

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
в г. Губкине Белгородской области (ГФ НИТУ «МИСИС»)

рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
ГФ НИТУ «МИСИС»
от «23» июня 2023 г.
протокол № 5

Рабочая программа дисциплины

Переходные процессы в электротехнических системах

Закрепленная кафедра	<u>Кафедра горного дела</u>
Направление подготовки	21.05.04 Горное дело
Специализация	Электрификация и автоматизация горного производства
Квалификация	<u>Горный инженер (специалист)</u>
Форма обучения	<u>Очная</u>
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ

Часов по учебному плану	<u>108</u>	Формы контроля в семестре: Зачет в 9 семестре
в том числе:		
аудиторные занятия	<u>36</u>	
самостоятельная работа	<u>72</u>	
часов на контроль	<u>-</u>	
Семестр(ы) изучения	<u>9</u>	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	9		Итого
	УП	РП	
Вид занятий			
Лекции	18	18	18
Практические	18	18	18
Лабораторные работы	-	-	-
Сам. работа	72	72	72
Часы на контроль	-	-	-
Итого:	108	108	108

Год набора 2023

Программу составил:
Козырев Петр Иванович, доцент, к.т.н.
Должность, уч. ст., уч.зв.ФИО полностьюподпись

Рабочая программа дисциплины
Переходные процессы в электротехнических системах
разработана в соответствии с ОС ВО:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ от «02» апреля 2021 г. № 119 о.в.)

*Выпуск 3:
от 2 апреля 2021 г. № 119 о.в.*

Составлена на основании учебного плана 2023 года набора:
21.05.04 Горное дело, Электрификация и автоматизация горного производства
утвержденного Ученым советом ГФ НИТУ «МИСИС» 23.06. 2023 г., протокол №5.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
горного дела
наименование кафедры

Протокол от «08» июня 2023 г. № 6

Зам. зав. кафедрой ГД

подпись

А.А. Казанцев

«08» июня 2023 г.

Руководитель ОПОП ВО
Зам. зав. кафедрой ГД, к.т.н., доцент

подпись

А.А. Казанцев

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

Цель дисциплины – формирование знаний о взаимосвязанных электромагнитных и электромеханических переходных процессах в электротехнических системах и их основных элементах.

Задачи дисциплины:

1. изучение физики переходных процессов в электротехнических системах;
2. освоение основных методов расчета переходных процессов;
3. освоение методов анализа устойчивости электротехнических систем.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная)	Вариативная
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся
2.1.1	Математика1
2.1.2	Математика2
2.1.3	Математика3
2.1.4	Физика 1
2.1.5	Физика 2
2.1.6	Физика3
2.1.7	Электротехника
2.1.8	Электрические машины
2.2	Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее
2.2.1	Релейная защита и автоматизация электротехнических систем
2.2.2	Электроснабжение горного производства
2.2.3	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 1
2.2.4	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 2
2.2.5	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 3
2.2.6	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 4
2.2.4	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.5	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защите и процедуру защиты.

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПК - 6 Способность и готовность создавать и эксплуатировать системы защиты и автоматики, Электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий и их системы управления	
Знать:	З-1 Методы расчетов токов короткого замыкания, токов и напряжений при поперечной несимметрии и сложных видах повреждений.
Уметь:	У-1 Производить расчет устройств релейной защиты элементов системы электроснабжения (электродвигателей, трансформаторов, генераторов, линий).
Владеть:	Н-1 Расчета токов короткого замыкания.
ПК-2 Способен выполнять проектирование отдельных систем и узлов горных машин	
Знать:	З-1 Методы разработки технических заданий на изготовление новых и совершенствование существующих образцов электротехнических устройств с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений.
Уметь:	У-1 Разрабатывать технические задания на проектирование
Владеть:	Н-1 методами расчета и выбора электрических машины и электроаппаратуры, применяемых для целей управления и регулирования электроприводами.
ПК-4 Готов выполнять подготовительные, вспомогательные и специальные виды работ при открытой и подземной разработке полезных ископаемых.	
Знать:	З-1 Методы анализа статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем (ЭЭС) с учетом действия систем автоматического регулирования и управления, а также электромеханических процессов в системах электроснабжения.
Уметь:	У-1 Составлять расчетные схемы замещения для расчета переходных процессов.
Владеть:	Н-1 Анализа устойчивости режимов электрических систем с выделением области устойчивых режимов и оценивания запасов устойчивости.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература	Примечание
1	Раздел 1. Электромагнитные переходные процессы	10	30			
1.1	Общие сведения о переходных процессах. Основные понятия и определения. Природа возникновения коротких замыканий. Последствия коротких замыканий. Назначение расчетов коротких замыканий. <i>/лекция/</i>	10	2	ПК-6 3-1 ПК-4 3-1	Л1.1, Л1.2	
1.2	Представление элементов электрических систем в схемах замещения при расчетах переходных процессов. Схемы замещения синхронных машин. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Схемы замещения линий электропередач. Схемы замещения нагрузок. Схемы замещения синхронных и асинхронных двигателей. Схемы замещения реакторов. <i>/лекция/</i>	10	2	ПК-6 3-1 ПК-4 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
1.3	Общие указания к расчетам токов короткого замыкания (КЗ). Основные допущения, принимаемые при расчетах. Составления схем замещения и расчет их параметров. Система относительных единиц. Приведение параметров схем к основной ступени напряжения. Преобразование схем замещения. <i>/лекция/</i>	10	2	ПК-6 3-1 ПК-4 3-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
1.4	Трехфазное КЗ в электрической сети. . Трехфазное КЗ в простейшей цепи, питаемой от шин неизменного напряжения. Расчет ударного тока КЗ. Наибольшее действующее значение полного тока. Эквивалентная постоянная времени. Расчет установившегося режима КЗ. <i>/ лекция/</i>	10	2	ПК-6 3-1 ПК-4 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
1.5	Несимметрические переходные процессы в электрических системах. Метод симметричных составляющих. Параметры элементов электрической системы для токов обратной и нулевой последовательности. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательности. Однократная поперечная несимметрия. Однократная продольная несимметрия. Сложные виды несимметрии. <i>/лекция/</i>	10	4	ПК-6 3-1 ПК-4 3-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
1.6	Выбор базисных условий (БУ) и приведение параметров расчетной схемы к базисным условиям. <i>/практика/</i>	10	2	ПК-6 У-1, Н-1 ПК-4 У-1	Л2.1 Л2.2 Л3.2	
1.7	Расчет параметров элементов эквивалентной схемы замещения. <i>/практика/</i>	10	2	ПК-6 У-1, Н-1 ПК-4 У-1	Л2.1 Л2.2 Л3.2	
1.8	Расчет действующего значения периодической (свободной) составляющей тока КЗ при трехфазном КЗ. <i>/практика/</i>	10	6	ПК-6 У-1, Н-1 ПК-4 У-1	Л2.1 Л2.2 Л3.2	
1.9	Расчет действующего значения периодической составляющей тока КЗ при	10	2	ПК-6 У-1, Н-1	Л2.1 Л2.2	

	трехфазном КЗ для установившегося режима. <i>/практика/</i>			ПК-4 У-1	Л3.2	
1.10	Расчет параметров тока КЗ при несимметричном коротком замыкании <i>/практика/</i>	10	6	ПК-6 У-1, Н-1 ПК-4 У-1	Л2.1 Л2.2 Л3.2	
2	Раздел 2. Электромеханические переходные процессы	10	6			
2.1	Основные понятия и определения устойчивости электрических систем. Допущения, принимаемые при анализе устойчивости. Задачи расчета устойчивости электрических систем. Статическая устойчивость простейшей системы. <i>/лекция/</i>	10	2	ПК-6 3-1 ПК-4 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
2.2	Статическая устойчивость. Статическая устойчивость простейшей системы. Статическая устойчивость сложных систем. Метод малых колебаний. Применение метода малых колебаний для анализа статической устойчивости сложных систем. Статическая устойчивость нагрузки. Действительный предел мощности. Вторичные критерии устойчивости нагрузки. <i>/лекция/</i>	10	2	ПК-6 3-1 ПК-4 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
2.3	Динамическая устойчивость. Анализ динамической устойчивости простейшей системы графическим методом. Динамическая устойчивость при КЗ на линии. Анализ трехфазного КЗ графическим методом. Динамическая устойчивость двигателей нагрузки. Пуск двигателей. Самозапуск двигателей. Автоматическое повторное включение и автоматическое включение резервного питания. <i>/лекция/</i>	10	2	ПК-6 3-1 ПК-4 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
3	Самостоятельная работа студента	10	72			
3.1	Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса.	10	20	ПК-6 3-1, У-1 ПК-4 3-1, У1-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
3.2	Подготовка и защита Реферата №1 на тему " Представление элементов электрических систем в схемах замещения при расчете переходных процессов"	10	16	ПК-6 3-1, У-1 ПК-4 3-1, У1-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
3.3	Подготовка и защита Реферата №2 на тему "Расчет схемы замещения обратной и нулевой последовательности при несимметричном коротком замыкании"	10	16	ПК-6 3-1, У-1 ПК-4 3-1, У1-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
3.4	Выполнение и защита контрольной работы	10	20	ПК-6 У-1, Н-1 ПК-4 У-1	Л2.1, Л2.2 Л3.1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к текущей аттестации (материалы для оценки знаний ПК-2 3-1; ПК-4 3-1; ПК-6 3-1)

1. Наиболее часто встречающиеся причины возникновения коротких замыканий.
2. Наиболее тяжелые последствия коротких замыканий.
3. Назначение расчетов коротких замыканий.
4. Схемы замещения явнополусных и неявнополусных синхронных машин в расчетах переходных процессов.

5. Основные параметры синхронной машины и их физический смысл.
6. Способы представления нагрузок в расчетах переходных процессов.
7. Схемы представления двигателей в расчетах токов КЗ и устойчивости.
8. Принципиальная и расчетная схемы замещения, в чем состоит их отличие?.
9. Основные достоинства системы относительных единиц.
10. Точное и приближенное приведение параметров схемы.
11. Достоинства введения коэффициентов трансформации в базисные напряжения.
12. Схемы замещения основных элементов схемы в расчетах различных видов переходных процессов.
13. Физический смысл постоянной времени T_a .
14. Условия возникновения ударного тока.
15. Что такое режим нормального напряжения и предельного возбуждения?
16. Достоинства и недостатки метода симметричных составляющих при его применении к расчетам несимметричных режимов в электрических системах.
17. Особенности представления различных элементов электрической системы в расчетах несимметричных режимов.
18. Алгоритм расчета тока несимметричного КЗ.
19. Принцип составления комплексных схем замещения.
20. Соотношения между токами различных КЗ в месте замыкания.
21. Алгоритм расчета однократной продольной несимметрии.
22. Причины роста уровней токов КЗ в электрических сетях.
23. Средства и решения, применяемые для ограничения токов КЗ.
24. Статическая, динамическая и результирующая устойчивость электрической системы.
25. Пропускная способность элемента системы по пределу передаваемой мощности.
26. Задачи и цели расчета устойчивости электрических систем.
27. Оценка статической устойчивости простейшей и сложной систем.
28. Основные методы расчета динамической устойчивости.
29. Графический метод анализа динамической устойчивости.
30. Алгоритм расчета динамической устойчивости сложных систем.
31. Основные требования к мероприятиям по улучшению устойчивости систем.
32. Суть мероприятий, основанных на улучшении параметров основных элементов электрической системы.
33. Дополнительные мероприятия по улучшению устойчивости.

Вопросы для проверки умений и навыков

1. Как в расчетах переходных процессов представляются трансформаторы? (ПК-6 У-1, Н-1; ПК-2 У-1, Н1; ПК-4 У1, Н-1)
2. Что такое шины бесконечной мощности? (ПК-6 У-1, Н-1; ПК-2 У-1, Н1; ПК-4 У1, Н-1)
4. Как определить эквивалентную постоянную времени? (ПК-6 У-1, Н-1; ПК-2 У-1, Н1; ПК-4 У1, Н-1)
5. Что такое режим нормального напряжения и предельного возбуждения? (ПК-6 У-1, Н-1; ПК-2 У-1, Н1; ПК-4 У1, Н-1)
6. В чем состоит особенности переходных процессов сетей с изолированной нейтралью? (ПК-6 У-1, Н-1; ПК-2 У-1, Н1; ПК-4 У1, Н-1)
7. Как определяются минимальный и максимальный токи КЗ в сети до 1000В?. (ПК-6 У-1, Н-1; ПК-2 У-1, Н1; ПК-4 У1, Н-1)
8. В чем состоит оптимизация режима заземления нейтралей в электрической сети? (ПК-6 У-1, Н-1; ПК-2 У-1, Н1; ПК-4 У1, Н-1)
9. Что такое координация уровней токов КЗ и параметров электрооборудования? (ПК-6 У-1, Н-1; ПК-2 У-1, Н1; ПК-4 У1, Н-1)
10. Какими критериями оценивается статическая устойчивость нагрузки? (ПК-6 У-1, Н-1; ПК-2 У-1, Н1; ПК-4 У1, Н-1)

Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

Контрольная работа на тему "Расчет токов короткого замыкания в системах электроснабжения"

Реферат №1 на тему "Представление элементов электрических систем в схемах замещения при расчете переходных процессов"

Реферат №2 на тему "Расчет схемы замещения обратной и нулевой последовательности при несимметричном коротком замыкании"

Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Экзамен не предусмотрен

Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)

- Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: зачет в 9 семестре.
 - Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости – балльно-рейтинговая:
 - посещение занятий - 0,5 балла за одно занятие (всего 18 занятий), итого не более 9 баллов,
 - выполнение практических работ - по 2 балла, итого не более 18 баллов,
 - подготовка и защита Реферата №1 - 20 баллов
 - подготовка и защита Реферата №2 - 20 баллов
 - выполнение контрольной работы - 33 баллов.
- ИТОГО: не более 100 баллов в семестре .

- Условие получения зачета по дисциплине – наличие не менее 60 баллов семестровой работы .

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1 Основная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	А.М. Пилипенко	Основы переходных процессов в линейных цепях	Университетская Библиотека ONLINE http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598631	Ростов-на-Дону Южный федер. университет 2020, 123с.сх.таб. ISBN 978-5-9275-3402-9
Л 1.2	Ю.Д. Сибикин	Основы электроснабжения объектов	Университетская библиотека ONLINE http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229842	Москва/Берлин Директ-Медиа, 2014.- 328с.сх.таб. ISBN 978-5-4458-5750-1
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	А.А. Бессонов	Теоретические основы электротехники	ГФ НИТУ «МИСиС»	7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1978г.-528с.
Л 2.2	Ю.Д. Сибикин	Электрические подстанции	Университетская библиотека ONLINE http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575048	Москва/Берлин Директ-Медиа, 2020.- 415с.сх.таб ISBN 978-5-4458-5750-1
6.1.3 Методические материалы				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	Козырев П.И.	Переходные процессы в электрических системах: Методические указания по выполнению контрольной работы	ГФ НИТУ «МИСиС»	ГФ НИТУ «МИСиС», 2020
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	www/goole.ru			
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	Offise Professional Plus 2016			
П 2	WINHOM 10 RUS			
П 3				
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И 1				
И 2				

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)	
7.1	Ауд. 110. Лекционная аудитория. Аудитория для проведения лабораторных и практических работ. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: 1. Лабораторный стенд «Электропривод» – 1 шт.; 2. Лабораторный стенд «Электрические машины» – 1 шт.; 3. Лабораторный стенд «Электрические аппараты» – 1 шт.;

	<p>4. Лабораторный стенд «Основы релейной защиты и автоматики» – 1 шт.</p> <p>5. Комплект мультимедийной аппаратуры: – системный блок; – мультимедиа-проектор NEC</p> <p>6. Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест. Программное обеспечение: – WINHOME 10 RUS OLP NL Acdmc Legalization GetGen; – Office Professional Plus 2016 RUS OLP NL Acdmc.</p>
--	--

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
(МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)**

Учебная работа студентов по изучению дисциплины базируется на аудиторных и внеаудиторных занятиях. Аудиторные занятия состоят из лекций и практических занятий, которые проводятся по расписанию. Внеаудиторная (самостоятельная) работа предусматривает изучение теоретических основ дисциплины по учебникам и научно-технической литературе.

В программе дисциплины приведено наименование и содержание тем, подлежащих изучению. Темы дисциплины, которые студенты должны изучить самостоятельно, указаны в разделе «Самостоятельная работа».

Знания, умения и навыки, приобретенные студентами на лекциях, практических занятиях и самостоятельно, преподаватель контролирует на практических занятиях.