

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

Б1.О.17.02
(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: 2022

Общая трудоемкость: 7 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные	4	4
Практические	4	4
Руководство: РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	12,35	12,35
Самостоятельная работа	231	231
Контроль	8,65	8,65
Итого	252	252

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 2027 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «08» сентября 2021 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», «Теоретические основы электротехники 1».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Информационно-измерительная техника в электроэнергетике», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические машины и привод», «Электроснабжение», Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах», «Техника высоких напряжений», «Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения» и другие специальные дисциплины» 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 программ 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 Переходные процессы в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами	Ср	1.1. Классический метод расчёта переходных процессов. Примеры	4	1	3	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Ср	1.2. Примеры решения задач классическим методом	4	1	3	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Ср	1.3. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях с двумя реактивными элементами классическим методом. Некорректные коммутации. Метод переменных состояния.	4	1	3	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Пр	1.4. Аналитическое решение задач по разделу 1	4	1	3	-	Комплект заданий, проверяемых вручную №1
	Ср	1.5. Промежуточное тестирование по разделу 1	4	1	3	-	Комплект тестовых заданий
	Ср	1.6. Изучение теоретического материала по разделу 1 учебного курса «Теоретические основы электротехники 2»	4	64			
Раздел 2. Расчет переходных процессов операторным методом	Лек	2.1. Обзорная лекция по разделам 1 и 2 в режиме ВКС	4	2	-	-	Опрос обучающихся на лекции (вопросы к электронному учебнику)
	Ср	2.2. Общие сведения об операторном методе. Алгоритм расчета. Интеграл Дюамеля.	4	1	2	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Алгоритм расчета. Примеры					
	Пр	2.3. Аналитическое решение задач по разделу 2	4	1	3	-	Комплект заданий, проверяемых вручную №2
	Ср	2.4. Промежуточное тестирование по разделу 1	4	1	1	-	Комплект тестовых заданий
	Ср	2.5. Изучение теоретического материала по разделу 2 учебного курса «Теоретические основы электротехники 2»	4	39			
Раздел 3 Магнитные цепи. Нелинейные цепи. Анализ цепей при несинусоидальном воздействии	Ср	3.1. Общие сведения о магнитных цепях. Свойства ферромагнитных материалов. Основные законы магнитных цепей. Неразветвленная магнитная цепь	4	1	3	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Ср	3.2. Анализ цепей постоянного тока с нелинейными резистивными элементами	4	1	2	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Ср	3.3. Нелинейные цепи переменного тока	4	1	3	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Ср	3.4. Периодические несинусоидальные токи в линейных электрических цепях	4	1	3	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Пр	3.5. Аналитическое решение задач по разделу 3	4	1	3	-	Комплект заданий, проверяемых вручную №3

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб	3.6. Испытание однофазного трансформатора (ВЛР)	4	4	5	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Ср	3.7. Промежуточное тестирование по разделу 3	4	1	4	-	Комплект тестовых заданий
	Ср	3.8. Изучение теоретического материала по разделу 3 учебного курса «Теоретические основы электротехники 2»	4	59			
Раздел 4 Основы теории четырехполюсников и электрических фильтров	Лек	4.1. Обзорная лекция по разделам 3 и 4 в режиме ВКС	4	2	-	-	Опрос обучающихся на лекции (вопросы к электронному учебнику)
	Ср	4.2. Определение и классификация четырехполюсников. Входное сопротивление и вторичные параметры четырехполюсника	4	1	3	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Ср	4.3. Основы теории электрических фильтров	4	1	3	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Ср	4.4. Цепи с распределенными параметрами	4	1	3	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Пр	4.5. Аналитическое решение задач по разделу 4	4	1	3	-	Комплект заданий, проверяемых вручную №4
	Ср	4.6. Промежуточное тестирование по разделу 4	4	1	3	-	Комплект тестовых заданий
	Ср	4.7. Изучение теоретического	4	53			

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		материала по разделу 4 учебного курса «Теоретические основы электротехники 2»					
Все разделы	Ср.	Заполнение анкеты по учебному курсу	4	1	3	-	Анкета
Все разделы	Ср.	Контроль Самостоятельное изучение теоретического материала учебного курса «Теоретические основы электротехники 2» и подготовка к промежуточной аттестации	4	8,65	-	-	
Все разделы	ПА	Сдача экзамена по учебному курсу «Теоретические основы электротехники 2» (итоговый тест)	4	0,35	40		Вопросы к экзамену Итоговый тест
			Итого:	252	100		

5. Образовательные технологии

Технология	Формы обучения	Методы обучения
Технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения	Лекция. Лабораторная работа Самостоятельная работа. Индивидуальное домашнее задание.	Наглядные, словесные, практические.
Технология модульного обучения – организация учебного процесса для полного овладения содержанием образовательных программ на основе независимых учебных модулей с учетом индивидуальных интересов и возможностей субъектов образовательного процесса.	Лекция-консультация. Семинар с использованием метода анализа конкретных ситуаций.	Решение ситуационных задач. Презентационный метод. Самостоятельная работа. Консультация. Индивидуальная работа.
Технология	Формы и методы обучения	
Дистанционное обучение	Сетевая технология – изучение курса (учебной дисциплины) посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет. CD-технология – изучение курса (учебной дисциплины), представленного обучающемуся в виде автономной электронной обучающей системы и электронной версии учебно-методических материалов на CD-диске.	

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 обучающихся по 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 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. 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.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ОПК – 4.1	<i>Отчет по лабораторной работе №1 Задание №3, проверяемое вручну Тестовые задания № 1 – 250. Вопросы к экзамену № 1 – 26, №49 – №54.</i>
	ОПК – 4.1	<i>Задания №1, 2, проверяемых вручну Тестовые задания № 251 – 390. Вопросы к экзамену № 27 – №48.</i>
	ОПК – 4.1	<i>Задание №4, проверяемое вручну Тестовые задания № 392 – 500. Вопросы к экзамену № 55 – 63.</i>

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

7.2.1. Комплект отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа №1 «Испытание однофазного трансформатора»

Форма отчета по лабораторной работе №1

Цель работы: изучение устройства и принципа действия однофазного трансформатора

Оборудование: виртуальный лабораторный стенд

Схема:

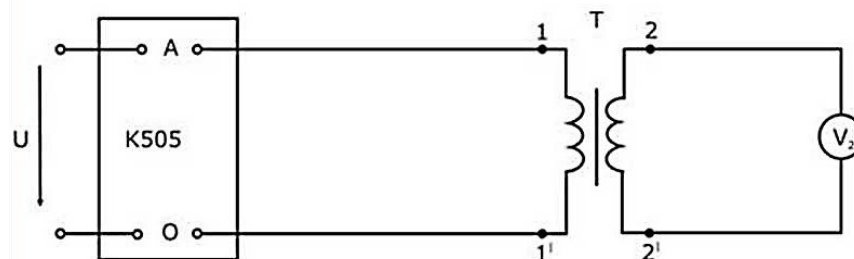


Рисунок 1. Схема проведения опыта холостого хода

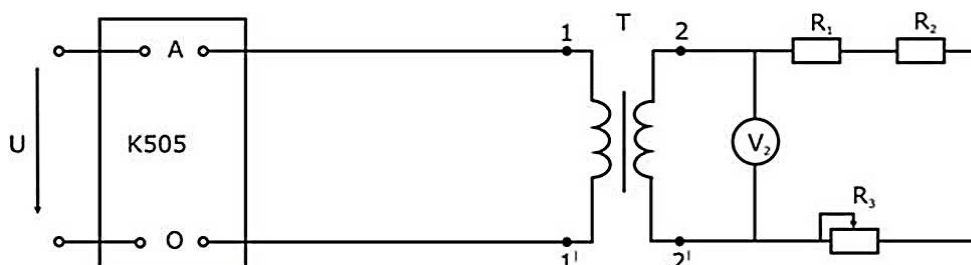


Рисунок 2. Схема для проведения нагрузочного режима трансформатора

Таблица 1 - Паспортные и расчётные данные режима холостого хода

Паспортные данные			Вычислено					
$S_H,$ В·А	$f,$ Гц	$U_{1H},$ В	$U_{2H},$ В	$I_{1H},$ А	$I_{2H},$ А	$U_{K3},$ %	$\Delta P_{ст},$ Вт	$\Delta P_M,$ Вт

Таблица 2 - Экспериментальные и расчётные данные режима холостого хода

Измерено				Вычислено					
$U_{10},$ В	$U_{20},$ В	$P_0,$ Вт	$I_{10},$ А	k	$\cos\varphi_0$	$I_{10},$ А	$z_0,$ Ом	$R_0,$ Ом	$x_0,$ Ом

Таблица 3 - Экспериментальные и расчётные данные режима короткого замыкания

Измерено				Вычислено					
$U_{1k},$ В	$I_{1H},$ А	$I_{2H},$ А	$P_K,$ Вт	$U_{1k},$ В	$z_k,$ Ом	$R_k,$ Ом	$x_k,$ Ом	$R_1,$ Ом	$x_1,$ Ом

Таблица 4 - Экспериментальные и расчётные данные нагрузочного режима

Измерено					Вычислено					
$U_{1H},$ В	$I_1,$ А	$P_1,$ Вт	$U_2,$ В	$I_2,$ А	η	$\cos\varphi_1$	$P_2,$ Вт	$\Delta U_2,$ %	β	$\cos\varphi_2$

Зависимости $U_2(I_2)$, $\eta(I_2)$, $\cos\varphi_1(I_2)$, при $U_{1H} = \text{const}$.

Все графики могут быть выполнены с использованием спецсредств MSOffice или других приложений либо вычерчены вручную и сосканированы (сфотографированы).

Схема замещения трансформатора с параметрами элементов схемы замещения:

Выводы:

Ответы на контрольные вопросы:

Краткое описание и регламент выполнения

Отчет выполняется на листах формата А4. При выполнении физического эксперимента в виртуальной лаборатории, снимаются показания приборов и в дальнейшем они обрабатываются расчетным путем. По результатам вычислений выполняется определенная графическая часть отчета. Оформление отчета происходит обучающимся самостоятельно. Отчет по лабораторной работе содержит краткие теоретические сведения, графическую часть и обобщающий вывод.

Критерии оценки:

- 5 баллов выставляется обучающему, если выполнены все пункты исследования и содержится необходимая графическая часть, обобщающий вывод по работе;
- 4 балла выставляется обучающему, если допущена ошибка в отчете по лабораторной работе (или неверных ответов на контрольные вопросы);
- 3 балла выставляется обучающему, если допущены две ошибки в отчете по лабораторной работе (или неверных ответов на контрольные вопросы);

- 2 балла выставляется обучающему, если допущена три ошибки в отчете по лабораторной работе (или неверных ответов на контрольные вопросы);
- 1 балл выставляется обучающему, если допущены четыре ошибки в отчете по лабораторной работе (или неверных ответов на контрольные вопросы);
- 0 баллов выставляется обучающему, если сделано пять или более ошибок в отчете по лабораторной работе (или неверных ответов на контрольные вопросы).

7.2.2. Комплект заданий, проверяемых вручную

Практическое задание № 1 «Переходные процессы в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами. Классический метод расчета переходных процессов»

Задание

В заданной, согласно варианту, электрической цепи первого порядка рассчитать переходный процесс **классическим методом**. Для этого:

1. Рассчитать токи и напряжения в установившемся режиме до коммутации $t = 0-$.
 2. Рассчитать независимые начальные значения.
 3. Рассчитать значения на каждом элементе в момент коммутации $t = 0+$.
 4. Рассчитать принужденные значения токов и напряжений.
 5. Найти корень характеристического уравнения. Рассчитать постоянную времени цепи.
 6. Рассчитать постоянные интегрирования и свободные составляющие для токов и напряжений.
 7. Записать полученные зависимости токов в каждой ветви $i(t)$ и напряжений на каждом элементе $u(t)$ от времени.
 8. Построить графики зависимости токов в каждой ветви $i(t)$ и напряжений на каждом элементе $u(t)$ от времени.
- Сделать необходимые выводы

Практическое задание № 2 «Расчет переходных процессов операторным методом»

Задание

В заданной, согласно варианту, электрической цепи первого порядка рассчитать переходный процесс **операторным методом**. Для этого:

1. Рассчитать начальные значения токов и напряжений на каждом элементе до коммутации $t = 0-$.
2. Рассчитать независимые начальные значения.
3. Записать оригиналы зависимости токов в каждой ветви $i(t)$ и напряжений на каждом элементе $u(t)$ от времени.
4. Построить графики зависимости токов в каждой ветви $i(t)$ и напряжений на каждом элементе $u(t)$ от времени.
5. Сделать необходимые выводы.

Практическое задание № 3 «Расчет нелинейной электрической цепи»

Задание

В нелинейной электрической цепи методом пересечения нагрузочной прямой активного двухполюсника определить электрические величины согласно варианту

Практическое задание № 4 «Расчет электрических цепей с распределенными параметрами»

Задание

К двухпроводной линии электропередачи переменного тока длиной l [км] подключена нагрузка с активной мощностью P_2 [МВт] и коэффициентом мощности $\cos \varphi_H$. Напряжение на зажимах нагрузки U_2 [кВ]. Первичные параметры линии R_0, L_0, g_0, C_0 . Частота переменного тока $f = 50$ Гц.

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

Краткое описание и регламент выполнения

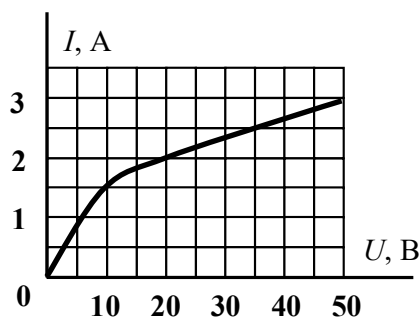
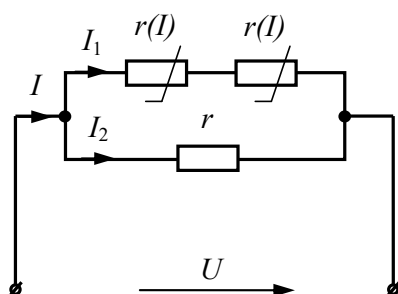
Практическое задание оформляется в электронном виде формата А4 и содержит расчетную, графическую части и обобщающий вывод. Необходимые для вычислений уравнения должны быть представлены в общем виде, а затем с подставленными числовыми значениями. Схемы, рисунки, графики, диаграммы должны быть выполнены в соответствии с ЕСКД.

Критерии оценки:

- 3 балла выставляется обучающемуся, если выполнены все пункты задачи, и они решены верно;
- 2 балла выставляется обучающемуся, если допущена грубая ошибка в одном из пунктов задания или не выполнен один из пунктов;
- 1 балла выставляется обучающемуся, если допущена грубая ошибка в двух пунктах задания или не выполнено два пункта;
- 0 баллов выставляется обучающемуся, если допущена грубая ошибка в трех пунктах задания или не выполнено три пункта.

7.2.3. Комплект примерных тестовых заданий

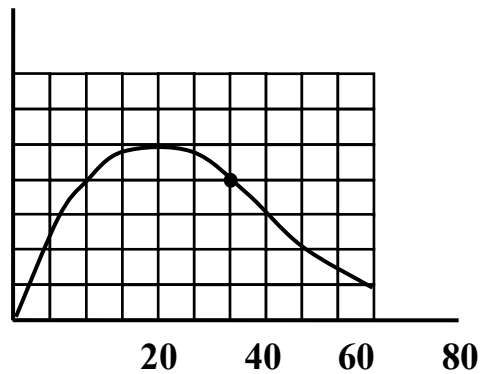
Задание 1



В нелинейной электрической цепи постоянного тока $I_2 = 4$ А, $r = 10$ Ом.

Ток I равен ... А.

Задание 2

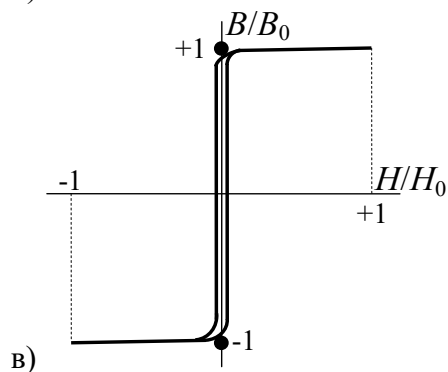
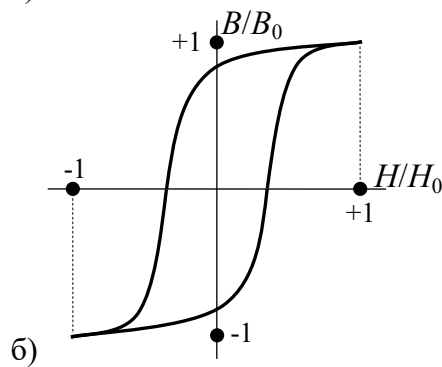
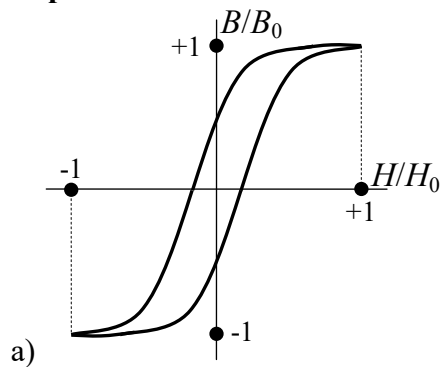


Определите динамическое сопротивление в рабочей точке А.

Задание 3

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

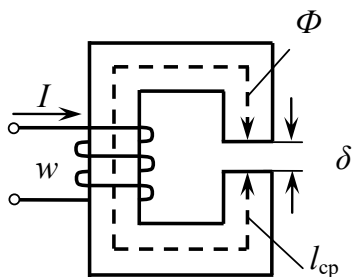
Варианты ответов:



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:

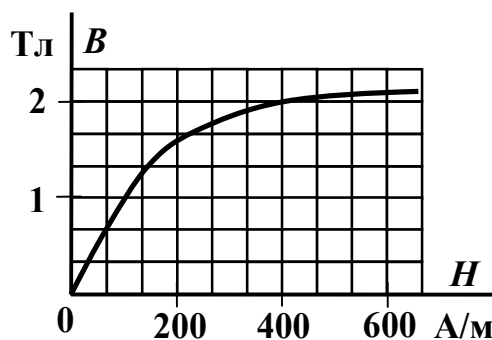
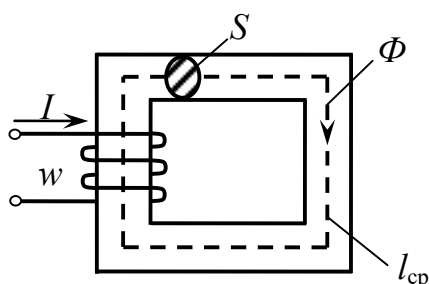
а) $Iw = \Phi l_{cp} + \Phi_{\delta} \delta$;

б) $Iw = H l_{cp} + H_{\delta} \delta$;

в) $Iw = B l_{cp} + B_{\delta} \delta$;

г) $Iw = \frac{H}{l_{cp}} + \frac{H_{\delta}}{\delta}$.

Задание 6



Если величина МДС $F = 200$ А, длина средней линии $l_{cp} = 0,5$ м, площадь поперечного сечения магнитопровода $S = 1 \cdot 10^{-2}$ м² 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:

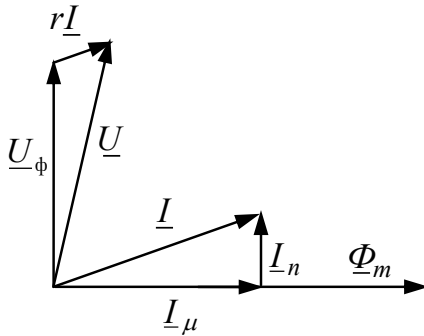
а) $\Phi = \frac{U_m}{w\omega} \sin(\omega t + 90^\circ)$;

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

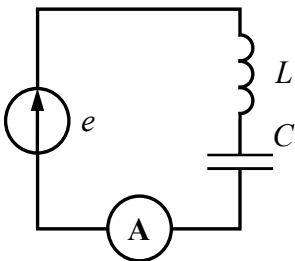
Задание 9

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.

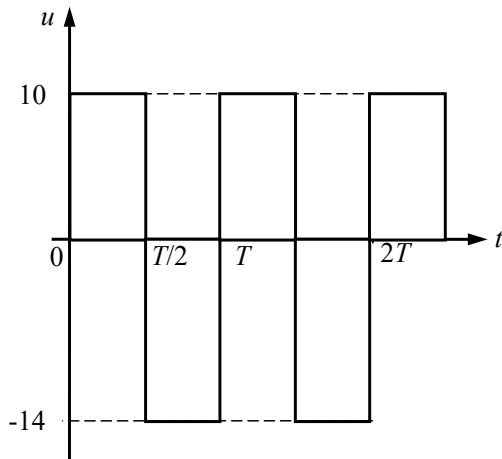
Задание 10



Определить показание амперметра электромагнитной системы, если

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

Задание 11



Определите постоянную составляющую несинусоидального периодического напряжения.

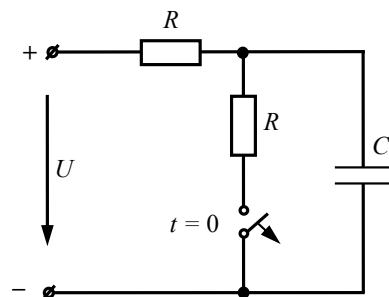
Задание 12

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

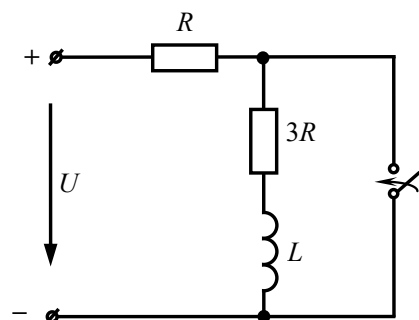


Независимое начальное условие записывается выражением ...

Варианты ответов:

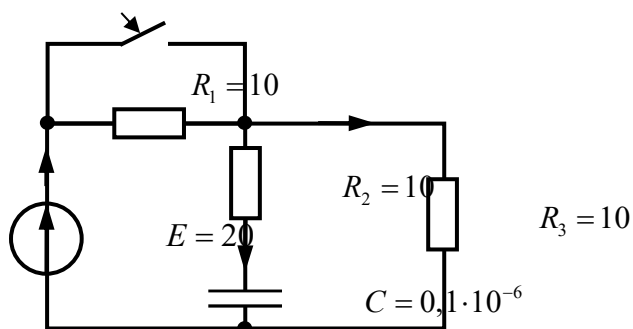
- а) $i_C(0_-) = i_C(0_+) = U/R$;
- б) $u_C(0_-) = u_C(0_+) = U$;
- в) $i_C(0_-) = i_C(0_+) = U/(2R)$;
- г) $u_C(0_-) = u_C(0_+) = U/2$.

Задание 14



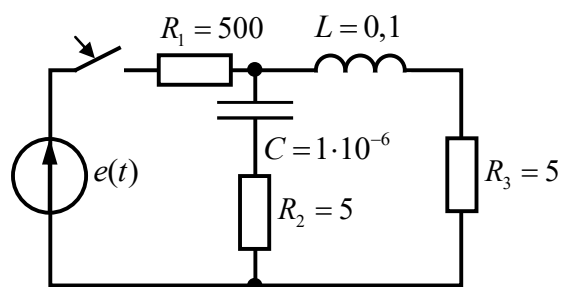
Если в электрической цепи $R = 2$ Ом, $L = 0,6$ Гн, то постоянная времени переходного процесса τ составит ... с.

Задание 15



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

Задание 16

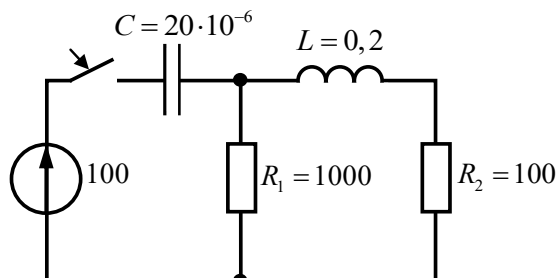


Характер переходного процесса в электрической цепи ...

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

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

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:

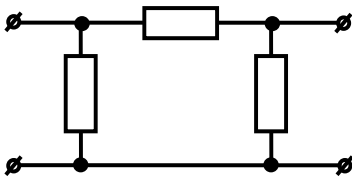
$$\underline{U}_1 = 100e^{j90^\circ}, \quad \underline{I}_1 = 5e^{j0^\circ}, \quad \underline{I}_2 = 3e^{j90^\circ},$$

определить $|\underline{Y}_{21}|$ 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

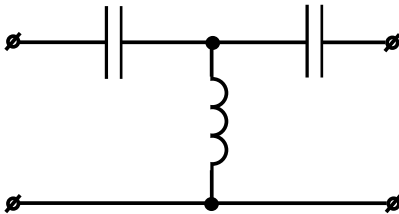


Указанная схема фильтра соответствует ...

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

Итоговое тестирование содержит 40 заданий, охватывающих все темы дисциплины. Тестовые задания присутствуют как закрытой, так и открытой форм. Каждое правильно выполненное задание оценивается в 1 балл.

Критерии оценки:

Правильный ответ на один вопрос оценивается в один балл. Количество баллов суммируется. При прохождении итогового тестирования обучающийся может максимально набрать 40 баллов.

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»	набрано 85-100 баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе.
		«хорошо»	набрано 70-84 баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе.
		«удовлетворительно»	набрано 55-69 баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе.
		«неудовлетворительно»	набрано 0-54 баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе.

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.	Белецкий А. Ф.	Теория линейных электрических цепей	учебник	2022	ЭБС «Лань»
2.	Потапов Л.А.	Теоретические основы электротехники: краткий курс	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
3.	Бычков Ю. А., Золотницкий В. М., Соловьева Е. Б., Чернышев Э. П., Белянин А. И.	Основы теоретической электротехники	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
4.	Лизан И. Я.	Теоретические основы электротехники	учебник	2021	ЭБС «Консультант студента»
5.	Зонов В. Н.	Теоретические основы электротехники. Электрические и магнитные цепи постоянного тока	учебное пособие	2020	ЭБС «Консультант студента»
6.	Атабеков Г. И.	Теоретические основы электротехники	учебное пособие	2019	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.	Бычков Ю.А., Золотницкий В.М., Чернышев Э.П., Белянин А.Н., Соловьев Е.Б.	Сборник задач по основам теоретической электротехники	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
2.	Новиков Ю.Н.	Электрические цепи и сигналы. Базовые	учебник	2022	ЭБС «Лань»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
		сведения, методы анализа процессов в цепях			
3.	Лаппи Ф. Э.	Расчет и компьютерное моделирование нелинейных электрических цепей с применением программы MathCad (от простого к сложному)	учебное пособие	2021	ЭБС «Консультант студента»
4.	Петренко Ю. В.	Теоретические основы электротехники : от теории к практике	учебно-методическое пособие	2021	ЭБС «Консультант студента»
5.	Гальперин М. В.	Электротехника и электроника	учебник	2020	ЭБС "ZNANIUM.COM"
6.	Анисимова М. С., Попова И.С.	Электротехника и электроника : расчёт электрических цепей постоянного тока	учебно-методическое пособие	2018	ЭБС «Лань»
7.	Анисимова М. С., Попова И.С.	Электротехника и электроника : расчёт электрических цепей однофазного синусоидального тока	учебно-методическое пособие	2018	ЭБС «Лань»
8.	Анисимова М. С., Попова И.С.	Электротехника и электроника : расчёт трёхфазных электрических цепей	учебно-методическое пособие	2018	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 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 веб-конференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет

№ 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