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

Б1.В.04
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электроснабжение потребителей и их режимы
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Цифровые технологии в электроэнергетике

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	6	**Итого**
Форма контроля / **Вид занятий**	экзамен, КР	
Лекции	50	50
Лабораторные	34	34
Практические	34	34
Руководство: курсовые работы	1	1
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	119,35	119,35
Самостоятельная работа	25	25
Контроль	35,65	35,65
Итого	180	180

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

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

Рабочую программу составил(и):
доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», к.т.н., доцент 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 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Электроснабжение и электротехника»

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

1. Цель освоения дисциплины

Цель – ознакомить студентов с принципами построения и требованиями, предъявляемыми к системам электроснабжения потребителей и их режимам работы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Введение в профессию», «Теоретические основы электротехники», «Электрический привод», «Показатели и контроль качества электрической энергии», «Передача и распределение электрической энергии».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электрооборудование источников питания и электрических сетей», «Интеллектуальные системы в электроэнергетике», «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике», «Проектирование и эксплуатация современных электрических сетей».

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 интеллектуальных систем в электроэнергетике	ПК-1.1. Определяет характеристики объекта электроэнергетики, для которого предназначена интеллектуальная система	Знать: методы анализа и сбора информации для проектирования систем электроснабжения потребителей, правила работы с технической информацией по подбору оборудования
		Уметь: анализировать исходные данные для проектирования систем электроснабжения потребителей и выбирать необходимое оборудование
		Владеть: навыками сбора и анализа данных для проектирования систем электроснабжения потребителей, методиками выбора и проверки электрооборудования системы электроснабжения потребителей
ПК-2 Способен проводить обоснования проектных решений интеллектуальных систем в электроэнергетике	ПК-2.1 Обосновывает выбор параметров электрооборудования на различных стадиях проектирования интеллектуальных систем в электроэнергетике	Знать: способы нормирования и формы представления характеристик оборудования
		Уметь: обосновывать выбор параметров электрооборудования

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	**Индикаторы достижения компетенций** (код и наименование)	**Планируемые результаты обучения**
		при проектировании систем электроснабжения потребителей
		Владеть: навыками определения параметров электрооборудования систем электроснабжения потребителей и их режимов работы

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)
Общие положения	Лек	Предмет и задачи курса. Нормативные документы и рекомендации.	6	2	-	-	
Раздел 1 Общие сведения о системах электроснабжения потребителей	Пр	Выдача вариантов заданий на курсовую работу. Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	3	-	Решение практических задач. Тест.
	Лаб	Вводное занятие. Проведение инструктажа по технике безопасности при работе в лаборатории. Деление студентов на бригады. Выдача индивидуальных графиков выполнения лабораторных работ по бригадам. Знакомство студентов с правилами оформления отчетов по лабораторным работам, условиями допуска к выполнению лабораторной работы и условиями допуска к защите отчета по лабораторной работе.	6	2	-	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
	Лек	1.1. Основные термины и определения систем электроснабжения 1.2. Электрические параметры элементов и режимов систем электроснабжения 1.3. История развития электроэнергетики в России 1.4. Номинальные напряжения систем электроснабжения 1.5. Области применения низкого напряжения в	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		системах электроснабжения 1.6. Области применения среднего напряжения в системах электроснабжения 1.7. Структура потребления электроэнергии по видам потребителей					
Раздел 2 Приемники электроэнергии	Лек	2.1. Основные характеристики приемников электроэнергии 2.2. Электродвигатели 2.3. Осветительные установки	6	2	-	-	
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	3	-	Решение практических задач. Тест.
	Лаб	Получение допуска к выполнению лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	2	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
	Лек	2.4. Силовые преобразовательные установки 2.5. Электрическая сварка 2.6. Электролизные установки и установки для создания гальванических покрытий 2.7. Промышленные электрические печи и нагревательные установки.	6	2	-	-	
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	3	-	Решение практических задач. Тест.

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб	Выполнение лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	3	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
Раздел 3 Конструктивное исполнение электрических сетей	Лек	3.1. Общие сведения 3.2. Воздушные линии 3.3. Кабельные линии 3.4. Конструктивное исполнение цеховых сетей напряжением до 1 кВ	6	2	-	-	
Раздел 4 Схемы электрических соединений в системе электроснабжения	Лек	4.1. Общие положения 4.2. Выбор номинальных напряжений 4.3. Источники питания и пункты приема электроэнергии объектов на напряжении выше 1 кВ 4.4. Общие положения выбора схемы распределения электроэнергии	6	2	-	-	
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	3	-	Решение практических задач. Тест.
	Лаб	Защита лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	3	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
	Лек	4.4. Общие положения выбора схемы распределения электроэнергии 4.5. Схемы электрических сетей внутри объекта на напряжении 6-10 кВ 4.6. Схемы цеховых электрических сетей до 1 кВ 4.7. Схемы осветительных сетей 4.8. Электроснабжение	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		электроприемников особой группы первой категории надежности					
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	3	-	Решение практических задач. Тест.
	Лаб	Получение допуска к выполнению лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	2	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
Раздел 5 Схемы электрических соединений подстанций	Лек	5.1. Принципы выбора схем электроподстанций 5.2. Схемы главных понижающих подстанций и подстанций глубокого ввода 5.3. Схемы распределительных подстанций напряжением выше 1 кВ	6	2	-	-	
	Лек	5.4. Схемы трансформаторных подстанций напряжением 6-10/0.4 кВ 5.5. Схемы распределительных пунктов на напряжении до 1 кВ	6	2	-	-	
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	3	-	Решение практических задач. Тест.
	Лаб	Выполнение лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	3	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
Раздел 6 Конструктивное исполнение	Лек	6.1. Принципы компоновки и размещения трансформаторных и распределительных пунктов 6.2.	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
трансформаторных подстанций и распределительных пунктов		Комплектные распределительные устройства напряжением до 1 кВ 6.3. Распределительные устройства подстанций 0,4 кВ					
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	3	-	Решение практических задач. Тест.
	Лаб	Защита лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	3	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
	Лек	6.4. Комплектные распределительные устройства напряжением выше 1 кВ 6.5. Внутренние распределительные устройства 6.6. Комплектные трансформаторные подстанции 6-10/0,4 кВ 6.7. Конструктивное исполнение распределительных пунктов напряжением 6-10 кВ	6	2	-	-	
Раздел 7 Характеристики графиков нагрузки элементов систем электроснабжения	Лек	7.1. Общие сведения 7.2. Индивиду-альные графики нагрузок 7.3. Групповые графики электрических нагрузок	6	2	-	-	
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	3	-	Решение практических задач. Тест.

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб	Получение допуска к выполнению лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	2	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
	Лек	7.4. Математическое описание электрических нагрузок 7.5. Показатели графиков электрических нагрузок	6	2	-	-	
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	3	-	Решение практических задач. Тест.
	Лаб	Выполнение лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	3	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
Раздел 8 Расчетные электрические нагрузки	Лек	8.1. Нагрузочная способность электрооборудования 8.2. Понятие расчетной электрической нагрузки	6	2	-	-	
	Лек	8.3. Методы определения расчетной электрической нагрузки в промышленных электрических сетях	6	2	-	-	
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	3	-	Решение практических задач. Тест.
	Лаб	Защита лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	3	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
Раздел 9	Лек	9.1. Определение расхода активной электроэнергии объекта электро-	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Определение расхода и потерь электроэнергии на передачу		снабжения по показаниям приборов учета 9.2. Определение расхода активной электроэнергии объекта электроснабжения расчетными методами 9.3. Потери активной электро-энергии на передачу в электрических сетях 9.4. Расчет нагрузочных потерь электроэнергии в линиях 9.5. Потери активной электро-энергии в трансформаторах					
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	3	-	Решение практических задач. Тест.
	Лаб	Получение допуска к выполнению лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	2	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
Раздел 10 Компенсация реактивных мощностей в системе электроснабжения	Лек	10.1. Параметры режимов электрических систем 10.2. Баланс активных мощно-стей 10.3. Баланс реактивных мощно-стей 10.4. Порядок расчета значений соотношения потребления актив-ной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств	6	2	-	-	
	Лек	10.5. Исходные положения по компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		промышленных предприятий 10.6. Источники реактивной мощности (компенсирующие устройства) 10.7. Размещение компенсирующих устройств в системах электро-снабжения промышленных предприятий 10.8. Влияние компенсирующих устройств на параметры режимов электрических сетей 10.9. Батареи конденсаторов в сетях с резкопеременной и вентильной нагрузкой					
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	4	-	Решение практических задач. Тест.
	Лаб	Выполнение лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	3	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
Раздел 11 Короткие замыкания в системах электроснабжения потребителей	Лек	11.1. Расчет токов КЗ на понижающих подстанциях с вторичным напряжением 6-10 кВ 11.2. Расчет токов трехфазного короткого замыкания в сетях и установках до 1 кВ	6	2	-	-	
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	4	-	Решение практических задач. Тест.

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб	Защита лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	3	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
	Лек	11.3. Порядок расчета токов однофазного короткого замыкания в конечной точке шинопровода напряжением 0,38 кВ 11.4. Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания 11.5. Способы ограничения то-ков КЗ	6	2	-	-	
Раздел 12 Выбор аппаратов для системы электроснабжения потребителей	Лек	12.1. Выбор автоматических выключателей до 1 кВ 12.2. Выбор предохранителей до 1 кВ 12.3. Выбор контакторов до 1 кВ	6	2	-	-	
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	4	-	Решение практических задач. Тест.
	Лаб	Получение допуска к выполнению лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	2	-	
	Лек	13.1. Общие положения выбора сечения жил проводников выше 1 кВ 13.2. Допустимые токовые нагрузки кабелей 13.3. Выбор сечений жил кабелей напряжением выше 1 кВ	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	Решение задач по тематике лекционного занятия	6	2	4	-	Решение практических задач. Тест.
	Лаб	Выполнение лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	3	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
Раздел 13 Выбор проводников	Лек	13.4. Допустимые токовые нагрузки на неизолированные провода 13.5. Выбор сечений неизолированных проводов воздушных линий напряжением выше 1 кВ 13.6. Особенности выбора сечений проводов и кабелей до 1 кВ	6	2	-	-	
Раздел 14 Электросбережение	Лек	14.1. Экономическая оценка влияния научно-технического прогресса на потенциал электросбережения в отраслях экономики 14.2. Основные способы регулирования электро-потребления на предприятиях	6	2	-	-	
	Пр	Защита курсовых работ.	6	2	-	-	
	Лаб	Защита лабораторной работы согласно индивидуального графика работы бригады.	6	2	3	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
	Лек	14.3. Оценка экономической эф-фективности регулирования активной мощности на предприятиях 14.4. Регулирование электропотребления в системах электро-снабжения напряжением 6-10/0,4 кВ с учетом	6	2	10	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		статических характеристик нагрузки и вероятностных показателей параметров режимов					
	Лаб	На последнем занятии преподаватель подводит итоги выполнения и защиты лабораторных работ студентом в семестре. Отстающие студенты до сдают лабораторные работы.	6	2	-	-	Выполнение и защита лабораторных работ.
	Ср	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	6	25	-	-	
	КР	Выдача заданий на курсовую работу. Проверка правильности выполнения разделов курсовой работы.	6	1			Разделы курсовой работы.
		Контроль	6	35,65			
	ПА	Сдача экзамена	6	0,35	-	-	Вопросы к экзамену
	ТИ	Итоговый тест по курсу через ОТ	6	2	100		
			Итого:	**180**	**100**		

Схема расчета итогового балла:

БРС 2014 Текущий рейтинг (все занятия и промежуточные тесты) + Результат итогового теста и все делится на 2 + ББ (если ББ предусмотрены)

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умений и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Электроснабжение потребителей и их режимы», используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- практические и лабораторные занятия, на которых решаются практические задачи, проводится тестирование и выполняются лабораторные работы;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практически вопросам курса;
- выполнение практических задач, 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, практическим и лабораторным занятиям, выполнение разделов курсовой работы.

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 и лабораторным занятиям.

В ходе практических и лабораторных занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, знаний по современным методам проектирования систем электроснабжения потребителей и основных режимах их работы; 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;

– подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;

– выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия.

В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

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 курсовой

работы, показывая результаты и консультируясь с преподавателем. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических и лабораторных занятий.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
6	ПК-1 (ПК-1.1)	Решение практических задач № 1-3. Выполнение всех разделов курсовой работы. Вопросы к экзамену 1-64. Тесты 1-291.
6	ПК-2 (ПК-2.1)	Решение практических задач № 1-2. Выполнение разделов курсовой работы 6-7 Вопросы к экзамену 65-70. Тесты 292-500.

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

7.2.1. Практические задачи

Задача 1. Определить расчетную нагрузку шкафа, к которому подключены две кран-балки, каждая из которых оборудована тремя двигателями: 4,5+15+22 *кВт* при ПВ=25%, cosφ=0,45 и тельфер с двигателем мощностью 10 кВт при ПВ=40%, cosφ=0,45. Режим работы кранов и тельфера – средний.

Решение:

1. Определим установленную мощность электроустановок, приведенных к ПВ=100%:

а) для кран-балки

Поскольку в расчете нагрузок установленная мощность крана определяется по двум самым мощным электродвигателям, то для кран-балки

$$P_{H1} = P_y \cdot \sqrt{ПВ} = (15+22) \cdot \sqrt{0,25} = 18,5 кВт;$$

б) для тельфера

$$P_{H2} = P_y \cdot \sqrt{ПВ} = 10 \cdot \sqrt{0,4} = 6,32 кВт.$$

Установленная мощность нагрузок шкафа

$$P_{H\Sigma} = 2P_{H1} + P_{H2} = 2 \cdot 18,5 + 6,32 = 43,3 кВт.$$

2. Определим эффективное число электроприемников

$$n_Э = \frac{P_{H\Sigma}^2}{\Sigma P_{Hi}^2} P_{H\Sigma} = \frac{43,3^2}{2 \cdot 18,5^2 + 6,3^2} = 2,6,$$

принимаем $n_Э$=3.

3. По справочнику для $n_Э$=3 при среднем режиме работы кранов находим коэффициент спроса K_c=0,45.

4. Расчетная нагрузка рассчитываемого узла будет равна

$$P_p = K_c \cdot P_{H\Sigma} = 0,45 \cdot 43,32 = 19,5 кВт.$$

5. Определяем расчетный ток

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{\sqrt{19,5^2 + (19,5 \cdot 1,98)^2}}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 88,4 A.$$

Задача 2. Асинхронный электродвигатель рассчитан для работы в повторно-кратковременнном режиме с ПВ=25% при мощности $P_{н25}$=10 *кВт*. Определить мощность, которую электродвигатель может развивать, не перегреваясь сверх нормы, при продолжительности включения ПВ=60% ($ПВ_{60}$).

Решение:

При $ПВ_{60}$ мощность электродвигателя составляет

$$P_{60} = P_{H25}\sqrt{\frac{ПВ_{25}}{ПВ_{60}}} = 10\sqrt{\frac{25}{60}} = 6{,}4кВт\ .$$

Задача 3. Произвести расчет участка сети L_1, приведенной на рисунке 1, при напряжении 380/220 В. полная потеря напряжения до удаленных ламп $\Delta U = 5\%$. Черточками показано число проводов линии с алюминиевыми жилами, длина линий в метрах, нагрузка – в кВт, С=46.

Решение:

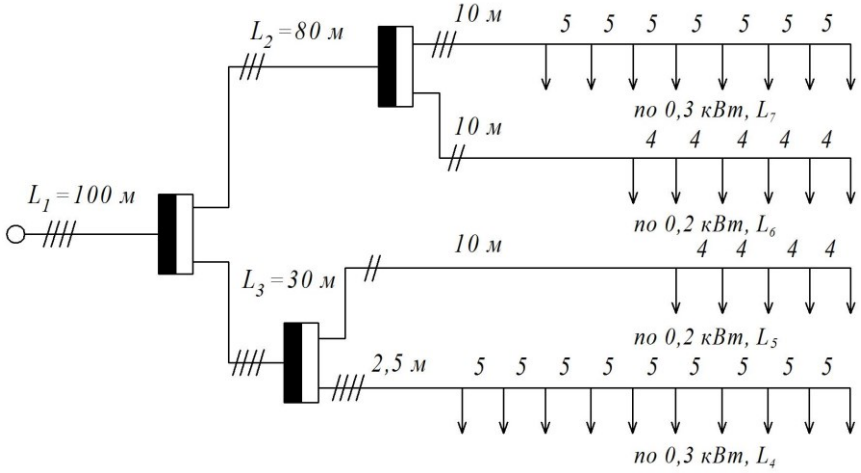


Рисунок 1 - Схема осветительной сети

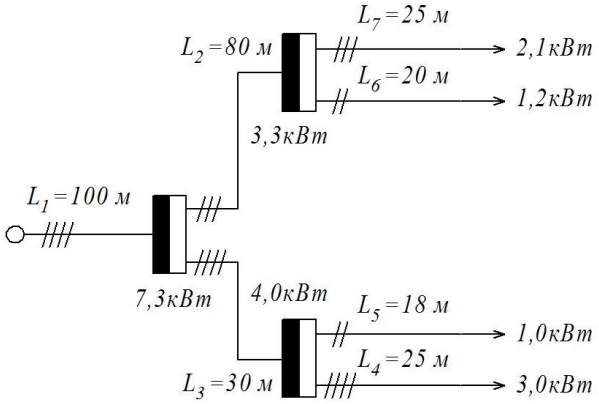


Рисунок 2 - Схема замещения с сосредоточенными нагрузками

Сеть, изображенная на рисунке 1 с учетом того, что линия с равномерно распределенной нагрузкой может быть представлена как линия с сосредоточенной нагрузкой, присоединенной к середине равномерно распределенной части участка, примет вид изображенный на рисунке 2.

Тогда для данной сети сечение участка L_1 при $\Delta U = 5\%$ определяется по формуле

$$F_1 = \frac{M_1 + M_3 + M_4 + \alpha_{4-3}(m_2 + m_7 + \alpha_{4-2}\cdot m_5 + \alpha_{3-2}\cdot m_6)}{C\cdot \Delta U\%}$$

$$= \frac{7{,}3\cdot 100 + 4\cdot 30 + 3\cdot 25 + 1{,}37(3{,}3\cdot 80 + 2{,}1\cdot 25) + 1{,}83\cdot 1{,}0\cdot 1{,}8 + 1{,}33\cdot 1{,}22\cdot 20}{46\cdot 5} = 6{,}18\,мм^2$$

Значения α выбираются из справочной таблицы.

Принимаем ближайшее стандартное сечение – 6 $мм^2$. Определим фактическую потерю напряжения на участке L_1 при принятом сечении

$$\Delta U_{L1}\% = \frac{M_1}{C \cdot F_1} = \frac{7{,}3 \cdot 100}{46 \cdot 6} = 2{,}64\ \%.$$

Краткое описание и регламент выполнения

Задание выполняется письменно во время практического занятия. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если задача решена правильно или решена с незначительными ошибками;
- отметка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если задача не решена и/или допущены грубые ошибки.

7.2.2. Перечень лабораторных работ

Контрольные вопросы:

1. Лабораторная работа № 1. Определение статических характеристик P(U), Q(U) активной, индуктивной, емкостной, осветительной и выпрямительной нагрузок;
2. Лабораторная работа № 2. Определение статических характеристик P(U), Q(U) асинхронной нагрузки;
3. Лабораторная работа № 3. Регистрация и отображение параметров режима при кратковременном перерыве питания асинхронной нагрузки;
4. Лабораторная работа № 1. Определение критического напряжения статической устойчивости асинхронной нагрузки;
5. Лабораторная работа № 2. Определение механической характеристики асинхронного двигателя;
6. Лабораторная работа № 3. Регистрация и отображение параметров режима при подключении к сети асинхронной нагрузки.

Краткое описание и регламент выполнения

Отчет о лабораторной работе оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

При выполнении лабораторной работы оценивается подготовка студентов к лабораторной работе (наличие заготовки отчета, знание программы работы), выполнение лабораторной работы (количество допущенных ошибок, достигнутый результат), результаты работы (оформленный отчет, выводы по работе).

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» ставится, если студент выполнил и защитил в срок лабораторную работу;
- отметка «не зачтено» - если студент не выполнил или не защитил в срок лабораторную работу.

7.2.3. Типовые тестовые задания

1.Чем характерен продолжительный режим работы?

- Температура двигателя изменяется по экспоненте и достигает установившегося значения θуст.
- Температура двигателя не успевает достичь значения θуст за время включения, а за время отключения двигатель остывает до температуры окружающей среды
- Температура двигателя не успевает достичь значения θуст за время включения, а за время паузы снижается, но не успевает достичь температуры окружающей среды
- Ни один из ответов не является верным.

2.Чем характерен кратковременный режим работы?

- Температура двигателя изменяется по экспоненте и достигает установившегося значения θуст.
- Температура двигателя не успевает достичь значения θуст за время включения, а за время отключения двигатель остывает до температуры окружающей среды
- Температура двигателя не успевает достичь значения θуст за время включения, а за время паузы снижается, но не успевает достичь температуры окружающей среды
- Ни один из ответов не является верным.

3.Чем характерен повторно-кратковременный режим работы?

- Температура двигателя изменяется по экспоненте и достигает установившегося значения θуст.
- Температура двигателя не успевает достичь значения θуст за время включения, а за время отключения двигатель остывает до температуры окружающей среды
- Температура двигателя не успевает достичь значения θуст за время включения ,а за время паузы снижается , но не успевает достичь температуры окружающей среды
- Ни один из ответов не является верным.

4.Совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединенных между собой и связанных общностью режимов в непрерывном процессе производства, преобразования, передачи и распределения электрической и тепловой энергии при общем управлении этим режимом это:

- Энергосистема
- Электрическая часть энергосистемы
- Электроэнергетическая система
- Электрическая сеть

5.Совокупность электроустановок электрических станций и электрических сетей энергосистемы это:

- Энергосистема
- Электрическая часть энергосистемы
- Электроэнергетическая система
- Электрическая сеть

6.Электрическая часть энергосистемы и питающиеся от нее приемники электрической энергии, объединенные общностью процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии это:

- Энергосистема

- Электрическая часть энергосистемы
- Электроэнергетическая система
- Электрическая сеть

7.Нейтраль трансформатора или генератора, неприсоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств это:

- Глухозаземленная нейтраль
- Изолированная нейтраль
- Компенсированная нейтраль

8.Нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству это

- Глухозаземленная нейтраль
- Изолированная нейтраль
- Компенсированная нейтраль

9.Общесистемный показатель качества электроэнергии:

- уровень частоты
- уровень тока
- уровень мощности
- синусоидальность напряжения

10. Распределительным пунктом называют …

- электроустановку, предназначенную для генерации и распределения электроэнергии на разных напряжениях без преобразования и трансформации
- электроустановку, предназначенную для приёма и распределения электроэнергии на одном напряжении без преобразования и трансформации
- электроустановку, предназначенную для генерации и распределения электроэнергии на одном напряжении без преобразования и трансформации
- электроустановку, предназначенную для приёма и распределения электроэнергии на разных напряжениях без преобразования и трансформации

11. Применение компенсирующих устройств …

- не влияет на $\mathrm{tg}\varphi$
- снижает $\mathrm{tg}\varphi$
- увеличивает $t\mathrm{g}\varphi$
- все варианты не правильны

12. Распределительным щитом называются распределительные устройства ..., предназначенные для управления линиями сети и их защиты

- до 1 кВ
- 10 кВ
- 35 кВ
- 110 кВ

13. Расшифруйте аббревиатуру УЗО?

- устройство защитного отключения

- управление защитного отключения
- узловое защитное отключения
- устройство защитное открытое

14. При каком напряжении сети не применяется изолированная нейтраль?
- сети напряжением 110 кВ и выше
- 6-35 кВ
- до 1 кВ
- все варианты правильны

15. Перерыв в электроснабжении для 1 категории допускается на время:
- не более 1 суток
- включения резервного питания силами дежурного персонала
- выполнения операций диспетчером
- на время действия АВР

16. Перерыв в электроснабжении для 2 категории допускается на время:
- включения резервного питания силами дежурного персонала
- не превышает 1 суток
- на время действия АВР
- выполнения операций диспетчером

17. Перерыв в электроснабжении для 3 категории допускается на время:
- на время действия АВР
- выполнения операций диспетчером
- не более 1 суток
- включения резервного питания силами дежурного персонала

18. Питание крупных и особо крупных предприятий выполняют напряжением:
- 6 кВ
- 110 кВ и выше
- 10 кВ
- 35 кВ

19. Количество источников питания предусмотренных для потребителей 3 категории:
- 1 ИП
- 3 ИП
- 4 ИП
- 2 ИП

20. Количество источников питания предусмотренных для потребителей 2 категории:
- 2 ИП
- 3 ИП
- 1 ИП
- 4 ИП

Краткое описание и регламент выполнения

Тест проводится в начале практического занятия в письменной форме. Каждому обучающемуся выдается 20 вопросов, на каждый из которых нужно выбрать правильный (ые) ответ (ы). Время, отводимое на тестирование - 15 минут.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся ответил правильно больше чем на половину тестов.

- отметка «не зачтено» - если обучающийся ответил правильно на половину или меньше тестов.

7.2.4. Темы письменных работ

№ п/п	Темы
Курсовая работа	
1	Проектирование системы электроснабжения механического цеха автомобильного завода
2	Проектирование системы электроснабжения насосной станции
3	Проектирование системы электроснабжения учебных мастерских
4	Проектирование системы электроснабжения цеха механической обработки деталей
5	Проектирование системы электроснабжения инструментального цеха
6	Проектирование системы электроснабжения механического цеха
7	Проектирование системы электроснабжения цеха металлоизделий
8	Проектирование системы электроснабжения механосборочного цеха
9	Проектирование системы электроснабжения цеха металлорежущих станков
10	Проектирование системы электроснабжения цеха сварки
11	Проектирование системы электроснабжения прессового цеха
12	Проектирование системы электроснабжения токарного цеха
13	Проектирование системы электроснабжения цеха по производству фруктового сока
14	Проектирование системы электроснабжения мастерской по обработке камня
15	Проектирование системы электроснабжения ремонтно-механического цеха
16	Проектирование системы электроснабжения кузнечно-прессового цеха
17	Проектирование системы электроснабжения электромеханического цеха
18	Проектирование системы электроснабжения цеха металлоизделий
19	Проектирование системы электроснабжения механического цеха машиностроительного завода
20	Проектирование системы электроснабжения цеха обработки деталей

Краткое описание и регламент выполнения

Разделы курсовой работы выполняются студентами в течении семестра. Преподаватель оценивает правильность выполнения разделов:

1. Введение.
2. Краткая характеристика объекта проектирования.
3. Расчет ожидаемых электрических нагрузок по цеху предприятия.
4. Выбор типа, числа и мощности трансформаторов цеховых трансформаторных подстанций с учетом компенсации реактивной мощности.
5. Разработка схемы внутрицехового электроснабжения.
6. Расчет токов короткого замыкания.
7. Выбор электрических аппаратов и проводников для схемы внутрицехового электроснабжения.
8. Список используемых источников.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» ставится, если студент решил в срок соответствующий раздел курсовой работы;

- отметка «не зачтено» - если студент не решил в срок данный раздел.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр _6_

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Основные термины и определения систем электроснабжения
2	Электрические параметры элементов и режимов систем электроснабжения
3	История развития электроэнергетики в России
4	Номинальные напряжения систем электроснабжения
5	Области применения низкого напряжения в системах электроснабжения
6	Области применения среднего напряжения в системах электроснабжения
7	Структура потребления электроэнергии по видам потребителей
8	Основные характеристики приемников электроэнергии
9	Приемники электроэнергии. Электродвигатели
10	Приемники электроэнергии. Осветительные установки
11	Приемники электроэнергии. Силовые преобразовательные установки
12	Приемники электроэнергии. Электрическая сварка
13	Приемники электроэнергии. Электролизные установки и установки для создания гальванических покрытий
14	Приемники электроэнергии. Промышленные электрические печи и нагревательные установки.
15	Конструктивное исполнение воздушных линии электропередач
16	Конструктивное исполнение кабельных линий электропередач
17	Конструктивное исполнение цеховых сетей напряжением до 1 кВ
18	Схемы электрических соединений в системе электроснабжения
19	Общие положения выбора схем электрических соединений в системе электроснабжения
20	Выбор номинальных напряжений
21	Источники питания и пункты приема электроэнергии объектов на напряжении выше 1 кВ
22	Общие положения выбора схемы распределения электроэнергии
23	Схемы электрических сетей внутри объекта на напряжении 6-10 кВ
24	Схемы цеховых электрических сетей до 1 кВ
25	Схемы осветительных сетей
26	Электроснабжение электроприемников особой группы первой категории надежности
27	Принципы выбора схем электроподстанций
28	Схемы главных понижающих подстанций и подстанций глубокого ввода
29	Схемы распределительных подстанций напряжением выше 1 кВ
30	Схемы трансформаторных подстанций напряжением 6-10/0.4 кВ
31	Схемы распределительных пунктов на напряжении до 1 кВ
32	Принципы компоновки и размещения трансформаторных и распределительных пунктов

№ п/п	Вопросы к экзамену
33	Комплектные распределительные устройства напряжением до 1 кВ
34	Распределительные устройства подстанций 0,4 кВ
35	Комплектные распределительные устройства напряжением выше 1 кВ
36	Внутренние распределительные устройства
37	Комплектные трансформаторные подстанции 6-10/0,4 кВ
38	Конструктивное исполнение распределительных пунктов напряжением 6-10 кВ
39	Индивидуальные графики нагрузок
40	Групповые графики электрических нагрузок
41	Математическое описание электрических нагрузок
42	Показатели графиков электрических нагрузок
43	Нагрузочная способность электрооборудования
44	Понятие расчетной электрической нагрузки
45	Методы определения расчетной электрической нагрузки в промышленных электрических сетях
46	Определение расхода активной электроэнергии объекта электроснабжения по показаниям приборов учета
47	Определение расхода активной электроэнергии объекта электроснабжения расчетными методами
48	Потери активной электроэнергии на передачу в электрических сетях
49	Расчет нагрузочных потерь электроэнергии в линиях
50	Потери активной электроэнергии в трансформаторах
51	Параметры режимов электрических систем
52	Баланс активных мощностей
53	Баланс реактивных мощностей
54	Порядок расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств
55	Исходные положения по компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения промышленных предприятий
56	Источники реактивной мощности (компенсирующие устройства)
57	Размещение компенсирующих устройств в системах электроснабжения промышленных предприятий
58	Влияние компенсирующих устройств на параметры режимов электрических сетей
59	Батареи конденсаторов в сетях с резкопеременной и вентильной нагрузкой
60	Расчет токов КЗ на понижающих подстанциях с вторичным напряжением 6-10 кВ
61	Расчет токов трехфазного короткого замыкания в сетях и установках до 1 кВ
62	Порядок расчета токов однофазного короткого замыкания в конечной точке шинопровода напряжением 0,38 кВ
63	Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания
64	Способы ограничения токов КЗ
65	Выбор автоматических выключателей до 1 кВ
66	Выбор предохранителей до 1 кВ
67	Выбор контакторов до 1 кВ
68	Общие положения выбора сечения жил проводников выше 1 кВ
69	Допустимые токовые нагрузки кабелей
70	Выбор сечений жил кабелей напряжением выше 1 кВ

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
6	экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 85 - 100 баллов
		«хорошо»	выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 70 - 84 баллов
		«удовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 55 - 69 баллов
		«неудовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 0 - 54 баллов
6	курсовая работа	«отлично»	обучающийся выполнил все разделы курсовой работы правильно, сдал её в зачетную неделю и ответил при защите курсовой работы на все вопросы.
		«хорошо»	обучающийся выполнил разделы курсовой работы с несущественными неточностями, сдал курсовую работу в зачетную неделю и ответил при защите курсовой работы на все вопросы.
		«удовлетворительно»	обучающийся студент выполнил разделы курсовой работы с некоторыми неточностями и затруднился в некоторых ответах при защите курсовой работы.
		«неудовлетворительно»	обучающийся не выполнил курсовую работу в срок.

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	Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., Яшков В.А.	Электроснабжение промышленных предприятий и установок	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
1	Коробов Г. В., Картавцев В. В., Черемисинова	Электроснабжение	Учебное пособие	2014	ЭБС «Лань»
2	Вахнина В. В., Черненко А.Н.	Проектирование систем электроснабжения	Учебно-методическое пособие	2016	Репозиторий ТГУ
3	Вахнина В. В., Черненко А.Н.	Системы электроснабжения	Учебно-методическое пособие	2015	Репозиторий ТГУ

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	Компас-3D v18	Договор № 1198 от 18.11.2019 , бессрочный

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	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	Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи.

№ 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
	проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-211)	
2	Лаборатория «Электрооборудование станций и подстанций предприятий». 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-203)	Проектор, экран; столы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенды универсальный лабораторный, стенд демонстрационный., стол компьютерный одноместный, ПК, жалюзи
3	Лаборатория «Моделирование электрических систем. Внутризаводское электроснабжение и режимы». 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-210)	Экран, столы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска ИНТЕРАКТИВНАЯ, комплект типового лабораторного оборудования , ПК лабораторные столы с оборудованием , жалюзи., проектор.
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)	Столы, стулья, компьютеры