

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна
Должность: Ректор
Дата подписания: 03.09.2025 16:18:01
Уникальный программный ключ:
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfb610e2f3

Шифр ОПОП: 2011.26.05.07.01

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»**

Год начала подготовки (по учебному плану): 2021
(год набора)

Шифр дисциплины: Б1.О.16
(шифр дисциплины из учебного плана)

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Теоретические основы электротехники

(полное наименование дисциплины (модуля), в строгом соответствии с учебным планом)

Новосибирск

Составитель:

доцент

(должность)

кафедры Электроэнергетических систем и электротехники

(наименование кафедры)

Л.В.Садовская

(И.О.Фамилия)

Одобрена:

Ученым советом

Электромеханического факультета

(наименование факультета, реализующего образовательную программу)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.
число месяц год

Председатель совета

В.Ю. Гросс

(И.О.Фамилия)

На заседании кафедры Электроэнергетических систем и электротехники

(наименование кафедры)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.
число месяц год

Заведующий кафедрой

Е.В. Иванова

(И.О.Фамилия)

Согласована:

Руководитель рабочей группы по разработке ОПОП по направлению 26.05.07.01

(наименование коллектива разработчиков по направлению подготовки / специальности)

«Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Специализация: "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики"

Д.Т.Н.

(ученая степень)

, профессор

(ученое звание)

Б.В. Палагушкин

(И.О.Фамилия)

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1.Цели дисциплины

Целью дисциплины является обеспечение базового уровня знаний и навыков, необходимых для обеспечения способности осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с требованиями международных и национальных нормативно-технических документов.

1.2.Перечень формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающегося должны сформироваться следующие компетенции, выраженные через результат обучения по дисциплине (модуля), как часть результата освоения образовательной программы (далее – ОП):

1.2.1. Универсальные компетенции (УК):

Дисциплина не формирует универсальные компетенции.

1.2.2. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

2 Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
ОПК-2	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	I-III	Знать: - Фундаментальные законы теории электромагнитного поля и теории цепей, методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока и расчёта режимов электрических цепей. -Методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока; -Основы теории электромагнитного поля. Уметь: -Составлять модели линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока -Выполнять аналитический и численный анализ электрических цепей; -Применять знания основ теории электромагнитного поля. Владеть: -Методами теоретического и экспериментального исследования, анализа и расчета электрических линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока и магнитных цепей;

2 Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
			- Методами теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока; - Методами анализа и моделирования электромагнитных полей

2.1.1. Профессиональные компетенции (ПК):

Дисциплина не формирует профессиональные компетенции.

2.1.2. Профессиональные компетенции профиля или специализации (ПКС):

Дисциплина не формирует компетентности профиля или специализации.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) реализуется в рамках базовой части
(базовой, вариативной или факультативной)

основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах (з.е.) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Для очной формы обучения:
(очной, заочной)

Формы контроля						Всего часов					Всего з.е.		Курс 2														
Экзамены	Зачеты	Зачеты с оценкой	Курсовые проеты	Курсовые работы	РГР	По з.е.	По плану	в том числе					Семестр 3							Семестр 4							
								Контакт.раб.	СР	Контроль	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.			
3,4				4		540	540	265	203	72	15	15	60	30	45	11	106	36	8	36	36	36	11	97	36	7	
в том числе тренажерная подготовка																											

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Разделы и темы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах):

№	Разделы и темы дисциплины (модуля)	Лек		Лаб		Пр		СР	
		О	З	О	З	О	З	О	З
1	Линейные цепи постоянного тока	14		4		10		25	
2	Цепи синусоидального тока	14		8		10		25	
3	Трехфазные цепи	8		4		8		20	
4	Нелинейные цепи	8		4		6		10	
5	Многополюсники и четырехполюсники при синусоидальных токах и напряжениях. Фильтры	10		6		7		16	
6	Несинусоидальные токи	6		4		4		10	
7	Переходные процессы в линейных цепях и методы их расчета	10		12		12		40	
8	Магнитные цепи	10		8		8		20	
9	Теория электромагнитного поля	16		16		16		37	
	ИТОГО	96		66		81		203	

Примечания: О – очная форма обучения, З – заочная форма обучения.

5.2. Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Линейные цепи постоянного тока [1,3]

Понятие электрической цепи, активные и пассивные элементы. Закон Ома для участка цепи с Э.Д.С. Закон Кирхгофа. Метод узловых потенциалов, метод контурных токов. Преобразование в линейных электрических цепях.

Принцип наложения. Принцип компенсации. Принцип эквивалентного генератора. Условия передачи максимальной мощности от источника энергии к приемнику.

Тема 2. Цепи синусоидального тока [1,3]

Основы символического метода. Векторные и топографические диаграммы. Комплексные сопротивление и проводимость. Мощности. Закон Кирхгофа в комплексной форме. Круговые диаграммы.

Резонанс в последовательном контуре. Частотные характеристики и резонансные кривые. Резонанс в параллельном контуре и частотные характеристики. Резонанс в сложных цепях.

Последовательное и параллельное соединение индуктивно связанных элементов цепи. Расчеты разветвленных цепей при наличии взаимной индуктивности.

Основные определения четырехполюсников и их уравнения. Режимы четырехполюсников (хх и к.з.). Экспериментальное и расчетное определение коэффициентов и входных сопротивлений.

Принцип действия трансформатор без стального магнитопровода. Эквивалентные схемы трансформатора, векторная диаграмма.

Тема 3.Трехфазные цепи [1,3]

Соединение звездой и треугольником, основные соотношения между фазными и линейными токами и напряжениями. Режимы трехфазных систем, векторные и топографические диаграммы токов и напряжений для симметричных и несимметричных режимов. Мощность в трехфазных цепях.

Расчёты симметричных и несимметричных трехфазных цепей со статической нагрузкой. Использование метода симметричных составляющих для расчета несимметричных режимов

Тема4. Нелинейные цепи [2,3]

Последовательное и параллельное соединение нелинейных элементов. Статическое и дифференциальное сопротивления. Методы расчета нелинейных цепей.

Основные понятия и законы магнитных цепей. Анализ и синтез неразветвленных магнитных цепей. Расчет разветвленных магнитных цепей. Магнитная цепь с постоянным магнитом. Феррорезонанс токов и напряжений. Включение катушки со стальным сердечником к источнику постоянного и синусоидального напряжения. Аналитические и численные методы анализа нелинейных цепей.

Тема 5. Многополюсники и четырехполюсники при синусоидальных токах и напряжениях. Фильтры [1,3]

Режимы, основные уравнения, коэффициенты и эквивалентные схемы четырехполюсников. Идеальный трансформатор. Эквивалентные схемы трансформатора со стальным сердечником, расчёт электрической цепи. Характеристическое сопротивление и постоянная передачи четырехполюсника. Электрические фильтры: низкочастотные, высокочастотные, полосные, заграждающие.

Тема 6. Несинусоидальные токи [1,3]

Основные понятия, характеризующие форму несинусоидальных периодических кривых. Разложение в ряд Фурье. Максимальные, действующие и средние значения несинусоидальных периодических Э.Д.С., напряжений и токов. Коэффициенты формы, амплитуды, искажения. Несинусоидальные кривые с периодической огибающей.

Расчет цепей с несинусоидальными периодическими Э.Д.С., напряжениями и токами. Высшие гармоники в трехфазных цепях. Резонанс. Мощность. Особенности расчета для гармоник, кратных трем, при соединении цепей звездой и треугольником.

Тема 7. Переходные процессы в линейных цепях и методы их расчета [1,3]

Переходный, установившийся и свободный процессы. Коммутация. Основные законы коммутации. Начальные условия. Переходные процессы в $r - L$, $r - C$, $r - L - C$ цепях. Некорректная коммутация. Классический метод расчета переходных процессов.

Операторный метод расчета переходных процессов. Прямое и обратное преобразование Лапласа. Законы Кирхгофа в операторной форме. Формула разложения. Сведение расчета переходного процесса к нулевым начальным условиям. Определение свободных составляющих по их изображениям.

Тема 8. Магнитные цепи [2,3]

Последовательное и параллельное соединение нелинейных элементов. Статическое и дифференциальное сопротивления. Методы расчета нелинейных цепей.

Основные понятия и законы магнитных цепей. Анализ и синтез неразветвленных магнитных цепей. Расчет разветвленных магнитных цепей. Магнитная цепь с постоянным магнитом. Феррорезонанс токов и напряжений. Включение катушки со стальным сердечником к источнику постоянного и синусоидального напряжения. Аналитические и численные методы анализа нелинейных цепей.

Тема 9. Теория электромагнитного поля [2,3]

Электростатическое поле

Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Силовые и эквипотенциальные линии. Градиент потенциала. Дифференциальный оператор Гамельтона. Поляризация вещества. Вектор электрической индукции. Теорема Гаусса и постулат Максвелла. Уравнение Пуассона и Лапласа. Граничные условия. Емкость. Электростатическое поле системы заряженных тел. Первая, вторая группа формул Максвелла. Графическое построение картины плоскопараллельного поля.

Электрическое и магнитное поля постоянного тока

Плотность тока. Закон Ома, законы Кирхгофа. Уравнение Лапласа для электрического поля в проводящей среде. Расчёт электрического поля в диэлектрике. Ток утечки в кабеле. Сопротивление заземления.

Вихревой характер магнитного поля токов. Закон полного тока. Принцип непрерывности магнитного потока. Скалярный и векторный потенциалы магнитного поля. Уравнение Пуассона. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное экранирование. Коэффициент размагничивания. Расчёт индуктивностей.

Переменное электромагнитное поле

Определение переменного электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в комплексной форме. Теорема Умова-Пойтинга для мгновенных значений и в комплексной форме. Плоская электромагнитная волна. Магнитный и электрический поверхностные эффекты. Экранирование в переменном электромагнитном поле. Высокочастотный нагрев металлических деталей и несовершенных диэлектриков.

5.3. Содержание лабораторных работ [5,6]

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование лабораторных работ или деловых игр
Тема 1. Линейные цепи постоянного тока	Линейные электрические цепи постоянного тока
Тема 2. Цепи синусоидального тока	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов.
Тема 3. Трехфазные цепи	Исследование основных схем соединения трехфазной цепи.
Тема 4. Нелинейные цепи. Магнитные цепи	Нелинейные электрические цепи.
Тема 5. Многополюсники и четырехполюсники при синусоидальных токах и напряжениях. Фильтры	Исследование электрических цепей с взаимной индуктивностью Исследование режимов и характеристик трансформатора со стальным сердечником.
Тема 6. Несинусоидальные токи	Линейные электрические цепи под воздействием источников несинусоидальных Э.Д.С.
Тема 7. Методы расчета переходных процессов	Переходные процессы в линейной электрической цепи с сосредоточенными параметрами.
Тема 8. Магнитные цепи	Исследование магнитных цепей.
Тема 9. Теория электромагнитного поля	Моделирование плоскопараллельных электростатических полей током в проводящем листе Измерение магнитодвижущих сил и разности магнитных потенциалов Исследование электромагнитных сил в постоянном магнитном поле.

5.4. Содержание практических занятий [4,8,9,10,12,13]

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование практических занятий, семинаров
Тема 1. Линейные цепи постоянного тока	Законы Кирхгофа и их применение. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов.
	Метод контурных токов. Метод наложения. Метод эквивалентного генератора.
Тема 2. Цепи синусоидального тока	Определение параметров пассивного двухполюсника при помощи амперметра, вольтметра, ваттметра.
	Расчет цепей при синусоидальном токе – смешанное соединение приемников.
	Порядок построения круговых диаграмм и их использование.
	Определение токов и напряжений в режиме резонанса в последовательном и параллельном контуре.
	Расчет цепей с взаимной индуктивностью. Метод развязки.
Тема 3. Трехфазные цепи.	Определение коэффициентов четырехполюсников из режимов ХХ и К.З.
	Построение векторных и топографических диаграмм токов и напряжений для симметричных и несимметричных режимов Расчет трехфазной цепи при симметричных и несимметричных режимах.

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование практических занятий, семинаров
Тема 4. Нелинейные цепи	Расчет токов и напряжений графическим методом в цепях с одним источником. Метод эквивалентного генератора. Метод двух узлов.
Тема 5. Многополюсники и четырехполюсники при синусоидальных токах и напряжениях. Фильтры	Определение коэффициентов пассивных четырехполюсников. Активные четырехполюсники. Передаточные функции. Расчёт параметров трансформатора со стальным сердечником
Тема 6. Несинусоидальные токи	Определение токов и напряжений в цепях с несинусоидальными Э.Д.С. Резонанс в цепях с несинусоидальными Э.Д.С. Определение линейных и фазных напряжений в цепях при наличии гармоник, кратных трем (соединение цепей в треугольник и звезду).
Тема 7. Методы расчета переходных процессов	Определение переходных токов и напряжений в $r - L$, $r - C$, $r - L - C$ цепях. Расчет переходных процессов в разветвленной цепи классическим методом Расчет переходных процессов при действии на входе напряжения произвольной формы. Определение независимых начальных условий и составление операторных схем. Применение операторного метода для расчета переходного процесса в схеме с синусоидальным источником Э.Д.С. Использование формулы разложения для определения временных функций.
Тема 8. Магнитные цепи	Неразветвленные магнитные цепи. Разветвленные магнитные цепи. Метод двух узлов. Постоянные магниты
Тема 9. Теория электромагнитного поля	Плоскопараллельное электростатическое поле. Метод зеркальных изображений. Ёмкость, потенциальные коэффициенты и частичные ёмкости в системе тел Расчёт тока утечки в кабеле. Расчет сопротивления заземления Расчёт индуктивности контуров, катушек и токопроводов Передача электромагнитной энергии вдоль проводов линии

5.5. Курсовая работа [7]

№ раздела (темы) дисциплины	Работы, выполняемые по курсовому проектированию	Объём, стр.		Часы
		графическая часть	текстовая часть	
Тема 7. Методы расчета переходных процессов	Классический метод расчета переходного процесса. Операторный метод расчета переходного процесса.	1-2	4-8	9
Тема 8. Магнитные цепи	Составление эквивалентной схемы разветвленной магнитной цепи. Расчет магнитной цепи методом двух узлов.		5-10	11

№ раздела (темы) дисциплины	Работы, выполняемые по курсовому проектированию	Объём, стр.		Часы
		графическая часть	текстовая часть	
ВСЕГО		1-2 формата А4	9-18 формата А4	20

5.6. Самостоятельная работа. Контроль самостоятельной работы [1-16]

В самостоятельную работу обучающихся входит подготовка к лекционным и практическим занятиям путём изучения соответствующего теоретического материала, оформления отчётов по результатам лабораторных занятий, а также подготовка к демонстрации сформированности всех этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля).

Текущий контроль самостоятельной работы обучающихся осуществляется в ходе практических и лабораторных занятий, а также при проведении индивидуальных и групповых консультаций.

Итоговый контроль освоения всех этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля), включает оценку самостоятельной проработки лекционного материала в виде проверочного теста, анализ результатов практических занятий и защиты курсовой работы.

6 Фонд оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля)

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
ОПК-2	I- Формирование знаний	Тема 1. Линейные цепи постоянного тока Тема 2. Цепи синусоидального тока Тема 3. Трёхфазные цепи Тема 4. Нелинейные цепи. Магнитные цепи Тема 5. Многополюсники и четырехполюсники при синусоидальных токах и напряжениях. Фильтры Тема 6. Несинусоидальные токи Тема 7. Методы расчета переходных процессов Тема 8. Магнитные цепи Тема 9. Теория электромагнитного поля	Экзамен

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
	II- Формирование способностей;	Тема 1. Линейные цепи постоянного тока Тема 2. Цепи синусоидального тока Тема 3. Трехфазные цепи Тема 4. Нелинейные цепи. Магнитные цепи Тема 5. Многополюсники и четырехполюсники при синусоидальных токах и напряжениях. Фильтры Тема 6. Несинусоидальные токи Тема 7. Методы расчета переходных процессов Тема 8. Магнитные цепи Тема 9. Теория электромагнитного поля	Тест промежуточного контроля Комплект практических заданий
	III – Интеграция способностей	Тема 1. Линейные цепи постоянного тока Тема 2. Цепи синусоидального тока Тема 3. Трехфазные цепи Тема 4. Нелинейные цепи. Магнитные цепи Тема 5. Многополюсники и четырехполюсники при синусоидальных токах и напряжениях. Фильтры Тема 6. Несинусоидальные токи Тема 7. Методы расчета переходных процессов Тема 8. Магнитные цепи Тема 9. Теория электромагнитного поля	Комплект лабораторных работ, курсовая работа

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-2	I- Формирование знаний	Экзамен	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции « освоен ». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции « не освоен ».	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
	II- Формирование способностей	Тест промежуточного контроля	Итоговый балл	Итоговый балл от 50 до 100 соответствует критерию оценивания этапов формирования компетенций «освоено» . Итоговый балл от 0 до 49 соответствует критерию оценивания этапов формирования компетенций «не освоено» .	Шкала интервалов с рангами от 0 до 100 Дихотомическая шкала «освоено – не освоено»
		Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
	III – Интеграция способностей	Отчеты по лабораторным работам	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
		Курсовая работа	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и (или) навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.3.1 Компетенция ОПК-2 «Способен применять естественнонаучные и общетеchnические знания, аналитические методы в профессиональной деятельности»

Этап I – Формирование знаний

Типовые теоретические вопросы к экзамену/тесту промежуточного контроля по дисциплине:

1 Цепи постоянного тока

- 1.1 Электрическая цепь и её элементы. Понятие источника ЭДС и источника тока.
- 1.2 Баланс мощности в цепи постоянного тока.
- 1.3 Закон Ома для участка цепи с ЭДС.
- 1.4 Законы Кирхгофа и их применение.
- 1.5 Метод контурных токов.
- 1.6 Метод узловых потенциалов.
- 1.7 Метод двух узлов.
- 1.8 Потенциальная диаграмма.
- 1.9 Метод эквивалентного генератора.
- 1.10 Метод наложения.
- 1.11 Условия передачи максимальной мощности от источника энергии в цепи постоянного тока.
- 1.12 Последовательное и параллельное соединение нелинейных резисторов.
- 1.13 Смешанное соединение нелинейных цепей.
- 1.14 Метод двух узлов для нелинейных цепей.
- 1.15 Статическое и дифференциальное сопротивления.

2 Цепи синусоидального тока

- 2.1 Изображение синусоидальной функции векторной величиной.
- 2.2 Последовательное соединение резистивного, индуктивного и ёмкостного элементов цепи.
- 2.3 Токи и напряжения при параллельном соединении резистивного, индуктивного и ёмкостного элементов цепи.
- 2.4 Действующее, максимальное и среднее значение токов и напряжения.
- 2.5 Потенциальная диаграмма.
- 2.6 Резонанс в цепи последовательного контура.
- 2.7 Частотные характеристики и резонансные кривые последовательного контура.
- 2.8 Определение параметров пассивного двухполюсника при помощи амперметра, вольтметра, ваттметра.
- 2.9 Резонанс в параллельном контуре.
- 2.10 Частотные характеристики параллельного контура.
- 2.11 Резонанс в сложных цепях.
- 2.12 Активная, реактивная и полная мощности в цепи синусоидального тока.

- 2.13 Баланс мощностей в цепи синусоидального тока.
- 2.14 Индуктивно связанные элементы цепи. ЭДС взаимной индукции.
- 2.15 Последовательное соединение индуктивно связанных элементов цепи.
- 2.16 Параллельное соединение индуктивно связанных элементов цепи.
- 2.17 Расчёты разветвленных цепей при наличии взаимной индукции.
- 2.18 Принцип действия. Эквивалентные схемы трансформатора.

3 Трёхфазные цепи

- 3.1 Основные определения многофазных систем.
- 3.2 Основные соотношения между фазными и линейными токами и напряжениями при соединении «звезда».
- 3.3 Основные соотношения между фазными и линейными токами и напряжениями при соединении «треугольник».
- 3.4 Расчёты симметричных и несимметричных трехфазных цепей со статической нагрузкой.
- 3.5 Измерение мощности в трехфазных цепях.

4 Нелинейные цепи. Магнитные цепи

- 4.1 Последовательное и параллельное соединение нелинейных резисторов.
- 4.2 Смешанное соединение нелинейных цепей.
- 4.3 Метод двух узлов для нелинейных цепей.
- 4.4 Статическое и дифференциальное сопротивления.

5 Четырехполюсники и фильтры

- 5.1 Четырехполюсники и их основные уравнения.
- 5.2 Коэффициенты четырехполюсников.
- 5.3 Режим четырехполюсника при нагрузке.
- 5.4 Эквивалентные схемы четырехполюсников.
- 5.5 Воздушный трансформатор как четырехполюсник, его эквивалентная схема замещения.
- 5.6 Характеристическое сопротивление и постоянная передачи несимметричного и симметричного четырехполюсников.
- 5.7 Вносимая и рабочая постоянные передачи.
- 5.8 Частотные электрические фильтры.
- 5.9 Низкочастотные фильтры.
- 5.10 Высокочастотные фильтры.
- 5.11 Полосные фильтры.
- 5.12 Заграждающие фильтры.

6 Цепи несинусоидального тока

- 6.1 Несинусоидальные ЭДС, напряжения, токи.
- 6.2 Разложение периодической несинусоидальной кривой в тригонометрический ряд.
- 6.3 Максимальное, среднее и действующее значение несинусоидальных ЭДС, напряжений, токов.
- 6.4 Резонанс в цепи несинусоидального тока.
- 6.5 Мощность в цепи несинусоидального тока.

- 6.6 Дифференцирование и интегрирование электрическим путём.
- 6.7 Расчет цепи с несинусоидальными ЭДС, напряжениями и токами.
- 7 Переходные процессы в электрической цепи
 - 7.1 Переходный, принужденный и свободный процесс.
 - 7.2 Законы коммутации.
 - 7.3 Короткое замыкание R-L цепи.
 - 7.4 Включение R-L цепи на постоянное напряжение.
 - 7.5 Включение R-L цепи на синусоидальное напряжение.
 - 7.6 Короткое замыкание R-C цепи.
 - 7.7 Включение R-C цепи на постоянное напряжение.
 - 7.8 Включение R-C цепи на синусоидальное напряжение.
 - 7.9 Переходные процессы в R-L-C цепи (последовательный контур).
 - 7.10 Аperiодический разряд конденсатора.
 - 7.11 Предельный случай аperiодического разряда конденсатора.
 - 7.12 Периодический колебательный разряд конденсатора.
 - 7.13 Включение на постоянное напряжение.
 - 7.14 Классический метод расчёта переходных процессов.
 - 7.15 Некорректные условия коммутации.
 - 7.16 Интеграл Дюамеля.
 - 7.17 Операторный метод расчета переходных процессов
 - 7.17.1 Законы Кирхгофа в операторной форме.
 - 7.17.2 Переход от изображения к функции времени.
 - 7.17.3 Формула разложения.
 - 7.17.4 Порядок расчета операторным методом.
- 8 Нелинейные магнитные цепи
 - 8.1 Ферромагнитные материалы и их характеристики.
 - 8.2 Законы Кирхгофа для разветвленной магнитной цепи.
 - 8.3 Закон Ома для магнитной цепи.
 - 8.4 Закон полного тока для магнитной цепи.
 - 8.5 Анализ и синтез неразветвлённых магнитных цепей.
 - 8.6 Определение МДС магнитной цепи по заданному потоку.
 - 8.7 Расчёт разветвлённой магнитной цепи методом двух узлов.
 - 8.8 Расчёт магнитной цепи постоянного тока.
- 9 Теория электромагнитного поля
 - 9.1 Электростатическое поле
 - 9.1.1 Закон Кулона.
 - 9.1.2 Напряженность и потенциал электростатического поля.
 - 9.1.3 Силовые и эквипотенциальные линии.
 - 9.1.4 Градиент потенциала.
 - 9.1.5 Дифференциальный оператор Гамельтона.
 - 9.1.6 Поляризация вещества.
 - 9.1.7 Вектор электрической индукции.

- 9.1.8 Теорема Гаусса и постулат Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.
- 9.1.9 Уравнение Пуассона и Лапласа.
- 9.1.10 Граничные условия.
- 9.1.11 Задачи электростатики и методы их решения.
- 9.1.12 Емкость. Электростатическое поле системы заряженных тел.
- 9.1.13 Потенциальные и ёмкостные коэффициенты – первая, вторая группа формул Максвелла.
- 9.1.14 Графическое построение картины плоскопараллельного поля.
- 9.2. Электрическое поле постоянного тока
 - 9.2.1 Закон Ома, законы Кирхгофа в дифференциальной форме.
 - 9.2.2 Уравнение Лапласа для электрического поля в проводящей среде.
 - 9.2.3 Соотношения между проводимостью и ёмкостью.
 - 9.2.4 Задачи расчёта электрического поля в проводящей среде и методы их расчёта, аналогия с электростатическим полем.
 - 9.2.5 Расчёт электрического поля в диэлектрике, окружающем проводники с токами.
 - 9.2.6 Ток утечки в кабеле.
 - 9.2.7 Сопротивление заземления.
- 9.3 Магнитное поле постоянного тока
 - 9.3.1 Вихревой характер магнитного поля токов.
 - 9.3.2 Интегральная и дифференциальная форма закона полного тока.
 - 9.3.3 Принцип непрерывности магнитного потока.
 - 9.3.4 Скалярный и векторный потенциалы магнитного поля.
 - 9.3.5 Уравнение Пуассона.
 - 9.3.6 Задачи и методы расчёта магнитных полей, взаимное соответствие электростатического и магнитного полей.
 - 9.3.7 Закон Био-Савара-Лапласа.
 - 9.3.8 Магнитное экранирование.
 - 9.3.9 Коэффициент размагничивания.
 - 9.3.10 Расчёт индуктивностей.
- 9.4 Переменное электромагнитное поле
 - 9.4.1 Определение переменного электромагнитного поля.
 - 9.4.2 Уравнения Максвелла в комплексной форме.
 - 9.4.3 Теорема Умова-Пойтинга для мгновенных значений и в комплексной форме.
 - 9.4.4 Плоская электромагнитная волна.
 - 9.4.5 Магнитный и электрический поверхностные эффекты.
 - 9.4.6 Экранирование в переменном электромагнитном поле.
 - 9.4.7 Высокочастотный нагрев металлических деталей и несовершенных диэлектриков.

Этап II - Формирование способностей

Пример практических занятий:

Практическое задание выполняется самостоятельно каждым обучающимся после предварительного рассмотрения решения типового примера.

- 1 Законы Кирхгофа и их применение
- 2 Метод контурных токов. Метод наложения. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Метод эквивалентного генератора.
- 3 Определение параметров пассивного двухполюсника при помощи амперметра, вольтметра, ваттметра.
- 4 Порядок построения круговых диаграмм и их использование.
- 5 Расчет цепей при синусоидальном токе
- 6 Определение токов и напряжений в режиме резонанса в последовательном и параллельном контуре.
- 7 Расчет цепей с взаимной индуктивностью. Метод развязки.
- 8 Определение коэффициентов четырехполюсников из режимов хх и к.з.
- 9 Расчет трехфазной цепи при симметричных и несимметричных режимах.
- 10 Определение токов и напряжений в цепях с несинусоидальными Э.Д.С.
- 11 Резонанс в цепях с несинусоидальными Э.Д.С.
- 12 Определение линейных и фазных напряжений в цепях при наличии гармоник, кратных трем (соединение цепей в треугольник и звезду).
- 13 Определение переходных токов и напряжений в $r - L$, $r - C$, $r - L - C$ цепях.
- 14 Расчет переходных процессов в разветвленной цепи классическим методом
- 15 Расчет переходных процессов при действии на входе напряжения произвольной формы.
- 16 Определение независимых начальных условий и составление операторных схем.
- 17 Применение операторного метода для расчета переходного процесса в схеме с синусоидальным источником Э.Д.С.
- 18 Использование формулы разложения для определения временных функций.
- 19 Определение коэффициентов пассивных четырехполюсников. Активные четырехполюсники. Передаточные функции.
- 20 Расчёт параметров трансформатора со стальным сердечником.
- 21 Неразветвленные магнитные цепи. Разветвленные магнитные цепи. Метод двух узлов. Постоянные магниты
- 22 Плоскопараллельное электростатическое поле. Метод зеркальных изображений.
- 23 Ёмкость, потенциальные коэффициенты и частичные ёмкости в системе тел.
- 24 Расчёт тока утечки в кабеле. Расчет сопротивления заземления.
- 25 Расчёт индуктивности контуров, катушек и токопроводов.
- 26 Передача электромагнитной энергии вдоль проводов линии

Этап III- Интеграция способностей

Пример лабораторных работ:

- 1 Линейные электрические цепи постоянного тока.
- 2 Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока.
- 3 Резонанс напряжений. Резонанс токов.
- 4 Исследование основных схем соединения трехфазной цепи.
- 5 Линейные электрические цепи под воздействием источников несинусоидальных Э.Д.С.
- 6 Переходные процессы в линейной электрической цепи с сосредоточенными параметрами.
- 7 Исследование электрических цепей с взаимной индуктивностью.
- 8 Исследование режимов и характеристик трансформатора со стальным сердечником.
- 9 Нелинейные электрические цепи.

Лабораторная работа выполняется бригадой обучающихся с последующим оформлением отчета по лабораторной работе. Защита лабораторной работы организована как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Защита лабораторной работы рассчитана на выяснение объема знаний, умений и практического применения знаний к конкретной ситуации, проблеме. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы находятся в методических указаниях по лабораторному практикуму.

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

5.4.1 Методика оценки экзамена по дисциплине

Экзамен по дисциплине содержит теоретическую часть, направленную на оценку знаний и практическую часть, направленную на оценку умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенции. Экзаменационный билет содержит два вопроса, охватывающих основные понятия, изучаемые в дисциплине и задачу. Экзамен проводится в письменном виде (задача) и устной форме - ответы на вопросы. После получения экзаменационного билета обучающемуся представляется 60 минут для решения задачи и подготовки к ответам на вопросы билета.

Оценка за экзамен выставляется с учетом результатов выполнения теоретической и практической частей в соответствии с приведенными ниже требованиями.

Критерии оценки экзамена по дисциплине

Итоговый балл за экзамен	Процент правильных заданий теоретической части экзамена	Требования к результатам практической части экзамена
5 (отлично)	Обучающийся дает правильные ответы на 2 вопроса, свободно владеет понятийным аппаратом	Решение задачи выполнено в полном объеме и без ошибок
4 (хорошо)	Правильный ответ на 1 вопрос и при ответе на 2-ой вопрос обучающийся допускает ошибки прин-	Решение задачи выполнено в полном объеме, но с ошибками не влияющими на алгоритм

Итоговый балл за экзамен	Процент правильных заданий теоретической части экзамена	Требования к результатам практической части экзамена
	ципиального характера, демонстрирует не до конца сформированные компетенции или при ответе на оба вопроса обучающийся допускает непринципиальные неточности при изложении ответов	расчета
3 (удовлетворительно)	При ответе на оба вопроса обучающийся допускает ошибки принципиального характера, демонстрирует не до конца сформированные компетенции	Решение задачи выполнено в неполном объеме
2 (неудовлетворительно)	все остальные случаи	все остальные случаи

В спорных случаях преподаватель вправе задавать уточняющие вопросы и давать дополнительные практические задания.

5.4.2 Методика оценки теста промежуточного контроля

Тест промежуточного контроля состоит из 10 заданий, направленных на оценку знаний характеризующих освоение этапов (частей) компетенций.

Каждое из заданий теста, в случае правильного выполнения, оценивается в 10 баллов. Процедура тестирования организована в письменной форме.

Тест промежуточного контроля содержит задания закрытого типа с множественным выбором, содержащие несколько вариантов ответов, из которых один правильный. В рамках процедуры тестирования обучающийся, для данного вида заданий, определяет и отмечает один вариант с его точки зрения правильного ответа.

Задание считается выполненным в том случае, если отмечен один правильный вариант ответов. В противном случае задание считается невыполненным. Если обучающийся не отметил ни одного варианта ответа на задание теста, то ответ на данное задание считается неправильным.

Время, выделяемое на выполнение теста, не может превышать 45 минут.

Тест считается успешно выполненным в случае, если обучающийся наберет 50 или более баллов, что соответствует демонстрации сформированности этапа в части дисциплины (модуля).

В случаях, если ответы на задания допускают неясности и разночтения (пометки, исправления и т.п.), преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы, направленные на уточнение уровня знаний, умений и навыков обучающегося в рамках освоения компетенций по данной дисциплине.

Итоговый балл за экзамен	Процент правильных заданий экзаменационного теста
5 (отлично)	≥ 85
4 (хорошо)	$75 \div 84$
3 (удовлетворительно)	$50 \div 74$
2 (неудовлетворительно)	< 50

5.4.3 Методика оценки комплекта практических заданий по дисциплине

Комплект практических заданий по дисциплине направлен на оценку умений и навыков, характеризующих освоение компетенции.

При проведении практикума оценивается достижение обучающимся целей, поставленных в работе в соответствии с заданием. Оценка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если он достиг всех целей, поставленных в работе, выполнил все задания по теме занятия, оформил их соответствующим образом, смог правильно ответить при необходимости на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

Оценка **«не зачтено»** выставляется обучающемуся, если он не выполнил или не предоставил все задания по теме занятия, не смог правильно ответить на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

5.4.4 Методика оценки лабораторных работ

Комплект лабораторных работ по дисциплине направлен на оценку умений и навыков, характеризующих освоение компетенций.

В комплект входят лабораторные работы, каждая из которых оценивается критерием **«зачтено»** или **«не зачтено»**. Условиями сформированности всех предусмотренных этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля) является выполнение всех лабораторных работ, соответствующих данному этапу компетенции, на оценку **«зачтено»**.

Оценка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, правильно оформлен отчет по лабораторной работе. Обучающийся понимает содержание выполненной работы (знает определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.), владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

Оценка **«не зачтено»** выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, но он не владеет теоретическим материалом, допускает грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, неспособен ответить на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

5.4.5 Методика оценки курсовой работы по дисциплине

Оценка **«отлично»** ставится обучающемуся, который в срок, в полном объеме в соответствии с заданием выполнил курсовую работу. При защите и написании работы обучающийся продемонстрировал навыки и умения, формируемые в результате освоения компетенции. Тема, заявленная в работе, раскрыта полностью, все выводы обучающегося подтверждены материалами исследования и расчетами. Отчет подготовлен в соответствии с предъявляемыми требованиями. В ходе защиты обучающийся демонстрирует необходимый уровень сформированности всех предусмотренных этапов компетенций, дает четкие ответы на поставленные вопросы, свободно владеет понятийным аппаратом.

Оценка **«хорошо»** ставится обучающемуся, который выполнил курсовую работу, но с незначительными замечаниями (описки, грамматические ошибки и т.д.). Тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер, практические ма-

териалы обработаны не полностью. В ходе защиты демонстрирует сформированные на достаточном уровне знания, умения и навыки, указанных в рабочей программе этапов освоения компетенции, допускает непринципиальные неточности при ответах на вопросы.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится обучающемуся, который допустил просчеты и ошибки в работе, не полностью раскрыл заявленную тему, сделал поверхностные выводы, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками. При защите демонстрирует не до конца сформированные этапы компетенции и знания только основного материала, допускает ошибки принципиального характера при ответах на вопросы.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится обучающемуся, который не выполнил курсовую работу, либо выполнил с грубыми нарушениями требований, не раскрыл заявленную тему, не выполнил практической части работы.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная учебная литература

1. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.И. Атабеков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90>.

2. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.И. Атабеков [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/644>.

б) дополнительная учебная литература

3. Бычков, Ю.А. Основы теоретической электротехники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Бычков, В.М. Золотницкий, Э.П. Чернышев. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/36>.

4. Сборник задач по основам теоретической электротехники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Бычков [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/703>.

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5. Горелов, С. В. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] : метод.указ. к лаб. работам для студентов "Электропривод и автоматизация береговых объектов вод. трансп.", "Эксплуатация судов. электрооборудования и автоматизации" оч. и заоч. обучения. Ч. 1 / С. В. Горелов, О. А. Князева, В. Ф. Тонышев; М-во трансп. Рос. Федерации, Федер. агентство мор. и реч. трансп., ФБОУ ВПО "НГАВТ" . - Новосибирск : НГАВТ, 2011. - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее.

6. Горелов, С.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Теоретические основы электротехники Ч. II / С.В. Горелов, О.А. Князева, В.Ф. Тонышев.: Новосибирск: Новосиб. гос. акад. вод.трансп., 2003. – 28с. - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее.

7. Горелов, С. В. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] : Методические указания для выполнения курсовой работы. Ч. 2 : Расчёт магнитной цепи постоянного тока / С. В. Горелов, О. А. Князева, В. Ф. Тонышев; М-во трансп. Рос. Федерации; Федер. агентство мор.и реч. трансп.; ФГБОУ ВО "Новосиб. гос. акад. вод. трансп.". - Новосибирск : НГАВТ, 2014. - 28 с.

8. Горелов, С. В. Теоретические основы электротехники. Ч. 1 : Методические указания к расчётно-графическому заданию 2. Линейная электрическая цепь переменного синусоидального тока / С. В. Горелов, О. А. Князева, В. Ф. Тонышев ; М-во трансп. Рос. Федерации, ФГОУ ВПО "НГАВТ". - Новосибирск: НГАВТ, 2009. - 27 с.

9. Горелов, С. В. Методические указания и примеры по курсу: "Теоретические основы электротехники". Ч. 1 : Линейные электрические цепи постоянного тока / С. В. Горелов, О. А. Князева, В. Ф. Тонышев ; М-во трансп. Рос. Федерации, ФГОУ ВПО "НГАВТ". - Новосибирск: НГАВТ, 2006. - 29 с.

9 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

10. Николаев, С.С. Сборник задач повышенной сложности по теоретической электротехнике [Текст]: учеб.пособие / С.С.Николаев, В.И.Пищиков – М.: Знак, 2000. – 168 с.

11. Зевеке, Г.В. Основы теории цепей: учебник / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин. – М.: Энергоатомиздат, 1989.- 528 с.

12. Сборник задач и упражнений по теоретическим основам электротехники : учеб.пособие / П.А.Ионкин [и др.]. под общ. ред. П.А.Ионкина – М.: Энергоатомиздат, 1982.- 768 с.

13. Шебес, М.Р Задачник по теории линейных электрических цепей: учеб. пособие / М.Р. Шебес – М.: Выс. шк., 1982. – 488 с.

10 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

14. ФГУП «Стандартинформ» (Российский научно-технический центр информации и оценки соответствия) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.standards.ru/collect/4199456.aspx>, свободный. – Загл. с экрана.

15. Журнал «Электротехнический рынок». Электротехнический интернет-портал [Электронный ресурс]. – URL: www.elec.ru, свободный. – Загл. с экрана.

16. Научная электронная библиотека elibrary.ru [Электронный ресурс]. – URL: [https://elibrary.ru/](http://elibrary.ru/), свободный. – Загл. с экрана.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень

программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- Пакет программного обеспечения для проведения практических занятий, выполнения курсовой работы.
- Пакет прикладных офисных программ, включающий в себя текстовый процессор, средства просмотра pdf-файлов и средства работы с графикой.
- Консультационно-правовая система «Консультант Плюс».
- Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный.
Учебная аудитория для проведения практических занятий	Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный.
Учебная аудитория для выполнения курсового проектирования (выполнения курсовых работ) (главный корпус аудитория 108)	Компьютерное оборудование с необходимым программным и методическим обеспечением.
Учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся (главный корпус аудитория 108)	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (главный корпус аудитория 105)	Универсальные стенды для проведения лабораторных работ, доска учебная
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (главный корпус аудитория 119)	Универсальные стенды для проведения лабораторных работ, доска учебная