МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.13.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы электротехники 2

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Электроснабжение

Форма обучения: заочная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 7 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4	**Итого**
Форма контроля / **Вид занятий**	экзамен, РГР	
Лекции	4	4
Лабораторные	4	4
Практические	4	4
Руководство: РГР	1	1
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	13,35	13,35
Самостоятельная работа	230	230
Контроль	8,65	8,65
Итого	252	252

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 029A9A7B009EB0E2BC4C29FF3916A57B47
Владелец: Вахнина Вера Васильевна
Действителен: с 17.10.2023 до 28.04.2038

Рабочую программу составил(и):
старший преподаватель кафедры «Электроснабжение и электротехника», Шлыков С.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☑ Отсутствует

☐ Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2026 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «10 сентября 2020 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение электромагнитных явлений в цепях, представленными идеализированными элементами схем замещения при различных воздействиях и режимах; ознакомиться с терминологией и символикой теории нелинейных электрических и магнитных цепей, цепей с распределенными параметрами, в установившемся и динамическом режимах; изучение методов расчета, анализа и моделирования нелинейных электрических и магнитных цепей, цепей с распределенными параметрами, в установившемся и динамическом режимах с использованием схем замещения; освоение способов записи уравнений состояния элементов и участков цепей в динамических режимах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика», «Физика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: : «Метрология», «Промышленная электроника», «Электрические машины», «Информационно-измерительная техника в электроэнергетике», «Электрический привод», «Электроэнергетические системы и сети», «Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах», «Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения», «Моделирование систем электроснабжения» и другие специальные дисциплины.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	**Индикаторы достижения компетенций** (код и наименование)	**Планируемые результаты обучения**
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	Знать: основы теории нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока
		Уметь: проводить анализ и моделировать нелинейные электрические цепи постоянного и переменного тока
		Владеть: навыками работы с программами математических и компьютерных моделей
	ОПК-4.2 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знать: основы теории переходных процессов в электрических цепях
		Уметь: проводить анализ и моделировать электрические цепи в переходных процессах при воздействии источников постоянного и переменного напряжения и тока.
		Владеть: навыками работы с

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	**Индикаторы достижения компетенций** (код и наименование)	**Планируемые результаты обучения**
		пакетами математических программам при расчете переходных процессов
	ОПК-4.3 Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Знать: основы теории длинных линий при воздействии источников постоянного и переменного напряжения и тока
		Уметь: проводить расчет и анализ цепей с распределенными параметрами
		Владеть: навыками работы с программами математических и компьютерных моделей.

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1. Теория нелинейных электрических и магнитных цепей.	Лек.	1.1. Нелинейные элементы цепей, их параметры и математические модели. Расчет нелинейных резистивных цепей постоянного тока. Спектральный метод расчета электрических цепей. Разложение в ряд Фурье. Нахождение коэффициентов ряда Фурье. Определение показаний приборов. Магнитные цепи. Анализ магнитных цепей при постоянных намагничивающих силах. Закон полного тока. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Схемы замещения магнитной цепи электрической цепью. Магнитные цепи при периодических намагничивающих силах. Потери энергии в магнитопроводе. Схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником.	4	1		-	
	Пр.	1.2. Расчет нелинейных электрических и магнитных цепей. Расчет электрических цепей при несинусоидальном воздействии.	4	1		-	Комплект тестовых заданий
	Ср.	1.3. Подготовка к физическому эксперименту.	4	2		-	Отчет по лабораторной работе №1
	Лаб.	1.4. Исследование магнитных цепей переменного тока.	4	1		-	Отчет по лабораторной работе №1

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср	1.5. Оформление отчета по лабораторной работе №1	4	3		-	Отчет по лабораторной работе №1
	Ср	1.6. Изучение теоретического материала по разделу 2 учебного курса «Теоретические основы электротехники 2» Решение и оформление задачи 1 РГР 2	4	76			Комплект заданий РГР 2
2. Переходные процессы в линейных электрических цепях и методы их расчета	Лек.	2.1. Основные понятия о переходных процессах. Причины возникновения переходных процессов. Законы коммутации. Методы расчета переходных процессов. Алгоритм расчета переходных процессов классическим методом. Примеры расчёта цепей первого и второго порядков.	4	1		-	
	Пр.	2.2. Расчет переходных процессов классическим методом в цепях первого и второго порядка.	4	1		-	Комплект тестовых заданий
	Лек.	2.3. Алгоритм расчета переходных процессов операторным методом. Примеры расчёта цепей первого и второго порядков. Анализ переходных процессов после некорректных коммутаций. Численные методы решения дифференциальных уравнений.	4	1		-	
	Пр.	2.4. Расчет переходных процессов операторным и численным методами.	4	1		-	Комплект тестовых заданий
	Ср	2.5. Изучение теоретического материала по разделу 3 учебного курса «Теоретические основы электротехники 2»	4	80			Комплект заданий РГР 2

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Решение и оформление задачи 2 РГР 2					
3. Методы анализа линейных цепей с многополюсными элементами и цепей с распределенными параметрами	Лек.	3.1. Основы теории четырехполюсников. Первичные и вторичные параметры четырехполюсников. Формы записи уравнений и схемы соединений четырехполюсников. Понятие об электрических фильтрах. Особенности цепей с распределёнными параметрами. Уравнение однородной длинной линии. Первичные и вторичные параметры линии. Прямая и обратная волны в длинной линии. Линия без искажений. Линия без потерь. Стоячие и бегущие волны. Согласование линии с нагрузкой.	3	1		-	
	Ср.	3.2. Подготовка к физическому эксперименту.	4	1		-	Отчет по лабораторной работе №2
	Лаб.	3.3. Исследование пассивных четырехполюсников.	4	1		-	Отчет по лабораторной работе №2
	Пр.	3.4. Расчет параметров четырехполюсников и электрических фильтров. Расчет параметров длинных линий.	4	1		-	Комплект тестовых заданий
	Ср.	3.5. Подготовка к физическому эксперименту.	4	1		-	Отчет по лабораторной работе №3
	Лаб.	3.6. Исследование цепей с распределенными	4	1		-	Отчет по

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		параметрами.					лабораторной работе №3
	Ср	3.7. Оформление отчета по лабораторным работам №2 и №3	4	3		-	Отчет по лабораторной работе №2 и №3
	Ср	3.8. Изучение теоретического материала по разделу 3 учебного курса «Теоретические основы электротехники 2» Решение и оформление задачи 3 РГР 2	4	56			Комплект заданий РГР 2
4. Все разделы		Контроль	4	35,65			Проверка тестовых заданий
5. Все разделы	ПА	Сдача экзамена	4	0,35		-	Экзамен
			Итого:	**252**			

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Теоретические основы электротехники 2», используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- практические занятия в виде решения индивидуальных тестовых заданий и задач РГР, в качестве закрепления теоретического материала; освоение пакетов прикладных математических программ и компьютерных моделей;
- выполнение лабораторных работ, которые позволяют понять физические процессы, происходящие в нелинейных электрических и магнитных цепях, цепях с сосредоточенными и распределенными параметрами в установившемся и динамическом режимах;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лабораторным и практическим занятиям, решение расчетно-графической работы, а также освоение теоретического материала.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания при подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются темы и связанные с ними теоретические и практические вопросы расчета и анализа нелинейных электрических и магнитных цепей, цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами в установившемся и динамическом режимах; даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим и лабораторным занятиям. Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому пропуски отдельных лекционных занятий не позволяют разобраться в последующих темах учебного курса. Обучающимся необходимо: перед каждым занятием просматривать конспекты лекций, ее основные вопросы; вспомнить сущность метода расчета и алгоритм решения задач; воспользоваться, при необходимости, списком рекомендованной литературы. При затруднениях в восприятии теоретического материала следует обратиться к конспектам лекций, к основным литературным источникам или задать вопросы преподавателю на практических и лабораторных занятиях.

6.3. Методические указания при подготовке к практическим занятиям.

В ходе проведения практических занятий углубляются и закрепляются знания, умения и навыки обучающимся методам расчета и моделирования нелинейных электрических и магнитных цепей, цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами в установившемся и динамическом режимах. На практических занятиях развиваются навыки использовать в расчетах электрических цепей пакеты прикладных математических программ, а также навыки создания компьютерных моделей. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

– изучить теоретические материалы по конспектам лекций;

– закрепить алгоритм решения задач определенным методом;

– подготовить список неясных вопросов по теоретической части учебного курса.

6.4. Методические указания при подготовке к лабораторным занятиям.

В ходе проведения лабораторных занятий происходит углубление обучающимися понимания процессов, происходящих в нелинейных электрических и магнитных цепях, цепях с сосредоточенными и распределенными параметрами в установившемся и динамическом режимах; приобретаются умения и навыки физического исследования нелинейных электрических и магнитных цепей в установившемся и динамических режимах; обучающиеся приобретают навыки диагностики и отыскания неисправности в нелинейных

электрических и магнитных цепях, а также при обработке экспериментальных данных. При подготовке к лабораторным занятиям каждый обучающийся должен:

– изучить теоретические материалы по конспектам лекций;

– закрепить алгоритм решения задач определенным методом;

– выполнить индивидуальное домашнее задание, согласно методическому пособию по лабораторным работам учебного курса.

6.5. Методические указания к выполнению расчетно-графической работы.

Задание расчётно-графической работы включает в себя несколько подзадач, выполняемых обучающимся самостоятельно. Каждая подзадача является индивидуальной и задается вариантом, который определяется по двум последним цифрам студенческого билета. Образец выполнения задания расчётно-графической работы содержится в соответствующем пособии по учебному курсу. В результате освоения курса, обучающийся демонстрирует навыки освоения методов расчета нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока; учится определять расчетным путем показания измерительных приборов. Графическая часть работы содержит построение временных графиков токов и напряжений расчетной электрической цепи при несинусоидальном воздействии и в переходном процессе. Защита расчетной-графической работы происходит в виде решения тестового задания.

6.6. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам, учебным пособиям и конспектам лекций с подготовкой к лабораторным и практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой учебного курса осуществляется в ходе лабораторных и практических занятий, а также при выполнении расчетно-графической работы (решение практических задач, отчет по лабораторной работе, тестирование).

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ОПК-4 (ОПК – 4.1)	Расчетно-графическая работа №2. Задача 1 Отчет по лабораторным работам №1, №2 Тестовые задания № 1 – 50, №121 – 150. Вопросы к экзамену № 1 – 26, №49 – №54.
	ОПК-4 (ОПК – 4.2)	Расчетно-графическая работа №2. Задача 2 Тестовые задания № 51 – 90. Вопросы к экзамену № 27 – №48.
	ОПК-4 (ОПК – 4.3)	Расчетно-графическая работа №2. Задача 3 Отчет по лабораторной работе №3. Тестовые задания № 91 – 120. Вопросы к экзамену № 55 – 63.

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы

Типовые примеры заданий

Задача №1 «Расчет нелинейной электрической цепи переменного тока»

В заданной, согласно варианту, расчетной электрической цепи необходимо:

1. Произвольно задайтесь максимальным значением входного напряжения. Изобразите временные диаграммы на интервале двух периодов входного и выходного напряжений полупроводникового выпрямителя согласно варианту (пакет Mathcad), считая полупроводниковый диод идеальным.

2. Разложите в ряд Фурье кривую выходного напряжения полупроводникового выпрямителя $u_{выпр}(t)$, ограничившись пятью ненулевыми гармоническими составляющими ряда. Запишите получившееся выражение несинусоидальной функции напряжения $u_{выпр}(t)$ и постройте данную кривую напряжения на интервале двух периодов. Постройте спектр амплитуд и фаз полученного сигнала;

3. Определите показания приборов различных систем измерения: вольтметр *PV*1 – прибор магнитоэлектрической системы; вольтметр *PV*2 – прибор электромагнитной системы; вольтметр *PV*3 – прибор выпрямительной системы;

4. Рассчитайте напряжение $u_{\text{Н}}(t)$, от каждой составляющей ряда Фурье, в нагрузочном резисторе, считая, что в качестве фильтра используется *L*-фильтр. Запишите полученное выражение $u_{\text{Н}}(t)$. Постройте кривую напряжения $u_{\text{Н}}(t)$ и сравните с кривой напряжения пункта 2. Постройте спектр амплитуд и фаз полученного сигнала. Определите действующее значение напряжения нагрузки;

5. Рассчитайте напряжение $u_{\text{Н}}(t)$, от каждой составляющей ряда Фурье, в нагрузочном резисторе, считая, что в качестве фильтра используется *C*-фильтр. Запишите

полученное выражение $u_{\text{Н}}(t)$. Постройте кривую напряжения $u_{\text{Н}}(t)$ и сравните с кривой напряжения пункта 2. Постройте спектр амплитуд и фаз полученного сигнала. Определите действующее значение напряжения нагрузки;

6. Изобразите схему заграждающего (полосового) *L*-*C*-фильтра, который необходимо включить для подавления (пропускания) одной частоты гармоники заданной вариантом (таблица 2). Рассчитайте параметры *L*-*C*-фильтра. Рассчитайте напряжение $u_{\text{Н}}(t)$, от каждой составляющей ряда Фурье, в нагрузочном резисторе и построить кривую напряжения $u_{\text{Н}}(t)$.

Задача №2 «Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях первого и второго порядка»

В заданной, согласно варианту, расчетной электрической цепи необходимо:

1 Рассчитайте переходный процесс *классическим методом*, для этого величину одного из реактивных элементов (*L* или *C*) примите равным нулю. Определите законы изменения переходных напряжений на каждом элементе расчетной цепи. Следует учесть, что ключ *S* переключается из положения 1 в положение 2 в момент времени $t = 0$.

2 Рассчитайте установившийся режим до коммутации. Определите законы изменения напряжений на всех элементах электрической цепи и токов, протекающих в ветвях.

3 Рассчитайте установившийся режим после коммутации (принужденный режим). Определите законы изменения напряжений на всех элементах электрической цепи и токов, протекающих в ветвях.

4 Рассчитайте свободный режим для момента времени $t = 0$, применяя законы коммутации.

5 Запишите законы изменения переходных напряжений на всех элементах электрической цепи и переходных токов, протекающих в ветвях. Постройте графики переходных напряжений и токов.

6 Рассчитайте переходный процесс в линейной электрической цепи с двумя реактивными элементами методом *переменных состояния*. Следует учесть, что ключ *S* переключается из положения 2 в положение 3 в момент времени $t = 10\tau$.

7 Сделайте необходимые выводы по работе

Задача №4«Расчет электрических цепей с распределенными параметрами»

В заданной, согласно варианту, расчетной электрической цепи необходимо:

1. Определить вторичные параметры линии: волновое сопротивление, коэффициент затухания и коэффициент фазы.

2. Найти входное сопротивление линии в режиме нагрузки, при холостом ходе и коротком замыкании.

3. Рассчитать напряжение на входе линии, токи в начале и конце линии, потерю напряжения в линии.

4. Найти активную мощность в начале линии и КПД передачи.

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Расчет нелинейной электрической цепи переменного тока.
2.	Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях первого и второго порядка.
3.	Расчет электрических цепей с распределенными параметрами.

Краткое описание и регламент выполнения

Расчётно-графическая работа состоит из трех задач, которые выполняются в письменной форме. Каждая задача оформляется в формате А4 и содержит расчетную, графическую части и обобщающий вывод. Студентам выдается методические указания к выполнению расчетно-графической работы, где прописывается формулировка варианта, приводится задание и образец выполнения каждой задачи. Необходимые для вычислений уравнения должны быть представлены в общем виде, а затем с подставленными числовыми значениями. Схемы, рисунки, графики, диаграммы должны быть выполнены в соответствии с ЕСКД. Оригинальность текста расчетно-графической работы проверяется в системе антиплагиат и должна составлять не менее 50%.

Критерии оценки:

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнены все пункты задачи и содержится необходимая графическая часть, а также отсутствуют грубые ошибки при расчетах;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если не выполнены все пункты задачи, отсутствует графическая часть, и сделаны грубые ошибки в двух или более пунктах.

7.2.1. Комплект отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа №1 «Исследование нелинейной индуктивности и явления феррорезонанса»

Форма отчета по лабораторной работе №1

Выполнить индивидуальную расчетную часть; Исследовать зависимость параметров катушки с ферромагнитным сердечником от приложенного напряжения; Исследовать явление резонанса напряжения в цепи с нелинейной индуктивностью.

Лабораторная работа №2 «Исследование пассивных четырехполюсников»

Форма отчета по лабораторной работе №2

Определить с помощью опытов холостого хода и короткого замыкания коэффициенты уравнений исследуемого четырехполюсника; Определить параметры элементов Т-схемы замещения исследуемого четырехполюсника.

Лабораторная работа №3 «Исследование распределения напряжения вдоль однородной длинной линии»

Форма отчета по лабораторной работе №3

Экспериментально снять распределение действующего значения напряжения вдоль однородной длинной линии при холостом ходе, коротком замыкании и в согласованном режиме; Получить графики распределения напряжения расчетным путем однородной длинной линии при холостом ходе, коротком замыкании и в согласованном режиме; Отобразить распределения напряжения от длины однородной линии при экспериментальном исследовании и при помощи расчета.

Краткое описание и регламент выполнения

Отчет по лабораторным работам содержит расчетную, графическую части и обобщающий вывод. При выполнении физического эксперимента в лаборатории, снимаются показания приборов и в дальнейшем они обрабатываются расчетным путем. По результатам вычислений выполняется определенная графическая часть отчета. Оформление отчета

происходит студентом самостоятельно. На каждую лабораторную работу отводиться 2 учебных часа.

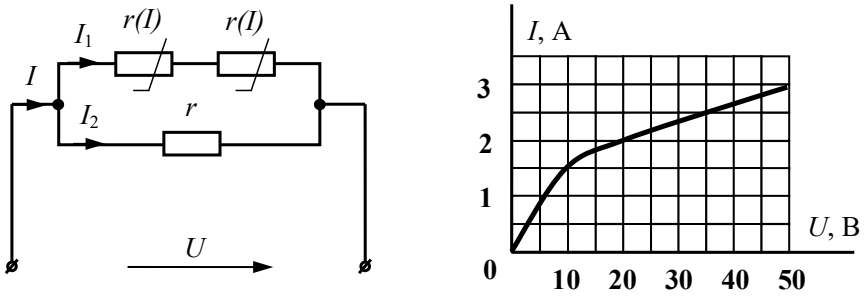
Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнены все пункты исследования и содержатся необходимая графическая часть, обобщающий вывод по лабораторной работе;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если сделаны грубые ошибки в двух или более пунктах и даны неправильные ответы на дополнительные вопросы.

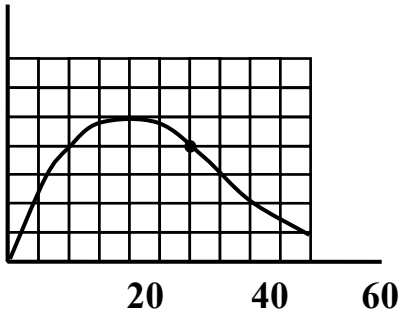
7.2.2. Комплект примерных тестовых заданий к практическим занятиям

Задание 1



В нелинейной электрической цепи постоянного тока $I_2 = 4$ А, $r = 10$ Ом.
Ток *I* равен … А.

Задание 2



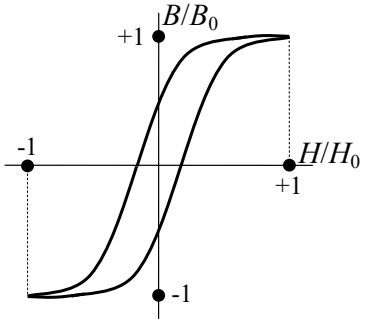
Определите динамическое сопротивление в рабочей точке А.

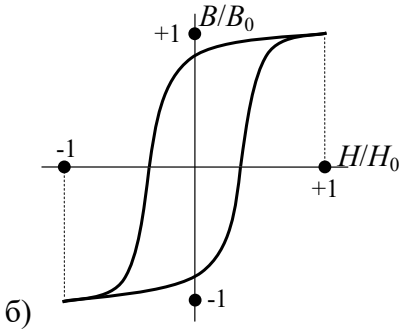
Задание 3

Предельная статическая петля гистерезиса ферромагнитного материала, у которой наибольшая остаточная магнитная индукция имеет вид…

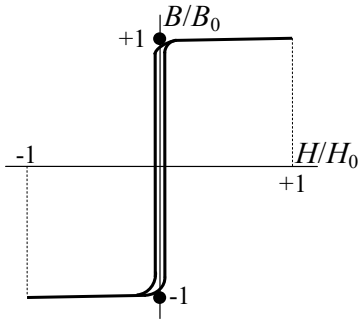
Варианты ответов:

а)





б)

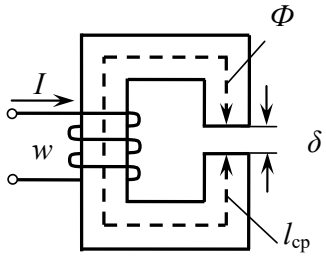


в)

Задание 4

К обмотке катушки, имеющей W = 5 витков и R = 8 Ом, приложено постоянное напряжение U = 40 В. **Величина МДС,** создаваемая катушкой равна … А.

Задание 5



МДС у приведенной магнитной цепи определяется уравнением ...

Варианты ответов:

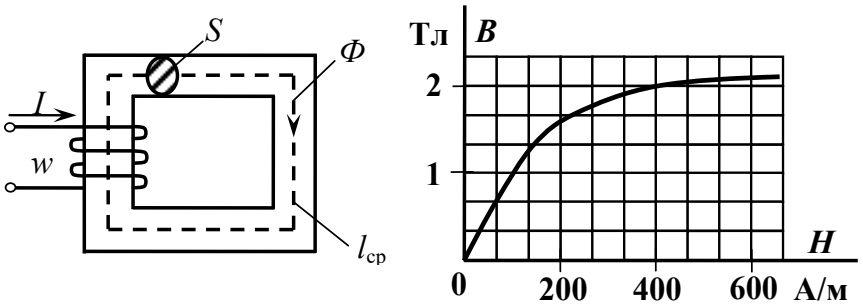
а) $Iw = \Phi l_{ср} + \Phi_{\delta}\delta$;

б) $Iw = Hl_{ср} + H_{\delta}\delta$;

в) $Iw = Bl_{ср} + B_{\delta}\delta$;

г) $Iw = \dfrac{H}{l_{ср}} + \dfrac{H_{\delta}}{\delta}$.

Задание 6



Если величина МДС F = 200 А, длина средней линии $l_{ср}$ = 0,5 м, площадь поперечного сечения магнитопровода$S = 1 \cdot 10^{-2}$ м^2 и дана основная кривая намагничивания

материала сердечника, то магнитный поток Φ составит…

Задание 7

К катушке с ферромагнитным сердечником с числом витков w приложено напряжение $u = U_m \sin \omega t$. Выражение, для определения магнитного потока в сердечнике по закону электромагнитной индукции имеет вид …

Варианты ответов:

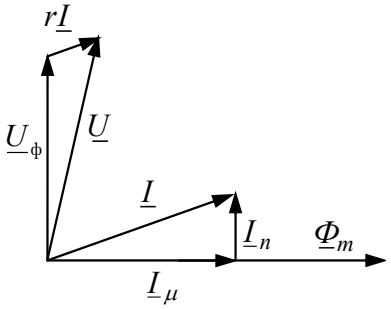
а) $\Phi = \frac{U_m}{w\omega} \sin(\omega t + 90^\circ)$;

б) $\Phi = \frac{U_m}{w\omega} \sin \omega t$;

в) $\Phi = \frac{U_m}{w\omega} \sin(\omega t - 90^\circ)$;

г) $\Phi = \frac{U_m}{\omega} \sin(\omega t + 90^\circ)$.

Задание 8



В магнитной цепи с переменной МДС напряжение $\underline{U}$, согласно векторной диаграмме, найдется из уравнения …

Варианты ответов:

а) $\underline{U} = jx_s \underline{I} + \underline{U}_\phi$

б) $\underline{U} = r\underline{I} + jx_s \underline{I} + \underline{U}_\phi$

в) $\underline{U} = r\underline{I} + \underline{U}_\phi$

г) $\underline{U} = r\underline{I} + jx_s \underline{I} - \underline{U}_\phi$

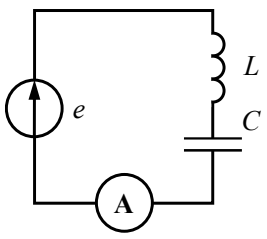
Задание 9

Несинусоидальное напряжение, представлено рядом Фурье: $u = 80\sqrt{2}\cos(\omega t) + 26\sqrt{2}\cos(2\omega t)$.

Действующее значение напряжения равно … В.

Ответ округлите до целых чисел.

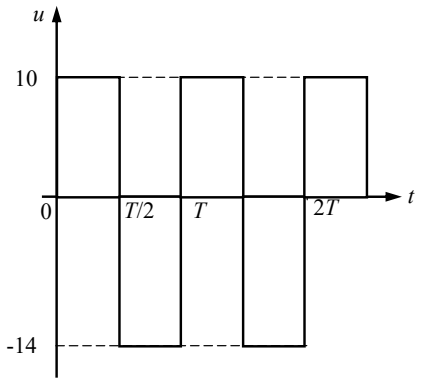
Задание 10



Определить показание амперметра электромагнитной системы, если

$e = 100 + 200\sqrt{2}\sin(3\omega t) + 150\sqrt{2}\sin(4\omega t)$ В, $\omega L = 10$ Ом, $\dfrac{1}{\omega C} = 120$ Ом.

Задание 11

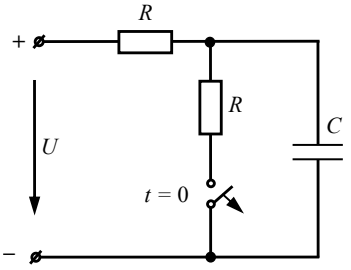


Определите постоянную составляющую несинусоидального периодического напряжения.

Задание 12

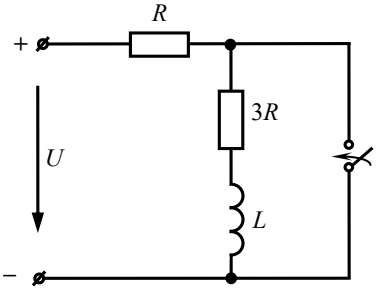
Несинусоидальное напряжение, представлено рядом Фурье:
$u = 230\cos(200t + 34^\circ) + 94\cos(600t + 18^\circ) + 42\cos(1000t - 6^\circ)$.
Угловая частота пятой гармоники напряжения равна … c^{-1}.

Задание 13



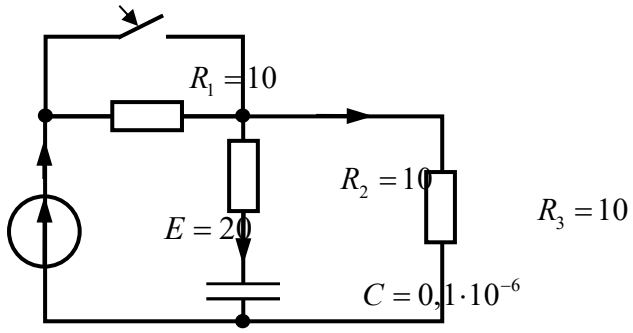
Независимое начальное условие записывается выражением …
Варианты ответов:
а) $i_C(0_-) = i_C(0_+) = U/R$;
б) $u_C(0_-) = u_C(0_+) = U$;
в) $i_C(0_-) = i_C(0_+) = U/(2R)$;
г) $u_C(0_-) = u_C(0_+) = U/2$.

Задание 14



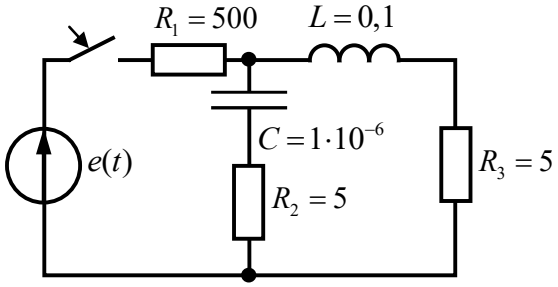
Если в электрической цепи $R = 2$ Ом, $L = 0{,}6$ Гн,
то постоянная времени переходного процесса τ составит … с.

Задание 15



В момент коммутации $t = 0_+$ значение тока $i_2(0_+)$ равно …

Задание 16



Характер переходного процесса в электрической цепи …

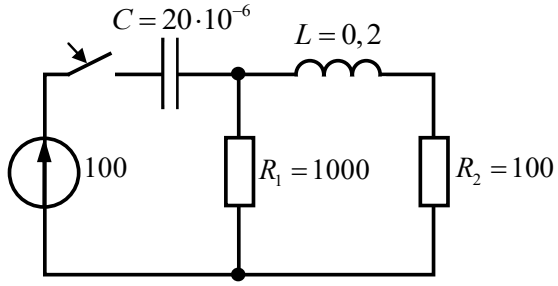
Варианты ответов:

а) апериодический

б) критический

в) колебательный

Задание 17



Найдите значения $u_C(0_+)$ и $u_C'(0+)$ для численного решения дифференциального уравнения второго порядка относительно u_C в заданной цепи …

Варианты ответов:

а) 0 В; 100 В/с;

б) 0 В; 5000 В/с;

в) 0 В; 500 В/с;

г) 100 В; 0 В/с.

Задание 18

$$\frac{du_{C2}}{dt} = a_1 u_{C1} + a_2 u_{C2} + a_3 u_{R1} + b_1 i_{L1} + b_2 i_{L2} + a_4 e_1(t)$$

Укажите какое слагаемое после знака равенства в приведённом уравнении из системы уравнений, составленной по методу переменных состояния, необходимо исключить?

Варианты ответов:

а) 1

б) 2

в) 3
г) 4
д) 5
е) 6

Задание 19

По результатам исследования четырёхполюсника со стороны первичных зажимов и в режиме короткого замыкания со стороны вторичных зажимов:

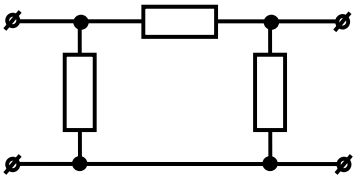
$\underline{U}_1 = 100e^{j90^\circ}$, $\underline{I}_1 = 5e^{j90^\circ}$, $\underline{I}_2 = 3e^{j90^\circ}$,

определить $\left|\underline{Y}_{21}\right|$ для системы уравнений четырёхполюсника

$$\begin{cases} \underline{I}_1 = \underline{Y}_{11}\underline{U}_1 + \underline{Y}_{12}\underline{U}_2 \\ \underline{I}_2 = \underline{Y}_{21}\underline{U}_1 + \underline{Y}_{22}\underline{U}_2 \end{cases}.$$

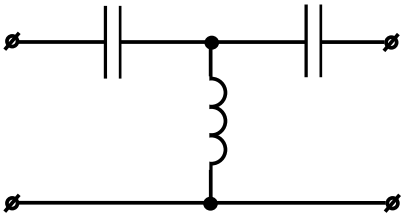
В ответе десятичная дробь разделяется точкой или запятой.

Задание 20



Указанная схема фильтра соответствует …
Варианты ответов:
а) мостовая
б) Г-образная
в) Т-образная
г) П-образная
д) Т-образная уравновешенная
е) П-образная уравновешенная.

Задание 21



На рисунке представлена схема фильтра …
Варианты ответов:
а) низких частот
б) высоких частот
в) полосного
г) заграждающего

Задание 22

К длинной линии с волновым сопротивлением 75 Ом в режиме с нагрузкой 125 Ом подключен источник постоянной ЭДС.

Прямая волна тока 400 мА.

Чему равен ток в конце линии после отражения (в мА)?

Задание 23

Даны первичные параметры длинной линии без потерь $L_0 = 40 \cdot 10^{-9}$ Гн, $C_0 = 4 \cdot 10^{-12}$ Ф.

Определите волновое сопротивление (в Ом).

Задание 24

Даны первичные параметры длинной линии без потерь $L_0 = 20 \cdot 10^{-9}$ Гн, $C_0 = 8 \cdot 10^{-12}$ Ф. Определите длину волны (в метрах) для сигнала с частотой 10^6 Гц.

Краткое описание и регламент выполнения

Тестовые задания решаются с помощью пакетов математических и компьютерных моделей. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок

Критерии оценки:

- «зачтено» - решен пакет задач на практическом занятии и сделаны незначительные ошибки;
- «не зачтено» - сделаны грубые ошибки в двух заданиях или более.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 4

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Нелинейные элементы, классификация, их свойства и характеристики.
2	Способы описания характеристик нелинейных элементов.
3	Графические методы расчета нелинейных цепей постоянного тока при последовательном и параллельном соединении элементов.
4	Графические методы расчета нелинейных цепей постоянного тока при смешанном соединении элементов
5	Расчет нелинейных цепей методом эквивалентного генератора.
6	Приведение нелинейной цепи к линейной. Методы линеаризации и аппроксимации.
7	Расчет нелинейной цепи методом двух узлов.
8	Статическое и дифференциальное сопротивления нелинейных элементов, их определение и назначение сопротивлений.
9	Общая характеристика частотного анализа цепей. Спектральное представление периодических сигналов.
10	Разложение периодической несинусоидальной функции в ряд Фурье. Аналитические выражения нахождения коэффициентов ряда Фурье.
11	Связь формы кривой несинусоидальной функции и коэффициентов ряда Фурье. Определение и свойства коэффициентов ряда Фурье.
14	Расчет цепи при действии несинусоидальных сигналов. Действующие значения токов и напряжений.
15	Влияние характера цепи на преобразование спектра сигнала.
16	Энергетические характеристики несинусоидальных сигналов. Мощность при несинусоидальных периодических воздействиях.
17	Резонансные явления в цепях несинусоидального тока. Влияние индуктивностей и емкостей на форму кривых тока и напряжения.
18	Высшие гармоники в трехфазных цепях. Влияние гармоник кратных трем на режимы работы в трехфазных цепях.
19	Определение магнитной цепи. Классификация магнитных цепей.
20	Законы магнитных цепей. Аналогии между магнитными и электрическими цепями.
21	Расчёт неоднородной неразветвлённой магнитной цепи с постоянной МДС. Прямая и обратная задачи.
22	Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей.
23	Магнитная цепь с переменной МДС. Схема замещения, элементы схемы замещения, назначение.
24	Уравнение электрического состояния, схема замещения и векторная диаграмма катушки индуктивности с магнитопроводом в цепи синусоидального напряжения.
25	Феррорезонанс при последовательном соединении нелинейной катушки и конденсатора. Коэффициент стабилизации по напряжению.
26	Природа потерь в магнитной цепи переменной МДС.
27	Понятия о переходных процессах. Законы коммутации. Энергетическое обоснование законов.
28	Переходный и принуждённый режимы. Пояснить графически и аналитически связь между ними.

№ п/п	Вопросы к экзамену
29	Переходный и свободный режимы. Пояснить графически и аналитически связь между ними. Аналитическое описание свободных режимов.
30	Независимые и зависимые начальные условия. Порядок расчета переходных процессов классическим методом.
31	Составление характеристического уравнения. Связь между числом реактивных элементов и количеством корней.
32	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: подключение *R*-*L*-цепи к источнику постоянного напряжения.
33	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: короткое замыкание *R*-*L*-цепи.
34	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: отключение *R*-*L*-цепи от источника постоянного напряжения. Причины возникновения опасных перенапряжений.
35	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: подключение *R*-*L*-цепи к источнику переменного напряжения.
36	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: подключение *R*-*C*-цепи к источнику постоянного напряжения.
37	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: короткое замыкание *R*-*C*-цепи.
38	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: подключение *R*-*C*-цепи к источнику переменного напряжения.
39	Переходный процесс в линейных электрических цепях второго порядка: апериодический разряд конденсатора в *R*-*L*-*C*-цепи. Длительность переходного процесса.
40	Переходный процесс в линейных электрических цепях второго порядка: критический разряд конденсатора в *R*-*L*-*C*-цепи. Длительность переходного процесса.
41	Переходный процесс в линейных электрических цепях второго порядка: колебательный разряд конденсатора в *R*-*L*-*C*-цепи. Длительность переходного процесса.
42	Преобразование Фурье и Лапласа. Ограничения видов преобразований. Сущность операторного метода расчета.
43	Операторная схема замещения. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.
44	Обратное преобразование Лапласа. Нахождение оригиналов искомых функций.
45	Некорректные коммутации. Обобщенные законы коммутации.
46	Переходные и импульсные характеристики. Интеграл Дюамеля.
47	Метод переменных состояния. Составление систем уравнений методом переменных состояния.
48	Переходные процессы в нелинейных электрических цепях. Условия устойчивости электрических цепей.
49	Определение четырехполюсника. Виды, уравнения и параметры четырехполюсников.
50	Эквивалентные схемы четырехполюсников. Определение параметров четырехполюсников экспериментальным и расчетным путем.
51	Основные типы соединений четырехполюсников. Определение параметров составных четырехполюсников.
52	Входные и передаточные функции четырехполюсников.
53	Характеристические параметры четырехполюсников: постоянная передачи и характеристическое сопротивление четырехполюсника.

№ п/п	Вопросы к экзамену
54	Понятие электрического фильтра. Общие требования к фильтрам. Типы электрических фильтров.
55	Определение цепей с распределенными параметрами. Первичные параметры длинных линий.
56	Уравнения длинной линии для мгновенных значений токов и напряжений.
57	Решение системы уравнений длинных линий для установившегося режима при синусоидальном воздействии.
58	Вторичные параметры длинной линии. Постоянная распространения и волновое сопротивление длинной линии.
59	Уравнение передачи однородной линии с распределенными параметрами.
60	Падающие и отраженные волны в линии. Коэффициент отражения. Фазовая скорость.
61	Длинные линии без искажений. Длинные линии без потерь.
62	Режимы работы линии без потерь. Стоячие волны в линии без потерь.
63	Способы изменения волнового сопротивления длинной линии.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	85-100 баллов
		«хорошо»	70-84 баллов
		«удовлетворительно»	55-69 баллов
		«неудовлетворительно»	0-54 баллов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Атабеков Г. И.	Основы теории цепей	учебник	2020	ЭБС «Лань»
2.	Атабеков Г. И.	Теоретические основы электротехники	учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
3.	Бутырин П. А., Толчеев О.В., Шакирзянов Ф. Н.	Основы электротехники	учебник	2019	ЭБС "Консультант студента"
4.	Бычков Ю.А., Золотницкий В.М., Соловьева Е.Б., Чернышев Э.П.	Введение в теоретическую электротехнику	учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
5.	Гаврилов Л. П.	Расчет и моделирование линейных электрических цепей с применением ПК	учебник	2018	ЭБС "Консультант студента"
6.	Аполлонский С. М.	Теоретические основы электротехники	практикум: учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»
7.	Белецкий А. Ф.	Теория линейных электрических цепей	учебник	2017	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Гальперин М. В.	Электротехника и электроника	учебник	2020	ЭБС "ZNANIUM.CO

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
					М"
2.	Бутырин П. А., Толчеев О. В., Шакирзянов Ф. Н.	Основы электротехники	учебник	2019	ЭБС "Консультант студента"
3.	Исаев Ю. Н., Купцов А. М.	Практика использования системы MathCad в расчетах электрических и магнитных цепей	учебное пособие	2017	ЭБС «IPRbooks»
4.	Еремин М.Ю., Черников В.А., Афоничев Д.Н., Черемисинова Н.А.	Лабораторный практикум по электротехнике и электронике	лабораторный практикум	2017	ЭБС «IPRbooks»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analitics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;

– Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;

– Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;

– Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;

– Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;

– Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;

– NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1.	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2.	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3.	Mathcad Education - University Edition Subscription (25 pack)	Контракт № 469 от 05.06.2020 г.), срок действия - бессрочно
4	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 614 от 20.06.2023, срок действия – до 31.12.2023

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.	Экран телевизионный, ширма, прожектор на штативе, камера, стол преподавательский, стул преподавательский, транспарант-перетяжка, системный блок

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-705)	
2	Аудитория веб-конференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Э-405)	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет.
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)	Столы, стулья, компьютеры