

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

---

**Образовательно-научный институт электроэнергетики (ИНЭЛ)**  
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:  
\_\_\_\_\_ Дарьенков А.Б.  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО  
“24” июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.12 Повышение эффективности использования электроэнергии**  
**в электротехнологических установках**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
для подготовки магистров

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Оптимизация развивающихся систем электроснабжения

Форма обучения: очная  
Год начала подготовки 2020, 2021

Выпускающая кафедра ЭССЭ

Кафедра-разработчик ЭССЭ

Объем дисциплины 72/2

часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: Гардин А.И., к.т.н., доцент

НИЖНИЙ НОВГОРОД 2021г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 г. N 147 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 17.12.2020 № 5

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ЭССЭ протокол от 11.12.2019 № 3  
Зав. кафедрой к.т.н, доцент Севостьянов А.А.

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению учебно-методическим советом  
института электроэнергетики, Протокол от 17.12.2019 № 2

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ \_\_\_\_\_ № 13.04.02-о-18  
Начальник МО \_\_\_\_\_

## *Оглавление*

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1.    Цель освоения дисциплины: .....	4
1.2.    Задачи освоения дисциплины (модуля):.....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>10</b>
4.1.    Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	10
4.2.    Содержание дисциплины, структурированное по темам <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>17</b>
5.1.    Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности ..... <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
6.1.    Учебная литература.....	20
6.2.    Справочно-библиографическая литература. ....	20
6.3.    Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	20
6.4.    Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	21
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
7.1.    Перечень информационных справочных систем.....	21
7.2.    Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины .....	21
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>23</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>24</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ...</b>	<b>24</b>
10.1.    Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	24
10.2.    Методические указания для занятий лекционного типа.....	26
10.3.    Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях .....	26
10.4.    Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	26
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>26</b>
11.1.    Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости .....	27
11.1.1.    Типовые задания для практических работ .....	27
11.1.2.    Типовые вопросы для промежуточной аттестации .....	27

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов базовых знаний о системах энергоснабжения промышленных предприятий с электротехнологическими установками (ЭТУ). Изучение режимов работы ЭТУ и основных мероприятий по повышению эффективности использования электроэнергии при эксплуатации ЭТУ и проектирования систем энергоснабжения с ЭТУ.

Задачи освоения дисциплины (модуля):

- Создание и анализ моделей, позволяющих прогнозировать эффективные режимы работы систем энергоснабжения (СЭС) с электротехнологическими установками (ЭТУ);
- Разработка проектной документации для систем энергоснабжения с ЭТУ.

## **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Повышение эффективности использования электроэнергии в электротехнологических установках» представляет собой дисциплину вариативной части блока Б1 («Обязательные дисциплины») Б1.В.Од.12.

Дисциплина базируется на курсах цикла математических и естественнонаучных и профессиональных дисциплин бакалавриата: «Высшая математика» - разделы «Системы линейных уравнений», «Дифференциальное и интегральное исчисление»; «Теоретические основы электротехники», «Электроснабжение», и магистратуры: «Электротехнологические установки», «Специальные вопросы электроснабжения», «Надежность электроэнергетических систем», «Средства автоматизированного анализа и управления СЭС», «Оптимизация систем электроснабжения». Усвоенные знания в дальнейшем служат основой для принятия решений при выполнении магистерской диссертации и последующей профессиональной деятельности.

Рабочая программа дисциплины «Повышение эффективности использования электроэнергии в электротехнологических установках» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

# КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4				
<i>Специальные вопросы электроснабжения (ПКС-4)</i>	X							
<i>Оптимизация систем электроснабжения (ПКС-4)</i>			X					
<i>Автоматизация и управление систем электроснабжения (ПКС-4)</i>			X					
<i>Повышение эффективности использования электроэнергии в электротехнологических установках (ПКС-4)</i>			X					
<i>Энергоснабжение (ПКС-4)</i>		X						
<i>Учет энергоресурсов и энергетический мониторинг (ПКС-4)</i>		X						
<i>Проектная практика (ПКС-4)</i>		X						
<i>Проектная практика (ПКС-4)</i>				X				
<i>Преддипломная практика (ПКС-1,4)</i>				X				
<i>Подготовка и защита ВКР (ПКС-1,4)</i>				X				
<i>Надежность электроэнергетических систем (ПКС-1)</i>	X							
<i>Современные проблемы науки и производства в электроэнергетике (ПКС-1)</i>			X					
<i>Методология научно-исследовательских разработок (ПКС-1)</i>			X					
<i>Математические методы обработки экспериментальных данных (ПКС-1)</i>				X				
<i>Экономия энергоресурсов (ПКС-1)</i>				X				
<i>Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы (ПКС-1)</i>		X						
<i>Научно-исследовательская</i>				X				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4				
<i>работа (ПКС-1)</i>								

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать:	Уметь:	Владеть:	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1. Способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, проводить исследования, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе системы электроснабжения (СЭС) с электротехнологическими установками (ЭТУ)	ИПКС-1.1. Способен формулировать тему исследования, проблему и гипотезу исследования, выбирать методы и составлять программу исследования объектов СЭС с ЭТУ	<b>Знать:</b> - методы формулировки тем исследования, проблем и гипотез исследования (ИПКС-1.1.)	<b>Уметь:</b> - формулировать тему исследования и выбирать методы исследования (ИПКС-1.1.)	<b>Владеть:</b> - навыками выбора методов исследования (ИПКС-1.1.)	Практические задания, вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования.
	ИПКС-1.2. Способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования и проводить исследование по СЭС с ЭТУ	<b>Знать:</b> - методы анализа и систематизации информации (ИПКС-1.2.)	<b>Уметь:</b> - осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации (ИПКС-1.2.)	<b>Владеть:</b> - навыками анализа и систематизации информации исследования (ИПКС-1.2.)	Практические задания, вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования.
	ИПКС-1.3. Способен интерпретировать результаты и представлять отчет, обзор и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ	<b>Знать:</b> - методы интерпретации результатов и представления отчетов (ИПКС-1.3)	<b>Уметь:</b> - интерпретировать результаты и представлять отчет (ИПКС-1.3)	<b>Владеть:</b> - навыками интерпретации результатов и представления отчетов (ИПКС-1.3)	Практические задания, вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования.
ПКС-4. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности	ИПКС-4.1. Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	<b>Владеть:</b> методами создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	Практические задания, вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования.

			деятельности			
	ИПКС-4.2. Способен разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> методы разработки проектной документации на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	<b>Владеть:</b> навыками разработки проектной документации на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	Практические задания, вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования.

Трудовая функция (ПКС-1): D/04.7 Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- Анализ возможных областей применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- Организация внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- Обеспечение научного руководства практической реализацией результатов научных исследований и опытно-конструкторских работ;
- Контроль реализации внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- Осуществление подготовки и представления руководству отчета о практической реализации результатов научных исследований и опытно-конструкторских работ;

Трудовые умения:

- Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний;
- Применять методы разработки информационных, объектных, документных моделей производственных предприятий;

Трудовые знания:

- Отечественная и международная нормативная база в соответствующей области знаний;
- Основы экономики, организации производства, труда и управления организацией;
- Методы разработки информационных, объектных, документных моделей производственных организаций.

Трудовая функция (ПКС-4): C/01.7 Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами

Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- Подготовка и утверждение заданий на выполнение работ на подготовку проектной документации автоматизированной системы управления технологическими процессами
- Разработка частного технического задания на обследование объекта автоматизации
- Сбор информации об автоматизированных системах управления технологическими процессами и используемом оборудовании ведущих производителей
- Разработка вариантов структурных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом и выбор оптимальной структурной схемы
- Разработка технического задания на разработку проекта автоматизированной системы управления технологическим процессом и согласование его с заказчиком

**Трудовые умения:**

- Осуществлять постановку задачи работникам на проведение обследования объекта автоматизации и разработку отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом
- Применять методики и процедуры системы менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией для анализа информации по автоматизированным системам технологическими процессами и используемом оборудованию ведущих производителей
- Применять систему автоматизированного проектирования и программу для написания и модификации документов для разработки схемы автоматизированной системы управления технологическим процессом
- Пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью "Интернет"

**Трудовые знания:**

- Требования законодательства Российской Федерации и нормативных правовых актов, нормативных технических и нормативных методических документов к составу и содержанию разделов различных стадий проекта автоматизированные системы управления технологическими процессами
- Требования нормативных документов к устройству автоматизированной системы управления технологическими процессами
- Правила разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами
- Правила проведения обследования объекта автоматизации
- Методики определения характеристик объекта автоматизации
- Критерии оценки эффективности работы и методы повышения энергоэффективности объекта автоматизации
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей
- Правила устройства электроустановок
- Система автоматизированного проектирования

## **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. 72 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3 и 4.

Таблица 3

### **Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		№ сем 3	№ сем 4
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения		
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72</b>	<b>72</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	
Занятия лекционного типа (Л)	17	17	
Практические работы (ПР)	17	17	
лабораторные работы (ЛР)	-	-	
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2	
контактная работа на промежуточном контроле (КР)	-	-	
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	34	34	
<b>3. Контроль (по видам промежуточной аттестации)</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
зачет	2	2	
<b>Общая трудоемкость, ч. /зачетные единицы</b>	<b>72/2</b>	<b>72/2</b>	

Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам приведены в таблицах 4-7

Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)					
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)									
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия										
<b>3 курс</b>														
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	<b>Раздел 1. Состав и понятие системы электроснабжения (СЭС) электротехнологических установок</b>						подготовка к лекциям [6.1.1.-6.1.4]	Презентация						
	<b>Тема 1.1.</b> Предмет и задачи дисциплины. Общие определения и классификация электротехнологических установок (ЭТУ). Области применения и перспективы развития ЭТУ.		0,5			1								
	<b>Тема 1.2.</b> Основные понятия. Понятие повышения эффективности использования электроэнергии. Показатели энергоэффективности.		0,5			1		Презентация						
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-4	<b>Тема 1.3.</b> Энергетические основы электротехнологии и СЭС ЭТУ. Примеры построения диаграммы энергетического потока для различных видов ЭТУ		0,5			1	подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям [6.1.1.-6.1.4.]	Презентация	1					
	<b>Раздел 2. Характеристики электротехнологических установок</b>													
	<b>Тема 2.1.</b> Основные характеристики и общие понятия подключения электротехнологических установок к		1			2								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	системе электроснабжения. Согласование вольтамперных характеристик электротехнологических установок с вольтамперными характеристиками источника питания. Согласование ВАХ сети и ВАХ ЭТУ с ВАХ источника питания ЭТУ, работающего в режиме поддержания неизменной мощности.					занятиям [6.1.1.-6.1.4.]							
	<b>Тема 2.2.</b> Компенсация реактивной мощности нагрузки и внешние вольтамперные характеристики. Согласование внешних характеристик нагрузки для случая компенсации реактивной мощности нагрузки. Симметрирование нагрузки.	1		2	2		Презентация						
	<b>Тема 2.3.</b> Средства регулирования напряжения. Потери мощности в подводящей сети. Согласование внешних характеристик ИП и ЭТУ различных видов.	1		2	2		Презентация						
	<b>Тема 2.4.</b> Составление схемы замещения СЭС. Распределение электромагнитных помех в электрических сетях.	1			2								
ПКС-1 ИПКС-1.1	<b>Раздел 3. Источники питания электротехнологических установок</b>												

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	<b>Тема 3.1.</b> Общие положения. Энергетические показатели преобразования энергии. Источники питания для согласования напряжения на нагрузке с напряжением питающей сети на частоте сети.	1		2	2	подготовка к лекциям [6.1.1.-6.1.4]	Презентация						
	<b>Тема 3.2.</b> Применение вольтодобавочных трансформаторов. Источники питания ЭТУ для получения регулируемого постоянного напряжения с возможностью его реверсирования на электротехнологическом узле.	1		2	2		Презентация	1					
	<b>Тема 3.3.</b> Принцип искажения сетевого напряжения при питании ЭТУ с использованием выпрямительных схем и стабилизирующего конденсатора. Преобразователи для регулирования величины напряжения с использованием принципа широтно-импульсной модуляции.	1			2		Презентация						
	<b>Тема 3.4.</b> Источники питания установок индукционного нагрева. Регулирование режима работы ЭТУ и его влияние на форму входного тока и форму напряжения в точке подключения.	1			2		Презентация						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
	<b>Тема 3.5.</b> Классификация АСУ технологических установок.	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.-6.1.4]	Презентация	1					
	<b>Тема 3.6.</b> Автоматизация ЭТУ	1			2		Презентация						
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	<b>Раздел 4. Повышение энергетических характеристик электротехнологических установок. Оптимальные уровни напряжения для электротехнологических установок</b>												
	<b>Тема 4.1.</b> Построение нормализованных энергетических балансов для повышения эффективности использования электроэнергии.	1		2	2	подготовка к лекциям и практическим занятиям [6.1.1.-6.1.4.]	Презентация	1					
	<b>Тема 4.2.</b> Построение энергетических характеристик ЭТУ	1		2	2		Презентация						
	<b>Тема 4.3.</b> Принципы построения оптимальных систем электроснабжения.	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.-6.1.4]	Презентация						
	<b>Тема 4.4.</b> Средства оптимизации перетоков реактивной мощности. Применение многофункциональных устройств.	1			2								
ПКС-1 ИПКС-1.1	<b>Раздел 5. Структуры электротехнологических процессов Нормирование и прогнозирование электропотребления</b>												

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	Тема 5.1. Общие положения. Электросталеплавильные и литейные цеха.	0,5			1	подготовка к лекциям [6.1.1.-6.1.4]	Презентация						
	Тема 5.2. Электролизные процессы. Электросварочные цеха	0,5			1		Презентация						
	Тема 5.3. Построение энергетических характеристик с использованием методов математического моделирования и регрессионного анализа для электротехнологических установок и технологических процессов.	0,5		2	1								
	<b>РГР</b>												
	<b>Контрольная</b>												
	<b>Курсовой проект / работа</b>												
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>17</b>		<b>17</b>	<b>34</b>								

Темы практических работ, требования и методические рекомендации по выполнению изложены в [6.1.1.] и [6.1.2.]:

1. Электротехнологические установки. Учеб. пособие/ Гардин А.И., Малафеев О.Ю., Солнцев Е.Б., Юртаев С.Н., НГТУ, Н.Новгород: [Б.и.], 2020– 248 с.

2.Электротехнологические установки. Учебно-практическое пособие/ Гардин А.И., Солнцев Е.Б., Юртаев С.Н., НГТУ, Н.Новгород: [Б.и.], 2012– 214 с.

## **ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

5.1.1. Задания для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и сайте преподавателя, находятся в свободном доступе, соответственно:

[https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/1459](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1459),  
<https://clck.ru/QdrNA>.

Таблица 5. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
40<R≤50	Отлично	зачет
30<R≤40	Хорошо	
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	

5.1.2 При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Задания для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и сайте преподавателя, находятся в свободном доступе, соответственно:

[https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/1459](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1459),  
<https://clck.ru/QdrNA>

**Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, проводить исследования, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе системы электроснабжения (СЭС) с электротехнологическими установками (ЭТУ)	ИПКС-1.1. Способен выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования СЭС с ЭТУ	Изложение учебного материала бессистемное, неполное.  Непонимание принципов работы ЭТУ и их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по проектированию СЭС с ЭТУ. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.  Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой;  изложение полученных знаний полное, системное;  допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
	ИПКС-1.2. Способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования и проводить исследование по СЭС с ЭТУ	Отсутствие знаний к осуществлению сбора, анализа и систематизации информации по проблеме исследования и неспособность проводить исследование по СЭС с ЭТУ	Фрагментарные, поверхностные знания осуществлению сбора, анализу и систематизации информации по проблеме исследования СЭС с ЭТУ	Знание требований к осуществлению сбора, анализу и систематизации информации по проблеме исследования СЭС с ЭТУ	Имеет глубокие знания к осуществлению сбора, анализу и систематизации информации по проблеме исследования СЭС с ЭТУ

	ИПКС-1.3. Способен интерпретировать результаты и представлять отчет, обзор и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ	Неспособность интерпретировать результаты и представлять отчет, обзор и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ СЭС с ЭТУ.	Слабое знание требований к оформлению и документации электрическим аппаратам. Ограниченност в навыках выполнения чертежей СЭС с ЭТУ.	Способен интерпретировать результаты и представлять отчеты, обзоры и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ СЭС с ЭТУ.	Способность легко интерпретировать результаты и представлять отчеты, обзоры и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ СЭС с ЭТУ.
ПКС-4. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности, в том числе системы электроснабжения (СЭС) с электротехнологическими установками (ЭТУ)	ИПКС-1.1. Способен формулировать тему исследования, проблему и гипотезу исследования, выбирать методы и составлять программу исследования объектов СЭС с ЭТУ	Непонимание принципов создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение СЭС с ЭТУ	Поверхностное знание принципов создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение СЭС с ЭТУ	Достаточно хорошее знание принципов создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение СЭС с ЭТУ	Глубокое знание принципов создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение СЭС с ЭТУ
	ИПКС-4.2. Способен разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	Не знает правил разработки проектной документации СЭС с ЭТУ	Частичное знание правил разработки проектной документации СЭС с ЭТУ	Хорошее знание правил разработки проектной документации СЭС с ЭТУ	Глубокое знание правил разработки проектной документации СЭС с ЭТУ

**Таблица 7. Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная литература

Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

*Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Повышение эффективности использования электроэнергии в электротехнологических установках» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу:*

[https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/1459](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1459).

6.1.1. Гардин, А.И., Электротехнологические установки. Учеб. пособие/ Гардин А.И., Малафеев О.Ю., Солнцев Е.Б., Юртаев С.Н., НГТУ, Н.Новгород: [Б.и.], 2020– 248 с.

6.1.2. Гардин, А.И., Электротехнологические установки. Учебно-практическое пособие/ Гардин А.И., Солнцев Е.Б., Юртаев С.Н., НГТУ, Н.Новгород: [Б.и.], 2012– 214 с

Справочно-библиографическая литература.

6.2.1. Папков Б.В. Краткий словарь современной электроэнергетики. Учеб.пособие / Б. В. Папков ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2013. – 395 с. - Библиогр.: с. 392-393. - ISBN 987-5-502-00181-6. Дата издания: 2013г.

6.2.2. Костин В.Н. Электроэнергетические системы и сети: Учебное пособие. – СПб.: Троицкий мост, 2015 - 304 с.: ил. ISBN 978-5-4377-0048-8

6.2.3. Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>

6.2.4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. 2003г.

6.2.5. Гости Нормы, правила, стандарты и законодательство России <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>

6.2.6. Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru/>

6.2.7. Электронный каталог периодических изданий <http://library.nntu.nnov.ru/>

Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 6.3.1. Научно-технический журнал "Интеллектуальная электротехника"  
 6.3.2. Научно-технический и научно-производственный журнал [Электромеханика](#)  
 6.3.3. Научно-технический журнал [Электричество](#)  
 6.3.4. Новости электротехники, информационно справочное издание  
<http://www.news.elteh.ru/>

Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

- «Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Повышение эффективности использования электроэнергии в электротехнологических установках» в электронном варианте находится в системе E-learning 4G по адресу:  
[https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/1459](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1459).
- Электронный конспект лекций по дисциплине «Повышение эффективности использования электроэнергии в электротехнологических установках» в электронном варианте  
[https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/1459](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1459).
- Для выполнения практических работ выдается методическое указание по работе с программой для ЭВМ «Имитационное моделирование однофазных и трехфазных электрических цепей», непосредственно сам специализированный программный продукт «Программа динамического моделирования режимов электрической сети с имитацией устройств релейной защиты и автоматики», свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014616401, автор Шарыгин М.В.
- Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г.  
[https://www.nntu.ru/sveden/files/education/adapt/metod\\_rekom\\_auditorii.pdf](https://www.nntu.ru/sveden/files/education/adapt/metod_rekom_auditorii.pdf)
- Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г.  
[https://www.nntu.ru/sveden/files/education/adapt/metod\\_rekom\\_srs.pdf](https://www.nntu.ru/sveden/files/education/adapt/metod_rekom_srs.pdf)

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	eLIBRARY	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
5	Электронная библиотека НГТУ	<a href="https://library.nntu.ru/">https://library.nntu.ru/</a>

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
	SMath Studio
	P7-Офис

## **Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

**Таблица 10. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>
3	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техсперт»	доступ из локальной сети

## **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

**Таблица 11. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

**МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ  
НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 8207 Учебная мультимедийная аудитория (для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая. 2. Мультимедийный проектор. 3. Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500.	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020). 4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian
2	Ауд. 6440 Класс для самостоятельной работы	1. Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500 с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ. 2. Библиотека научно-технической литературы и журналов	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020). 4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ по  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;

При преподавании дисциплины "Энергоснабжение", используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

#### Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4.). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

#### Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия способствуют лучшему освоению обучающимися учебного материала, формируют практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствуют формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности. Для текущего контроля предусмотрены практические задания, выполняемые по индивидуальному варианту. Методическое обеспечение практических занятий представлено в разделе 6.1.

#### Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов и промежуточной аттестации по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- выполнение практических заданий;
- устное собеседование по различным разделам курса;
- зачет.

#### **11.1.1. Типовые задания для практических работ**

Типовые задания для практических работ приведены в [6.1.1]

#### **11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации**

Вопросы к промежуточной аттестации (зачет) по курсу «Повышение эффективности использования электроэнергии в электротехнологических установках»

*Электротехнологические установки в промышленности. Состав и понятие системы электроснабжения (СЭС) электротехнологических установок*

1. Основные понятия систем электроснабжения (СЭС) электротехнологических установок (ЭТУ). Дать определение СЭС ЭТУ.
2. Понятие повышения эффективности использования электроэнергии. Назвать и дать определения основным показателям энергоэффективности.
3. Диаграмма энергетического потока для электротехнологической установки. Частные и полный коэффициент полезного действия (КПД).
4. Построение диаграммы энергетического потока для ЭТУ на примере светотехнической установки.
5. Классификация электротехнологических установок.

*Характеристики электротехнологических установок*

6. Дать определения основных характеристик ЭТУ.
7. Общие понятия подключения электротехнологических установок к системе электроснабжения промышленного предприятия.
8. Дать понятие источника питания в системе электроснабжения промышленного предприятия и в СЭС ЭТУ.
9. Структурная схема передачи энергии от источника питания электротехнологической установки (ЭТУ) к зоне обработки.
10. Повышение эффективности использования энергии за счет совершенствования технологического процесса и увеличения производительности. Пояснить математически (алгебраически и графически) на примере определения УРЭ ЭТУ.
11. Повышение эффективности использования энергии за счет снижения постоянных расходов, не зависящих от объема выпуска продукции. Пояснить математически (алгебраически и графически) на примере определения УРЭ ЭТУ.
12. Изобразить принципиальную электрическую схему электроснабжения печи сопротивления периодического действия (варианты: дуговой печи, установки дуговой сварки, установки контактной сварки, установки прямого нагрева) в

однолинейном и многолинейном исполнении, обозначить элементы системы электроснабжения (СЭС): источник питания (ИП) СЭС, подводящая сеть, ИП ЭТУ, «короткая» сеть, электротехнологический узел. Составить схему замещения и на ее основе диаграмму энергетического потока, записать основные энергетические соотношения. Назвать способы повышения эффективности использования электроэнергии.

*Внешние характеристики источника питания промышленного предприятия и нагрузки электротехнологических установок*

13. Понятие согласования вольтамперных характеристик нагрузок с вольтамперными характеристиками источника питания.
14. Показать согласование вольтамперных характеристик электротехнологических установок с вольтамперными характеристиками источника питания для основных схем подключения ЭТУ.
15. Показать согласование ВАХ сети и ВАХ ЭТУ с ВАХ индивидуального источника питания (ИИП) ЭТУ, работающего в режиме поддержания неизменной мощности.
16. Показать согласование ВАХ сети с ВАХ нагрузки при компенсации реактивной мощности нагрузки для основных схем подключения ЭТУ..
17. Показать согласование внешних характеристик нагрузки и сети для случая различной удаленности нагрузки от центра питания для основных схем подключения ЭТУ.
18. Показать согласование внешних характеристик нагрузки и сети для случая регулирования напряжения в центре питания для основных схем подключения ЭТУ.
19. Показать согласование внешних характеристик сети и ВАХ ЭТУ с ИИП, работающего в режиме поддержания неизменной мощности для случая регулирования напряжения в центре питания и для случая различной удаленности ЭТУ с ИИП от центра питания.
20. Показать согласование внешних характеристик сети и ВАХ нагрузки при подключении двух ЭТУ с ИИП.
21. Показать согласование внешних характеристик сети и ВАХ нагрузки при подключении двух ЭТУ без ИИП.
22. Показать согласование внешних характеристик сети и ВАХ нагрузки при подключении двух ЭТУ: одна оснащена ИИП, другая - без ИИП. Рассмотреть случаи регулирования напряжения в центре питания и случаи различной удаленности от центра питания.
23. Средства регулирования напряжения в СЭС ЭТУ.
24. Ступенчатое и плавное регулирование мощности нагрузки за счет ступенчатого и плавного регулирование напряжения источника питания.  
Фазоступенчатый метод регулирования
25. Потери мощности в подводящей сети СЭС ЭТУ.
26. Показать согласование внешних характеристик ИП ЭТУ с электротехнологическим узлом установки прямого нагрева. Назвать основные характеристики.

27. Показать согласование внешних характеристик ИП ЭТУ с электротехнологическим узлом установки дугового нагрева. Назвать основные характеристики.
28. Показать согласование внешних характеристик ИП ЭТУ с электротехнологическим узлом установки контактной сварки. Назвать основные характеристики.
29. Составить схему замещения СЭС ЭТУ.
30. Распределение электромагнитных помех в электрических сетях в СЭС ЭТУ.

#### *Структуры электротехнологических процессов*

31. Структуры электротехнологических процессов в электросталеплавильных цехах
32. Структуры электротехнологических процессов в литьевых цехах.
33. Структуры электротехнологических процессов в производстве водорода и кислорода.
34. Структуры электротехнологических процессов в гидроэлектрометаллургии
35. Структуры электротехнологических процессов в производстве хлора.
36. Структуры электротехнологических процессов в электросварочных цехах.
37. Нормирование и прогнозирование электропотребления с использованием статистических методов.

#### *Оптимальные уровни напряжения для электротехнологических установок*

38. Оптимальные уровни напряжения для электротехнологических установок
39. Методика построения экономических характеристик ЭТУ в функции отклонения напряжения для печей сопротивления
40. Методика построения экономических характеристик ЭТУ в функции отклонения напряжения для сварочных установок.
41. Расчет ущербов при учете случайного характера изменения параметров электроэнергии.
42. Экономические характеристики узлов нагрузок ЭТУ. Анализ однородности графиков нагрузки ЭТУ.

#### *Источники питания электротехнологических установок*

43. Источники питания ЭТУ. Классификация.
44. Энергетические показатели преобразования энергии в источниках питания ЭТУ.
45. Источники питания для согласования напряжения на нагрузке с напряжением питающей сети на частоте сети.
46. Применение вольтодобавочных трансформаторов.
47. Источники питания ЭТУ для получения регулируемого постоянного напряжения с возможностью его реверсирования на электротехнологическом узле.
48. Классификация широтно-импульсных преобразователей (ШИП).
49. Принцип искажения сетевого напряжения при питании ЭТУ с использованием выпрямительных схем и стабилизирующего конденсатора.
50. Схема выпрямителя с принудительным формированием входного тока.

51. Преобразователи для регулирования величины напряжения с использованием принципа широтно-импульсной модуляции с частотой большей, чем частота сети.
52. Источники питания установок индукционного нагрева.
53. Регулирование режима работы ЭТУ и его влияние на форму входного тока и форму напряжения в точке подключения.
54. Принцип работы инвертора напряжения.
55. Однофазный мостовой инвертор с ШИМ на высокой частоте.
56. Рабочие области частоты и мощности генераторов.

#### *Совершенствование систем электроснабжения ЭТУ*

57. Совершенствование систем электроснабжения ЭТУ (общие положения).
58. Принципы построения оптимальных систем электроснабжения.
59. Средства оптимизации перетоков реактивной мощности.
60. Синхронные компенсаторы (СК).
61. Синхронные электродвигатели (СД).
62. Конденсаторные компенсирующие и симметрирующие установки.
63. Компенсационные преобразователи.
64. Применение многофункциональных устройств.
65. Твердотельные регуляторы вольтодобавочного напряжения (ТРВДН)