

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

Б1.В.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизация управления системами электроснабжения

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Техническое и информационное обеспечение интеллектуальных систем электроснабжения

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 133Е

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	1	2	Итого
Форма контроля	зачет	экзамен	
Вид занятий			
Лекции	32	32	64
Лабораторные	-	16	16
Практические	32	16	48
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	-	-	
Промежуточная аттестация	0,25	0,35	0,6
Контактная работа	64,25	64,35	28,6
Самостоятельная работа	151,75	152	303,75
Контроль			
Итого	216	252	468

Рабочую программу составил(и):

доцент, доцент, к.т.н., Шаповалов С.В.

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

(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

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2022 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «26» сентября 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение принципов функционирования современных систем автоматики управления нормальными режимами, том числе автоматики включения синхронных машин на параллельную работу, автоматического регулирования возбуждения, автоматического регулирования частоты и активной мощности в энергосистемах. Изучение методов выбора рациональной структуры и оптимальных параметров настройки устройств автоматики с учетом режимов функционирования электроэнергетических объектов и систем; умение проводить анализ и расчет устройств автоматики нормальных режимов электроэнергетических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: дисциплины Блока 1 части, формируемой участниками образовательных отношений направления подготовки бакалавриата 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»: «Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические станции и подстанции», «Системы электроснабжения промышленных предприятий».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Организация эксплуатации, ремонта и диагностики электрооборудования», «Устойчивость систем электроснабжения», «Расчетно-экспериментальные исследования динамики систем электроснабжения», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», «Производственная практика (проектная практика)», выпускная квалификационная работа.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1 Способен формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании систем электроснабжения	ПК-1.1. Разрабатывает проекты системы электроснабжения объектов ПД	Знать: основы в области проектирования систем электроснабжения; требования СПДС, ЕСКД и ГОСТ при проектировании систем электроснабжения объектов ПД
		Уметь: пользоваться методами проектирования систем электроснабжения
		Владеть: нормативно – технической и методической базой обоснования и выбора систем электроснабжения объектов ПД
	ПК-1.2 Осуществляет разработку вариантов и выбор оптимальной системы электроснабжения	Знать: современное электрооборудование, используемое при выполнении исследований в области проектирования систем

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	объектов ПД	электрообеспечения объектов ПД
		Уметь: оценивать предлагаемые решения при проектировании и оптимизации систем электрообеспечения объектов ПД с точки зрения технико-экономической эффективности
		Владеть: нормативно-технической и методической базой обоснования и выбора оптимальных систем электрообеспечения объектов ПД
	ПК-1.3. Использует современные средства автоматизации при проектировании систем электрообеспечения объектов ПД	Знать: актуальные задачи и проблемы проектирования и оптимизации систем электрообеспечения
		Уметь: выбирать современное электрооборудование при проектировании и оптимизации систем электрообеспечения с использованием прикладных программных продуктов
		Владеть: основными приемами автоматизированного проектирования систем электрообеспечения
ПК-2 Способен управлять деятельностью по эксплуатации объектов электроэнергетики	ПК-2.1. Проводит анализ статистики, формирует заключение об эксплуатационном состоянии электрооборудования, причинах отклонений от НТД, выдает рекомендации по созданию наиболее надежной схемы электрических соединений объектов электроэнергетики	Знать: принципы функционирования и основы схемотехники современных систем автоматики управления нормальными режимами электроэнергетического оборудования и электроэнергетической системы
		Уметь: обосновано и рационально выбирать структуру и оптимальные настройки систем автоматики с учетом режимов функционирования электроэнергетических систем
		Владеть: методами расчета параметров автоматики нормальных режимов

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 Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу	Лек.	Общая характеристика способов автоматического включения.	1	2	–	–	
	Пр.	Расчет автоматического синхронизатора	1	4	–	–	Темы докладов
	Лек.	Автоматическое включение по способу самосинхронизации. Точная автоматическая синхронизация.	1	2	-	-	
	Пр.	Структурная схема микропроцессорного автоматического синхронизатора	1	4	-	-	Темы докладов
	Лек.	Автоматические синхронизаторы.	1	2	-	-	
	Лек.	Микропроцессорные автоматические синхронизаторы	1	2	-	-	Темы докладов
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям	1	30	–	–	
Раздел 2 Автоматическое регулирование возбуждения, напряжения и реактивной мощности	Лек.	Основные задачи автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности.	1	2	–	–	–
	Пр.	Характерные особенности микропроцессорных регуляторов возбуждения	1	4	–	–	Темы докладов
	Лек.	Автоматическое регулирование возбуждения синхронных генераторов.	1	2	–	–	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр.	Расчет автоматического регулятора возбуждения	1	4	—	—	Темы докладов
	Лек.	Возбудители синхронных генераторов.	1	2	—	—	
	Лек.	Автоматические регуляторы синхронных генераторов с тиристорным возбуждением.	1	2	—	—	Темы докладов
	Лек.	Микропроцессорный автоматический регулятор возбуждения	1	2	—	—	
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям	1	30	—	—	
Раздел 3 Автоматическое регулирование частоты и активной мощности в энергосистемах	Лек.	Назначение автоматического управления электростанциями. Автоматические устройства группового управления частотой и мощностью. Микропроцессорная автоматизированная система управления частотой и активной мощностью электроэнергетических систем	1	2	—	—	—
	Пр.	Характеристики микропроцессорной системы управления частотой и активной мощностью электроэнергетической системы	1	4	—	—	Темы докладов
	Лек.	Микропроцессорная автоматизированная система управления гидроэлектростанциями.	1	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек.	Микропроцессорная автоматизированная система управления тепловыми электростанциями.	1	2	-	-	
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям	1	30	—	—	
Раздел 4 Основные задачи противоаварийной автоматики электроэнергетических систем	Лек.	Режимы работы электроэнергетических систем. Характеристика возмущающих и противоаварийных управляющих воздействий.	1	2	—	—	—
	Пр.	Расчет противоаварийных управляющих воздействий	1	4	—	—	Темы докладов
	Лек.	Основные функции, назначение и виды противоаварийной автоматики	1	2	-	-	
	Пр.	Противоаварийная автоматика	1	4	-	-	Комплект задач
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям	1	30	—	—	
Раздел 5 Автоматическое повторное включение	Лек.	Принцип действия автоматики повторного включения. Автоматические устройства повторного включения. Автоматические устройства включения резерва	1	2	—	—	—

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	Технические характеристики автоматических устройств включения резерва	1	2	—	—	Темы докладов
	Лек.	Микропроцессорный комплект автоматических устройств повторного включения.	1	2	-	-	
	Пр.	Технические характеристики автоматических устройств повторного включения	1	2	-	-	Круглый стол
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям	1	31,75	—	—	
Раздел 6 Автоматика предотвращения нарушения устойчивости	Лек.	Назначение и общая функциональная структура.	2	4	—	—	—
	Пр.	Технические характеристики микропроцессорной автоматики предотвращения нарушения устойчивости	2	2	—	—	Темы докладов
	Лек.	Автоматическое дозирование. противоаварийных управляющих воздействий.	2	4	—	—	
	Пр.	Противоаварийные управляющие воздействия	2	2	—	—	Темы докладов
	Лаб.	Учет тепловой энергии	2	2	—	—	Отчет по лабораторной работе

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 7 Автоматика предотвращения асинхронного режима	Лек.	Микропроцессорная автоматика предотвращения нарушения устойчивости	2	2	—	—	
	Лаб.	Учет тепловой энергии	2	2	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим и лабораторным занятиям	2	40	—	—	
	Лаб.	Учет тепловой энергии	2	2	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек	Принцип действия автоматики прекращения асинхронного режима. Микропроцессорная автоматика прекращения асинхронного режима	2	4	—	—	
	Пр.	Расчет параметров асинхронного режима в электроэнергетической системе	2	2	—	—	Темы докладов
	Лаб.	Системы учета электроэнергии	2	2	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек.	Типовые устройства автоматики прекращения асинхронного режима.	2	4	—	—	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб.	Системы учета электроэнергии	2	4	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Пр.	Автоматика прекращения асинхронного режима	2	2	—	—	Комплект задач
	Лаб.	Системы учета электроэнергии	2	4	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим и лабораторным занятиям	2	40	—	—	
	Лаб.	Системы учета электроэнергии	2	2	—	—	Отчет по лабораторной работе
Раздел 8 Автоматическая частотная разгрузка электроэнергетических систем	Лек.	Процесс изменения частоты в электроэнергетической системе. Автоматика частотной разгрузки	2	4	—	—	Темы докладов
	Лек.	Автоматика противоаварийных отключений и включений.	2	4	—	—	
	Пр.	Выбор числа и номинальной мощности силовых трансформаторов ГПП и ТП с учетом характеристик нагрузок и эксплуатационных особенностей трансформаторов	2	4	—	—	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим и лабораторным занятиям	2	40	—	—	
Раздел 9 Автоматизация диспетчерского управления электроэнергетическими системами	Лек.	Назначение и функции АСУ диспетчерского управления. Средства сбора, передачи, обработки и отображения информации в АСУ диспетчерского управления	2	6	—	—	Темы докладов
	Пр.	Основные задачи автоматизированной системы диспетчерского управления	2	4	—	—	
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим и лабораторным занятиям	2	32	—	—	
	ПА	Зачет	1	0,25	—	—	
		Контроль	2	35,65	—	—	—
	ПА	Сдача экзамена	2	0,35		—	—
Итого:				468	—		

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Автоматизация систем электроснабжения», используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- практические занятия с устным опросом обучающихся и закреплением теоретического материала;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- 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, подготовку доклада и его презентации к защите на практическом занятии.

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; по методам решения оптимизационных задач в электроснабжении и вопросам оптимизации структуры и режимов электрических сетей предприятий; 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.

По заданию преподавателя обучающийся должен подготовить доклад по теме практического занятия. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

.6.4. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

В ходе лабораторных занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, знаний по работе и эксплуатации современных энергосберегающих устройств; по методам расчета эффективности энергосберегающих устройств. При подготовке к лабораторным занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить отчет по лабораторной работе;
- подготовить ответы на вопросы к выполняемой лабораторной работе.

6.5. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по электронным учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим и лабораторным занятиям.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3;	Тестовые задания № 1-33 Темы докладов № 1-11 Задачи Вопросы к зачету № 1-12
1	ПК-2.1	Тестовые задания № 34-66 Темы докладов № 12-16 Задачи Вопросы к зачету № 13-26
2	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3;	Тестовые задания № 67-83 Темы докладов № 17-23 Задачи Вопросы к экзамену № 1-17
2	ПК-2.1	Тестовые задания № 84-100 Темы докладов № 24-30 Задачи Вопросы к экзамену № 18-40

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

7.2.1.1. Входной контроль

Вопросы входного контроля:

1. Основные термины и определения электроснабжения (приемник электроэнергии, потребитель электроэнергии, электроснабжение, система электроснабжения, электрическая сеть, подстанция);
2. Классификация электроприемников по различным показателям;
3. Продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный режимы работы;
4. Основные показатели графиков электрической нагрузки;
5. Какие режимы нейтрали используются в электрических сетях;
6. Категории надежности электроснабжения потребителей;
7. Понятие расчетной нагрузки;
8. Основные требования, предъявляемые к построению систем электроснабжения;
9. Какие факторы являются определяющими при выборе места расположения источника питания;
10. Какие виды проводников применяются для канализации электрической энергии в системах электроснабжения.

Краткое описание и регламент выполнения

Входной контроль проводится на первой лекции. Он представляет собой контрольный срез знаний из 10 основных вопросов, ответы на которые обучающийся должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин по программе бакалавриата. Контроль проводится по оценке остаточных знаний по дисциплинам «Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические станции и подстанции», «Системы электроснабжения промышленных предприятий». Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной

контроль проводится в письменном виде в течение 15-20 минут. Итоги входного контроля используются для корректировки методик проведения лекционных и практических занятий.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если даны правильные ответы на 4-10 вопросов;
- отметка «не зачтено», если правильных ответов менее 4-х.

7.2.1.2. Задачи

Типовые задачи:

1. Расчет автоматической точной синхронизации

Расчет проводится для определения максимально допустимых значений угловой ошибки синхронизации $\delta_{ОШ_{мд}}$ и угловой частоты скольжения $\omega_{S_{мд}}$. В качестве исходных данных принимаются значения ЭДС генератора и системы $E_r = E_c = E_q'' = 1$, сопротивления генератора (x_d'') и системы (x_c).

1. Максимально допустимые значения угловой ошибки синхронизации определяются с помощью выражений

$$\delta_{ОШ_{мд}} = I_{доп}'' \cdot (x_d'' + x_c), \quad (1.10)$$

$$\delta_{ОШ_{мд}} = 0,275 \cdot \frac{x_d'' + x_c}{x_d''}, \quad (1.11)$$

которые получены из (1.2) и (1.4.) соответственно при условии $\sin \delta_{ОШ_{мд}} \approx \delta_{ОШ_{мд}}$, поскольку угол $\delta_{ОШ_{мд}}$ всегда достаточно мал.

При $x_d'' \leq 0,275$ (генераторы средней мощности) принимается $I_{доп}'' = 1$ и для расчета максимально допустимого значения угловой ошибки синхронизации необходимо использовать выражение (1.10).

При $x_d'' \geq 0,275$ (мощные генераторы) коэффициент запаса по моменту принимается $K_M = 2$ и для расчета максимально допустимого значения угловой ошибки синхронизации необходимо использовать выражение (1.11).

2. Максимально допустимое значение угловой частоты скольжения $\omega_{S_{мд}}$ при синхронизации с **постоянным углом опережения** $\delta_{оп} = const$. В этом случае включение с нулевой ошибкой возможно только при скольжении

$$\omega_{S_{т.в}} = \delta_{оп} / t_B, \quad (1.12)$$

которое называют **скольжением точного включения**.

Для реализации данного вида синхронизации угол опережения выбирается равным $\delta_{оп} = \delta_{ОШ_{мд}}$, а максимально допустимое значение угловой частоты скольжения равным $\omega_{S_{мд}} = 2 \cdot \omega_{S_{т.в}}$.

В настоящее время синхронизация с постоянным углом опережения применяется только в устройствах АПВ линий с двухсторонним питанием.

3. Максимально допустимое значение угловой частоты скольжения $\omega_{S_{мд}}$ при синхронизации с **постоянным временем опережения** $t_{оп} = const$. В этом случае угол опережения вычисляется по выражению

$$\delta_{оп} = \omega_S \cdot t_B + \frac{d\omega_S}{dt} \cdot \frac{t_B^2}{2}, \quad (1.13)$$

позволяя осуществлять включение теоретически без угловой ошибки при любых значениях угловой частоты скольжения ω_s .

В действительности, из-за разброса Δt_B времени включения выключателя и аппаратных погрешностей устройства АТС в задании угла $\Delta\delta_{оп}$ и времени $\Delta t_{оп}$ опережения возникает угловая погрешность

$$\delta_\Sigma = \Delta\delta_{оп} + \omega_s \cdot (\Delta t_B + \Delta t_{оп}). \quad (1.14)$$

Тогда максимально допустимая угловая частота скольжения определится из выражения (1.14) при $\delta_\Sigma = \delta_{ош_{мд}}$ и $\omega_s = \omega_{с_{мд}}$

$$\omega_{с_{мд}} = \frac{\delta_{ош_{мд}} - \Delta\delta_{оп}}{t_B \cdot (\Delta t_B^* + \Delta t_{оп}^*)}, \quad (1.15)$$

где $\Delta t_B^* = \Delta t_B / t_B$, $\Delta t_{оп}^* = \Delta t_{оп} / t_B$ - относительные значения разброса времени включения выключателя и погрешности определения времени опережения.

№ вари анта	Тип генератора
1	ТВФ – 63 - 2
2	ТВФ – 110 - 2
3	ТВВ – 160 - 2
4	ТГВ - 200
5	ТГВ – 500 -4
6	ТВМ - 300
7	ТВВ – 1000 - 4
8	СГК2 – 538/160 - 70
9	СВ – 712/227 - 24
10	СВО – 733/130 - 36
11	СВФ – 1285/275 - 42
12	СВФ – 1690/175 - 64
13	СВО – 1170/190 - 36
14	СВ – 1070/145 - 52
15	ВГС – 1190/215 - 48

2. Определить запас статической устойчивости: а) при отсутствии АРВ; б) при АРВ пропорционального действия; в) при АРВ сильного действия.

Исходные данные: $P_L = 0,58$; $Q_L = 0,36$; $x_d = 1,8$; $x'_d = 0,46$; $x_T = 0,18$; $x_L = 0,3$; $U_C = 1$.

Пример решения.

а). При отсутствии АРВ запас статической устойчивости определяется исходя из условия постоянства синхронной ЭДС $E_q = const$.

Суммарное сопротивление электропередачи

$$x_\Sigma = x_d + x_T + x_L = 2,28.$$

Синхронная ЭДС

$$E_q = \sqrt{(U_C + Q_L \cdot x_\Sigma / U_C)^2 + (P_L \cdot x_\Sigma / U_C)^2} = 2,25.$$

Предел передаваемой активной мощности

$$P_{пп} = \frac{E_q \cdot U_C}{x_\Sigma} = 0,9868.$$

Коэффициент запаса статической устойчивости

$$K_3 = \frac{P_{PP} - P_L}{P_L} = 0,7.$$

б). При использовании АРВ пропорционального действия запас статической устойчивости исходя из постоянства переходной ЭДС $E' = const.$ за переходным синхронным сопротивлением. В этом случае

$$x'_\Sigma = x'_d + x_T + x_L = 0,94;$$

$$E' = \sqrt{(U_C + Q_L \cdot x_\Sigma / U_C)^2 + (P_L \cdot x'_\Sigma / U_C)^2} = 1,445;$$

$$P_{PP} = \frac{E' \cdot U_C}{x'_\Sigma} = 1,537;$$

$$K_3 = \frac{P_{PP} - P_L}{P_L} = 1,65.$$

в). При использовании АРВ сильного действия запас статической устойчивости определяется исходя из условия постоянства напряжения на шинах генератора $U_\Gamma = const.$

Суммарное сопротивление системы

$$x_C = x_T + x_L = 0,48.$$

Напряжение на выводах генератора

$$U_\Gamma = \sqrt{(U_C + Q_L \cdot x_C / U_C)^2 + (P_L \cdot x_C / U_C)^2} = 1,205.$$

Предел передаваемой активной мощности

$$P_{PP} = \frac{U_\Gamma \cdot U_C}{x_C} = 2,51.$$

Коэффициент запаса статической устойчивости

$$K_3 = \frac{P_{PP} - P_L}{P_L} = 3,33.$$

Таким образом, использование АРВ позволяет повысить предел передаваемой активной мощности и соответственно статическую устойчивость системы за счет исключения влияния собственных сопротивлений генератора.

№ варианта	P_L	Q_L	x_d	x'_d	x_T	x_L
1	0,6	0,4	0,9	0,31	0,12	0,45
2	0,61	0,39	1,0	0,33	0,13	0,44
3	0,62	0,38	1,1	0,35	0,14	0,43
4	0,63	0,37	1,2	0,37	0,15	0,42
5	0,64	0,36	1,3	0,39	0,16	0,41
6	0,65	0,35	1,4	0,41	0,17	0,4
7	0,66	0,34	1,5	0,43	0,18	0,39
8	0,67	0,33	1,6	0,44	0,19	0,38
9	0,68	0,32	1,7	0,46	0,2	0,37
10	0,69	0,31	1,8	0,48	0,21	0,36
11	0,7	0,3	1,9	0,5	0,22	0,35
12	0,71	0,29	2,0	0,27	0,23	0,34
13	0,72	0,28	2,1	0,3	0,24	0,33
14	0,73	0,27	2,2	0,36	0,25	0,32
15	0,74	0,26	2,3	0,34	0,26	0,31

Краткое описание и регламент выполнения

Задание выполняется письменно. 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.

7.2.1.3. Темы докладов

№ п/п	Темы
1	Методы автоматического включения синхронных генераторов на параллельную работу.
2	Общая структура и принципы функционирования микропроцессорных автоматических синхронизаторов.
3	Автоматическое регулирование возбуждения синхронных генераторов, разновидности возбудителей.
4	Особенности автоматических регуляторов СГ с тиристорным возбуждением.
5	Общая структура и принципы функционирования микропроцессорных автоматических регуляторов возбуждения.
6	Автоматические устройства управления частотой и мощностью параллельно работающих СГ.
7	Особенности микропроцессорной АСУ частотой и мощностью гидрогенераторов.
8	Особенности микропроцессорного автоматического управления частотой и мощностью турбогенераторов.
9	Микропроцессорное автоматическое управление частотой и активной мощностью ЭЭС.
10	Характеристика режимов работы ЭЭС, возмущающих и противоаварийных управляющих воздействий.
11	Назначение и виды противоаварийной автоматики.
12	Назначение, области применения, технико-экономическая эффективность и принцип действия АПВ.
13	Разновидности и краткая характеристика автоматических устройств повторного включения.
14	Назначение, области применения и основные принципы выполнения автоматических устройств включения резерва.
15	Особенности функционирования микропроцессорных комплектов автоматического повторного включения
16	Назначение и принципы функционирования автоматики предотвращения нарушения устойчивости
17	Общая структура микропроцессорной автоматики предотвращения нарушения устойчивости
18	Разновидности и краткая характеристика типовых устройств прекращения асинхронного режима
19	Принцип действия автоматики прекращения асинхронного режима
20	Особенности микропроцессорной автоматики прекращения асинхронного режима
21	Автоматика ограничения повышения частоты и напряжения
22	Автоматика, ограничивающая аварийное снижение частоты

№ п/п	Темы
23	Автоматическая частотная разгрузка ЭЭС
24	Микропроцессорная автоматика частотной разгрузки ЭЭС
25	Назначение и основные задачи АСДУ
26	Средства сбора, передачи, обработки и отображения информации в АСДУ
27	Организация коммерческого учета электроэнергии
28	Технический учет электроэнергии
29	Общая структура и принцип действия микропроцессорных счетчиков электроэнергии
30	Микропроцессорная интегрированная противоаварийная автоматика

Краткое описание и регламент выполнения

Доклад представляет собой публичное выступление по изучаемому разделу дисциплины «Автоматизация систем электроснабжения». При подготовке доклада, презентации обучающийся должен отобрать не менее 10 наименований литературы (книг, статей, сборников, нормативно-правовых актов). Предпочтение следует отдавать литературе, опубликованной в течение последних 5 лет. Допускается обращение к Интернет-сайтам. Изложение текста доклада должно быть четким, аргументированным.

В заключение доклада обучающийся должен сделать выводы по теме.

Продолжительность доклада не более 7 минут. Для получения положительной отметки наличие компьютерной презентации обязательно. Минимальное количество слайдов – 5. Презентация должна быть информативна, соответствовать теме доклада.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта; подготовлена презентация с требуемым количеством слайдов.

- отметка «не зачтено», если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы, отсутствует презентация или презентация не содержит требуемого количества слайдов, не информативна и не соответствует теме доклада.

7.2.1.4. Типовые тестовые задания

1. Управление процессами производства, распределения и потребления электроэнергии является автоматическим, если осуществляется

- А) диспетчером;
- Б) техническими средствами;
- В) без участия человека;
- Г) верны ответы Б и В.

2. Управление процессами производства, распределения и потребления электроэнергии является автоматизированным, если осуществляется

- А) оператором;
- Б) диспетчером;
- В) техническими средствами;
- Г) верны ответы Б и В.

3. Автоматизированная система диспетчерского управления это

- А) экспертная система;
- Б) человеко-машинная система;
- В) адаптивная система;
- Г) релейная система.

4. Средства автоматического управления процессом производства, распределения и потребления электроэнергии это

- А) технологическая автоматика;
- Б) противоаварийная автоматика;
- В) местная и системная автоматика;
- Г) верны ответы А и Б.

5. Технологическая автоматика обеспечивает

- А) автоматическое повторное включение;
- Б) автоматическое включение резерва;
- В) автоматическое регулирование возбуждения;
- Г) автоматическую частотную разгрузку.

6. Противоаварийная автоматика обеспечивает

- А) включение на параллельную работу синхронных генераторов;
- Б) регулирование напряжения в распределительной сети;
- В) релейную защиту электрооборудования;
- Г) регулирование частоты и активной мощности.

7. Основная причина возникновения аварийного режима в электрической сети

- А) ошибочные действия оперативного персонала;
- Б) отключение группы потребителей;
- В) короткие замыкания;
- Г) отключение группы синхронных генераторов.

8. Короткое замыкание сопровождается

- А) увеличением напряжения;
- Б) увеличением тока;
- В) увеличением частоты;
- Г) верны ответы А) и В).

9. Основные функции релейной защиты

- А) контролировать параметры электрического режима;
- Б) выявлять и отключать поврежденный элемент;
- В) выдавать сообщение дежурному персоналу;
- Г) верны ответы Б) и В).

10. Основные требования к релейной защите

- А) селективность и быстродействие;
- Б) надежность и чувствительность;
- В) экономическая эффективность и эксплуатационные расходы;
- Г) верны ответы А) и Б).

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.

7.2.1.5. Комплект отчетов по лабораторным работам

1. Лабораторная работа № 1 «Учет тепловой энергии»

Форма отчета по лабораторной работе

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Программа работы
4. Результаты расчетов
5. Обобщение полученных результатов.

Литература

2. Лабораторная работа № 2 «Системы учета электроэнергии»

Форма отчета по лабораторной работе

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Программа работы
4. Результаты исследований.
5. Обобщение полученных результатов.

Литература

Краткое описание и регламент выполнения

Задание выполняется письменно. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется студенту за всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, проявившим творческие способности в понимании и изложении вопросов, а также студент ответил больше чем на половину контрольных вопросов;

- отметка «не зачтено» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в изложении вопросов, а также студент ответил на половину или меньше контрольных вопросов.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации Семестр 1

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Автоматизированные системы управления энергосбережением и электроснабжением
2	История возникновения и современные проблемы автоматизации электроснабжения
3	Телемеханические системы управления в СЭС
4	Микропроцессорные средства РЗАиТ
5	Диспетчеризация управления СЭС: щиты управления, диспетчерский пункт, контрольно-измерительные приборы
6	Измерение показателей качества электроэнергии в СЭС
7	Контроль показателей качества электроэнергии в СЭС
8	Автоматизированные системы регистрации аварийных ситуаций
9	АСУ ТП электростанций
10	АСУ ТП подстанций
11	АСУ ТП предприятий электрических сетей
12	Системы сбора данных и телеуправления СЭС. Системы мониторинга и диагностики СЭС

№ п/п	Вопросы к зачету
13	Системы диагностики СЭС
14	Моделирование средств автоматизации СЭС в программном пакете LabVIEW (VisSim, MatLab)
15	SCADA – системы человеко-машинного интерфейса: функции и задачи SCADA-уровня
16	Оптические, беспроводные и спутниковые каналы связи в АСУ-электро
17	Оптовый рынок электроэнергии: инфраструктура, иерархия управления, участники
18	Розничный рынок электроэнергии: инфраструктура, иерархия управления, участники
19	Коммерческий и технический учет электроэнергии, активной и реактивной мощности
20	Автоматизация учета потребления энергоресурсов на ПП
21	Автоматизация учета электроэнергии в рыночных условиях
22	АИИС КУЭ: основные функции и задачи, уровни иерархии, состав оборудования
23	Архитектура программного обеспечения АИИС КУЭ
24	Техническая эксплуатация, метрологическое и нормативное обеспечение АИИС КУЭ
25	Микропроцессорные счетчики электроэнергии
26	Организация коммерческого учета перетоков электроэнергии в ЭЭС
27	Микропроцессорные автоматические синхронизаторы для включения синхронных генераторов на параллельную работу
28	Микропроцессорный автоматический регулятор возбуждения синхронных генераторов
29	Микропроцессорная автоматизированная система управления гидроэлектростанциями
30	Микропроцессорная АСУ тепловыми станциями
31	Цифровая АСУ частотой и активной мощностью электроэнергетической системы
32	Микропроцессорная автоматика прекращения асинхронного режима
33	Цифровая автоматика предотвращения нарушения устойчивости ЭЭС
34	Микропроцессорная автоматика частотной разгрузки ЭЭС
35	Микропроцессорная интегрированная противоаварийная автоматика
36	Микропроцессорные регуляторы реактивной мощности конденсаторных батарей
37	Автоматизированная система управления плавкой гололода в энергосистеме
38	Противоаварийная автоматика
39	Режимы работы электроэнергетических систем
40	Цифровая автоматика отключений коротких замыканий, повторного и резервного включений
41	Автоматические устройства включения резерва
42	Фазы функционирования автоматики предотвращения нарушения устойчивости
43	Общая функциональная структура АПНУ
44	Назначение устройств автоматического предотвращения нарушения устойчивости
45	Воздействия устройств автоматического предотвращения нарушений устойчивости
46	Причины возникновения аварийных режимов
47	Устройства для выявления аварийных возмущений
48	Автоматизированные системы регистрации аварийных ситуаций
49	Особенности автоматики предотвращения нарушения устойчивости
50	Автоматическая частотная разгрузка. Понятие. Нормативные требования. Длительность работы.
51	Структура устройства АЧР
52	Автоматическое повторное включение после АЧР
53	Назначение и функции автоматизированных систем диспетчерского управления

№ п/п	Вопросы к зачету
54	Автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера энергетического объекта
55	Средства сбора, передачи и обработки информации
56	Дистанционное и телемеханическое управление
57	Диспетчерский пункт. Щиты управления энергообъекта
58	Структура АСКУЭ
59	Задачи автоматизации учёта электроэнергии
60	Требования, предъявляемые к автоматизированным системам учета электроэнергии

Семестр 2

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Автоматизация учета потребления энергоресурсов на ПП
2	Автоматизация учета электроэнергии в рыночных условиях
3	АИИС КУЭ: основные функции и задачи, уровни иерархии, состав оборудования
4	Архитектура программного обеспечения АИИС КУЭ
5	Техническая эксплуатация, метрологическое и нормативное обеспечение АИИС КУЭ
6	Микропроцессорные счетчики электроэнергии
7	Организация коммерческого учета перетоков электроэнергии в ЭЭС
8	Микропроцессорные автоматические синхронизаторы для включения синхронных генераторов на параллельную работу
9	Микропроцессорный автоматический регулятор возбуждения синхронных генераторов
10	Микропроцессорная автоматизированная система управления гидроэлектростанциями
11	Микропроцессорная АСУ тепловыми станциями
12	Цифровая АСУ частотой и активной мощностью электроэнергетической системы
13	Микропроцессорная автоматика прекращения асинхронного режима
14	Цифровая автоматика предотвращения нарушения устойчивости ЭЭС
15	Микропроцессорная автоматика частотной разгрузки ЭЭС
16	Микропроцессорная интегрированная противоаварийная автоматика
17	Микропроцессорные регуляторы реактивной мощности конденсаторных батарей
18	Автоматизированная система управления плавкой гололеда в энергосистеме
19	Противоаварийная автоматика
20	Режимы работы электроэнергетических систем
21	Цифровая автоматика отключений коротких замыканий, повторного и резервного включений
22	Автоматические устройства включения резерва
23	Фазы функционирования автоматики предотвращения нарушения устойчивости
24	Общая функциональная структура АПНУ
25	Назначение устройств автоматического предотвращения нарушения устойчивости
26	Воздействия устройств автоматического предотвращения нарушений устойчивости
27	Причины возникновения аварийных режимов
28	Устройства для выявления аварийных возмущений
29	Автоматизированные системы регистрации аварийных ситуаций
30	Особенности автоматики предотвращения нарушения устойчивости
31	Автоматическая частотная разгрузка. Понятие. Нормативные требования. Длительность работы.
32	Структура устройства АЧР

№ п/п	Вопросы к экзамену
33	Автоматическое повторное включение после АЧР
34	Назначение и функции автоматизированных систем диспетчерского управления
35	Автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера энергетического объекта
36	Средства сбора, передачи и обработки информации
37	Дистанционное и телемеханическое управление
38	Диспетчерский пункт. Щиты управления энергообъекта
39	Структура АСКУЭ
40	Задачи автоматизации учёта электроэнергии
41	Требования, предъявляемые к автоматизированным системам учета электроэнергии

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
1	зачет	«зачтено»	оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта
		«не зачтено»	оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
2	экзамен	«отлично»	обучающийся обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение; правильно сформулировал понятия и закономерности по вопросу
		«хорошо»	обучающийся обладает достаточно полным знанием программного материала; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
		«удовлетворительно»	обучающийся имеет общие знания основного материала без усвоения некоторых существенных положений; формулирует основные понятия с некоторой неточностью; затрудняется в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения
		«неудовлетворительно»	обучающийся не знает значительную часть программного материала; допустил существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения

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	Шойко В.П.	Автоматическое регулирование в электрических системах	Учебное пособие	2015	ЭБС «IPRbooks»
2	Крылов Ю.А., Карандаев А.С., Медведев В.Н.	Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
3	Петренко Ю.Н., Новиков С.О., Гончаров А.А.	Программное управление технологическими комплексами в энергетике	Учебное пособие	2017	ЭБС «IPRbooks»
4	Клевцов А.В.	Средства оптимизации потребления электроэнергии	Учебник	2016	ЭБС «IPRbooks»

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	Кудрявцева И.В., Рыков С.А., Рыков С.В., Скобов Е.Д.	Методы оптимизации в примерах в пакете MathCAD 15	Учебное пособие	2016	ЭБС «IPRbooks»
2	Кувшинов А.А.	Автоматизация систем электроснабжения	Практикум	2015	Репозиторий ТГУ

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
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

- Консультант плюс [Электронный ресурс] : информационный портал - Режим доступа к системе.: <http://www.consultant.ru/>
- Министерство энергетики Российской Федерации, раздел «Энергоэффективность», общие положения [Электронный ресурс]: Официальный сайт: <http://minenergo.gov.ru/node/5195>
- Министерство энергетики Российской Федерации, раздел «Энергоэффективность», документы [Электронный ресурс] : Официальный сайт: <http://minenergo.gov.ru/node/444>
- Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии «Smart IMS» [Электронный ресурс] : Официальный сайт производителя - Режим доступа к системе.: <http://matritca.ru/>
- WebofScience [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 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.;
- SpringerLink [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : <link.springer.com>. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- ScienceDirect [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательстваElsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : <sciencedirect.com>. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridgeuniversitypress [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 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	MathCAD	Акт п/п от 21.07.2009г. (Гос. Контракт № 487 от 28.05.2009г.), срок действия - бессрочно
2	MATLAB & Simulink	Договор № 652/2014 от 07.07.2014г., срок действия - бессрочно
3	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
4	OfficeStandard	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

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 проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-211)	Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи.
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 «Энергосбережение и энергосберегающие технологии». 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-610)	Стол ученические четырехместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), компьютерные столы, лабораторные стенды, экран проектора, проектор, вводной автомат электроэнергии, компьютер в сборе, промышленный компьютер в сборе, жалюзи
4	Помещение для самостоятельной работы студентов. (Г-401)	Стол ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет