

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

заочная

Год набора

2022

Красноярск 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

к.т.н., 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)	Семестр					
		1	2	3	4	5	6

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п		Модули, темы (разделы) дисциплины		Контактная работа, ак. час.							
				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		
<b>1. Физические основы электротехники</b>											
1. РГЗ №1									30		
2. РГЗ №2									30		
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.		1,5									
4. Моделирование электрических цепей в среде EWB и Multisim						0,7					
5. Исследование электрического и магнитного поля						0,7					

6. Соединения катушек индуктивностей и конденсаторов. Пакеты прикладных программ.								30	
<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.	1,5								
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.	1,5								
3. Расчёт цепей методом узловых и контурных уравнений			1						
4. Расчёт цепей методом эквивалентного генератора			1						
5. Исследование разветвлённой цепи постоянного тока. Активный двухполюсник						0,8			
6. Исследование разветвлённой цепи постоянного тока с не-сколькими источниками напряжения и тока						0,8			
7. Потенциальная диаграмма, расчет цепей методом контурных токов и пропорционального пересчета; передача энергии от активного двухполюсника к пассивному								30	

<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.	1,5							
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.	1,5							
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.	1,5							
4. Расчёт цепей синусоидального тока методом комплексных амплитуд			1					
5. Расчёт резонансных режимов			2					



6. Расчёт цепей с взаимной индуктивностью			2					
7. Исследование цепи переменного тока с последовательным и параллельным соединением приёмников					0,8			
8. Исследование резонансных режимов. Исследование цепи с взаимной индуктивностью					0,8			
9. Линии электропередачи переменного тока					1,8			
10. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному, совершенный и идеальный трансформаторы, разветвленные цепи с взаимной индуктивностью и их преобразование, понятие внесленного сопротивления.							31	
<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.	0,5							
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.	1,5							
3. Расчёт трёхфазных цепей – симметричные режимы, несимметричные режимы			3					

4. Исследование трёхфазных цепей					1,8			
5. Аварийные режимы					1,8			
6. РГЗ №3							30	
<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.	0,8							
2. Расчёт цепей при несинусоидальных периодических воздействиях			0,6					
3. Исследование влияния реактивных элементов цепи на несинусоидальные периодические воздействия. Исследование разветвлённой электрической цепи с источником несинусоидального напряжения.					1			
4. Мощность искажений							6	
<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.	0,8							
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.	0,8							
3. Расчёт переходных процессов классическим методом			0,8					
4. Расчёт переходных процессов операторным методом			0,8					
5. Исследование переходных процессов в цепи RLC					1			
6. Исследование переходных процессов в сложных цепях					1			
7. Расчет переходных процессов с помощью пакетов прикладных программ MathCad и MATLAB							20	
8. РГЗ №4							25	
<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.	0,8							
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.	0,8							
3. Расчёт магнитных цепей при переменных магнитных потоках. Расчёт нелинейных цепей методом эквивалентных синусоид			0,6					
4. Исследование катушки с ферромагнитным сердечником					1			
5. Исследование феррорезонанса напряжений и токов					1			
6. 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							6	
<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.	1							
2. Расчёт магнитных цепей при постоянных магнитных потоках			0,8					
3. Исследование нелинейных цепей постоянного тока					1			
4. Феррорезонансные стабилизаторы							6	
<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.	1							
2. Метод фазовой плоскости и гармонического баланса			0,8					
3. Схемы выпрямителей. Практическое применение преобразователей электрической энергии							6	
<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.	1							

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.	1							
3. Расчёт электрических фильтров			0,8					
4. Расчёт длинных линий			0,8					
5. Исследование частотных характеристик электрических фильтров					1			
6. Исследование однородных длинных линий					1			
7. Эквивалентные схемы четырёхполюсников, соединение четырёхполюсников. Линия как четырёхполюсник, линия без потерь, измерительная линия							8	
8. Курсовой проект							36	
Всего	19		16		18		294	

## **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.