



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

Кафедра инженерной физики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Кафедра инженерной физики физического факультета

Образовательная программа бакалавриата
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) программы:
Микроэлектроника и твердотельная электроника

Форма обучения
очная

Статус дисциплины:
Входит в обязательную часть

Махачкала
2022

Рабочая программа дисциплины «**Теоретические основы электротехники**» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника** от 19 сентября 2017 г. № 927 (с изменениями и дополнениями №1456 от 26.11.2020 г., 8 февраля 2021 г. №83).

Разработчик: кафедра «Инженерная физика»,

к.ф.-м.н., доцент Нурмагомедов Ш.А. 

Рабочая программа дисциплины одобрена:

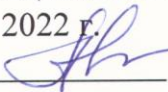
на заседании кафедры Инженерная физика от « 22 » _03_ 2022 г., протокол № _7_

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 23 » 03 2022 г., протокол № _7_.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 30 » _03_ 2022 г.

Нач. УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Оглавление

Аннотация рабочей программы дисциплины	4
1. Цели освоения дисциплины	5
2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата.....	5
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)	5
4. Объем, структура и содержание дисциплины.	9
4.1. Объем дисциплины.....	9
4.2. Структура дисциплины.	9
4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).	10
4.3.2. Содержание практических занятий.	12
5. Образовательные технологии.....	13
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	14
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.	15
7.1. Типовые контрольные задания.....	15
7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	19
8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.	19
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	20
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	20
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	21
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	22

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» («ТОЭ») входит в базовую часть образовательной программы *бакалавриата* по направлению *11.03.04 Электроника и нанoeлектроника*

Дисциплина реализуется на *физическом* факультете кафедрой *инженерной физики*.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основ теории линейных и нелинейных электрических цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами, с рассмотрением методов расчета установившихся и переходных процессов в электрических цепях, а также методов расчета электрических и магнитных цепей.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: **общепрофессиональных:**

ОПК-1, Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

ОПК-2, Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.

профессиональных:

ПК-2.1- Способен проводить предварительные измерения опытных образцов изделий «система в корпусе»

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *контрольной работы, тестирования, устного опроса, коллоквиума и пр.)* и промежуточный контроль в форме *2 экзаменов*).

Объем дисциплины 8 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий 288 часа.

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	СР	контроль		
3	144	86	30	30	18		36	66	экзамен
4	144	66	16	24	16		36	88	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теоретические основы электротехники» является ознакомление студентов с основополагающими законами теории электрических и магнитных цепей, развитие у студентов умения и навыков расчетного и экспериментального исследования линейных и нелинейных цепей при воздействии на них различного рода сигналов в установившемся и переходном режимах, стационарных электрического и магнитного полей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Для освоения данной дисциплины требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

- высшая математика
- общая физика (электричество)
- теоретическая физика (электродинамика).

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- Физические основы электроники;
- Схемотехника;
- Системы автоматического управления.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Анализирует и обрабатывает научно-техническую информацию по естественным наукам и математике для решения поставленной инженерной задачи	Знает: - физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности Умеет: - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта Владеет: - навыками критического анализа научно-технической литературы в сфере профессиональной деятельности	Устный опрос. Письменный опрос (тестирование) Проверка рефератов. Выступление на семинарах. Промежуточный контроль по модулю
	ОПК-1.2. Использует положения, законы и методы естественных	Знает: - основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности Умеет:	

	наук и математики для решения поставленной инженерной задачи	- применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера Владеет: - навыками находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.	ОПК-2.1. Планирует экспериментальные исследования для решения поставленной задачи	Знает: - методы планирования эксперимента для решения поставленной задачи Умеет: - рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки Владеет: - навыками формулировать в рамках поставленной цели совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.	Устный опрос. Письменный опрос (тестирование) Проверка рефератов. Выступление на семинарах. Промежуточный контроль по модулю
	ОПК-2.2. Самостоятельно проводит экспериментальные исследования, использует основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	Знает: - основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации - основные приемы обработки и представления экспериментальных данных Умеет: - выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования - использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных Владеет: - проведения экспериментальных исследований для решения поставленных инженерных задач - способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	Устный опрос. Письменный опрос (тестирование) Проверка рефератов. Выступление на семинарах. Промежуточный контроль по модулю
	ОПК-2.3. Использует основные приемы обработки и представления	Знает: - основные приемы обработки и представления экспериментальных данных Умеет:	Устный опрос. Письменный опрос (тестирование) Проверка рефератов. Выступление на семинарах.

	экспериментальных данных	- использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных Владеет: - способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности	Промежуточный контроль по модулю
ПК-2. Способен организовать измерения и испытания изделий «система в корпусе»	ПК-2.1. Способен проводить предварительные измерения опытных образцов изделий «система в корпусе»	Знает: - законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения; - методы и средства измерения параметров и характеристик электронных устройств в целом, отдельных узлов, блоков в процессе изготовления и эксплуатации, а также отдельных электронных компонентов изделий "система в корпусе"; - основы теории цепей; - основы аналоговой, импульсной и цифровой электроники; - физические принципы испытаний и измерений изделий "система в корпусе" и микросборок; - единицы и системы измерения электрических величин; - радиотехнические цепи и сигналы; - регламент поверки и калибровки измерительного оборудования для изделий "система в корпусе" и микросборок; - технический английский язык в области микро- и наноэлектроники; - требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья. Умеет: - пользоваться измерительным оборудованием для проведения измерений изделий "система в корпусе"; - производить настройку и калибровку измерительного оборудования для проведения измерений изделий "система в корпусе";	Устный опрос. Письменный опрос (тестирование) Проверка рефератов. Выступление на семинарах. Промежуточный контроль по модулю

		-создавать требуемые условия для проведения измерений изделий "система в корпусе" и микросборок; -проводить измерения и испытания изделий "система в корпусе" и микросборок; -интерпретировать результаты измерения опытной партии изделий "система в корпусе" в соответствии с поставленной задачей; -оформлять протокол измерений и испытаний изделий "система в корпусе" и микросборок Владеет: - навыками создавать необходимых условий для проведения измерений опытной партии образцов изделий "система в корпусе"; - навыками подготовить оснастки и настройка необходимого измерительного оборудования для проведения измерений опытной партии образцов изделий "система в корпусе"; - опытом организовать калибровки и поверки измерительного оборудования; - опытом проводить измерений опытной партии образцов изделий "система в корпусе" согласно программе измерений и испытаний; - навыками формировать протокола измерений и испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе".	
--	--	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятель- ную работу студентов (в часах)				Самостоятельная работа (в т.ч. экзамен)	Формы теку- щего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль		
	Модуль 1. Линейные цепи постоянного тока							
1.1	Основные законы и ме- тоды расчета в электриче- ских цепях постоянного тока.	3	10	8	10		8	Домашнее зада- ние (ДЗ) Собесе- дование (С) Рей- тинговая система (РС)
	Итого по модулю 1:		10	8	10		8	
	Модуль 2. Линейные цепи переменного тока							
2.1	Переменный ток и анализ цепей переменного тока.	3	6	4	4		2	(ДЗ), (С), (РС)
2.2	Резонансные явления в це- пях синусоидального тока	3	2	2	4		2	(ДЗ), (С), (РС)
2.3	Цепи с взаимной индук- тивностью.	3	2	2	4		2	(ДЗ), (С), (РС)
	Итого по модулю 2:		10	8	12		6	
	Модуль 3. Трехфазные цепи и нелинейные цепи							
3.1	Трехфазные цепи	3	6	2	4		10	(ДЗ), (С), (РС)
3.2	Нелинейные цепи посто- янного и переменного тока	3	4		4		6	(ДЗ), (С), (РС)
	Итого по модулю 3:		10	2	8		16	
	Модуль Подготовка к промежуточному экзамену							
	Подготовка к экзамену						36	
	Итого по модулю :						36	
	ИТОГО за 3 семестр		30	18	30		66	
	Модуль 4. Четырехполюсники и линии с распределенными параметрами							
4.1	Четырехполюсники	4	2	2	2		8	(ДЗ), (С), (РС)
4.2	Цепи с распределенными параметрами.	4	4	4	6		8	(ДЗ), (С), (РС)
	Итого по модулю 4:		6	6	8		16	
	Модуль 5. Переходные процессы в линейных цепях							
5.1	Переходные процессы в линейных цепях.	4	8	6	12		10	(ДЗ), (С), (РС)

	<i>Итого по модулю 5:</i>		8	6	12		10	
	Модуль 6. Цепи с несинусоидальными источниками							
6.1	Цепи с несинусоидальными источниками и их расчет	4	2	4	4		26	(ДЗ), (С), (РС)
	<i>Итого по модулю 6:</i>		2	4	4		26	
	Модуль Подготовка к экзамену							
	Подготовка к экзамену	4					36	
	<i>Итого по модулю:</i>						36	
	ИТОГО за 4 семестр		16	16	24		88	
	ИТОГО за год		46	34	54		144	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий

Модуль 1. Линейные цепи постоянного тока

Тема 1.1. Основные законы и методы расчета в электрических цепях постоянного тока.

История развития электротехники. Цели и задачи ТОЭ. Основные законы и понятия курса ТОЭ. Элементы РЭС и их модели. Схемы замещения (СЗ). Элементы схем замещения

Принцип и метод суперпозиции. Законы Ома и Кирхгофа, баланс мощностей. Взаимное преобразование схем замещения источников энергии.

Методы расчета цепей постоянного тока: по законам Кирхгофа, метод контурных токов, метод узловых потенциалов, метод эквивалентных преобразований, метод наложения, метод эквивалентного генератора.

Модуль 2. Линейные цепи переменного тока.

Тема 2.1. Параметры и способы представления синусоидального тока

Преимущества переменного тока. Способы представления гармонических функций. Векторные диаграммы. Действующие и средние значения.

Идеальный резистор, идеальная индуктивная катушка, идеальный конденсатор в цепи переменного тока. Мощности, рассеиваемые на пассивных элементах. Основные законы в цепях переменного тока. Построение векторных и топографических диаграмм. Треугольники напряжений, сопротивлений, проводимостей, мощностей. Расчет цепей с одним и несколькими источниками энергии. Символический метод расчета цепей переменного тока. Мощность в цепи синусоидального тока. Условия согласования с нагрузкой.

Тема 2.2. Резонансные явления в цепях синусоидального тока.

Частотные и передаточные характеристики в цепях переменного тока. Резонансные цепи. Резонанс. Характеристическая функция. Резонанс напряжений. Применения резонансных цепей. Резонанс в связанных контурах.

Тема 2.3. Цепи с взаимной индуктивностью.

Основные понятия и определения. Анализ цепи с последовательным соединением индуктивно связанных катушек при согласном и встречном включениях. Расчет электрических цепей при наличии взаимной индуктивности. Трансформатор. Основные параметры трансформаторов. Внесенное сопротивление. Схема замещения. Использование трансформаторов.

Модуль 3. Трехфазные цепи и нелинейные цепи.

Тема 3.1. Трехфазные цепи.

Преимущества трехфазных цепей. Их основные элементы. Трехфазный генератор. Способы соединения фаз обмоток генератора. Классификация приемников трехфазных цепей. Расчет трехфазных цепей при различных способах соединения фаз приемника (приемник симметричный и несимметричный). Мощности трехфазных цепей.

Электрические машины постоянного и переменного тока. Синхронные и асинхронные двигатели. Принцип действия двигателей.

Тема 3.2. Нелинейные цепи постоянного и переменного тока.

Определение нелинейных цепей и их классификация. Замена нелинейных элементов эквивалентной линейной схемой. Расчет нелинейных цепей методами эквивалентных преобразований, эквивалентного генератора, напряжения между двумя узлами.

Особенности расчета режимов нелинейных цепей при переменных токах и напряжениях. Инерционные, безынерционные элементы. Аналитический расчет нелинейных цепей методом итерации. Численное решение уравнений нелинейных резистивных цепей. Расчет переходных процессов с помощью кусочно-линейной аппроксимации

Модуль 4. Четырехполюсники и линии с распределенными параметрами

Тема 4.1. Четырехполюсники.

Формы четырехполюсников. Определение постоянных четырехполюсников. Шесть форм уравнений связи. Способы определения коэффициентов четырехполюсника. Характеристические сопротивления, постоянная передачи четырехполюсника.

Активные четырехполюсники. Виды электрических фильтров. Структурные схемы и свойства фильтров.

Тема 4.2. Цепи с распределенными параметрами.

Нарушение принципа квазистационарности. Линейные системы с распределенными параметрами (длинные линии). Первичные и вторичные параметры длинной линии. Уравнения однородной линии. Основные характеристики бегущей волны.

Граничные условия. Коэффициент согласования. Режим согласованной нагрузки. Линия без потерь. Линия без потерь при согласованной нагрузке. Работа длинных линий на различные нагрузки. Трансформаторы на длинных линиях.

Модуль 5. Переходные процессы в линейных цепях.

Тема 5.1. Переходные процессы в линейных цепях.

Значение переходных процессов. Законы коммутации. Классический метод расчета переходных процессов. Способы составления характеристического уравнения. Определение длительности переходных процессов. Учет и использование переходных процессов на практике.

Операторный метод анализа переходных процессов. Закон Ома в операторной форме. Интеграл Дюамеля. Случаи апериодического, критического и колебательного переходных процессов. Определение независимых и зависимых начальных условий.

Модуль 6. Цепи с несинусоидальными источниками.

Тема 6.1. Цепи с несинусоидальными источниками.

Основные понятия и определения цепей с несинусоидальными источниками. Причины возникновения несинусоидальных токов и напряжений. Способы изображения несинусоидальных периодических функций. Расчет цепей несинусоидального тока.

Преобразование Фурье. Спектральный метод анализа. Прохождение сложных сигналов по линейным цепям. Теорема Котельникова. Цифровые методы модуляции.

4.3.2. Содержание практических занятий.

Номер модуля дисциплины	Тема (содержание практического занятия)	Кол-во часов
1	Цепи постоянного тока и их расчет.	8
2	Цепи с синусоидальными токами и напряжениями и их расчет.	8
3	Расчет трехфазных цепей	2
4.1	Расчеты с четырехполюсниками	2
4.2	Расчет цепей с распределенными параметрами	4
5	Расчет переходных процессов	6
6	Расчет несинусоидальных цепей	4
Итого		34

4.3.3. Темы лабораторных занятий

Название темы (лабораторные работы)	Кол-во часов
1. Основы работы с программой ElectronicsWorkbench	2
2. Исследование линейных электрических цепей постоянного тока в установившихся режимах в программе ElectronicsWorkbench	4
3. Исследование линейной разветвленной цепи постоянного тока	4
4. Исследование линейных электрических цепей переменного тока в установившихся режимах в программе ElectronicsWorkbench	4
5. Цепь синусоидального тока при последовательном соединении R, L, и C.	4
6. Цепь синусоидального тока при параллельном соединении катушки индуктивности и конденсатора	4
7. Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки в треугольник	4
8. исследование трёхфазной цепи при соединении нагрузки в звезду	4
9. Моделирование переходных процессов в программе ElectronicsWorkbench	4
10. Моделирование переходного процесса в одноконтурной электрической цепи второго порядка	4
11. Исследование переходных процессов в линейных цепях	4
12. Моделирование переходного процесса в разветвленной электрической цепи второго порядка	4
13. Однородная длинная линия	4
14. Исследование нелинейных цепей методом эквивалентного генератора и методом двух узлов.	4
ИТОГО	66

4.3.4. Содержание разделов самостоятельной работы

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды работ	Норма времени на выполнение (в часах)
Модуль 1 Линейные цепи постоянного тока	Изучение понятий: заряд, ток, потенциал, потенциальная диаграмма, топология цепи, последовательное и параллельное соединение источников энергии. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Теорема взаимности, теорема компенсации, метод пропорциональных величин, перенос источников ЭДС и источников тока.	8
Модуль 2 Линейные цепи переменного тока	Топографическая диаграмма. Комплексная проводимость. Топологические методы расчета цепей. Измерение мощности ваттметром. Частотные зависимости различных схем. Практическое значение явления резонанса в электрических цепях. Символический метод решения задач электротехники. Магнитосвязанные катушки, Взаимоиндуктивность. Применение трансформаторов.	6
Модуль 3 Трехфазные цепи и нелинейные цепи	Круговые и линейные диаграммы в трехфазных цепях. Получение кругового вращающего магнитного поля. Асинхронные и синхронные двигатели. Методы расчета нелинейных цепей. Расчет нелинейных цепей методом эквивалентного генератора и методом двух узлов.	16
Модуль 4 Четырехполюсники и линии с распределенными параметрами	Соединения четырехполюсников. Определение коэффициентов одной формы уравнений четырехполюсника через коэффициенты другой формы. RC-фильтры и определение их параметров. Определение комплексов напряжения и тока в любой точке линии через комплексы тока и напряжения в начале линии. Согласованная нагрузка и параметры линии при согласованной нагрузке.	16
Модуль 5 Переходные процессы в линейных цепях	Особенности переходных процессов. Методы расчета переходных процессов. Законы электротехники в операторной форме. Переходные процессы при воздействии импульсных напряжений.	10
Модуль 6 Цепи с несинусоидальными источниками	Ряды Фурье в теории несинусоидальных токов. Действующие значения тока и напряжения при несинусоидальных токах. Замена несинусоидальных токов эквивалентными синусоидальными.	26
Итого		82

5. Образовательные технологии

В курсе «Теоретические основы электротехники» предусматривается применение различных видов образовательных технологий. Основной вид выполнения учебной нагрузки – это лекция. На лекции максимально используются современные мультимедийные средства, видеокурсы. Технология интерактивного обучения при чтении лекции должна быть основной. Лектор излагает не готовые знания, а ставит проблему, побуждает интерес студентов,

постепенно приводит их к принятию правильного решения. Студенты как бы сами разрабатывают методы решения задач электротехники. На семинарах следует широко использовать дискуссии, элементы «мозгового штурма».

На практических занятиях решаются задачи и анализируются различные приемы и методы упрощения расчетов, используя при этом компьютерные технологии. На лабораторных занятиях студенты решают задачи исследовательского характера, подтверждающие основные законы и соотношения электротехники. По каждой теме в начале семинара или практического занятия можно провести компьютерное тестирование.

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

- Информационные технологии.
- Проблемное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Междисциплинарное обучение.
- Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, семинар, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Теоретические основы электротехники» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность студентов.

По лекционному материалу подготовлено учебное пособие, конспекты лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов предусматривает 172 часа

Самостоятельная работа студентов имеет целью подготовку к семинарским и практическим занятиям по отдельным разделам дисциплины, а также к выполнению лабораторных работ по предмету. Разделы дисциплины для самостоятельной работы приведены в п.. 4.3.4.

В течение семестра студенты самостоятельно готовятся по отдельным разделам дисциплины, представляют рефераты и презентации, обсуждают выбранные темы на практических занятиях.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

1. Контрольные вопросы для промежуточного контроля по предмету ТОЭ:

Модуль1

Линейные цепи постоянного тока (ЛЦПТ).

- 1.1 Какие условия и принципы должны выполняться, чтобы электрическую цепь можно было считать линейной?
- 1.2 Что такое схема замещения?
- 1.3 Перечислите элементы схемы замещения ЛЦ.
- 1.4 Какие физические процессы могут происходить в ЛЦПТ?
- 1.5 Сформулируйте правила Кирхгоффа.
- 1.6 Какое преобразование электрической цепи называется эквивалентным?
- 1.7 Что такое эквивалентный генератор?
- 1.8 Назовите условия согласования двухполюсника с нагрузкой.
- 1.9 Как можно найти эквивалентную ЭДС эквивалентного генератора?
- 1.10 Как можно заменить источник ЭДС в ветви на источник тока?
- 1.11 Какой физический процесс характеризует сопротивление?
- 1.12 Напишите уравнения, характеризующие источники ЭДС и источник тока.
- 1.13 Найдите две точки нагрузочной кривой (ВАХ) эквивалентного генератора с параметрами: $E_e=10\text{В}$, $R_e=100\text{ Ом}$.
- 1.14 В телефонной линии ток короткого замыкания равен 30 мА, а напряжение холостого хода 30 В. Найдите параметры эквивалентного генератора этого двухполюсника.
- 1.15 Что такое частичный ток в методе суперпозиции?

Модуль2 :

Линейные цепи переменного тока.

- 2.1 Почему ток и напряжение в линейных электрических цепях гармонического тока представляют в виде вектора или комплексного числа?
- 2.2 Что такое и как вычислить действующее значение гармонического тока?
- 2.3 Назовите и дайте определение параметрам, характеризующим гармонический ток?
- 2.4 Что такое треугольник сопротивлений?
- 2.5 Что такое импеданс?
- 2.6 Что такое полная мощность?
- 2.7 В результате анализа линейных электрических цепей гармонического тока получается комплексное число. Как сравнить результат с экспериментальными данными?
- 2.8 Почему резонансные явления в последовательном контуре называют резонансом напряжений?
- 2.9 Какой функцией описывается резонанс в линейных электрических цепях гармонического тока.?

- 2.10 Что такое и что характеризует добротность контура?
- 2.11 Почему семейство резонансных кривых называют однопараметрическим?
- 2.12 Оцените полосу пропускания резонансного контура на частоте 1 МГц при добротности 10.
- 2.13 Через емкость с сопротивлением $X_C=10$ Ом протекает ток амплитудой 100 В и частотой ω . Напишите уравнение для напряжения на емкости $U_C(t)$.
- 2.14 Что покажет магнитоэлектрический амперметр в цепи, содержащей последовательно соединенные источники ЭДС 100 В и $100 \cdot \sin(\omega t)$ и активное сопротивление 10 Ом?
- 2.15 Через индуктивность с сопротивлением $X_L=10$ Ом протекает ток амплитудой 100 В и частотой ω . Напишите уравнение для напряжения на индуктивности $U_L(t)$.

Модуль 3

Трехфазные цепи и нелинейные цепи

- 3.1 В чем преимущество трехфазных цепей?
- 3.2 Соединение трехфазных цепей треугольником и звездой.
- 3.3 Симметричные и несимметричные трехфазные цепи.
- 3.4 Мощность в трехфазных цепях.
- 3.5 В чем заключается принцип действия асинхронных двигателей?
- 3.6 Что такое коэффициент скольжения?

- 3.7 Какую электрическую цепь называют нелинейной?
- 3.8 Назовите виды ВАХ нелинейных сопротивлений.
- 3.9 Чем отличается динамическое сопротивление от статического?
- 3.10 Что такое рабочая точка нелинейного сопротивления?
- 3.11 Опишите алгоритм графического метода нагрузочной кривой для анализа нелинейных электрических цепей.
- 3.12 Чем отличаются алгоритмы графического и аналитического методов нагрузочной кривой для анализа нелинейных электрических цепей?
- 3.13 Чем отличается анализ нелинейных электрических цепей, содержащих одно нелинейное сопротивление от анализа нелинейных электрических цепей, содержащих несколько соединенных нелинейных сопротивлений?
- 3.14 Почему в схеме замещения участка ВАХ нелинейного сопротивления в методе линеаризации необходимо последовательно с сопротивлением включить источник ЭДС?
- 3.15 Из каких элементов состоит эквивалентная схема п/п диода?
- 3.16 Почему рабочая точка варикапа всегда находится на обратной ветви ВАХ?
- 3.17 Напряжение холостого хода линейной части цепи 10 В, ее ток короткого замыкания 1 А. Найти рабочую точку цепи при ее нагрузке на нелинейное сопротивление с ВАХ $I = 0.1 \cdot U + 0.01 \cdot U^2$
- 3.18 Нелинейное сопротивление (НС) методом линеаризации заменили сопротивлением 1 Ом и ЭДС 2 В. Найти рабочую точку этого НС, подключенного к линейной цепи, если напряжение холостого хода линейной части цепи 10 В, ее ток короткого замыкания 1 А
- 3.19 Найти ВАХ эквивалентного нелинейного сопротивления, образованного параллельным соединением линейного сопротивления 1 Ом и нелинейного, имеющего ВАХ $I = U \cdot 0.5 \cdot U^2$.
- 3.20 Найти ВАХ эквивалентного нелинейного сопротивления, образованного последовательным соединением линейного сопротивления 2 Ом и нелинейного, имеющего ВАХ $U = I + 0.2 \cdot I^2$.

Модуль 4

Четырехполюсники и линии с распределенными параметрами

- 4.1 Что такое четырехполосник?
- 4.2 Что такое форма четырехполосника?
- 4.3 Что такое коэффициент передачи четырехполосника, АЧХ и ФЧХ?
- 4.4 Что такое входное сопротивление четырехполосника?
- 4.5 Что такое схема замещения четырехполосника?
- 4.6 Почему при каскадном соединении четырехполосников лучше использовать А-параметры?
- 4.7 Что такое фильтр низких частот?
- 4.8 Почему процессы в простейших RL и RC фильтрах не считаются резонансными?
- 4.9 Какие четырехполосники называются симметричными?
- 4.10 Получите выражение для коэффициента передачи четырехполосника, полученного из последовательно соединенных RC при съеме сигнала с сопротивления.
- 4.11 Что такое обобщенный четырехполосник?
- 4.12 Что такое принцип квазистационарности и в каких случаях он нарушается?
- 4.13 Что такое длинная линия и какими параметрами она характеризуется?
- 4.14 Напишите дифференциальное волновое уравнение для напряжения
- 4.15 Что такое волновое число и как оно связано с длиной волны и периодом колебаний?
- 4.16 Найти распределенную индуктивность кабеля, если его распределенная емкость $C_0 =$
- 4.17 Комплексное волновое число $K = 200 \cdot \pi + j \cdot 1000 \text{ м}^{-1}$. Найти длину волны и коэффициент затухания волны в этой линии.
- 4.18 Что такое и от чего зависит коэффициент согласования?
- 4.19 Напишите уравнение отраженной волны тока в длинной линии с коэффициентом согласования M.
- 4.20 Нарисуйте зависимость $U_m(x)$ при работе длинной линии в смешанном режиме.
- 4.21 Длинная линия с волновым сопротивлением $\rho = 50 \text{ Ом}$ работает на нагрузку 100 Ом . Найти коэффициент отражения Котр и КБВ.
- 4.22 Как зависит входной импеданс отрезка короткозамкнутой длинной линии от ее длины?
- 4.23 Найти длину четвертьволнового трансформатора, работающего на частоте $f = 5 \cdot \pi \cdot 10^8 \text{ Гц}$. Скорость распространения сигнала в линии $2,5 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.
- 4.24 Найти волновое сопротивление четвертьволнового трансформатора, согласующего кабель ($\rho = 100 \text{ Ом}$) с нагрузкой $R_n = 200 \text{ Ом}$.

Модуль 5

Переходные процессы в линейных цепях

- 5.1 Что такое переходный процесс?
- 5.2 Из каких слагаемых состоит ток во время переходного процесса?
- 5.3 Как находят свободный ток классическим методом?
- 5.4 Как находят принужденный ток классическим методом?
- 5.5 Как получают характеристическое уравнение методом импеданса?
- 5.6 Сформулируйте законы коммутации.
- 5.7 Когда переходный процесс будет носить колебательный характер?
- 5.8 Опишите алгоритм нахождения постоянных интегрирования в классическом методе анализа переходных процессов.
- 5.9 В чем смысл операторного метода анализа переходных процессов?
- 5.10 Закон Ома в операторной форме.
- 5.11 Найти постоянную времени переходного процесса в цепи, состоящей из последовательно соединенных сопротивления $R = 1 \text{ Мом}$ и емкости $C = 1 \text{ мкФ}$.
- 5.12 Найти принужденный ток в цепи, состоящей из последовательно соединенных сопротивления $R = 1 \text{ Мом}$ и емкости $C = 1 \text{ мкФ}$, которая коммутируется с источником ЭДС 10 В .

- 5.13 Найти принужденный ток в цепи, состоящей из последовательно соединенных сопротивления $R = 10$ Ом и индуктивности $L = 1$ Гн, которая коммутируется с источником ЭДС 10 В.
- 5.14 Найти операторный вид тока в цепи, состоящей из последовательно соединенных сопротивления $R = 1$ Мом и емкости $C = 1$ мкФ, которая подключается к источнику ЭДС 1 В.
- 5.15 Найти операторный вид тока в цепи, состоящей из последовательно соединенных сопротивления $R = 1$ Ом и индуктивности $L = 1$ Гн, которая подключается к источнику ЭДС 10 В.

Модуль 6

Цепи с несинусоидальными источниками

- 6.1 Почему возникают несинусоидальные сигналы?
- 6.2 Что такое гармоника сигнала?
- 6.3 Что такое преобразования Фурье для несинусоидальных сигналов?
- 6.4 Найдите угловую частоту пятой гармоники сигнала с периодом $T = \pi/5$.
- 6.5 Что покажет электромагнитный амперметр в цепи с током, изменяющимся по закону: $I = 5 + \sin(1000 \cdot t) + 0.1 \cdot \cos(2000 \cdot t)$?
- 6.6 Найдите коэффициент нелинейных искажений в цепи с током, изменяющимся по закону: $I = 5 + \sin(1000 \cdot t) + 0.1 \cdot \cos(2000 \cdot t)$?
- 6.7 Опишите алгоритм анализа прохождения негармонического сигнала через линейный четырехполюсник.
- 6.8 Как найти амплитуды гармоник в ряде Фурье для гармонического сигнала?
- 6.9 Что такое скважность импульса?
- 6.10 Каким способом осуществляется переход от ряда Фурье для периодического сигнала к разложению на гармоники одиночного сигнала?
- 6.11 Чем отличается спектр периодического сигнала от спектра одиночного сигнала?

2. Примерные экзаменационные вопросы по ТОЭ.

1. Предмет и метод ТОЭ. Основные физические величины и законы физики в ТОЭ.
2. Элементы принципиальных электрических схем и их модели. Схема замещения и ее элементы. Источники тока и источники ЭДС.
3. Метод эквивалентных преобразований. Принцип и метод суперпозиции.
4. Напряжения и ток в ветви с источником ЭДС. Анализ линейных цепей постоянного тока методом Кирхгофа.
5. Метод контурных токов для линейных цепей постоянного тока.
6. Метод узловых потенциалов для линейных цепей постоянного тока.
7. Двухполюсники. Метод эквивалентного генератора.
8. Энергия и мощность электрической цепи. Согласование с нагрузкой.
9. Линейные цепи гармонического тока. Анализ линейных цепей гармонического тока.
10. Символический метод анализа линейных цепей гармонического тока.
11. Векторные диаграммы. Комплексная мощность. Треугольник мощностей.
12. Символический метод анализа линейных цепей гармонического тока. Комплексное сопротивление. Треугольник сопротивлений.
13. Резонансные цепи. Резонанс токов.
14. Резонансные цепи. Резонанс напряжений.
15. Четырехполюсники. Простейшие RC четырехполюсники. АЧХ и ФЧХ.
16. Четырехполюсники. Простейшие RL четырехполюсники. АЧХ и ФЧХ.
17. Взаимоиндукция. Трансформатор. Внесенное сопротивление. Согласование с нагрузкой с помощью трансформатора.

- 18.Трехфазные цепи. Векторные диаграммы трехфазных цепей.
- 19.Негармонические сигналы. Преобразование Фурье для периодической функции и одиночного импульса.
- 20.Системы параметров четырехполюсников. Схемы замещения. Экспериментальные методы определения формы четырехполюсника.
- 21.Системы параметров четырехполюсников. Оптимальная форма. Эквивалентная схема четырехполюсников.
- 22.Системы с распределенными параметрами. Длинные линии. Волны в длинных линиях.
- 23.Граничные условия в длинных линиях (ДЛ). Работа ДЛ на различные нагрузки.
- 24.Нелинейные сопротивления. Виды ВАХ. Графический метод нагрузочной кривой.
- 25.Расчет нелинейных цепей аналитическим методом нагрузочной кривой. Соединение нелинейных сопротивлений.
- 26.Нелинейные сопротивления при гармоническом воздействии. Метод линеаризации.
- 27.Переходные процессы в линейных цепях. Законы коммутации.
- 28.Классический метод анализа переходных процессов в линейных цепях.
- 29.Операторный метод анализа переходных процессов в линейных цепях. Закон Ома в операторной форме.
- 30.Расчет переходных процессов с помощью интеграла Дюамеля.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 50 % и промежуточного контроля – 40 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 15 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 25 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 20 баллов.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники: Линейные электрические цепи : учеб.пособие / Атабеков, Григорий Иосифович. - Изд. 7-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2009. - 591с.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : Учебник для вузов / Бессонов, Лев Алексеевич. - 10-е изд. - М. :Гардарики, 2001. - 638 с. : ил.
3. Касаткин А.С. Электротехника : учеб.для вузов / Касаткин, Александр Сергеевич, Немцов, Михаил Васильевич. - изд. 6-е, перераб. - М. : Высшая школа, 2000. - 542 с. : ил.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Белецкий А.Ф. Теория линейных электрических цепей : учебник / Белецкий, Александр Фёдорович. - Изд. 2-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2009. - 542,[1] с. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

5. Сборник задач по теоретическим основам электротехники : учеб.пособие / [Л.А.Бессонов, И.Г.Демидова, М.Е.Заруди и др.]; под ред. Л.А.Бессонова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2003. - 528 с. : ил. - Рекомендовано МО РФ.
6. Серебряков А.С. Линейные электрические цепи : лаб. практикум на IBM PC: [учеб.пособие] / Серебряков, Александр Сергеевич. - М. :Высш. шк., 2009. - 131с.

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

Интернет ресурсы:

1. Электронный каталог НБ ДГУ[Электронный ресурс]: /Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>.
2. <http://electrotechnikdgu.blogspot.com> – авторский блог по электротехнике
3. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г. 537 наименований.
5. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г. Срок действия договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023г.
6. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.
7. Национальная электронная библиотека №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока.
8. Scopus издательства Elsevier B.V. Письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2022 г. <https://www.scopus.com>
9. Международное издательство Springer Nature. Коллекция журналов, книг и баз данных издательства Springer Nature. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature в 2022 г. на условиях национальной подписки <https://link.springer.com/>
10. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru>.
11. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Подготовка к зачету, экзамену	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Перечень наглядных пособий

1. Слайды:

- 1.1 Элементы электрических схем и их модели.
- 1.2 Двухполюсники. Метод эквивалентного генератора.
- 1.3 Резонансные цепи.
- 1.4 Передаточные функции четырехполюсников.

- 1.5 Методы анализа нелинейных цепей.
- 1.6 Характеристики биполярного транзистора.
- 1.7 Усилители на биполярных транзисторах.
- 1.8 Операционные усилители.
- 1.9 Принципы модуляции и детектирования.
- 2. Плакаты:**
 - 2.1 Системы параметров четырехполюсников.
 - 2.2 Эквивалентные схемы четырехполюсников.
 - 2.3 Печатные платы
 - 2.4 Набор активных и пассивных компонентов РЭА.
 - 2.5 Набор коаксиальных кабелей.
- 4. Программы для ЭВМ:**
 - 4.1 Интегрированный пакет MATHCAD.
 - 4.2 Интегрированный пакет Electronics Workbench.
- 5. Презентации:**
 - 5.1 Линейные цепи постоянного тока
 - 5.2 Линейные цепи гармонического тока
 - 5.3 Основы работы в среде MATHCAD
 - 5.4 Основы компьютерного моделирования в среде Electronics Workbench.

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

Материально – техническая база кафедры инженерной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 «**Электроника и нанoeлектроника**», позволяет готовить бакалавров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Функционируют специализированные учебные и научные лаборатории: Физика и технология керамических материалов для твердотельной электроники, Физика и технология тонкопленочных структур. Электрически активные диэлектрики в электронике, Физическая химия полупроводников и диэлектриков.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.