

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



**УТВЕРЖДАЮ:**

Первый проректор

А.А. Каракозов

03 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.13 Теоретические основы электротехники**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль) Электроэнергетические системы и сети

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Форма обучения:	Очная	Очно-заочная	Заочная
Семестр(ы)	3/4	4/5	4/5
Общая трудоёмкость в з.е./часах	11,0/396	11,0/396	11,0/396
Контактная работа (час.), в том числе:	195	70	34
лекции (час.)	85	22	10
лабораторные работы (час.)	51	18	6
практические (семинарские) занятия (час.)	51	18	6
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	102	236	290
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен 45/54	Экзамен 54/36	Экзамен 36/36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы электротехники» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электроэнергетические системы и сети» для 2023 года приёма по очной, очно-заочной и заочной формам обучения.

**Составитель:**

Заведующий кафедрой  
«ЭМиТОЭ», к.т.н.

  
(подпись)

Журавель Е.А.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электромеханика и теоретические основы электротехники».

Протокол от «13» 03 2023 года № 7

Заведующий кафедрой

  
(подпись)

Журавель Е.А.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Электрические системы».

Заведующий кафедрой

  
(подпись)

Полковниченко Д.В.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель

  
(подпись)

Ткаченко С.Н.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электромеханика и теоретические основы электротехники».

Протокол от «  » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года №   

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Электрические системы».

Протокол от «  » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

# 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1. Цель и задачи дисциплины

*Цель дисциплины* — изучение, как с количественной, так и с качественной стороны электромагнитных явлений и процессов, происходящих в различных электротехнических устройствах, освоение современных методов моделирования электромагнитных процессов, методов анализа и расчёта электрических и магнитных цепей, знание которых необходимо для понимания и решения инженерных проблем электротехники.

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- значение понятий и основные законы электротехники, линейных и нелинейных электрических, магнитных и электромагнитных цепей;
- структурные элементы и физические величины цепей;
- основные уравнения и методы анализа линейных электрических цепей;
- теорию электромагнитной энергии и мощности;
- трёхфазные цепи и методы их анализа;
- теорию и методы анализа цепей несинусоидального тока, цепей с проходным четырёхполюсником, цепей с распределёнными параметрами в установившихся и переходных режимах;

*уметь:*

- формировать эквивалентные схемы и топологические структуры линейных и нелинейных электрических, магнитных и электромагнитных цепей;
- рассчитывать соответствующие параметры установившихся и переходных процессов в таких цепях, их электромагнитную энергию и мощность;

*владеть:*

- методами математического анализа и физического эксперимента исследования явлений резонанса и феррорезонанса, установившихся и переходных режимов цепей постоянного, синусоидального и несинусоидального токов, цепей с четырёхполюсниками и цепей с распределёнными параметрами.

## 2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОПК-3 и ОПК-4.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к циклу профессиональных дисциплин базовой части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

1. физика;
2. высшая математика;
3. информатика.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсовых проектов по дисциплинам «Электрические машины» и др., а также при изучении последующих дисциплин «Промышленная электроника», «Электрические системы и сети», «Электрические аппараты», «Электромагнитные переходные процессы», «Основы релейной защиты и автоматизации энергосистем» и др.

### 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/очно-заочная/заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
1	Тема 1. Электрические и магнитные цепи постоянного тока	56/38/60	18/4/2	12/2/2	12/2/0	14/30/56
2	Тема 2. Цепи синусоидального тока	69/42/58	25/4/2	16/2/0	16/6/2	12/30/54
3	Тема 3. Цепи несинусоидального тока	24/36/39	4/2/1	4/2/2	2/2/2	14/30/34
4	Тема 4. Четырёхполюсники	20/30/23	4/2/1	2/1/0	4/2/0	10/26/22
5	Тема 5. Переходные процессы в линейных электрических цепях	46/40/39	16/4/1	8/4/0	8/2/2	14/30/36
6	Тема 6. Цепи с распределёнными параметрами в установившихся и переходных режимах	32/34/33	10/2/1	6/2/0	2/0/0	14/30/32
7	Тема 7. Нелинейные цепи переменного тока	25/40/31	5/2/1	2/4/2	6/4/0	12/30/28
8	Тема 8. Переходные процессы в нелинейных цепях	17/33/29	3/2/1	1/1/0	1/0/0	12/30/28
Контактная работа (дополнительная)		8/12/12				
Курсовая работа (проект)						
Итого по видам занятий		297/306/324	85/22/10	51/18/6	51/18/6	102/236/290
Контроль		99/90/72				
<b>ИТОГО</b>		<b>396</b>				

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОПК-3	Темы 1-8
ОПК-4	Темы 1-8

### 3.2 Лекции

#### Тема 1. Электрические и магнитные цепи постоянного тока

##### Содержание темы 1:

Введение, предмет, задачи и структура дисциплины. Элементы электрических цепей. Понятия ЭДС, напряжения, тока, мощности. Источники энергии. Основные законы и топологические понятия цепей. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Расчёт сложных цепей методом уравнений Кирхгофа. МУП, МДУ, МКТ, потенциальная диаграмма, баланс мощностей. Принцип и метод наложения. Свойство взаимности. МЭГ. Преобразования линейных электрических цепей.

Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Нелинейное сопротивление. Статические и дифференциальные параметры. Линеаризация характеристик нелинейных элементов (НЭ). Расчёт цепей при последовательном и параллельном соединениях. Расчёт цепи при смешанном соединении НЭ. Расчёт сложных нелинейных цепей методами законов Кирхгофа, двух узлов и МЭГ. Магнитные цепи постоянного тока. Основные понятия и определения. Закон полного тока. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Аналогия электрических и магнитных цепей. Расчёт неразветвлённых и разветвлённых магнитных цепей.

##### Литература к теме 1: [1,2,3,4,5]

#### Тема 2. Цепи синусоидального тока

##### Содержание темы 2:

Переменный ток. Период, частота, фаза угол сдвига фаз. Векторная диаграмма. Среднее и действующее значения синусоидального тока. Синусоидальный ток в резисторе, индуктивности, ёмкости. Последовательное соединение R, L, C. Резонанс напряжений. Колебания энергии при резонансе. Добротность контура. Частотные характеристики. Резонансные кривые. Мощность цепи переменного тока, коэффициент мощности. Параллельное соединение R, L, C. Резонанс токов. Частотные характеристики. Выбор ёмкости для повышения коэффициента мощности. Метод проводимостей. Изображение синусоидальных функций времени при помощи комплексных чисел. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Применение комплексного метода к расчёту цепей переменного тока. Комплексная мощность. Баланс мощностей в комплексной форме. Передача энергии переменного тока от активного двухполюсника к пассивному. Понятие про падение и потерю напряжения.

Цепи со взаимными индуктивностями. Общие понятия и определения. Последовательное и параллельное соединения индуктивно связанных элементов. Расчёт сложных цепей с индуктивно связанными элементами. Устранение индуктивной связи. Линейный трансформатор, его уравнения. Идеальный, реальный трансформаторы. Схемы замещения трансформатора.

Получение трёхфазного тока. Симметричный режим трёхфазной цепи. Соединения звездой и треугольником. Однолинейная схема замещения. Несимметричные трёхфазные цепи. Особые случаи несимметрии. Мощность трёхфазного тока. Измерение активной и реактивной мощностей. Получение вращающегося магнитного поля. Порядок следования фаз. Основы метода симметричных составляющих. Свойства трёхфазных систем в отношении симметричных составляющих.



щих. Сопротивление трёхфазной цепи токам разных последовательностей. Расчёт несимметричных систем методом симметричных составляющих. Понятие о фильтрах симметричных составляющих.

Литература к теме 2: [\[1,2,3,4,5\]](#)

Тема 3. Цепи несинусоидального тока.

Содержание темы 3:

Представление периодических несинусоидальных напряжений и токов тригонометрическим рядом Фурье. Основные свойства периодических кривых. Разложение кривых на гармоники. Действующее и среднее значения несинусоидальной функции. Мощность несинусоидального тока. Коэффициент мощности. Расчёт цепи несинусоидального тока. Резонансные явления. Эквивалентная синусоида. Влияние индуктивности и ёмкости на форму кривой тока. Высшие гармоники в трёхфазных цепях.

Литература к теме 3: [\[1,2,3,4,5\]](#)

Тема 4. Четырёхполюсники.

Содержание темы 4:

Классификация четырёхполюсников. Основные системы уравнений. Коэффициенты и параметры эквивалентных схем четырёхполюсников. Рабочий режим четырёхполюсника. Экспериментальное определение коэффициентов. Характеристические параметры и коэффициент передачи симметричного четырёхполюсника. Комплексная передаточная функция.

Литература к теме 4: [\[1,2,3,4,5\]](#)

Тема 5. Переходные процессы в линейных электрических цепях.

Содержание темы 5:

Переходные процессы (ПП) в линейных цепях. Законы коммутации. Классический метод анализа ПП. Переходные процессы в цепях R-L, R-C. Переходные процессы в цепи R-L-C. ПП в цепях с индуктивной связью. Операторный метод анализа ПП. Переходные характеристики цепей. Интеграл Дюамеля. ПП при некорректных коммутациях. Сущность метода переменных состояния. Особенности расчёта ПП в трёхфазных цепях.

Литература к теме 5: [\[1,2,3,4,5\]](#)

Тема 6. Цепи с распределёнными параметрами в установившихся и переходных режимах.

Содержание темы 6:

Цепи с распределёнными параметрами. Первичные и вторичные параметры. Телеграфные уравнения. Установившийся режим линии. Линия без искажений, линия, согласованная с нагрузкой, линия без потерь. Стоячие волны в линии без потерь.

ПП в однородных линиях. Общее решение уравнений линии без потерь. Схемы замещения для расчёта волновых процессов. Отражение электромагнитной волны от конца линии с активным сопротивлением. Отражение и преломление волн в месте соединения двух линий. Изменение формы волны участками с сосредоточенными параметрами. Многократные отражения волн.

Литература к теме 6: [\[1,2,3,4,5\]](#)

Тема 7. Нелинейные цепи переменного тока.

Содержание темы 7:

Методы анализа нелинейных цепей переменного тока. Метод кусочно-линейной аппроксимации. Идеальная катушка со сталью. Катушка с учётом потерь на гистерезис, Реальная катушка со сталью. Феррорезонансные явления. Утроители частоты. Выпрямление переменного тока. Аналитический и графический методы расчёта нелинейных цепей по основным гармоникам.

Литература к теме 7: [[1](#),[2](#),[3](#),[4](#),[5](#)]

Тема 8. Переходные процессы в нелинейных цепях.

Содержание темы 8:

ПП в нелинейных цепях, особенности, методы расчёта. Включение нелинейной цепи R-L на постоянное и синусоидальное напряжения.

Литература к теме 8: [[1](#),[2](#),[3](#),[4](#),[5](#)]

### 3.3 Практические занятия

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/очно- заочн./заочн.	Литература
1	Расчёт простых цепей по закону Ома.	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
2	Расчёт сложных цепей методами законов Кирхгофа, баланс мощностей.	2/2/2	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
3	Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
4	Метод контурных токов	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
5	Нелинейные электрические цепи постоянного тока	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
6	Магнитные цепи постоянного тока	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
7	Расчёт цепей переменного тока при последовательном соединении элементов	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
8	Метод проводимостей	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
9	Символический метод	4/2/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
10	Расчёт цепей со взаимными индуктивностями	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
11	Расчёт симметричных трёхфазных цепей	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
12	Расчёт несимметричных трёхфазных цепей	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
13	Расчёт трёхфазных цепей методом симметричных составляющих	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
14	Расчёт однофазных цепей несинусоидального тока	2/2/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
15	Расчёт трёхфазных цепей несинусоидального тока	2/0/2	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
16	Расчёт четырёхполюсников	2/1/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
17	Расчёт ПП классическим методом в цепях с одним накопителем энергии	2/2/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
18	Расчёт ПП классическим методом в цепях с двумя накопителями энергии	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
19	Расчёт ПП операторным методом	2/2/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
20	Интеграл Дюамеля	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
21	Расчёт ЛРП в установившемся режиме работы	4/2/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
22	Расчёт ПП в ЛРП	2/0/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
23	Расчёт катушки со сталью. Расчёт цепей с вентилями.	2/4/2	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
24	Переходные процессы в нелинейных цепях	1/1/0	[ <a href="#">7</a> , <a href="#">8</a> , <a href="#">9</a> , <a href="#">10</a> , <a href="#">11</a> ]
<b>ИТОГО</b>		<b>51/18/6</b>	

### 3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/очно- заочн./заочн.	Литература
1	Вступительное занятие. Первичный инструктаж по ТБ.	2/0/0	[6]
2	Исследование передачи энергии постоянного тока по двухпроводной линии	2/0/0	[6]
3	Анализ электрических цепей методом наложения и с применением метода эквивалентного генератора	2/0/0	[6]
4	Исследование сложной цепи постоянного тока	2/2/0	[6]
5	Исследование преобразований линейных электрических цепей.	2/0/0	[6]
6	Исследование нелинейных цепей постоянного тока	2/0/0	[6]
7	Исследование неразветвлённых цепей синусоидального тока и резонанса напряжений	2/0/2	[6]
8	Анализ цепей переменного тока при параллельном соединении элементов	2/0/0	[6]
9	Исследование цепей синусоидального тока при параллельном соединении ветвей и резонанса токов	2/2/0	[6]
10	Анализ цепей со взаимными индуктивностями	2/0/0	[6]
11	Исследование цепей синусоидального тока с индуктивно связанными элементами	2/2/0	[6]
12	Исследование трёхфазных цепей	2/2/0	[6]
13	Анализ особых случаев несимметрии в трёхфазных цепях	2/0/0	[6]
14	Измерение активной и реактивной мощностей трёхфазного тока	2/0/0	[6]
15	Исследование цепей несинусоидального тока	2/2/2	[6]
16	Исследование четырёхполюсника	4/2/0	[6]
17	Исследование переходных процессов в линейных цепях постоянного тока, содержащих сопротивление и ёмкость	2/2/2	[6]
18	Исследование переходных процессов при включении цепи $r, L, C$ на постоянное напряжение	4/0/0	[6]
19	Анализ ПП методом переменных состояния	2/0/0	[6]
20	Исследование многократных отражений в линии без потерь	2/0/0	[6]
21	Исследование катушки со стальным сердечником	4/2/2	[6]
22	Исследование цепи при последовательном соединении катушки со стальным сердечником и конденсатора	2/0/0	[6]
23	Исследование утроителя частоты	1/2/0	[6]
<b>ИТОГО</b>		<b>51/18/6</b>	



### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/очно- заочн./заочн.
1	Изучение лекционного материала	28/60/120
2	Подготовка к практическим занятиям	28/78/76
3	Подготовка к лабораторным работам	28/80/76
4	Выполнение курсового проекта (работы)	-
5	Выполнение индивидуального задания	18/18/18
<b>ИТОГО</b>		<b>102/236/290</b>

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы в соответствии с [10].

Объем учебной нагрузки при выполнении одного индивидуального задания – не менее 9 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

Цель – закрепление знаний по изложенному лекционному курсу и развитие навыков самостоятельной работы.

## 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. Элементы электрических цепей постоянного тока. Сопротивления и их вольт – амперные характеристики. Определение линейного сопротивления приемника энергии, его условное обозначение на электрических схемах.
2. Внешняя характеристика источника электрической энергии, его ЭДС, рабочий участок и его уравнение. Схемы замещения источника питания с идеализированными элементами: источником ЭДС; источником тока. Закон Ома. Законы Кирхгофа.
3. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Нагрузочные характеристики. Условие передачи максимальной мощности.
4. Основные топологические понятия разветвленных электрических цепей: ветвь, узел, дерево, контур, независимый контур. Граф электрической цепи.
5. Задача расчета разветвленной электрической цепи в классической постановке. Метод уравнений Кирхгофа. Баланс мощностей цепи.
6. Обоснование метода контурных токов. Особенности составления контурных уравнений для схем с источниками тока.
7. Обоснование метода узловых потенциалов. Особенности составления узловых уравнений для схем, содержащих ветви только с источниками ЭДС.
8. Обоснование принципа наложения. Входное и взаимное сопротивления. Входная и взаимная проводимости.
9. Эквивалентные преобразования электрических цепей. Вывод соотношений для эквивалентных пассивных трехполюсников, представленных звездой или треугольником.
10. Теорема об эквивалентном генераторе и ее доказательство. Метод эквивалентного генератора.
11. Переменные токи, их мгновенные значения, классификация. Синусоидальный ток и его характеристики: период, частота, фаза, начальная фаза, круговая частота.
12. Изображение переменного тока вращающимся вектором.
13. Действующее и среднее значение синусоидального тока. Коэффициенты амплитуды и формы.
14. Синусоидальный ток в резистивном элементе: связь мгновенных, амплитудных, действующих значений напряжения и тока. Волновая и векторная диаграммы цепи с активным сопротивлением. Мгновенная мощность. Средняя (активная) мощность  $P$ .
15. Синусоидальный ток в индуктивности: связь мгновенных, амплитудных, действующих значений напряжения и тока. Индуктивное сопротивление. Волновая и векторная диаграммы цепи с индуктивностью. Мгновенная мощность, индуктивная мощность  $Q_L$ .
16. Синусоидальный ток в емкости: связь мгновенных, амплитудных, действующих значений напряжения и тока. Емкостное сопротивление. Волновая и векторная диаграммы цепи с ёмкостью. Мгновенная мощность, индуктивная мощность  $Q_C$ .
17. Последовательное соединение  $R$ ,  $L$ ,  $C$  при синусоидальном токе. Уравнения Кирхгофа для мгновенных значений. Треугольник напряжений, активные и реактивные составляющие.

Треугольник сопротивлений. Сдвиг фаз. Колебания энергии. Треугольник мощностей. Коэффициент мощности.

18. Резонансные явления в последовательном контуре  $R, L, C$ . Резонансные кривые при изменении реактивного сопротивления. Частотные характеристики последовательного контура. Добротность. Избирательность.

19. Параллельное соединение ветвей при переменном токе. Треугольник токов, активная и реактивная составляющие. Треугольник проводимостей. Эквивалентная ветвь. Многоугольник мощностей. Баланс мощности.

20. Резонансные явления в параллельном контуре. Частотные характеристики параллельного контура без потерь.

21. Расчет цепей переменного тока при смешанном соединении методом проводимостей, методом векторных диаграмм. Построение полных векторных диаграмм.

22. Основы комплексного метода расчета цепей переменного тока. Комплексные амплитуды, сопротивления. Закон Ома и законы Кирхгофа в комплексной форме. Топографические диаграммы комплексных потенциалов, токов, напряжений. Мощности в комплексной форме.

23. Передача энергии по линии переменного тока.

24. Взаимная индуктивность катушек. Одноименные зажимы, их разметка. Выбор направления ЭДС и напряжения взаимной индукции. Коэффициент связи.

25. Последовательное соединение индуктивно-связанных катушек при согласном и встречном включении. Расчет, векторные диаграммы.

26. Параллельное соединение индуктивно – связанных элементов. Передача энергии магнитным полем.

27. Расчет разветвленных цепей с индуктивными связями методом уравнений Кирхгофа. Баланс мощностей. Особенности применения МКТ и МУП, метода преобразований.

28. Устранение (развязка) индуктивных связей.

29. Линейный трансформатор. Его уравнения. Векторная диаграмма. Схемы замещения трансформатора, вносимые сопротивления.

30. Принцип действия трехфазного генератора. Симметричная система ЭДС. Порядок чередования фаз. Соединение фаз генератора в звезду, соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами. Соединение фаз генератора в треугольник, соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами.

31. Соединение звезда – звезда без нулевого провода: общая методика расчета, симметричный режим, его векторная диаграмма, схема замещения. Активная, реактивная, полная мощности симметричного приемника.

32. Особые случаи несимметрии в системе звезда – звезда без нулевого провода (обрыв провода, короткое замыкание). Анализ работы при питании осветительной нагрузки.

33. Симметричный режим четырехпроводной системы с нулевым проводом. Особые случаи несимметрии. Анализ работы при питании осветительной нагрузки.

34. Соединение треугольник – треугольник, общая методика расчета. Симметричный режим, его векторная диаграмма, схема замещения. Активная, реактивная, полная мощности симметричного приемника.

35. Особые случаи несимметрии в системе треугольник – треугольник. Анализ работы при питании осветительной нагрузки.

36. Расчет симметричных трехфазных цепей, обоснование схемы замещения для одной фазы. Потеря напряжения в трехфазной линии электропередачи.

37. Расчет разветвленных трехфазных цепей при несимметричной нагрузке.

38. Получение вращающегося магнитного поля.

39. Основы метода симметричных составляющих, разложение несимметричной системы трех векторов на симметричные составляющие.

40. Некоторые свойства трехфазных цепей в отношении симметричных составляющих.

41. Расчет симметричных трехфазных цепей при питании от несимметричной системы напряжений. Степень несимметрии напряжений.

42. Общий случай расчета трехфазной цепи методом симметричных составляющих при наличии несимметричных нагрузок.
43. Несинусоидальные периодические кривые, их аналитическое и приближенное разложение в ряд Фурье. Свойства разложений симметричных кривых.
44. Действующее, среднее значения несинусоидальных напряжений и токов. Коэффициенты, характеризующие несинусоидальные кривые. Показания приборов различных систем.
45. Мощности в цепях несинусоидального тока. Эквивалентные синусоиды. Векторные диаграммы для эквивалентных синусоид.
46. Высшие гармоники в трехфазных цепях, системы ЭДС прямой, обратной и нулевой последовательности.
47. Возникновения ПП. Законы коммутации.
48. Расчет ПП в цепях постоянного тока с индуктивностью, с емкостью.
49. Расчет ПП в цепях синусоидального тока с индуктивностью, с емкостью.
50. Расчет апериодического ПП заряда конденсатора.
51. Расчет периодического процесса заряда конденсатора.
52. Операторный метод расчета ПП. Операторные схемы замещения.
53. Интеграл Дюамеля.
54. Системы уравнений четырехполюсников. Форма «А».
55. Определение коэффициентов в форме «А» для Т-схемы, для П-схемы.
56. Экспериментальное определение коэффициентов в форме «А».
57. Характеристические параметры четырехполюсника.
58. Общая характеристика нелинейных элементов (НЭ). Статическое и дифференциальное сопротивления НЭ.
59. Графический метод расчета нелинейных цепей при последовательном соединении НЭ.
60. Графический метод расчета нелинейных цепей при параллельном соединении НЭ.
61. Графический метод расчета нелинейных цепей при смешанном соединении НЭ.
62. Расчет нелинейных цепей методом двух узлов.
63. Использование метода эквивалентного генератора для расчета нелинейных цепей.
64. Магнитные цепи постоянного тока: основные характеристики магнитного поля и магнитных цепей.
65. Закон непрерывности линий магнитной индукции и закон полного тока.
66. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей.
67. Расчет неразветвленных магнитных цепей (прямая и обратная задачи).
68. Расчет разветвленных магнитных цепей (прямая и обратная задачи).
69. Цепи переменного тока с ферромагнитным сердечником. Форма кривых напряжения, тока, магнитного потока идеальной катушки со стальным сердечником при питании от источника синусоидального напряжения.
70. Форма кривых напряжения, тока, магнитного потока идеальной катушки со стальным сердечником при питании от источника синусоидального тока.
71. Расчет тока идеальной катушки со стальным сердечником.
72. Форма кривых напряжения, тока, магнитного потока катушки со стальным сердечником при учете потерь на гистерезис.
73. Потери в стали на перемагничивание.
74. Схемы замещения реальной катушки со стальным сердечником. Расчет тока катушки, построение векторной диаграммы.
75. Феррорезонанс напряжений и токов.
76. Ферромагнитный стабилизатор напряжения.
77. Расчет цепей переменного тока с диодами.
78. Выпрямление однофазного переменного тока.
79. Выпрямление трёхфазного переменного тока.

# Пример экзаменационного билета ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень высшего профессионального образования:

бакалавриат

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

Направление подготовки (специальность):

13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

(код, название)

Направленность (профиль):

Электроэнергетические системы и сети

(название)

Семестр:

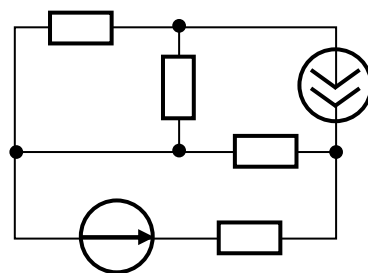
3

Учебная дисциплина:

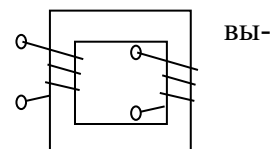
Теоретические основы электротехники

## БИЛЕТ № 1

1. Для приведенной цепи выполнить следующее: обозначить элементы; составить систему уравнений по законам Кирхгофа для нахождения токов в ветвях; составить систему уравнений для расчёта токов методом узловых потенциалов; записать токи ветвей через потенциалы узлов; составить формулу баланса мощностей.

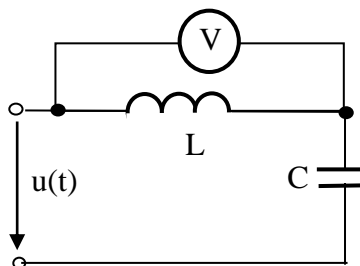


2. Дать определение индуктивно связанных элементов; их одноименных выводов. Обозначить одноименные выводы катушек, показанных на рисунке.



3.  $u(t) = 200 \cdot \sin(\omega t) + 50 \cdot \sin(5\omega t - 30^\circ)$  В,  
 $\omega L = 25$  Ом;  $1/\omega C = 125$  Ом.

Определить показание вольтметра электромагнитной системы; найти действующее значение тока. Построить график тока  $i(t)$ .



4. На вход симметричного четырехполюсника с коэф.  $D=0.5$  и  $B=j20$  Ом подано напряжение  $U=200$  В, а на выходе включено активное сопротивление нагрузки  $r=100$  Ом. Определите ток на его входе.

Утверждено на заседании кафедры электромеханики и ТОЭ,  
протокол № \_\_\_ от \_\_. \_\_. 20\_\_ г.

Зав. кафедрой

Журавель Е.А.

Экзаменатор

Журавель Е.А.

## КРИТЕРИИ

### оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
(направленность (профиль): Электроэнергетические системы и сети)

Экзаменационная оценка выставляется по результатам написанной студентом во время экзамена работы. Экзаменационный билет содержит четыре задания (два теоретических вопроса и две задачи). Теоретический вопрос оценивается максимум в 20 баллов, задачи – по 30 баллов. За каждую допущенную неточность снимаются 2 балла, за существенную ошибку, повлиявшую на результат – 5 баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

## 4.3 Критерии оценивания



Студенты заочной формы обучения допускаются к сдаче экзамена при условии выполнения контрольной работы.

Экзаменационная оценка выставляется по результатам написанной студентом во время экзамена работы. Критерии оценивания экзаменационной работы приведены в п. 4.2.

**Текущий контроль** знаний студентов очной и очно-заочной форм обучения производится по результатам практических занятий, во время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

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 / зачтено
80-89	B	Хорошо / зачтено
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно / зачтено
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно / не зачтено
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на лабораторных (практических) занятиях

Текущие опросы проводятся по перечню экзаменационных вопросов, приведенных в п. 4.2.

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам лабораторных работ и индивидуальных заданий; студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы.

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения лабораторных занятий (15 минут вначале лабораторной работы).

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы с получением отметки преподавателя о выполнении), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

#### Пример текущего опроса на занятиях

На примере темы «ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПО ДВУХПРОВОДНОЙ ЛИНИИ»

1. Как будет изменяться напряжение на зажимах приёмника энергии при уменьшении его сопротивления, если напряжение в начале линии неизменно?
2. Как определяется ток в линии передачи в режиме короткого замыкания?
3. При каком значении отношения  $r_2/r_n$  мощность приёмника  $P_2$  будет максимальной? Каков при этом КПД линии?
4. Каково назначение реостата  $r_1$ , включаемого в начале линии?
5. Как можно определить КПД  $\eta$  линии?

6. Как определяются  $I$ ,  $U_2$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ , и  $\eta$
- а) при холостом ходе линии?
  - б) при коротком замыкании линии?
7. Чему равен КПД  $\eta$  линии при максимальном токе нагрузки?
8. Как записать условие передачи максимальной мощности от генератора в нагрузку, если  $r_n=0$ , т.е. если нагрузка включена непосредственно на зажимы источника?

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *I Основная литература*

1 621.3 Б53 **Бессонов Л.А.** Теоретические основы электротехники. Электрические цепи [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / Бессонов Лев Алексеевич ; Л.А. Бессонов. - 12-е изд., испр. и доп. - 297 Мб. - Москва : Юрайт, 2016. - 1 файл. - (Бакалавр. Углубленный курс). - Систем. требования: Acrobat Reader.

**URL:** <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9856.pdf> –Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 621.3 А76 **Аполлонский С.М.** Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника", "Электроника и микроэлектроника" / Аполлонский Станислав Михайлович, Виноградов Александр Леонидович ; С.М. Аполлонский, А.Л. Виноградов. - 4 Мб. - Москва : КНОРУС, 2016. - 1 файл. - (Бакалавриат). - Систем. требования: Acrobat Reader.

**URL:** <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9850.pdf>

### *II Дополнительная литература*

3. 621.3 М33 **Матвиенко В.А.** Основы теории цепей [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Матвиенко Виталий Александрович ; В.А. Матвиенко. - 4 Мб. - Екатеринбург : УМЦ УПИ, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

**URL:** <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9860.pdf>

4. 621.3 Б28 **Батура М.П.** Теория электрических цепей [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Батура Михаил Павлович, Кузнецов Александр Петрович, Курулев Александр Петрович ; М.П. Батура, А.П. Кузнецов, А.П. Курулев ; под общ. ред. А.П. Курулева. - 3-е изд., перераб. - 23 Мб. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

**URL:** <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9851.pdf>

5. 621.3 Н50 **Немцов М.В.** Электротехника [Электронный ресурс] : учебник для вузов : в 2 кн. Кн. 2 / Немцов Михаил Васильевич ; М.В. Немцов. - 54 Мб. - Москва : ИЦ "Академия", 2014. - 1 файл. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Систем. требования: Acrobat Reader

**URL:** <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9853.pdf>

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

**6.** Лабораторный практикум по теоретический электротехнике [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донецкий национальный технический университет" ; ГОУ ВПО "ДонНТУ" ; сост.: А.В. Корощенко и др. - 2 Мб. - Донецк: ДонНТУ, 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

**URL:** <http://ea.donntu.ru/handle/123456789/31105> .

**7.** Теоретические основы электротехники. Применение современных вычислительных средств : учеб. пособие / А. В. Корощенко [и др.]. Донецк : ДонНТУ, 2016. 186 с.

**URL:** <http://ed.donntu.ru/books/cd3210.pdf> .

**8.** Сборник задач по теоретической электротехнике. Ч. 1 : учеб. пособие для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования / А. В. Корощенко, Е. А. Журавель, В. Х. Антамонов ; ГОУВПО «ДОННТУ». – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

**URL:** <http://ed.donntu.ru/books/21/cd10254.pdf> .

**9.** Сборник задач по теоретической электротехнике. Ч. 2 : учеб. пособие для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования / А. В. Корощенко, Е. А. Журавель, В. Х. Антамонов и др. ; ГОУВПО «ДОННТУ». – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).

**10.** Методические указания и индивидуальные задания по теоретической электротехнике [Электронный ресурс] : для студентов программы профессионального образования «бакалавриат» по направлениям подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 11.03.01. «Радиотехника», 10.03.01 «Информационная безопасность», 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», 01.03.04 «Прикладная математика» заочной формы обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электромеханики и ТОЭ ; сост.: А. В. Корощенко, Е. А. Журавель, В. Е. Михайлов [и др.]. – Электрон. дан. (1 файл: 1,5 Мб). - Донецк : ДОННТУ, 2017. – Систем. Требования: Acrobat Reader.

**URL:** <http://ea.donntu.ru/handle/123456789/33802>

**11.** Методические рекомендации к выполнению индивидуальных заданий и организации СРС при подготовке к практическим занятиям по дисциплине «Теоретические основы электротехники» [Электронный ресурс] : для обучающихся уровня профессионального образования «бакалавриат» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электромеханики и ТОЭ ; сост.: Е. А. Журавель, А. В. Корощенко, М. В. Апухтин. – Электрон. дан. (1 файл: 2,1 Мб). - Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. Требования: Acrobat Reader.

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

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Лекционные занятия:**

Учебная аудитория №1.101 учебный корпус 1, для проведения занятий лекционного типа (мультимедийное оборудование), экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты.). Аудитория должна соответствовать стандартным требованиям, предъявляемым к лекционным аудиториям. К оснащению лекционных аудиторий дополнительные требования не предъявляются.

### **7.2 Лабораторные работы и практические занятия:**

Учебная аудитория 8.211 учебный корпус 8 (доска классная, 16 специализированных стендов для лабораторных работ, амперметры, вольтметры, однофазные ваттметры, автотрансформаторы, комплекты измерительных приборов К-50, катушки индуктивности, реостаты, магазины сопротивлений). Для эффективной работы студент может использовать пакеты ПО общего назначения (Microsoft Word; Microsoft Excel), специализированные программы (MathCAD). По выполненным лабораторным работам студент составляет отчеты. Отчёт оформляется на листах формата А4 в соответствии с требованиями, предъявляемыми кафедрой электромеханики и ТОЭ к отчётам о лабораторных работах. Защита отчётов происходит публично на аудиторном занятии преподавателю, ведущему занятия. Имеются бланки отчётов о лабораторных работах на электронном носителе.

### **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).