

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

А.А. Каракозов

« 31 » марта 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.04 Математическое моделирование в электротехнике

(наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование направления / специальности)

Направленность (профиль): «Электрические станции»
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4/144	4/144
Контактная работа (час.), в том числе	55	14
лекции (час.)	17	4
лабораторные работы (час.)	34	4
практические (семинарские) занятия (час.)	—	—
Самостоятельная работа (час.), в том числе	53	94
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	1/27	1/27
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2023г.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование в электротехнике» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», магистерская программа «Электрические станции» для 2020 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Доцент кафедры

«Электрические станции», к.т.н. Деркачёв С.В.
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «14» 03 2023 года № 7

Заведующий кафедрой Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2020 года № 3

Председатель Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «__» ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой ____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «__» ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой ____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «__» ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой ____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы математического моделирования стационарных и переходных режимов работы схем выдачи мощности блочных тепловых и ветровых электростанций.

Цель дисциплины: Цель дисциплины: формирование у студентов знаний и умений по машинным методам и алгоритмам расчетов установившихся процессов и режимов симметричных и несимметричных КЗ в имеющих сложную конфигурацию схемах выдачи мощности электростанций.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- методы описания топологии электрической схемы, формирования матриц и векторов с данными ветвей и узлов схемы, описания математических моделей основных элементов схем выдачи мощности ЭС;
- методы расчета переходных процессов и методы их анализа с применением современного математического аппарата;
- методы и алгоритмы расчета токов при КЗ разветвленных схем выдачи мощности ЭС;
- алгоритмы расчета тока КЗ с учетом эклектической дуги, теплового спада тока, влияния групп соединения силовых трансформаторов и др. факторов;

уметь:

- формировать математические модели элементов электрической системы; строить на их основе расчетные схемы замещения и определять их параметры;
- рассчитывать симметричные и несимметричные токи КЗ, с использованием ПК;
- учитывать при расчетах нелинейные характеристики элементов схемы, влияние обобщенной комплексной и двигательной нагрузки;
- анализировать полученные результаты и давать им физическую интерпретацию;
- строить векторные диаграммы и эпюры напряжений; давать инженерную оценку полученных результатов.

владеть:

- матричными методами анализа электрических цепей;
- навыками расчёта на ПЭВМ симметричных и несимметричных коротких замыканий.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности (ПК-4);

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении научно-исследовательской работы и прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ те мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
1	Задачи и структура курса. Матричные методы анализа электрических цепей и их графы	14/13	3/1	0/0	6/0	5/12
2	Метод узловых потенциалов в векторно-матричной форме записи	15/15	3/1	0/0	7/2	5/12
3	Машинные методы расчета токов симметричных КЗ	15/16	3/1	0/0	7/2	5/13
4	Машинные методы расчета токов несимметричных КЗ	16/14	4/1	0/0	7/0	5/13
5	Особенности методов расчета КЗ в электроустановках до 1 кВ	17/17	4/0	0/0	7/0	6/17
Контактная работа (дополнительная)		4/6				
Курсовая работа (проект)		27/27				27/27
Итого по видам занятий		108/108	17/4	0/0	34/4	53/94
Контроль		36/36				
ИТОГО		144				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-4	Темы 1, 2, 3, 4, 5

3.2 Лекции

Тема 1. Задачи и структура курса. Матричные методы анализа электрических цепей и их графы

Содержание темы 1: Основные понятия теории графов. Основные операции над векторами и матрицами. Формирование матриц соединений узлов с ветвями и матриц контуров. Свойство матрицы узловых сопротивлений и его использование для расчета электрических схем. Применение методов комбинаторной топологии для расчета режимов работы электрических схем. Нахождение минимального расстояния между вершинами графа с помощью алгоритма Дейкстры.

Литература к теме 1: [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#).

Тема 2. Метод узловых потенциалов в векторно-матричной форме записи.

Содержание темы 2: Формирование матриц исходных данных ветвей, узловых проводимостей и вектора задающих токов от источников ЭДС и источников тока. Решение системы линейных алгебраических уравнений методом обращения матрицы коэффициентов.

Литература к теме 2: [\[1\]](#), [\[4\]](#).

Тема 3. Машинные методы расчета токов симметричных КЗ.

Содержание темы 3: Способ определения постоянных времени T_a и составляющих тока КЗ с их использованием. Моделирование изменения периодической составляющей тока КЗ от генератора в зависимости от его удаленности от точки КЗ.

Литература к теме 3: [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[4\]](#).

Тема 4. Машинные методы расчета токов несимметричных КЗ.

Содержание темы 4: Алгоритм расчета токов несимметричных КЗ, основанный на правиле Щедрина. Расчет токов однофазного КЗ в максимальном режиме работы сети. Расчет токов двухфазного КЗ в минимальном режиме работы сети. Алгоритм нахождения суммарных сопротивлений схем обратной и нулевой последовательностей. Векторные и потенциальные диаграммы токов и напряжений при КЗ.

Литература к теме 4: [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#).

Тема 5. Особенности методов расчета КЗ в электроустановках до 1 кВ

Содержание темы 5: Особенности математической модели сети для расчета симметричных и несимметричных КЗ. Учет электрической дуги при расчетах КЗ в электроустановках до 1 кВ. Учет теплового спада тока КЗ в электроустановках до 1 кВ. Учет характеристик автоматических выключателей при определении времени действия тока КЗ.

Литература к теме 5: [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#).

3.3 Практические занятия

Практические занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/заочн	Литера- тура
1	Топология электрической схемы на примере проволочного куба	4/0	[5]
2	Метод узловых напряжений на примере проволочного куба	3/0	[5]
3	Комбинаторная топология на примере проволочного куба	3/0	[5]
4	Поиск кратчайшего пути между двумя вершинами в ориентированном графе методом Дейкстры	3/0	[5]
5	Расчет периодической слагающей токов короткого замыкания для начального момента времени	3/0	[5]
6	Расчет периодической слагающей токов короткого замыкания для начального момента времени в наиболее сложном режиме системы	2/0	[5]
7	Расчет периодической слагающей токов короткого замыкания для начального момента времени в именованных единицах	2/0	[5]
8	Влияние постоянной времени затухания аperiodической составляющей тока короткого замыкания на расчет в именованных единицах с использованием полного сопротивления	2/0	[5]
9	Расчет периодической слагающей токов однофазного короткого замыкания методом узловых потенциалов	2/0	[5]
10	Расчет токов двухфазного короткого замыкания в минимальном режиме для релейной защиты и автоматики	2/2	[5]
11	Расчет токов трехфазного короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1 кВ	2/2	[5]
12	Расчет токов однофазного короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1 кВ	2/2	[5]
13	Влияние электрической дуги на ток короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1 кВ	2/0	[5]
14	Учет теплового спада тока в электроустановках напряжением до 1 кВ	2/0	[5]
ИТОГО		34/6	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	13/34
2	Подготовка к практическим занятиям	—
3	Подготовка к лабораторным работам	13/33
4	Выполнение курсового проекта	—
5	Выполнение курсовой работы	27/27
6	Выполнение индивидуального задания	0/0
ИТОГО		53/94

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Для студентов во 2м семестре предусмотрено выполнение курсового проекта. [6].

Тематика курсового проекта связана с расчетами токов симметричных и несимметричных токов КЗ в главных схемах электрических соединений и системах с.н. с использованием ПЭВМ. Выполнение курсовой работы способствует углубленной проработке основных тем дисциплины [6].

Цель – закрепление знаний по изложенному лекционному курсу и развитие навыков самостоятельной работы при анализе режимов работы схем главных электрических соединений и систем собственных нужд, необходимых при эксплуатации современных тепловых и атомных электростанций.

В результате выполнения работы обучающийся должен:

- знать принципы построения математических моделей для расчёта коротких замыканий в электрических цепях;
- уметь пользоваться нормативной и справочной литературой;
- владеть методами расчёта симметричных и несимметричных КЗ с использованием ПЭВМ.

Курсовой проект оформляется на листах формата А4. Рекомендуемый объём пояснительной записки по индивидуальному заданию 30-40 страниц формата А4.

Индивидуальное задание по дисциплине учебным планом не предусмотрено.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;

- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;

- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;

- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

1. Топология электрических схем, граф сети, матрица связи узлов с ветвями и функция ее получения.
2. Особенности расчета токов КЗ в электроустановках ниже 1000 В
3. Применение комбинаторной топологии к ветвям расчетных схем.
4. Учет электрической дуги в расчетах токов КЗ в электроустановках ниже 1 кВ
5. Применение комбинаторной топологии к узлам расчетных схем.
6. Учет нагрева кабеля при КЗ в электроустановках ниже 1 кВ
7. Алгоритм Дейкстры нахождения минимального расстояния между узлами графа.
8. Особенности расчета токов КЗ в системе с.н. напряжением 6 кВ
9. Математическое моделирование КЗ в минимальном режиме работы электроустановок переменного тока напряжением более и менее 1 кВ.
10. Алгоритм расчета постоянной времени затухания апериодической слагающей тока КЗ.
11. Математическое моделирование электрической дуги в электроустановках напряжением менее 1 кВ.
12. Алгоритм расчета несимметричных КЗ
13. Математическое моделирование режимов КЗ с помощью матрицы узловых сопротивлений, шунта КЗ и приёмов комбинаторной топологии.
14. Учет асинхронных двигателей в расчетах токов КЗ
15. Математическое моделирование несимметричных КЗ в электроустановках переменного тока напряжением более и менее 1 кВ.
16. Особенности расчетов токов КЗ в минимальном режиме.
17. Математическое моделирование КЗ с использованием относительных и имевшихся единиц
18. Особенности расчета токов однофазного КЗ в схемах напряжением менее 1 кВ
19. Математическое моделирование режимов КЗ в схемах электроустановок переменного тока с явным резервированием (системы с.н. электростанций)
20. Алгоритм расчета тока КЗ от мощных синхронных генераторов.

Пример экзаменационного билета:

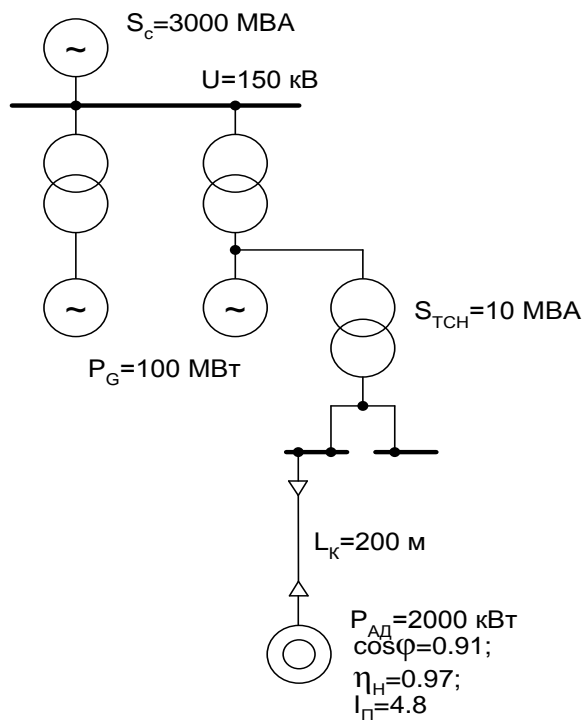
БИЛЕТ №1

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:	<u>магистратура</u>
Направление подготовки (специальность):	<u>13.04.02.</u>
Профиль (магистерская программа, специализация):	<u>Электрические станции</u>
Семестр:	<u>2-й</u>
Учебная дисциплина:	<u>Математическое моделирование в электротехнике</u>

БИЛЕТ № 1

1. Топология электрических схем, граф сети, матрица связи узлов с ветвями и функция ее получения.
2. Особенности расчета токов КЗ в электроустановках ниже 1000 В.
3. Рассчитать суммарные начальные значения периодической составляющей токов трехфазного КЗ во всех узлах расчетной схемы с помощью матрицы узловых сопротивлений



Утверждено на заседании кафедры		Электрические станции
Протокол	№ от	(наименование кафедры полностью)
Зав. кафедрой		Ткаченко С.Н.
	(подпись)	(Ф.И.О.)
Экзаменатор		Деркачёв С.В.
	(подпись)	(Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам практических занятий, лабораторных работ; студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы.

Выполнение заданий на практических занятиях, выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт о выполнении задания на практическом занятии. Отчёт по лабораторной работе	2	Задание выполнено правильно, решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	1	Задание выполнено в целом правильно, решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по практическим занятиям и лабораторным работам (максимально возможное)	50	Из расчёта 25 аудиторных занятий для проведения практических занятий и лабораторных работ. Оценивается каждое занятие.
ИТОГО:	50	Максимально возможное
Для студентов заочной формы обучения		
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	50	При выполнении задания приняты правильные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена без замечаний
	30	Задание выполнено в целом правильно, но решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению.
ИТОГО:	50	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса, каждый из которых требует конкретного ответа, и практическое задание. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулиров-

ки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается меньшее количество баллов в соответствии с вышеприведенными критериями. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	15
	вопрос 2	15
	практическое задание	20
ИТОГО:		50

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	Неудовлетворительно

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.5 Пример текущего опроса на занятиях

На примере темы «Машинные методы расчета токов несимметричных КЗ.»

1. В чём заключается Правило Щедрина?
2. Принципиальные различия симметричных и несимметричных КЗ
3. Принцип построения векторных и потенциальных диаграмм

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.. —

Брянск : Брянский государственный технический университет, 2012. — 271 с. — ISBN 5-89838-126-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/7003.html> (дата обращения: 22.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

II Дополнительная литература

2. Лыкин А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие / Лыкин А.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 227 с. — ISBN 978-5-7782-2262-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45384.html> (дата обращения: 22.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Буйначев С.К. Применение численных методов в математическом моделировании : учебное пособие / Буйначев С.К.. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 72 с. — ISBN 978-5-7996-1197-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66195.html> (дата обращения: 22.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Всережимное математическое моделирование релейной защиты электроэнергетических систем : монография / М.В. Андреев [и др.]. — Томск : Томский политехнический университет, 2016. — 176 с. — ISBN 978-5-4387-0712-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83996.html> (дата обращения: 22.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

5. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Математическое моделирование в электротехнике»: для студентов направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Электрические станции» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. «Электрические станции»; сост.: В.А. Павлюков, С.В. Деркачёв. — Донецк: ДОННТУ, 2020. — 92 с. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/21/m5814.pdf>

6. Методические указания к выполнению курсовой работы по курсу «Математическое моделирование в электротехнике» (для магистров, обучающихся по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электрические станции» очной и заочной форм обучения) / сост.: В.А. Павлюков, С.В. Деркачёв — Донецк : ДОННТУ, 2020. — 25 с.- 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/21/m5815.pdf>

7. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Математическое моделирование в электротехнике» : для студентов направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль

«Электрические станции / ГОУВПО «ДонНТУ», Каф. ««Электрические станции»; сост.: С. В. Деркачёв. – Донецк : ДонНТУ, 2020. – 13 с. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/21/m5815.pdf>

Электронно-информационные ресурсы
ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Учебная лаборатория №8.514 учебный корпус 8 для проведения лекций, лабораторных работ, курсовых проектов и работ, самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование, специализированная мебель: доска, парты, стулья ученические, компьютеры: Intel Pentium Dual Core 2,8 GHz, 2048 Mb dual, 320 Gb, Windows 7 Professional, мониторы TFT (Samsung 943N, 1280x1024), мультимедийный проектор EPSON, экран). Возможность подключения к сети «Интернет».

7.2 Лабораторные работы:

Дисплейный класс №8.514 учебный корпус 8 для проведения лекций, лабораторных работ, курсовых проектов и работ, самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование, специализированная мебель: доска, парты, стулья ученические, компьютеры: Intel Pentium Dual Core 2,8 GHz, 2048 Mb dual, 320 Gb, Windows 7 Professional, мониторы TFT (Samsung 943N, 1280x1024), мультимедийный проектор EPSON, экран). Возможность подключения к сети «Интернет».

7.3 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).