

**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

“17” мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.14 «Системы автоматического управления**  
**электротехнологическими установками»**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электротехнологические установки и системы

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра ЭПА

Кафедра-разработчик ЭПА

Объем дисциплины 144/4  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Плехов А.С., к.т.н., доцент

Нижний Новгород, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ 28 февраля 2018 года №144 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 25.05.2023 г №22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от «04» мая 2023 г № 4  
Зав. кафедрой д.т.н., доцент Дарьенков А.Б. \_\_\_\_\_ (подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ,  
протокол от «15» мая 2023 г. № 4

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 13.03.02-П-29  
Начальник МО \_\_\_\_\_ Н.Р. Булгакова

## **1. 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>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>12</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	12
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ.....	13
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>18</b>
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	18
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>22</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	22
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА. ....	22
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ: .....	22
6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	22
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>23</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	23
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	23
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....</b>	<b>24</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>25</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	25
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	26
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ .....	27
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	27
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>27</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 лабораторных работ .....	28
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....	28

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Системы автоматического управления электротехнологическими установками» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» является решение задач основной профессиональной деятельности: научно-исследовательской и дополнительных видов профессиональной деятельности: проектно-конструкторской, производственно-технологической.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- сбор и анализ данных для обоснования и проектирования электротехнологических установок;
- расчёт режимов работы электротехнологических установок;
- разработка вариантов технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, при соблюдении различных технических, энергоэффективных и экологических требований;
- выбор оборудования электротехнологических установок.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Системы автоматического управления электротехнологическими установками включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность Б1.В.ОД.14. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объёме программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Проектирование электротехнологических установок» являются Математика, Физика, Теоретические основы электротехники, Основы электротехнологии, Системы автоматического управления электротехнологическими установками.

Дисциплина «Проектирование электротехнологических установок» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Электроснабжение; Преддипломная практика; Подготовка ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Проектирование электротехнологических установок» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию ПКС-3 совместно	Курс				
	1	2	3	4	5
Ознакомительная практика		X			
Электрические и электронные аппараты			X		
Проектная практика			X		
Электрический привод			X		
Теория автоматического управления				X	

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию ПКС-3 совместно	Курс				
	1	2	3	4	5
Микропроцессорные системы				X	
Основы технологии сварочного производства				X	
Печи сопротивления				X	
Электрооборудование сварочного производства				X	
Электроснабжение					X
Системы управления электромеханическими объектами					X
Электротехнологические установки и системы					X
Установки индукционного нагрева					X
Проектирование электротехнологических установок					X
Технология электромонтажных работ					X
Системы автоматического управления электротехнологическими установками					X
Механизмы и приводы электротехнологических установок					X
Силовые элементы управления электротехнологических установок					X
Электроснабжение и электрооборудование электротехнологических установок					X
Электроснабжение промышленных предприятий					X
Системы программного управления					X
Преддипломная практика					X
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР					X

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию ПКС-4 совместно	Курс				
	1	2	3	4	5
Электрические и электронные аппараты			X		
Проектная практика			X		
Силовая электроника			X		
Основы схемотехники				X	
Основы электротехнологии				X	
Электрический привод				X	
Микропроцессорные системы				X	
Основы технологии сварочного производства				X	
Печи сопротивления				X	
Электрооборудование сварочного производства				X	
Электроснабжение					X
Системы управления электромеханическими объектами					X
Электротехнологические установки и системы					X
Установки индукционного нагрева					X
Проектирование электротехнологических установок					X
Системы автоматического управления электротехнологическими установками					X
Механизмы и приводы электротехнологических установок					X
Силовые элементы управления электротехнологических установок					X
Электроснабжение и электрооборудование электротехнологических установок					X
Электроснабжение промышленных предприятий					X
Системы программного управления					X
Преддипломная практика					X
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР					X

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию ПКС-5 совместно	Курс				
	1	2	3	4	5
Системы управления электромеханическими объектами					X
Системы автоматического управления электротехнологическими объектами					X

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию ПКС-5 совместно	Курс				
	1	2	3	4	5
<i>ми установками</i>					
<i>Преддипломная практика</i>					X
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР</i>					X

## 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	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-3. Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПКС-3.1. Способен выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности ИПКС-3.3. Способен осуществлять выбор оборудования	<b>Знать:</b> - основные понятия и фундаментальные законы естественнонаучных дисциплин (ИПКС-3.1) - основные законы теории электрических цепей и автоматики (ИПКС-3.3)	<b>Уметь:</b> - самостоятельно решать конкретные задачи из различных разделов естественнонаучных дисциплин, пользоваться современной научной и производственной аппаратурой для проведения инженерных измерений и научных исследований, логически верно и аргументировано защищать результаты своих исследований (ИПКС-3.1) - рассчитывать электрические схемы, выбирать устройства защиты и автоматики электроэнергетических объектов (ИПКС-3.3)	<b>Владеть:</b> - навыками практического использования методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации; навыками проведения патентных исследований по отечественным и зарубежным источникам (ИПКС-3.1) - навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета схем и элементов основного оборудования, вторичных цепей, устройств защиты и автоматики (ИПКС-3.3)		

ПКС-4. Способен проводить обоснование проектных решений	ИПКС-4.1. Способен разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования ИПКС-4.2. Способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> - режимы работы электроэнергетических установок (ИПКС-4.2) - технические средства для автоматического управления электротехнологическими установками и системами (ИПКС-4.1) - требования, предъявляемые стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами к проектам автоматизации электро-технологических установок и систем; известные конструкции систем автоматизации электротехнологических установок и систем, их достоинства и недостатки (ИПКС-4.1)	<b>Уметь:</b> - определять состав оборудования электроэнергетических объектов и его параметры (ИПКС-4.2) - выбирать технические средства для автоматического управления электротехнологическими установками и системами (ИПКС-4.1) - осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных расчетов; разрабатывать простые конструкции электроэнергетических систем автономных объектов в соответствии с техническим заданием (ИПКС-4.1)	<b>Владеть:</b> - навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы электроэнергетических установок (ИПКС-4.2) - навыками применения технических средств для автоматического управления электротехнологическими установками и системами (ИПКС-4.1) - навыками использования стандартных средств проектирования систем автоматизации электро-технологических установок и систем (ИПКС-4.1)		
ПКС-5. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности*	ИПКС-5.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности.		<b>Уметь:</b> - работать на современной электронно-вычислительной техники с объектами профессиональной деятельности (ИПКС-5.2);	<b>Владеть:</b> - навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике (ИПКС-5.2).		

### ПКС-3

Трудовая функция: В/02.6 Подготовка текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами

Квалификационные требования к ТФ:



**Трудовые действия:**

- подготовка исходных данных для разработки проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- формирование предварительных проектных решений для автоматизированной системы управления и ее частей;
- разработка документации эскизного проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- формирование основных проектных решений для автоматизированной системы управления и ее частей;
- разработка текстовой и графической частей документации технического проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- разработка и оформление документации на поставку изделий для комплектования автоматизированной системы управления и (или) технических требований (технических заданий) на их разработку
- разработка заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта автоматизации;

**Трудовые умения:**

- оценивать полноту исходных данных для подготовки проектной документации автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- выбирать алгоритмы и способы работы в САПР и программе для выполнения графических и текстовых разделов проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- определять предварительные решения по выбранному варианту автоматизированной системы управления и отдельным видам обеспечений;
- определять окончательные решения по общесистемным вопросам автоматизированной системы управления;
- определять решения по организационному обеспечению автоматизированной системы управления;
- определять решения по техническому обеспечению автоматизированной системы управления;
- определять алгоритмы автоматизируемой деятельности;
- определять решения по информационному обеспечению автоматизированной системы управления;
- определять решения по лингвистическому обеспечению автоматизированной системы управления;
- определять решения по программному обеспечению автоматизированной системы управления;
- определять решения по методическому обеспечению автоматизированной системы управления;
- определять структуру заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта автоматизации;
- определять технические требования и перечень изделий для комплектования автоматизированной системы управления;

**Трудовые знания:**

- состав комплекса средств автоматизации;
- классификация автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- общие технические требования и функциональное назначение автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности к выполнению текстовой и графической частей проектной документации автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- правила выполнения и структура документации эскизного и технического проектов автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- система условных обозначений в проектировании;
- требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности в области электроэнергетики (применительно к автоматизированным системам управления технологическими процессами) к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок;
- правила применения САПР для оформления разделов проектной документации автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- порядок разработки проектно-сметной документации на автоматизированные системы управления технологическими процессами;
- порядок подготовки заказной документации на компоненты и комплексы средств автоматизации или технических заданий на их разработку;
- методы и технология проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами в специализированных программных средствах;
- правила и порядок разработки и оформления документации на поставку изделий для комплектования автоматизированной системы управления и (или) технических требований (технических заданий) на их разработку;

#### ПКС-4

Трудовая функция: В/02.6 Разработка средств автоматизации для сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки

**Трудовые действия:**

- определение общей схемы системы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом термической и химико-термической обработки;
- выбор средств текущего контроля параметров сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки;
- выбор средств регулирования параметров сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки;
- реализация схемы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом термической и химико-термической обработки;
- проверка эффективности реализованной

**Трудовые умения:**

- разрабатывать схему автоматизированного управления сложным технологическим процессом термической и химико-термической обработки;
- определять способы и средства текущего контроля параметров сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки;
- определять способы и средства регулирования параметров сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки;
- применять конструкторские системы автоматизированного проектирования для моделирования конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов средств автоматизации сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки;
- создавать чертежи средств автоматизации сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования;
- применять прикладные программы для анализа условий эксплуатации средств автоматизации несложных технологических процессов термической и химико-термической обработки;
- выполнять компоновочные расчеты средств автоматизации сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования;

**Трудовые знания:**

- стандарты и нормативно-технические документы по нагревательному, газовому, электрическому, контрольно-измерительному и вспомогательному оборудованию, применяемому в термическом производстве;
- конструкции и порядок эксплуатации оборудования, реализующего сложные технологические процессы термической и химико-термической обработки;
- принципы построения систем автоматизированного и автоматического управления сложными технологическими процессами термической и химико-термической обработки;
- способы и средства текущего контроля и регулирования параметров сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки;
- конструкторские системы автоматизированного проектирования: классы, наименования, возможности и порядок работы в них;
- электронные справочные системы и библиотеки: наименования, возможности и порядок работы в них;
- браузеры для работы с информационно-телекоммуникационной сетью «Интернет»: наименования, возможности и порядок работы в них;
- правила безопасности при работе в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;
- поисковые системы для поиска информации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: наименования, возможности и порядок работы в них;
- системы автоматизированной технологической подготовки производства: классы, наименования, возможности и порядок работы в них;
- основные методы расчета экономической эффективности с применением вычислительной техники и прикладных программ;
- системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования: наименования, возможности и порядок работы в них;
- единая система конструкторской документации;
- единая система технологической документации;
- единая система технологической подготовки производства;

- методика проверки контрольно-измерительных приборов термического оборудования;
- методика проверки исполнительных устройств, регулирующих параметры сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки;
- методика оценки эффективности функционирования средств и систем автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом термической и химико-термической обработки;

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по курсам
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	30	30
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	24	24
занятия лекционного типа (Л)	8	8
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	8	8
лабораторные работы (ЛР)	8	8
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	105	105
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
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.)	105	105
Подготовка к экзамену (контроль)	9	9

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

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					
5 семестр									
ПКС-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	Раздел 1. Проектировании объектов профессиональной деятельности								
	1-Тема 1.1. Задачи и содержание курса, порядок его изложения. Признаки разделения ЭТУ и их САУ на классы и виды ЭТУ, выделяемые ПУЭ. Состав и задачи, решаемые технологическим алгоритмическим и регулирующим уровнями САУ ЭТУ	0,5							
	2- Тема 1.2. Изменение агрегатного состояния обрабатываемых тел при воздействии температуры, взаимосвязь тепловых процессов в ЭТУ с потребляемой электрической энергией и мощностью. Способы преобразования электрической энергии в тепловую	0,5			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	3- Тема 1.3. Способы и средства регулирования температуры обрабатываемых материалов, состав электрических подсистем ЭТУ и	0,5			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]			

Планируемые (контролируе- мые) результа- ты освоения: код УК; ОПК; ПК и индика- торы достиже- ния компетен- ций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и ин- терактивных образователь- ных технологий	Реализация в рамках прак- тической под- готовки (тру- доемкость в часах)	Наименование разработанно- го Электрон- ного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор- ные работы	Практиче- ские заня- тия					
	соответствующие переменные со- стояния ЭТУ, подлежащие автома- тическому регулированию.					[6.1.3.]			
	<b>4- Тема 1.4.</b> Назначение, виды и конструкции электрических печей сопротивления (ЭПС), режимы работы, основные задачи синтеза САУ ЭПС. Назначение и основные виды индукционных ЭТУ, регули- руемые физические величины и устройства влияния на них, задачи синтеза САУ ИТУ	0,5			2	Подготовка к лекци- ям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	<b>5-Тема 1.5.</b> Назначение, основные виды, устройство и принципы управления дуговыми плавильны- ми печами в трёх режимах работы Назначение, типы и режимы рабо- ты руднотермических печей, управление физическими величи- нами и необходимые для этого устройства	0,5			2	Подготовка к лекци- ям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	<b>6-Тема 1.6.</b> Структурная схема электропечи. Математическое опи- сание её макроэлементов. Устой- чивость систем управления ЭТУ. Качество процесса регулирования	0,5			2	Подготовка к лекци- ям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	<b>7- Тема 1.7.</b> Коррекция, проекти- рование и настройка САУ. Методы	0,5			2	Подготовка к лекци- ям			

Планируемые (контролируе- мые) результа- ты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиكا- торы достиже- ния компетен- ций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и ин- терактивных образователь- ных технологий	Реализация в рамках прак- тической под- готовки (тру- доемкость в часах)	Наименование разработанно- го Электрон- ного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор- ные работы	Практиче- ские заня- тия					
	идентификации динамических па- раметров электропечей					[6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	<b>8-Тема 1.8.</b> Основные понятия им- пульсных систем: дискретные сиг- налы, квантование по времени и по уровню, типы модуляции, примеры использования, преимущества по сравнению с непрерывными си- стемами управления	0,5			2	Подготовка к лекци- ям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	<b>9- Тема 1.9.</b> Особенности анализа и синтеза импульсных систем. Реш- етчатая функция, дискретное преобразование Лапласа и Z- преобразование, дискретные пере- даточные функции. Описание им- пульсной системы разностными уравнениями	0,5			2	Подготовка к лекци- ям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	<b>10-Тема 1.10.</b> Функциональная схема цифровой системы управле- ния переменными состояния ЭТУ. Устройства связи с объектом управления	0,5			2	Подготовка к лекци- ям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	<b>Практическое занятие № 1.</b> Опи- сание термодинамических процес- сов			2	2	Подготовка по ре- комендациям препода- вателя	SimInTech, P7–Офис		
	<b>Практическое занятие № 2.</b> Раз- работка принципиальных электри-			2	2	Подготовка по ре- комендациям препода-	SimInTech,		

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					
ПКС-4. Способен проводить обоснование проектных решений	ческих схем позиционных регуляторов температуры					давателя	P7–Офис		
	Раздел 2. Обоснование проектных решений								
	11-Тема 2.1. Датчики систем управления электротермическими установками: электрические термопреобразователи сопротивления, термоэлектрические термометры, пирометры излучения. Автоматические пирометры и термометры. Приборы для измерения давления и разрежения. Приборы для измерения расхода жидкостей и газов. Датчики мощности.	0,5			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	12-Тема 2.2. Исполнительные элементы систем управления электротермическими установками: дискретные регулирующие устройства и релейно-контакторные схемы для их реализации, устройства с плавным регулированием питающего напряжения.	0,5			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	13- Тема 2.3. Позиционные методы регулирования температуры. Дискретные элементы систем	0,5			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.]			



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					
	управления электротермическими установками. Проектирование релейно-контакторной схемы, структурные формулы элементов и схем, формулы включения устройств					[6.1.2.] [6.1.3.]			
	<b>14- Тема 2.4.</b> Исполнительные электроприводы. Гидравлический привод. Типовые системы автоматического регулирования перемещения электродов дуговых сталеплавильных установок	0,5			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	<b>15- Тема 2.5.</b> Схемы и конструкции автоматических регуляторов температуры. Стабилизаторы температуры. Приборные регуляторы температуры. Программные регуляторы температуры.	0,5			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	<b>16-Тема 2.6.</b> Структура систем управления с ЭВМ. Управление индукционными установками с применением ЭВМ	0,5			2	Подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]		1	
	<b>17-Тема 2.7.</b> Автоматические системы защиты электрооборудования и блокировки. Автоматическое управление последовательностью технологических процессов				2	Подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			

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					
	Практическое занятие № 3. Изучение методов математического описания цифровых САУ термодинамическими процессами			2	2	Подготовка по рекомендациям преподавателя	SimInTech, Р7–Офис		
	Практическое занятие № 4. Изучение инструментов математического моделирования систем автоматического управления ЭТУ			2	3	Подготовка по рекомендациям преподавателя	SimInTech, Р7–Офис		
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	8		8	41				
Текущий контроль, консультации по дисциплине	ИТОГО по дисциплине	8		8	41				
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)									

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

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

5.1.1. Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе: [https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/885](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/885)

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

5.1.2 При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе: [https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/885](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/885)

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		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-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПКС-3.1. Выполняет сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности ИПКС-3.3. Осуществляет выбор оборудования	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание назначения систем управления электротехнологическими установками и их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания систем управления электротехнологических установок. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются 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 дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ПКС-4 Способен проводить обоснование проектных решений	ИПКС-4.1. Разрабатывает варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования ИПКС-4.2. Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание назначения систем управления электротехнологическими установками и их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания систем управления электротехнологических установок. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются 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 дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

<p>ПКС-5. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности*</p>	<p>ИПКС-5.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности.</p>	<p>Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание назначения систем управления электротехнологическими установками и их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала</p>	<p>Фрагментарные, поверхностные знания систем управления электротехнологических установок. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения</p>	<p>Имеет глубокие знания всего материала дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании</p>
--	---	---	---	--	--

**Таблица 7. Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » 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 « <b>хорошо</b> » 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 « <b>удовлетворительно</b> » 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 « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебная литература**

- 6.1.1. Электротехнологические установки: учебное пособие / сост. Ю. С. Крежевский. – Ульяновск : УлГТУ, 2016. – 83 с.
- 6.1.2. Балаков Ю.Н. Проектирование схем электроустановок: Учеб.пособие / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. - 2-е изд.,стер. - 288 с. : ил. - Библиогр.:с.286-287. - ISBN 5-903072-17-8. М. : Изд.дом МЭИ, 2019.
- 6.1.3. Плехов А.С., Титов Д.Ю. Специальные главы теории управления: Линейные системы: учеб. пособие / А.С. Плехов, Д.Ю. Титов; Нижегород. гос. тех. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2021. – 132 с.

### **6.2. Справочно-библиографическая литература.**

— учебники и учебные пособия

- 1.2.1. Щеклеина И.Л. Электротехнологические установки: учебное пособие: в 2 частях / И. Л. Щеклеина. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2015. Ч. 1. 145 с.
- 1.2.2. Моделирование электротехнологических процессов и установок / Минеев А. Р., Коробов А.И., Погребиский М.Я. - М.: «Компания Спутник+», 2004. – 124 с.

### **6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:**

- 1.2.3. Научно-технический и научно-производственный журнал [Электромеханика](#)
- 1.2.4. Научно-технический журнал [Электричество](#)

### **6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

*Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Системы ав-*

томатического управления электротехнологическими установками» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу:  
[https://edu.ntnu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/885](https://edu.ntnu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/885)

## 7. 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).

### 7.1. 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>

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

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
	SMath Studio
	P7-Офис
	SimlnTech

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

В таблице 9 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 9 - 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)
1	2	3

1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	<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 «Техксперт»	доступ из локальной сети

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 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 10 - 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

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

В таблице 11 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 11 - 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
---	--	---	---



№	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. 1362 Лаборатория "Системы автоматического управления электротехнологическими установками" (Мультимедийная аудитория для проведения занятий лекционного, практического и семинарского типов, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска магнитно-маркерная 2. Мультимедийный проектор 3. Компьютер PC с выходом на Epson EB-X02, Pentium G3220/4 Gb RAM/HDD 600, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету 4. Компьютер PC Intel Celeron G1620/2 Gb RAM/HDD 400, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету 5. Компьютер PC Intel Celeron G1620/2 Gb RAM/HDD 200, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету 6. Компьютер PC Intel Pentium G4400/4 Gb RAM/HDD 350, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету 7. Компьютер PC Intel Celeron G1620/2 Gb RAM/HDD 200, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету 8. Компьютер PC AMD Athlon 3500+/2.5 Gb RAM/HDD 80, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. 9. Лабораторный стенд "Передача и качество электрической энергии в системах электроснабжения" 10. Лабораторный стенд "Электроснабжение промышленных предприятий"	1. Windows XP, Prof, S/P3, 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. Microsoft Office Professional Plus 2010 (лицензия № 49487732); 3. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23 до 28.05.24) 4. Предоставляемое на бесплатной основе в учебных целях: AVEVE MARINE

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. 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 в среде E-learning 4G;

При преподавании дисциплины «Электрические машины», используются со-

временные 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. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе на в системе E-learning 4G и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных 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 лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

Иницируется 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 экзамена 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.

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.

### 10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### 10.4. 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.

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. 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 по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение лабораторных работ;
- отчет по лабораторным работам;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- экзамен.

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

Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: Системы автоматического управления электро-технологическими установками

[hhttps://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/885](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/885)

### **11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена**

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

#### **I. Назначение и особенности работы основных видов ЭТУ**

1. Признаки разделения ЭТУ и их САУ на классы и виды ЭТУ, выделяемые ПУЭ
2. Состав и задачи, решаемые каждым из двух уровней САУ ЭТУ
3. Назначение, виды и конструкции электрических печей сопротивления (ЭПС), режимы работы, основные задачи синтеза САУ ЭПС
4. Назначение и основные виды индукционных ЭТУ, регулируемые физические величины и устройства влияния на них, задачи синтеза САУ
5. Назначение, основные виды, устройство и принципы управления дуговыми плавильными печами в трёх режимах работы
6. Назначение, типы и режимы работы руднотермических печей, управление физическими величинами и необходимые для этого устройства

#### **II. Связь тепловых и электроэнергетических процессов**

7. Изменение агрегатного состояния обрабатываемых тел при воздействии температуры, взаимосвязь тепловых процессов в ЭТУ с потребляемой электрической энергией и мощностью
8. Способы и средства регулирования температуры обрабатываемых материалов в ЭТУ

#### **III. Датчики систем управления ЭТУ**

9. Виды чувствительных элементов, используемых в датчиках систем управления ЭТУ
10. Приборы для измерения температуры макроэлементов ЭТУ, их использование в соответствии с диапазонами измерения
11. Чувствительные элементы и приборы для измерения давления и вакуума в подсистемах ЭТУ
12. Упругие чувствительные элементы и датчики, преобразующие деформацию упругого тела под действием давления или механического усилия в электрический сигнал
13. Датчики расхода жидкости и газа, уровня жидкости, примеры их применения
14. Трансформаторные измерители переменного напряжения и тока, примеры их применения в САУ ЭТУ
15. Датчики Холла, их использование для измерения магнитных и электрических величин
16. Датчики электрической мощности, потребляемой ЭТУ, их назначение

#### **IV. Исполнительные элементы системы управления ЭТУ**

17. Виды, назначение и схемы дискретных регулирующих устройств САУ ЭТУ, характеристики точности, быстродействия и надёжности
18. Виды, назначение и схемы устройств с плавным регулированием напряжения САУ ЭТУ, характеристики достижимой мощности и энергетической эффективности
19. Гидравлический привод механизмов ЭТУ, основные характеристики и устройство

#### **V. Системы релейно-контакторной автоматики**

20. Назначение и классификация систем релейно-контакторной автоматики, релейной защиты и технологических блокировок, варианты их реализации
21. Группы элементов схем релейно-контакторной автоматики, способы их описания
22. Проектирование релейно-контакторной схемы, структурные формулы элементов и схем, формулы включения устройств

## **VI. Описание тепловых процессов и их динамика**

23. Построение математических и имитационных моделей управляемых ЭТУ на основе электротепловых аналогий и на основании энергетического баланса
24. Способы передачи тепла между макроэлементами ЭТУ, физические величины и зависимости, используемые при описании этих процессов
25. Особенности математического описания и структурных схем печей с преобладанием теплопередачи конвекцией и излучением
26. Понятие о макроэлементах нагревательных установок. Их представление передаточными функциями динамических звеньев
27. Переменные состояния тепловых динамических систем
28. Переменные состояния электромеханических подсистем ЭТУ
29. Имитационное моделирование работы электрической печи сопротивления с двухпозиционным регулированием температуры
30. Имитационное моделирование процессов нагрева, расплавления и перегрева в электрической плавильной печи
31. Управление электромеханическими подсистемами ЭТУ на примере привода перемещения электродов ДСП
32. Понятия точности регулирования выходных переменных объекта управления и компенсации возмущений с пояснениями посредством функциональных и структурных схем
33. Способы ослабления возмущений при управлении температурой и механическими перемещениями
34. Алгебраические и частотные критерии обеспечения устойчивости систем управления ЭТУ. Конструктивные и эксплуатационные причины возможного нарушения условий устойчивости
35. Качество процесса регулирования выходных переменных, показатели качества, методы их определения и средства обеспечения
36. Интегральные показатели качества процесса регулирования, методы корректирующих звеньев и стандартных форм характеристического полинома
37. Содержание основных методов идентификации систем автоматического регулирования
38. Экспериментальное определение передаточной функции и параметров групп типовых звеньев
39. Основные понятия стохастических процессов и идентификация динамических систем корреляционно-регрессионным методом

## **VII. Импульсные и цифровые системы управления электротехнологическими установками различного назначения**

40. Основные понятия импульсных систем: дискретные сигналы, квантование по времени и по уровню, типы модуляции, примеры использования, преимущества по сравнению с непрерывными системами управления
41. Функциональная схема цифровой системы управления переменной состоянием ЭТУ
42. Описание импульсной системы разностными уравнениями, моделирование динамических процессов на примере использования программы Excel
43. Решетчатая функция и дискретное преобразование Лапласа, Z-преобразование

44. Z-преобразование и дискретные передаточные функции
45. Преимущества использования ЭВМ для комплексного управления электронно-лучевыми установками для обработки металла и напыления
46. Подходы к определению периода квантования в цифровых системах управления на примере САУ индукционными нагревательными установками для плавления и сварки труб

.....

**Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования**

<b>Кол-во заданий в банке вопросов</b>	<b>Кол-во заданий, предъявляемых студенту</b>	<b>Время на тестирование, мин.</b>
не менее 90 или указывают конкретное количество тестовых заданий	<b>15</b>	<b>20</b>

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО E-Learning 4G