич

преподаватель кафедры ЭФ, Хандыго Александр Дмитриевич,

Рецензент: преподаватель кафедры ЭФ, Китаев Илья Николаевич