

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.06 Теоретические основы электротехники

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

21.05.04.31 Электрификация и автоматизация горного производства

Форма обучения

очная

Год набора

2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

канд. техн. наук., доцент, **Меньшиков В.А.**

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Предметом изучения дисциплины являются фундаментальные законы, понятия и положения электротехники:

- фундаментальные законы электромагнитного (поля электростатическое поле; стационарное электрическое и магнитное поля; переменное электромагнитное поле; поверхностный эффект и эффект близости; электромагнитное экранирование; численные методы расчета электромагнитных полей при сложных граничных условиях; современные пакеты прикладных программ расчета электрических цепей и электромагнитных полей на ЭВМ);

- важнейшие свойства и характеристики электрических цепей и магнитных цепей, основные методы их расчёта (цепи постоянного, синусоидального и несинусоидального токов; методы анализа линейных цепей с двухполюсными и многополюсными элементами; трехфазные цепи;

- переходные процессы в линейных цепях и методы их расчета; нелинейные электрические и магнитные цепи постоянного и переменного тока; переходные процессы в нелинейных цепях; аналитические и численные методы анализа нелинейных цепей; цепи с распределенными параметрами (установившийся и переходный режимы). Курс Теоретические основы электротехники – база для специальных электротехнических дисциплин, в которых изучают применение электрических и магнитных явлений для различных практических целей.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения данной дисциплины состоят в формировании компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-2: Способен проводить проектно-исследовательские работы, анализировать и принимать обоснованные решения по совершенствованию технологических объектов горно-металлургического комплекса</b>	
ПК-2.1: Анализирует работу электротехнических систем, систем защиты и автоматики и принимает обоснованные решения по обеспечению электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок, машин и оборудования горных предприятий	основы и принципы работы электротехнических устройств, эксплуатируемых в системах защиты и автоматики, при воздействии на них несинусоидальных возмущений, переходных процессов и электромагнитных полей на практике применять и интерпретировать знания о принципах работы электротехнических устройств, эксплуатируемых в системах защиты и автоматики, при воздействии на них несинусоидальных возмущений, переходных процессов и

	<p>электромагнитных полей</p> <p>навыками обслуживания электротехнических устройств, эксплуатируемых в системах защиты и автоматики, при воздействии на них несинусоидальных возмущений, переходных процессов и электромагнитных полей</p>
<p><b>ПК-4: Способен создавать и эксплуатировать электротехнические системы горных предприятий, включающие в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных и горно-строительных работ, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций</b></p>	
<p>ПК-4.1: Применяет теоретические знания и практические умения для создания и эксплуатации электротехнических систем горных предприятий</p>	<p>знать основы теории цепей несинусоидального тока, в которых эксплуатируются электротехнические системы горных предприятий, основы переходных процессов, возникающих при эксплуатации электрооборудования закрытого и рудничного исполнения, основы возникновения электромагнитных полей в электрических сетях открытых и подземных горных работ</p> <p>на практике применять и интерпретировать знания основ теории цепей несинусоидального тока, в которых эксплуатируются электротехнические системы горных предприятий, основ переходных процессов, возникающих при эксплуатации электрооборудования закрытого и рудничного исполнения, основ возникновения электромагнитных полей в электрических сетях открытых и подземных горных работ</p> <p>навыками оценки цепей несинусоидального тока, в которых эксплуатируются электротехнические системы горных предприятий, навыками расчета переходных процессов, возникающих при эксплуатации электрооборудования закрытого и рудничного исполнения, навыками оценки электромагнитных полей в электрических сетях открытых и подземных горных работ</p>

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>4,72 (170)</b>		
занятия лекционного типа	1,89 (68)		
практические занятия	0,94 (34)		
лабораторные работы	1,89 (68)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>4,28 (154)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Да		
курсовая работа (КР)	Нет		
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Физические основы электротехники</b>									
	1. РГЗ №1							20	
	2. РГЗ №2							20	
	3. Электрическое и магнитное поле. Электрический ток, электрический потенциал, электрическое напряжение, электродвижущая сила. Источники напряжения и тока. Магнитный поток, потокосцепление. Явления электромагнитной индукции, самоиндукции и взаимной индукции. Индук-тивность и взаимная индуктивность, электрическая ёмкость и конденсатор. Электрические токи и магнитные потоки в различных физических средах.	4							
	4. Моделирование электрических цепей в среде EWB и Multisim					3			
	5. Исследование электрического и магнитного поля					3			

6. Соединения катушек индуктивностей и конденсаторов. Пакеты прикладных программ.								18	
<b>2. Электрические цепи постоянного тока</b>									
1. Элементы и схемы замещения электрической цепи постоянного тока. Задача анализа и задача синтеза. Компонентные уравнения элементов цепи постоянного тока. Топология электрических цепей. Законы и принципы цепей постоянного тока. Методы анализа: преобразования, на основе законов Кирхгофа, узловых и контурных уравнений, эквивалентного генератора.	4								
2. Матрично-топологические методы анализа цепей постоянного тока. Обобщённая ветвь. Матричная форма записи законов Ома и Кирхгофа. Матрицы соединений, главных контуров и сечений. Матричная форма записи уравнений контурных токов и узловых потенциалов. Метод конечных элементов. Диагностика электрических цепей. Энергетические соотношения в цепях постоянного тока.	4								
3. Расчёт цепей методом узловых и контурных уравнений			2						
4. Расчёт цепей методом эквивалентного генератора			2						
5. Исследование разветвлённой цепи постоянного тока. Активный двухполюсник					4				
6. Исследование разветвлённой цепи постоянного тока с не-сколькими источниками напряжения и тока					4				
7. Потенциальная диаграмма, расчет цепей методом контурных токов и пропорционального пересчета; передача энергии от активного двухполюсника к пассивному								18	

<b>3. Линейные электрические цепи синусоидального тока</b>								
1. Характеристики синусоидальных величин. Резистор, индуктивность и конденсатор в цепи синусоидального тока. Анализ цепей синусоидального тока с помощью векторных диаграмм. Комплексный метод расчёта цепей синусоидального тока. Повышение коэффициента мощности.	4							
2. Электрические цепи с взаимной индуктивностью. Явление взаимной индукции. ЭДС взаимной индукции. Одноимённые зажимы. Последовательное и параллельное соединение двух индуктивно связанных элементов. Воздушный трансформатор и магнитная развязка магнитосвязанных цепей. Особенности энергетического баланса в цепях с взаимной индуктивностью.	4							
3. Резонансные явления и частотные характеристики. Резонанс при последовательном и параллельном соединении элементов цепи. Колебания энергии при резонансе. Добротность контура и коэффициент передачи. Частотные характеристики и резонансные кривые. Избирательные свойства контура и полоса пропускания. Понятие о резонансе в сложных цепях. Использование резонанса тока для повышения коэффициента мощности. Анализ резонанса тока с помощью круговой диаграммы. Резонанс в индуктивно-связанных контурах.	2							
4. Расчёт цепей синусоидального тока методом комплексных амплитуд			3					
5. Расчёт резонансных режимов			2					



6. Расчёт цепей с взаимной индуктивностью			3					
7. Исследование цепи переменного тока с последовательным и параллельным соединением приёмников					3			
8. Исследование резонансных режимов. Исследование цепи с взаимной индуктивностью					4			
9. Линии электропередачи переменного тока					4			
10. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному, совершенный и идеальный трансформаторы, разветвленные цепи с взаимной индуктивностью и их преобразование, понятие внесленного сопротивления.							17	
<b>4. Трёхфазные цепи</b>								
1. Основные понятия о многофазных цепях. Трёхфазный синхронный генератор. Способы соединения трёхфазных цепей. Расчёт симметричных и несимметричных режимов трёхфазных цепей. Мощность трёхфазной цепи. Векторные и топографические диаграммы. Круговое вращающееся магнитное поле.	4							
2. Метод симметричных составляющих. Разложение трёхфазной системы векторов на симметричные составляющие прямой, обратной и нулевой последовательностей. Сопротивления трёхфазной цепи для токов различных последовательностей. Расчёт трёхфазных цепей методом симметричных составляющих. Фильтры симметричных составляющих.	4							
3. Расчёт трёхфазных цепей – симметричные режимы, несимметричные режимы			3					

4. Исследование трёхфазных цепей					4			
5. Аварийные режимы					3			
6. РГЗ №3							20	
<b>5. Электрические цепи несинусоидальных периодических токов</b>								
1. Несинусоидальные ЭДС, напряжения и токи в линейных электрических цепях, их аналитическое представление рядами Фурье. Расчет электрических цепей при несинусоидальных периодических ЭДС, напряжениях и токах. Коэффициенты, характеризующие форму несинусоидальных кривых. Мощность несинусоидального тока. Эквивалентная синусоида. Влияние реактивных элементов на форму кривых несинусоидальных токов. Резонанс в цепях с периодическими негармоническими напряжениями и токами. Высшие гармоники в трехфазных цепях.	4							
2. Расчёт цепей при несинусоидальных периодических воздействиях			2					
3. Исследование влияния реактивных элементов цепи на несинусоидальные периодические воздействия. Исследование разветвлённой электрической цепи с источником несинусоидального напряжения.					2			
4. Мощность искажений							18	
<b>6. Переходные процессы в электрических цепях</b>								

1. Причины возникновения переходных процессов. Классический метод расчета. Свободные и принуждённые составляющие переходных токов и напряжений. Переходные процессы в цепях с одним накопителем и несколькими накопителями энергии. Интегрирующие и дифференцирующие цепи. Операторный метод расчёта переходных процессов.	6							
2. Частотный метод расчета. Частотные характеристики и их применение к расчету переходных процессов. Расчеты при воздействии ЭДС произвольной формы с помощью интеграла Дюамеля. Метод переменных состояния. Уравнения состояния электрических цепей. Решение уравнений состояния электрических цепей.	6							
3. Расчёт переходных процессов классическим методом			2					
4. Расчёт переходных процессов операторным методом			3					
5. Исследование переходных процессов в цепи RLC					4			
6. Исследование переходных процессов в сложных цепях					4			
7. Расчет переходных процессов с помощью пакетов прикладных программ MathCad и MATLAB							7	
8. РГЗ №4							8	
<b>7. Цепи переменного тока с ферромагнитными элементами</b>								

1. Статическая и динамическая кривые намагничивания ферромагнитных материалов. Потери на гистерезис и вихревые токи. Уравнения, векторные диаграммы и схемы замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Феррорезонанс напряжений и токов. Трансформатор с ферромагнитным сердечником. Измерительные трансформаторы. Метод эквивалентных синусоид.	4							
2. Переходные процессы в нелинейных цепях. Включение катушки с ферромагнитным сердечником на постоянное и синусоидальное напряжение. Методы условной линеаризации, аналитической и кусочно-линейной аппроксимации. Исследование процессов на фазовой плоскости. Численные методы. Автоколебания в нелинейных цепях.	4							
3. Расчёт магнитных цепей при переменных магнитных потоках			2					
4. Расчёт нелинейных цепей методом эквивалентных синусоид			2					
5. Исследование катушки с ферромагнитным сердечником					5			
6. Исследование феррорезонанса напряжений и токов					5			
7. Замена нескольких последовательных и параллельных ветвей одной, им эквивалентной, аналитические методы расчетов, расчет неразветвлённых магнитных цепей, диод в цепи синусоидального тока, ферро-резонансные стабилизаторы напряжения							2	
<b>8. Нелинейные элементы электрических и магнитных цепей при постоянных токах</b>								

1. Общая характеристика нелинейных элементов. Аппроксимация нелинейных характеристик. Графические, графо-аналитические, аналитические и численные методы расчёта. Магнитные цепи при постоянных токах. Основные понятия и законы магнитных цепей. Расчёт неразветвлённых и разветвлённых магнитных цепей. Расчёт магнитной цепи с постоянным магнитом. Расчёт силы тяги электромагнита.	4							
2. Расчёт магнитных цепей при постоянных магнитных потоках			2					
3. Исследование нелинейных цепей постоянного тока					4			
4. Феррорезонансные стабилизаторы							2	
<b>9. Расчёт установившихся процессов в нелинейных электрических цепях при периодических воздействиях</b>								
1. Общие свойства нелинейных цепей переменного тока. Особенности процессов в нелинейных инерционных и безинерционных элементах. Метод эквивалентной линеаризации. Метод гармонического баланса. Цепи с вентилями.	4							
2. Метод фазовой плоскости и гармонического баланса			2					
3. Схемы выпрямителей. Практическое применение преобразователей электрической энергии							2	
<b>10. Четырёхполюсники. Цепи с распределёнными параметрами</b>								
1. Основные понятия и уравнения четырёхполюсника. Теоретическое и экспериментальное определение его параметров. Эквивалентные схемы четырёхполюсника. Электрические фильтры. Активные фильтры.	3							

2. Цепи с распределёнными параметрами (установившиеся и переходные режимы). Линия электропередачи как длинная линия. Токи и напряжения в длинных линиях. Уравнение однородной линии, установившийся режим и его характеристика. Входное сопротивление линии. Коэффициент отражения волны. Режим согласованной нагрузки, линия без искажений.	3							
3. Расчёт электрических фильтров			2					
4. Расчёт длинных линий			2					
5. Исследование частотных характеристик электрических фильтров					6			
6. Исследование однородных длинных линий					6			
7. Эквивалентные схемы четырёхполюсников, соединение четырёхполюсников. Линия как четырёхполюсник, линия без потерь, измерительная линия							2	
Всего	68		34		68		154	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учебник для вузов(Москва: Гардарики).
2. Демирчян К. С., Нейман Л. Р., Коровкин Н. В., Чечурин В. Л. Теоретические основы электротехники: Т. 1: учебник для вузов [в 3-х т.] (Москва-Санкт-Петербург: Питер,).
3. Демирчян К. С., Нейман Л. Р., Коровкин Н. В., Чечурин В. Л. Теоретические основы электротехники: Т. 2: учебник для вузов [в 3-х т.] (Москва-Санкт-Петербург: Питер,).
4. Демирчян К. С., Нейман Л. Р., Коровкин Н. В., Чечурин В. Л. Теоретические основы электротехники: Т. 3: учебник для вузов [в 3-х т.] (Москва-Санкт-Петербург: Питер,).
5. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: для студ. высш. учеб. заведений(М.: Гардарики).
6. Кибардин В. В., Кручек О. А., Куликовский В. С., Меньшиков В. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи постоянного тока: лабораторный практикум [для студентов спец. 140604.65 “Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов”](Красноярск: СФУ).
7. Кибардин В. В., Кручек О. А., Меньшиков В. А. Теоретические основы электротехники. Практикум на ЭВМ: учебно-методическое пособие [для студентов спец. 130400.65.00.10 “Электрификация и автоматизация горного производства”](Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Matlab 12 или выше

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. <http://www.kontakt-saratov.ru> - низковольтная и высоковольтная вакуумная коммутационная аппаратура, распределительные устройства;
2. <http://www.kontaktor.ru> - низковольтные автоматические выключатели, РУНН, низковольтные комплектные устройства;
3. <http://www.abs-holdings.ru> - устройства компенсации реактивной мощности;
4. <http://www.electrocomplex.ru/> вакуумная коммутационная аппаратура, комплектное распределительное устройство 6-10 кВ.
5. <http://www.elektrozavod.ru/> ячейки КРУ, КРУ для комплектных распределительных устройств 6, 10, 20 кВ, комплектные трансформаторные подстанции типа КТПП, КТПСН и КТП.

6. <http://www.tavrida.ru/> Распределительное и коммутационное оборудование, комплектные трансформаторные подстанции 6(10) - 35 кВ, Ограничители перенапряжений 6(10) - 110 кВ.
7. <http://www.promen.energy-journals.ru/> журнал «Промышленная энергетика»
8. <http://energetik.energy-journals.ru> журнал «Энергетик»
9. <http://elst.energy-journals.ru> журнал «Электрические станции»

### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

### **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Помещения для проведения лекционных, практических занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для представления учебной информации студентам. Лабораторные работы проводятся на специализированных стендах.