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

Б1.В.ДВ.02.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы электроснабжения городов

(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	9	**Итого**
Форма контроля / **Вид занятий**	экзамен, КП	
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические		
Руководство: курсовые проекты	1,5	1,5
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	5,85	5,85
Самостоятельная работа	237,5	237,5
Контроль	8,65	8,65
Итого	252	252

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 733F7000F6B17EB54B77D3BED60E29DB
Владелец: Вахнина Вера Васильевна
Действителен: с 25.09.2024 до 19.06.2039

Рабочую программу составил(и):
доцент, доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», к.т.н., Черненко А.Н.

(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 – ознакомление студентов с особенностями проектирования систем электроснабжения городов; созданием экономически оптимальных режимов работы; методами расчета электрических нагрузок городов; условиями выбора параметров основного оборудования в системе электроснабжения города.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах», «Электроэнергетические системы и сети», «Электроснабжение», «Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: выполнение выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	**Индикаторы достижения компетенций** (код и наименование)	**Планируемые результаты обучения**
ПК-1. Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования систем электроснабжения объектов	Знать: методы анализа и сбора информации для проектирования систем электроснабжения городов
		Уметь: анализировать исходные данные для проектирования систем электроснабжения городов
		Владеть: навыками сбора и анализа данных для проектирования систем электроснабжения городов
	ПК-1.2 Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения объектов	Знать: нормативные и технические документы, содержащие информацию о типовых проектных решениях
		Уметь: составлять электрические схемы при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения городов
		Владеть: навыками выбора оптимального типового проектного решения в зависимости от специфики проектируемого объекта
	ПК-1.3. Выполняет выбор оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования	Знать: правила работы с технической информацией по подбору оборудования
		Уметь: выбирать необходимое оборудование

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	**Индикаторы достижения компетенций** (код и наименование)	**Планируемые результаты обучения**
	систем электроснабжения объектов	Владеть: методиками выбора и проверки электрооборудования системы электроснабжения города
	ПК-1.4 Участвует в разработке частей документации для отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов	Знать: требования, предъявляемые к документации для отдельных разделов проекта системы электроснабжения города
		Уметь: применять нормативные документы в области электроснабжения городов
		Владеть: навыками оформления и представления результатов работы
ПК-2 Способен проводить обоснования проектных решений систем электроснабжения объектов	ПК-2.1 Обосновывает выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения	Знать: способы нормирования и формы представления характеристик оборудования
		Уметь: обосновывать выбор параметров электрооборудования при проектировании систем электроснабжения городов с учетом технических ограничений
		Владеть: навыками определения параметров электрооборудования систем электроснабжения городов, с учетом технических ограничений
	ПК-2.2 Составляет конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения объектов	Знать: основы технического решения при проектировании систем электроснабжения городов
		Уметь: составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения городов
		Владеть: навыками обоснования конкретного технического решения при проектировании систем электроснабжения городов
	ПК-2.3 Выполняет выбор целесообразного технического решения при разработке отдельных разделов на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов	Знать: требования, предъявляемые к системам электроснабжения городов
		Уметь: выделять ключевые характеристики и показатели для сравнения и обоснованного выбора целесообразного технического решения
		Владеть: общей методологией использования нормативных и

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	**Индикаторы достижения компетенций** (код и наименование)	**Планируемые результаты обучения**
		технических документов в области проектирования систем электроснабжения городов
	ПК-2.4 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации системы электроснабжения объекта	Знать: взаимосвязи проектирования и эксплуатации системы электроснабжения объекта
		Уметь: при проектировании системы электроснабжения учитывать особенности последующей эксплуатации системы электроснабжения городов
		Владеть: навыками проектирования системы электроснабжения городов с учетом требований, предъявляемых при ее эксплуатации

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)
Системы электроснабжения городов	Лек.	1. Система электроснабжения 2. Режимы работы нейтралей 3. Определение расчетных электрических нагрузок промышленных предприятий 4. Выбор трансформаторных подстанций 5. Компенсация реактивной мощности 6. Расчет токов короткого замыкания и выбор электрооборудования	9	4	-	-	-
	Ср.	Изучение электронного учебника	9	60	5	-	Ознакомление с электронным учебников
	Ср.	Прохождение промежуточных тестов	9	40	10	-	Промежуточные тесты
	Ср.	Выполнение практических заданий	9	57	55	-	Практические задания
	Ср.	Выполнение курсового проекта	9	78,5	100	-	Курсовой проект
	РКП	Руководство: курсовые проекты	9	1,5	-	-	Курсовой проект
	Контроль	Подготовка к итоговому тесту	9	8,65	-	-	-
	ПА	Выполнение итогового теста	9	0,35	30	-	Итоговый тест
	Ср.	Анкетирование (бонусные баллы)	9	2	3	-	Анкета
			Итого:	**252**	**203***		

Примечание * 100 баллов за выполнение курсового проекта

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умений и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Системы электроснабжения городов», используются следующие технологии обучения:

- вводная видеолекция;
- лекции в форме вебинаров;
- практические занятия;
- выполнение практических заданий, которые позволяют приобрести практические знания и навыки решения задачи и работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям, выполнение разделов курсового проекта.

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 по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, знаний по современным методам проектирования систем потребителей различных предприятий и основных способах построения систем электроснабжения; умения производить выбор экономически обоснованных схем и режимов систем электроснабжения. На практических занятиях развиваются способности использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

– изучить рекомендованную литературу;

– изучить материалы лекций.

В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя посредством личных сообщений в системе Росдистант.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Кроме того, студенты выполняют разделы курсового проекта, показывая результаты и консультируясь с преподавателем. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
9	ПК-1 (ПК-1.1)	Решение практических задач № 2-3. Выполнение всех разделов курсового проекта. Вопросы к экзамену 6, 10, 40, 41, 54, 55. Тесты 2-4, 11, 12, 28, 29, 31, 34, 36, 39-44.
9	ПК-1 (ПК-1.2)	Решение практических задач № 1. Выполнение разделов курсового проекта 4, 5, 7, 8. Вопросы к экзамену 11, 14-30, 35-39, 49-60. Тесты 47-49, 53-59, 78, 79, 92, 93, 99, 100.
9	ПК-1 (ПК-1.3)	Решение практических задач № 1. Выполнение разделов курсового проекта 4, 7, 8. Вопросы к экзамену 55-60.
9	ПК-1 (ПК-1.4)	Решение практических задач № 1-3. Выполнение всех разделов курсового проекта. Вопросы к экзамену 1-60. Тесты 1-100.
9	ПК-2 (ПК-2.1)	Решение практических задач № 1-2. Выполнение разделов курсового проекта 4, 5, 7, 8 Вопросы к экзамену 55-60.
9	ПК-2 (ПК-2.2)	Выполнение разделов курсового проекта 4, 5, 7. Вопросы к экзамену 19-20, 34, 41, 54, 55.
9	ПК-2 (ПК-2.3)	Выполнение разделов курсового проекта 4, 5, 7. Вопросы к экзамену 19-20, 34, 41, 54-55.
9	ПК-2 (ПК-2.4)	Решение практических задач № 1-3. Выполнение всех разделов курсового проекта. Вопросы к экзамену 1-60.

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

7.2.1. Практические задания

Практическое задание № 1

Необходимо определить расчетную нагрузку многоэтажного многоквартирного типового жилого дома. Характеристики дома и силовых ЭП приведены в таблицах 1.2 и 1.3.

Рекомендации по выполнению задания 1.

1. Необходимо ознакомиться с 3 разделом «Определение электрических расчетных нагрузок в городских сетях» электронного учебника.
2. Выполнить необходимые расчеты по определению расчетной электрической жилого дома.
3. Решение задания прислать на проверку преподавателю.

Номер варианта работы состоит из двух чисел, которые разделены точками (Х.Х.), и определяется с помощью таблицы 1.1. В таблицах 1.2-1.3 приведены исходные данные для расчетов.

Таблица 1.1 - Формирование варианта задания

Первая буква фамилии студента	№ варианта	Первая буква имени студента	№ варианта
А, П	1.Х	А, П	Х.1
Б, Р	2.Х	Б, Р	Х.2
В, С	3.Х	В, С	Х.3
Г, Т	4.Х	Г, Т	Х.4
Д, У	5.Х	Д, У	Х.5
Е, Ф	6.Х	Е, Ф	Х.6
Ж, Х	7.Х	Ж, Х	Х.7
З, Ц	8.Х	З, Ц	Х.8
И, Ч	9.Х	И, Ч	Х.9
К, Ш	10.Х	К, Ш	Х.10
Л, Щ	11.Х	Л, Щ	Х.11
М, Э	12.Х	М, Э	Х.12
Н, Ю	13.Х	Н, Ю	Х.13
О, Я	14.Х	О, Я	Х.14

Таблица 1.2 - Исходные данные

№ варианта	Кол-во этажей	Кол-во квартир	Кол-во подъездов
1.Х	17	340	5
2.Х	14	448	8
3.Х	16	384	6
4.Х	22	352	2
5.Х	9	36	1
6.Х	16	192	3
7.Х	12	288	2
8.Х	18	288	4
9.Х	25	200	2
10.Х	24	168	1
11.Х	16	256	2
12.Х	14	280	5
13.Х	9	252	7
14.Х	9	216	6

Таблица 1.3 - Исходные данные

№ варианта	Наличие электроплит	Мощность лифтовой установки, кВт

Х.1	нет	3
Х.2	нет	5
Х.3	да	7
Х.4	нет	4
Х.5	да	7
Х.6	нет	3
Х.7	нет	5
Х.8	да	6
Х.9	нет	5
Х.10	да	7
Х.11	да	4
Х.12	да	5
Х.13	нет	7
Х.14	да	3

Практическое задание №2

Определение расчетной нагрузки распределительной подстанции (РП 10 кВ). От РП питаются три цеха, установленные мощности которых приведены в таблице 2.2. В таблице 2.3 в соответствии с номером цеха указаны его наименование, размеры (длина, ширина), средние коэффициенты спроса силовой и осветительной нагрузок, средний коэффициент мощности нагрузки, удельная установленная осветительная нагрузка.

Рекомендации по выполнению задания 2.

1. Необходимо ознакомиться с 3 разделом «Определение электрических расчетных нагрузок в городских сетях» электронного учебника.
2. Необходимо ознакомиться с 2 разделом пособия [2].
3. «В соответствии с вариантом задания, определить расчетную нагрузку распределительной подстанции, от которой питаются три потребителя. Данные потребителей приведены в таблице 2.3. Результаты расчетов оформить в виде таблицы 2.4» [2].

Номер варианта работы состоит из одного числа, и определяется с помощью таблицы 2.1. В таблицах 2.2 и 2.3 приведены исходные данные для расчетов.

Таблица 2.1 - Формирование варианта задания

Первая буква фамилии студента	№ варианта	Первая буква фамилии студента	№ варианта
А	1	П	15
Б	2	Р	16
В	3	С	17
Г	4	Т	18
Д	5	У	19
Е	6	Ф	20
Ж	7	Х	21
З	8	Ц	22
И	9	Ч	23
К	10	Ш	24
Л	11	Щ	25
М	12	Э	26
Н	13	Ю	27
О	14	Я	28

Таблица 2.2 - Исходные данные

№ варианта	Установленная мощность цеха (потребителя), кВт						
	Номер цеха по табл. 2.3						
	1	2	3	4	5	6	7
1	—	2800	—	3600	600	—	—
2	4600	—	1800	—	—	900	—
3	—	—	2500	4000	—	—	100
4	2900	1900	—	—	300	—	—
5	—	—	950	—	—	300	50
6	1850	—	—	2200	—	400	—
7	—	1500	—	—	200	—	30
8	—	—	1400	—	250	500	_
9	3100	2200	—	2900	—	—	—
10	—	—	1000	—	150	300	—
11	2700	—	2100	—	—	—	75
12	—	3000	—	2500	—	700	—
13	—	—	3200	—	185	—	90
14	—	—	—	4500	120	1200	—
15	5200	3600	—	—	—	—	60
16	—	—	5800	3900	—	1100	—
17	—	4200	—	—	280	—	50
18	3500	—	4100	—	—	800	—
19	—	2800	—	5200	—	—	40
20	2100	—	1500	—	120	—	—
21	—	1900	—	2600		600	—
22	2800	1800	1100	—	—	—	—
23	—	—	—	4800	400	—	20
24	4100	2600	—	—	—	1300	—
25	—	1500	2000	—	—	600	—
26	1900	—	—	2600	—	—	70
27	—	—	2800	—	3600	600	
28	—	4600	—	1800	—	—	900

Таблица 2.3 – Данные потребителей

№ цеха	Название цеха	Размеры цеха, м	Силовая нагрузка		Осветительная нагрузка	
			K_c	$\cos\varphi$	K_{co}	$P_{уд.уст}$ Вт/м^2
1	Прессовый цех	120х80	0,25	0,65	0,8	17,6
2	Сборочный цех	100х30	0,6	0,75	0,95	25,5
3	Цех механической обработки деталей	80х50	0,3	0,6	0,85	18,9
4	Производственный корпус	75х28	0,5	0,7	0,95	20,1
5	Административное здание	35х30	0,8	0,9	0,95	30,0
6	Вспомогательные цеха	60х40	0,4	0,5	0,9	19,2
7	Складской комплекс	100х50	0,55	0,7	0,8	16,2

Практическое задание №3

«Необходимо по допустимому нагреву выбрать сечение жил кабеля и проводов для питания указанных электроприемников» [2].

Рекомендации по выполнению задания 3.

1. Необходимо ознакомиться с 6 разделом «Расчет токов короткого замыкания и выбор электрооборудования» электронного учебника.
2. Необходимо ознакомиться с 3 разделом пособия [2].
3. По допустимому нагреву выбрать сечение жил кабеля и проводов для питания указанных электроприемников.

Номер варианта работы состоит из двух чисел, которые разделены точками (Х.Х.), и определяется с помощью таблицы 3.1. В таблицах 3.2-3.3 приведены исходные данные для расчетов.

Таблица 3.1 - Формирование варианта задания

Первая буква фамилии студента	№ варианта	Первая буква имени студента	№ варианта
А, П	1.Х	А, П	Х.1
Б, Р	2.Х	Б, Р	Х.2
В, С	3.Х	В, С	Х.3
Г, Т	4.Х	Г, Т	Х.4
Д, У	5.Х	Д, У	Х.5
Е, Ф	6.Х	Е, Ф	Х.6
Ж, Х	7.Х	Ж, Х	Х.7
З, Ц	8.Х	З, Ц	Х.8
И, Ч	9.Х	И, Ч	Х.9
К, Ш	10.Х	К, Ш	Х.10
Л, Щ	11.Х	Л, Щ	Х.11
М, Э	12.Х	М, Э	Х.12
Н, Ю	13.Х	Н, Ю	Х.13
О, Я	14.Х	О, Я	Х.14

Таблица 3.2 – Исходные данные

Вариант	Данные электроприемников					Марка провода (кабеля)	Способ прокладки проводников	Нормированная температура жил провода (кабеля), °С
	$P_н$; кВт	$U_н$; В	$\eta_н$, %	$\cos\varphi_н$,	ПВ %			
	или расчетная нагрузка проводников							
1.Х	0,75	380	73	0,76	100	АПВ	на лотках пучком, при общем количестве нагруженных проводов 7	65
2.Х	7,5	380	87,5	0,86	100	АПРТО	в пластмассовой трубе четырехпроводной сети	65
3.Х	5,5	380	85	0,7	50	АППВС	под штукатуркой	65
4.Х	62 А на напряжение до 1 кВ					АВВГ	на стене скобами	65
5.Х	30	380	92	0,87	100	АПВ	в коробе многослойно, при общем	65

							количестве проводов 12	
6.Х	100	380	93,5	0,91	100	АВВГ	в трубе открыто по стене	65
7.Х	1,5	380	78	0,75	60	АПВ	в коробе пучком, при общем количестве проводов 7	65
8.Х	46 А на напряжение 10 кВ					АНРГ	в коробе, при прокладке 4 кабелей	65
9.Х	112 А на напряжение до 1 кВ					ААШв	в земле, в траншее	80
10.Х	2,2	380	80,5	0,82	40	АПВ	по стене скобами	65
11.Х	45	380	92,5	0,89	100	АВВГ	в кабельном канале	65
12.Х	1,1	220	-	0,75	100	АПВ	в канале плиты перекрытия, двухпроводная сеть	65
13.Х	31 А на напряжение до 1 кВ					ААШв	в кабельном канале	80
14.Х	4	380	82	0,81	100	АПВ	в металлорукаве четыре провода	65

Таблица 3.3 - Исходные данные

Вариант	Температура окружающего воздуха (земли), °С
Х.1	20
Х.2	30
Х.3	25
Х.4	35
Х.5	25
Х.6	30
Х.7	15
Х.8	10
Х.9	20
Х.10	30
Х.11	20
Х.12	25
Х.13	15
Х.14	25

Практическое задание № 4

Рассчитать токи электроприемников и выбрать плавкие предохранители и автоматические выключатели в распределительных шкафах. Рассчитать ток и выбрать уставки тепловых реле магнитных пускателей для защиты электродвигателей от перегрузки.

Рекомендации по выполнению задания 4.

1. Необходимо ознакомиться с 6 разделом «Расчет токов короткого замыкания и выбор электрооборудования» электронного учебника.
2. Необходимо ознакомиться с 4 разделом пособия.
3. Рассчитать токи электроприемников и выбрать плавкие предохранители в распределительном шкафу.
4.«Рассчитать токи электроприемников и выбрать автоматические выключатели в распределительном шкафу серии ПР8501.
5. Рассчитать ток и выбрать уставки тепловых реле магнитных пускателей для защиты электродвигателей от перегрузки.
Номер варианта работы состоит из двух чисел, которые разделены точками (Х.Х.), и определяется с помощью таблицы 4.1.

Таблица 4.1 - Формирование варианта задания

Первая буква фамилии студента	Номер варианта	Первая буква имени студента	Номер варианта
А, П	1.Х	А, П	Х.1
Б, Р	2.Х	Б, Р	Х.2
В, С	3.Х	В, С	Х.3
Г, Т	4.Х	Г, Т	Х.4
Д, У	5.Х	Д, У	Х.5
Е, Ф	6.Х	Е, Ф	Х.6
Ж, Х	7.Х	Ж, Х	Х.7
З, Ц	8.Х	З, Ц	Х.8
И, Ч	9.Х	И, Ч	Х.9
К, Ш	10.Х	К, Ш	Х.10
Л, Щ	11.Х	Л, Щ	Х.11
М, Э	12.Х	М, Э	Х.12
Н, Ю	13.Х	Н, Ю	Х.13
О, Я	14.Х	О, Я	Х.14

4.1. Рассчитать токи электроприемников и выбрать плавкие предохранители в распределительном шкафу, схема которых приведена на рисунке 4.1.

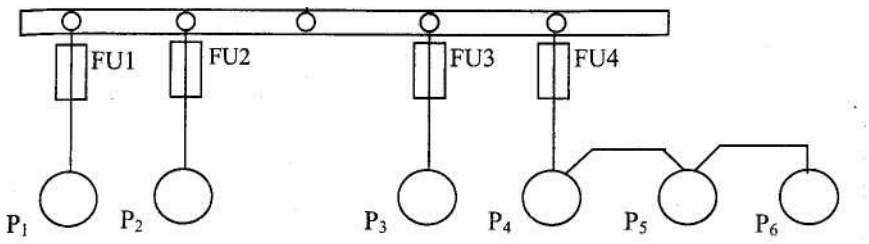


Рисунок 4.1 - Схема распределительной сети

Таблица 4.1 - Исходные данные

№ вар.	P_1, кВт	P_2, кВт	P_3, кВт	P_4, кВт	P_5, кВт	P_6, кВт
1.Х	19,6	17,3	3,7	4,3	11,0	9,3
2.Х	18,1	14,0	7,3	2,5	16,0	21,0
3.Х	13,0	19,3	9,2	4,3	7,8	5,9
4.Х	7,3	14,2	7,0	2,1	23,2	4,5
5.Х	9.2	7,3	1,1	0,75	14,5	28,0
6.Х	4,0	13,5	7,2	3,0	9,8	19,3

7.Х	17,5	9,2	3,0.	2,2	7,3	8,4
8.Х	3,5	7,1	5,3	2,3	6,1	19,5
9.Х	8,4	21,3	7,5	4,0	14,6	3,4
10.Х	11,6	25,3	3,6	0,75	9,3	2,2
11.Х	10,3	16,1	7,4	3,1	4,9	9,5
12.Х	17,1	6,3	0,75	0,75	5,7	20,4
13.Х	4,0	9,3	2,8	1,7	17,1	14,0
14.Х	12,8	7,3	4,1	0,8	19,3	6,5

Таблица 4.2 - Исходные данные

№ вар.	$\cos\varphi_1$	$\cos\varphi_2$	$\cos\varphi_3$	$\cos\varphi_4$	$\cos\varphi_5$	$\cos\varphi_6$	η, %	$\frac{I_П}{I_Н}$
Х.1	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	80	7,5
Х.2	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	83	7,2
Х.3	0,6	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	85	7,0
Х.4	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9	87	6,8
Х.5	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7	82	7,3
Х.6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,8	0,8	89	6,5
Х.7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,8	0,7	81	7,1
Х.8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	84	7,4
Х.9	0,7	0,6	0,8	0,8	0,6	0,7	86	6,3
Х.10	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	85	6,9
Х.11	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	0,8	90	7,5
Х.12	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	81	7,0
Х.13	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,6	84	6,4
Х.14	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	87	6,8

4.2. Рассчитать токи электроприемников и выбрать автоматические выключатели в распределительном шкафу серии ПР8501 (рисунок 4.2).

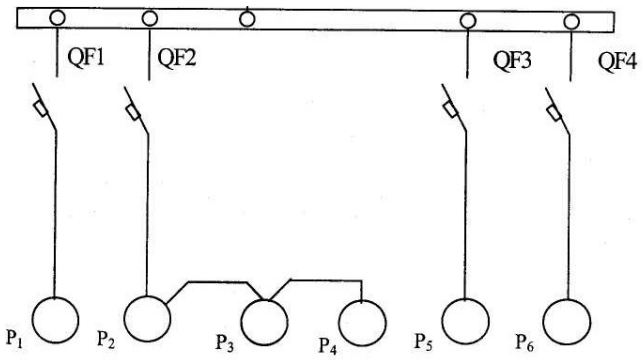


Рисунок 4.2 - Схема распределительной сети

Таблица 4.3 - Исходные данные

№ вар.	P_1, кВт	P_2, кВт	P_3, кВт	P_4, кВт	P_5, кВт	P_6, кВт
1.Х	16,1	14,3	7,3	2,2	21,3	9,2
2.Х	3,8	14,0	2,7	4,0	18,5	3,0
3.Х	12,5	10,3	7,5	1Д	5,2	4,0
4.Х	1,9	7,3	0,73	0,73	19,3	22
5.Х	19,0	7,5	4,0	2,2	13,0	5,5
6.Х	4,2	23,1	2,0	2,0	4,9	9,1

7.Х	13,3	12,0	2,2	1,1	4,9	8,5
8.Х	10,0	7,8	2,7	0,75	3,8	2,2
9.Х	23,0	3,0	8,3	0,3	4,8	11,0
10.Х	9,3	10,0	3,2	0,75	5,5	18,5
11.Х	7,3	13,5	7,5	3,0	13,0	2,2
12.Х	14,5	7,5	3,0	0,75	3,5	18,3
13.Х	10,2	8,5	4,0	0,9	18,0	3,7
14.Х	8,4	12,6	7,7	3,0	18,5	7,3

Таблица 4.4 - Исходные данные

№ вар.	$\cos\varphi_1$	$\cos\varphi_2$	$\cos\varphi_3$	$\cos\varphi_4$	$\cos\varphi_5$	$\cos\varphi_6$	$\eta, \%$	$\frac{I_П}{I_Н}$
Х.1	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	80	7,5
Х.2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	83	7,2
Х.3	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	85	7,0
Х.4	0,8	0,6	0,6	0,7	0,8	0,6	87	6,8
Х.5	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	82	7,3
Х.6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7	89	6,5
Х.7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	81	7,1
Х.8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	84	7,4
Х.9	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	86	6,3
Х.10	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6	85	6,9
Х.11	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	90	7,5
Х.12	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7	81	7,0
Х.13	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	84	6,4
Х.14	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8	0,6	87	6,8

4.3. Рассчитать ток и выбрать уставки тепловых реле магнитных пускателей для защиты электродвигателей от перегрузки.

Таблица 4.5 - Технические данные электродвигателей

№ варианта	Тип электродвигателя	$P_н$, кВт
1.Х	4А71А4У3	0,55
2.Х	4А71В4У3	0,75
3.Х	4А80А4У3	1,1
4.Х	4А80В4У3	1,5
5.Х	4А90L4У3	2,2
6.Х	4А100S4У3	3,0
7.Х	4А100L4У3	4,0
8.Х	4А132S4У3	7,5
9.Х	4А132М4У3	11,0
10.Х	4А160S4У3	15,0
11.Х	4А160М4У3	18,5
12.Х	4А180S4У3	22,0
13.Х	4А180М4У3	30,0
14.Х	4А200М4У3	37,0

Таблица 4.6 - Технические данные электродвигателей

№ варианта	$cos\,\varphi_{н}$	$\eta_{н}$, %
Х.1	0,7	70,5
Х.2	0,73	72,0
Х.3	0,81	75,0
Х.4	0,83	77,0
Х.5	0,83	80,0
Х.6	0,83	82,0
Х.7	0,84	84,0
Х.8	0,86	87,5
Х.9	0,87	87,5
Х.10	0,88	88,5
Х.11	0,88	89,5
Х.12	0,9	90,0
Х.13	0,89	91,0
Х.14	0,9	91,0

Краткое описание и регламент выполнения

Задание выполняется самостоятельно обучающимися. Ответ на задание отправляется на проверку в файле формата docx. В отдельном файле сдаются задания 1 и 2, в другом файле задания 3 и 4.

Критерии оценки:

За выполнение заданий 1 и 2 максимальный балл – 7. Максимальный балл выставляется обучающемуся, если задания решены правильно, при наличии ошибок или грубых недочетов в оформлении работы баллы снижаются;

За выполнение заданий 3 и 4 максимальный балл – 7. Максимальный балл выставляется обучающемуся, если задания решены правильно, при наличии ошибок или грубых недочетов в оформлении работы баллы снижаются;

7.2.2. **Типовые тестовые задания**

1. По какой формуле определяется номинальный ток плавкой вставки предохранителя для двигателя с легкими условиями пуска?

- $I_{\text{ном.пл}} \geq I_{\text{ном}}$;
- $I_{\text{ном.пл}} \geq K \cdot I_{\text{ном}}$;
- $I_{\text{ном.пл}} \geq I_{\text{ном}} / 2{,}5$;
- $I_{\text{ном.пл}} \geq I_{\text{ном}} / 1{,}6...2.$

2. Выделите особенности методики расчётов токов короткого замыкания в электрических сетях промышленных предприятий до 1000 В:

- резко снижается величина тока короткого замыкания по длине питающей линии, что позволяет отключить близкие короткие замыкания с малой выдержкой времени;
- изменяется степень влияния малых активных и индуктивных сопротивлений короткозамкнутой цепи на величину токов короткого замыкания;

- остается неизменным напряжение на выводах питающего трансформатора в силу того, что питающая сеть до вводов трансформатора представляется источником неограниченной мощности.

3. Укажите функциональное назначение автоматического выключателя (автомата).

- Защитный аппарат в сетях до 1000 В.
- Коммутационный аппарат в сетях до 1000 В.
- Защитно-коммутационный аппарат в сетях до 1000 В.
- Защитно-коммутационный аппарат в сетях выше 1000 В.
- Защитный аппарат в сетях выше 1000 В.
- Коммутационный аппарат в сетях выше 1000 В.

4. Укажите функциональное назначение рубильника.

- Защитный аппарат в сетях до 1000 В.
- Коммутационный аппарат в сетях до 1000 В.
- Защитно-коммутационный аппарат в сетях до 1000 В.
- Защитно-коммутационный аппарат в сетях выше 1000 В.
- Защитный аппарат в сетях выше 1000 В.
- Коммутационный аппарат в сетях выше 1000 В.

5. В чем состоит функциональное назначение предохранителя?

- Защитно-коммутационный аппарат
- Коммутационный аппарат
- Защитный аппарат

6. Чем ограничивается максимальный перегрев кабеля?

- Температурой окружающей среды
- Уровнем изоляции проводника
- Условиями эксплуатации проводника

7. Что такое длительно допустимая нагрузка кабеля?

- Величина нагрузки, при которой температура перегрева проводника равна максимально допустимому кратковременному перегреву при коротких замыканиях v_{max}
- Величина нагрузки, при которой температура перегрева изоляции равна допустимому перегреву при перегрузках
- Величина нагрузки, при которой установившаяся температура перегрева равна длительно допустимой, срок службы изоляции равен нормативному

8. Перечислите низковольтные электрические аппараты

- Автоматический выключатель
- Маломасляный выключатель
- Разъединитель
- Разрядник

9. Основные элементы автоматических выключателей

- контактная система; дугогасительная система; расцепитель; механизм управления; механизм свободного расцепления
- контактная система; расцепитель; механизм управления

- расцепитель; механизм управления; механизм свободного расцепления; механизм измерения
- контактная система ; механизм измерения; расцепитель; механизм управления; механизм свободного расцепления; механизм сигнализации

10. Основной элемент плавкого предохранителя

- контакторная система
- камера гашения дуги
- плавкая вставка
- механизм управления

Краткое описание и регламент выполнения

В ходе изучения дисциплины обучающийся проходит 5 промежуточных тестов и один итоговый тест. Итоговый тест ограничен двумя попытками и временем проведения 90 минут.

Критерии оценки:

За промежуточные тесты обучающийся может получить максимум по 2 или 3 балла.

За итоговый тест максимум 40 баллов.

Баллы выставляются автоматически в зависимости от количества правильных ответов, могут иметь дробное значение.

7.2.3. Темы письменных работ

Курсовой проект «Электроснабжение городского микрорайона с многоквартирными домами».

Курсовой проект выполняется по вариантам, номера вариантов выдаются по первым буквам имени и фамилии обучающихся.

Краткое описание и регламент выполнения

Основными задачами, решаемыми при проектировании энергоэффективных систем электроснабжения городских микрорайонов с МКД, являются: оптимизация параметров схемы путем обоснованного выбора рациональных напряжений в системе внешнего и внутреннего электроснабжения; определение электрических нагрузок и выполнения требований по обеспечению бесперебойности электроснабжения; рациональный выбор числа и мощности трансформаторов, конструкций электрических сетей; выбор средств компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки объемом 35–40 страниц и графической части. Расчетно-пояснительная записка должна пояснить и обосновать принятые решения в соответствии с окончательными цифровыми результатами выполненных расчетов. Рекомендуется результаты расчетов представлять в пояснительной записке в виде таблиц. Графическая часть состоит из одного чертежа формата А1 – плана микрорайона с комплектными трансформаторными подстанциями и кабельными линиями. Чертеж выполняется в графическом редакторе, например, Компас или AutoCAD, а также сохраняется в формате jpeg или png. Чертеж, сохраненный в формате jpeg или png, вставляется в пояснительную записку, а чертеж, выполненный в графическом редакторе Компас или AutoCAD, сдается отдельно.

Курсовой проект выполняется студентом в соответствии с индивидуальным заданием, которое выдается преподавателем. В задании указываются потребители электрической энергии микрорайона.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать: титульный лист; задание на курсовой проект; содержание; введение; основную часть; заключение; список используемых источников. Индивидуальное задание должно содержать тему проекта; номер группы, фамилию, имя и отчество студента; исходные данные для выполнения проекта.

Содержание включает наименование всех разделов, подразделов с указанием номеров страниц.

Во введении обосновывается актуальность темы, определяется объект исследования, формулируются цель и задачи.

В основной части работы должны содержаться соответствующие теоретические сведения; используемые исходные данные; необходимые расчеты и результаты расчетов в виде таблиц; обоснования расчетов и дана оценка их результатов:

1) расчёт электрических нагрузок микрорайона МКД;

2) выбор номинальных значений напряжений, количества и мощности силовых трансформаторов;

3) расчёт кабельных линий микрорайона МКД.

В заключении обобщаются основные положения, делаются выводы и приводятся возможные направления для дальнейшего исследования.

Обязателен список используемых источников, необходимых для выполнения курсового проекта. Он включает до 20 источников.

Все используемые в курсовом проекте цитаты должны сопровождаться ссылками на источник в квадратных скобках [1].

Курсовые проекты обучающихся проходят обязательную проверку на наличие заимствований (плагиата) из общедоступных сетевых источников в соответствии с Порядком обеспечения самостоятельности выполнения письменных работ в ТГУ (должно быть 50 % оригинальности пояснительной записки).

Критерии оценки:

Оценки	Критерии и нормы оценки
«отлично» 85 – 100 баллов	Студент выполнил все разделы курсового проекта правильно и без ошибок, сдал его в установленный срок, обосновал каждое свое техническое решение в проекте, правильно оформил графическую часть проекта и пояснительную записку в соответствии с ГОСТ 7.32-2017, а список используемых источников по ГОСТ Р 7.0.5-2008.
«хорошо» 70 – 84 баллов	Студент выполнил разделы курсового проекта с несущественными неточностями, сдал его в установленный срок, обосновал каждое свое техническое решение в проекте, правильно оформил графическую часть проекта и пояснительную записку согласно ГОСТ 7.32-2017, а список используемых источников по ГОСТ Р 7.0.5-2008.
«удовлетворительно» 55 – 69 баллов	Студент выполнил все разделы курсового проекта с некоторыми неточностями, не достаточно полно обосновал каждое свое техническое решение, правильно оформил графическую часть проекта и пояснительную записку согласно ГОСТ 7.32-2017, а список используемых источников по ГОСТ Р 7.0.5-2008.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 9

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Электроснабжающая сеть города
2	Схемы питающих электрических сетей города 10(6) кВ
3	Схемы распределительных электрических сетей города 10(6) кВ
4	Схемы электрических сетей города на 0,38 кВ
5	Системы заземления электрических сетей 0,38 кВ
6	Графики электрических нагрузок городских потребителей и их характеристики
7	Факторы, влияющие на режимы электропотребления
8	Цели управления электропотреблением
9	Аварийные ограничения электропотребления
10	Системы электроснабжения организаций и учреждений, принципы их формирования и задачи проектирования
11	Характеристика и планировка организаций и учреждений
12	Выбор сечения проводов и кабелей
13	Защита, автоматика и телемеханика городских электрических сетей
14	Устройства защитного отключения. Область применения устройств защитного отключения
15	Конструктивное выполнение сетей организаций и учреждений
16	Индивидуальные графики нагрузок городских потребителей и их характеристики
17	Групповые графики нагрузок и их характеристики
18	Основные физические величины, применяемые при расчете электрических нагрузок
19	Расчет нагрузок жилых зданий
20	Расчет нагрузок организаций и учреждений
21	Расчет нагрузок от вспомогательных силовых электроприемников
22	Основные методы расчета электрических нагрузок. Метод упорядоченных диаграмм
23	Основные причины расхождения между расчетными и фактическими нагрузками
24	Определение средних нагрузок
25	Определение расходов электроэнергии
26	Расчет потерь мощности и электроэнергии в различных элементах систем электроснабжения
27	Основные характеристики случайных графиков нагрузки
28	Коммутационно-защитные аппараты до 1000 В
29	Особенности расчета токов к.з. в сетях до и выше 1000 В
30	Автоматические выключатели (назначение, конструкция, выбор)
31	Распределение электрической энергии при напряжении выше 1000 В. Требования к сетям.
32	Электроснабжение от собственной электростанции. Электроснабжение от энергосистемы. Электроснабжение от энергосистемы и собственной электростанции.
33	Радиальные схемы сетей выше 1000 В
34	Магистральные схемы сетей выше 1000 В
35	Схемы с несколькими сквозными магистралями сетей выше 1000 В
36	Выбор числа, мощности и места расположения цеховых ТП
37	Выбор типов и исполнений трансформаторов цеховых ТП. Компоновка цеховых ТП
38	Исполнение сетей до 1000 В комплектными шинопроводами
39	Расчет компенсации реактивной мощности
40	Прокладка кабелей напряжением 6 - 35 кВ в кабельных каналах
41	Воздушные линии
42	Кабельные линии напряжением 6 - 35 кВ
43	Прокладка кабелей напряжением 6 - 35 кВ в земле
44	Прокладка кабелей напряжением 6 - 35 кВ в блоках

№ п/п	Вопросы к экзамену
45	Прокладка кабелей напряжением 6 - 35 кВ в туннелях
46	Прокладка кабелей напряжением 6 - 35 кВ на эстакадах
47	Кабельные линии 110 - 220 кВ
48	Вспомогательные методы расчета электрических нагрузок
49	Классификация помещений и наружных установок по окружающей среде
50	Источники реактивной мощности в сетях организаций и учреждений
51	Расчет компенсации РМ в электрических сетях организаций и учреждений
52	Прокладка кабелей напряжением 6 - 35 кВ в галереях и по стенам зданий
53	Прокладка кабелей напряжением 6 - 35 кВ в коллекторах и других кабельных помещениях
54	Электроснабжение от энергосистемы
55	Электроснабжение от энергосистемы и собственной электростанции
56	Коммутационно-защитные аппараты до 1000 В
57	Особенности расчета токов к.з. в сетях до и выше 1000 В
58	Автоматические выключатели (назначение, конструкция, выбор)
59	Распределение электрической энергии при напряжении выше 1000 В. Требования к сетям
60	Заземление электроустановок ниже 1000 В

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
9	экзамен, накопительный балл по итогам прохождения курса	«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	Ополева Г. Н.	Электроснабжение промышленных предприятий и городов	Учебное пособие	2022	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	Бирюлин В.И., Куделина Д.В.	Электроснабжение промышленных и гражданских объектов	Учебное пособие	2022	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	Анчарова Т. В., Рашевская М. А., Стебунова Е. Д.	Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений	Учебник	2020	ЭБС "ZNANIUM.COM"

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
4	Коробов Г. В., Картавцев В. В., Черемисинова	Электроснабжение	Учебное пособие	2014	ЭБС «Лань»
5	Вахнина В. В., Черненко А.Н.	Проектирование систем электроснабжения	Учебно-методическое пособие	2016	Репозиторий ТГУ
6	Вахнина В. В., Черненко А.Н.	Системы электроснабжения	Учебно-методическое пособие	2015	Репозиторий ТГУ
7	Стрельников Н. А.	Электроснабжение промышленных предприятий	Учебное пособие	2013	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	Mirapolis Human Capital Management	Лицензионный договор № 1256 от 15.12.2023, срок действия до 31.12.2024 включительно
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.Вуз»	лицензионный договор № 896 от 12.09.2024 с 27.09.2024 по 26.09.2025

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.	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-

№ 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 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-705)	перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет
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