**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)

Документ подписан электронной подписью в системе электронного документооборота НГТУ им. Р.Е. Алексеева
СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП
Сертификат 4404fce58923b37224c84b574f8246a2
Владелец Ивашкин Евгений Геннадьевич
Действителен с 06.03.23 по 29.05.24

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Дарьенков А.Б.
подпись ФИО
“27” февраля 2023 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.1.2 «Современные системы регулирования»
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Цифровые системы управления электроприводов

Форма обучения: очная
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 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ 28 февраля 2018 года №147 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 23 марта 2023 г №14

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от «26» января 2023 г № 2
Зав. кафедрой д.т.н., доцент Дарьенков А.Б._____
(подпись)
Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ,
протокол от «22» февраля 2023 г. № 2

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ _____ №13.04.02-ц-12
Начальник МО _____

## Оглавление

**ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** ..... **4**

1.1. Цель освоения дисциплины: ..... 4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): ..... 4

**МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** ..... **4**

**КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** ..... **4**

**СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** ..... **6**

1.3. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам ..... 6
1.4. Содержание дисциплины, структурированное по темам ..... 8

**ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.** ..... **17**

1.5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности ..... 17

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** ..... **20**

1.6. Учебная литература ..... 20
1.7. Справочно-библиографическая литература. ..... 20
1.8. Перечень журналов по профилю дисциплины: ..... 20
1.9. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям ..... 20

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** ..... **20**

*1.10.* Перечень информационных справочных систем ..... 20
1.11. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины ..... 21

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ** ..... **21**

**МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ** ..... **22**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ** ..... **23**

1.12. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии ..... 23
1.13. Методические указания для занятий лекционного типа ..... 24
1.14. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях ..... 25
1.15. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся ..... 25
1.16. Методические указания для подготовки **докладов студентов по темам лекций** ..... 25

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** ..... **26**

1.17. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости ..... 26
*11.1.1. Типовые задания для практических работ* ..... *26*
*11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена* ..... *26*

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является подготовка к решению задач основной профессиональной деятельности - научно-исследовательской и дополнительных видов профессиональной деятельности: проектно-конструкторской, производственно-технологической.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

– планирование и постановка задач исследования;
- выбор методов экспериментальной работы;
- проведение исследования;
- интерпретация и представление результатов научных исследований.

## МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Современные системы регулирования включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность Б1.В.ДВ.1.1. 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 «Специальные главы теории управления» являются Математика, Физика, Теоретические основы электротехники, Теория автоматического управления, организационно- экономическое обоснование научно- технических разработок, Компьютерное моделирование технических систем.

Дисциплина Современные системы регулирования является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Научно-исследовательская работа, Подготовка к защите ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Современные системы регулирования » 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<br>Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* |
| *«Преобразовательная техника» ПКС-1* | X | | | | | | | |
| *«Методология научно-исследовательских разработок» ПКС-1* | X | X | X | | | | | |
| *«Компьютерное моделирование технических систем» ПКС-1, ПКС-5* | | | X | | | | | |
| *«Теория современного* | | | X | | | | | |

| Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно | Семестры, формирования дисциплины<br>Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* |
| *автоматизированного электропривода» ПКС-1* | | | | | | | | |
| *«Специальные главы теории управления» ПКС-1, ПКС-5* | | | X | | | | | |
| *«Современные системы регулирования» ПКС-1, ПКС-5* | | | X | | | | | |
| *«Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы» ПКС-1* | | X | | | | | | |
| *«Альтернативные источники электрической энергии» ПКС-1* | | X | | | | | | |
| *«Научно-исследовательская работа» ПКС-1* | X | X | X | X | | | | |
| *«Преддипломная практика» ПКС-1, ПКС-5* | | | | X | | | | |
| *Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР* | | | | 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-1. Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, проводить исследования, интерпретировать и представлять результа-ты научных исследова-ний | ИПКС-1.2. Способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования и проводить исследование | **Знать:**<br>- современные методы научных исследований для исследования режимов управления работой оборудования объектов электроэнергетики, а также особенности конструкции, характеристики, требований к эксплуатации электромеханических уста- | **Уметь:**<br>- проводить технические испытания и научные эксперименты, идентифицировать опасности и оценивать риски в сфере управления производством и автоматизируемым технологическим процессом (ИПКС-1.2) | **Владеть:**<br>- навыками планирования, оптимизации и анализа результатов выполненного исследования (ИПКС-1.2);<br>- навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета схем и элементов ос- | Тестирование в системе E-learning. (21 задача) | Вопросы для устного собеседования. (54 вопроса) |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | новок (ИПКС-1.2) | | новного оборудования, идентификации моделей объектов управления (ИПКС-1.2) | | |
| ПКС-5*. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности | ИПКС-5.1 Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности. ИПКС-5.2 Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности | **Знать:** - основные принципы математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области (ИПКС-5.1); - математические и информационные методы моделирования сложных систем в профессиональной области (ИПКС-5.2); | **Уметь:** - разрабатывать математическую модель с применением точных и приближенных методов (ИПКС-5.1); - работать на современной электронно-вычислительной технике с цифровыми двойниками (ИПКС-5.2). | **Владеть:** - методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности (ИПКС-5.1); - современными инструментальными средствами компьютерной математики (ИПКС-5.2) | Тестирование в системе E-learning. (21 задача) | Вопросы для устного собеседования. (54 вопроса) |

*Внесена в ОП ВО с целью реализации программы стратегического развития НГТУ «Приоритет-2030»

Трудовая функция: 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
**Трудовые знания:**
Отечественная и международная нормативная база в соответствующей области знаний

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.3. 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**
**Для студентов очного обучения**

| Вид учебной работы | Трудоёмкость в час | |
|---|---|---|
| | Всего час. | В т.ч. по семестрам |
| | | № сем 3 |
| **Формат изучения дисциплины** | с использованием элементов электронного обучения | |
| **Общая трудоёмкость** дисциплины по учебному плану | **144** | **144** |
| **1. Контактная работа:** | **74** | **74** |
| **1.1.Аудиторная работа, в том числе:** | **68** | **68** |
| занятия лекционного типа (Л) | 34 | 34 |
| занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др) | 34 | 34 |
| лабораторные работы (ЛР) | | |
| **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) | **43** | **43** |
| реферат/эссе (подготовка) | 22 | 22 |
| 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.) | 21 | 21 |
| **Подготовка к экзамену (контроль)** | **27** | **27** |

1.4. 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-1<br>ИПКС-1.2 | **Раздел 1. Задачи управления в предметных областях (2)** | | | | | | | | |
| | **Тема 1.1.** Введение. Предметные области, в которых используется управление. Примеры типов управления: автоматического, автоматизированного и организационного.<br>Задачи оптимизации: назначение, понятия критерия оптимизации (целевой функции), ограничений, множества переменных, на котором производится поиск оптимального решения | 2 | | | | | Публичная презентация по теме лекции | | |
| | **Тема 1.2**. 3. Задача системного баланса: назначение, понятия векторов потребления, валовых выпусков, межотраслевых (межкомпонентных внутрисистемных) связей. Постановка и решение задачи системного баланса | 2 | | | | | Публичная презентация по теме лекции | | |
| | **Практическое занятие № 1.** Решение задачи оптимизации при выборе устройств компенсации ре- | | | 2 | 1 | Подготовка ПЗ [6.4] | | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы 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 | | | | | |
| | активной мощности | | | | | | | | |
| | **Практическое занятие № 2.** Постановка и решенне статической модели системного баланса | | | 2 | 1 | Подготовка ПЗ [6.4] | | | |
| ПКС-1 | **Раздел 2. Управление динамическими системами и проектирование динамических систем (4)** | | | | | | | | |
| | **Тема 2.1.** 5. Роль дифференциальных уравнений в теории управления. Динамическая модель решения нелинейного уравнения. Математическое описание динамических объектов в пространстве состояний. Передаточная функция четырёхполюсника | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | 1 | |
| | **Тема 2.2**. Статические ошибки системы регулирования от задающего и возмущающих воздействий. Применение имитационного моделирования при проектировании. Связь требований к САУ с формой её ЛАЧХ. Синтез систем управления посредством введения в систему корректирующих устройств | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | 1 | |
| | **Тема 2.3.** 13. Сущность модального управления и его возможности. Метод стандартных коэффициентов, основные стандартные формы и соответствующие расположения | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | 1 | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы 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 | | | | | |
| | полюсов систем. Понятия управляемости и наблюдаемости систем как необходимые условия реализации требований к САУ. Назначение наблюдающего устройства (НУ). Структурная схема модального регулятора с НУ | | | | | | | | |
| | **Тема 2.4.** Динамические характеристики наблюдающих устройств и модальных регуляторов. Их отличия и обеспечение требований к быстродействию. Математическое описание наблюдателя Льюенбергера и его структурная схема. Коэффициенты внутренних обратных связей в наблюдающем устройстве и порядок их нахождения | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | 1 | |
| | **Практическое занятие № 3.** Математическое описание динамических объектов в пространстве состояний | | | 2 | 1 | Подготовка ПЗ [6.4] | | | |
| | **Практическое занятие № 4.** Синтез систем управления посредством введения в систему корректирующих устройств | | | 2 | 1 | Подготовка ПЗ [6.4] | | | |
| | **Практическое занятие № 5.** Синтез модального регулятора с использованием стандартные форм характеристических полиномов | | | 2 | 1 | Подготовка ПЗ [6.4] | | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы 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 № 6.** Синтез наблюдающего устройства, определение коэффициентов внутренних обратных связей | | | 2 | 1 | Подготовка ПЗ [6.4] | | | |
| ПКС-1 | **Раздел 3. Управление в условиях неопределённости, идентификация моделей динамических систем (4)** | | | | | | | | |
| | **Тема 3.1.** Случайные величины и события, средние значения, плотность распределения вероятностей, виды распределений. Определение значимых факторов. Дисперсионный анализ. Использование регрессионного анализа для идентификации вида и тесноты связи внешних воздействий с выходной переменной. Случайные процессы, стационарные и нестационарные, эргодичность. Основные характеристики случайных сигналов | 2 | | | | подготовка к лекциям<br>[6.1.1.]<br>[6.1.2.]<br>[6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | | |
| | **Тема 3.2.** Корреляционный анализ при обработке сигналов, примеры применения. Автокорреляционные функции сигнала с конечной энергией и сигнала периодического, белого шума. Свойства автокорреляционной функции. Спектральная плотность мощности и автокорреляция. Связь между корреляционными функциями и спектрами сиг- | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям<br>[6.1.1.]<br>[6.1.2.]<br>[6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы 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 | | | | | |
| | налов (амплитудным и фазовым). | | | | | | | | |
| | **Тема 3.3.** Методы идентификации объектов управления. Сущность частотного метода. Идентификация по переходной характеристике. Инструмент МАТЛАБ Ident, его возможности и порядок использования для идентификации модели динамического объекта | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | | |
| | **Тема 3.4.** Ряды Фурье. Применение спектральных методов для анализа электрических цепей. Прямое и обратное преобразования Фурье. Связь спектральных (частотных передаточных) функций и свёртки функций времени | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | | |
| | **Практическое занятие № 7.** Упражнения **по** дисперсионному и регрессионному анализу для выбора существенных возмущающих факторов систем управления по возмущениям | | | 2 | 1 | Подготовка ПЗ [6.4] | | | |
| | **Практическое занятие № 8.** Упражнения по установлению связи между корреляционными функциями и спектрами сигналов | | | 2 | 1 | Подготовка ПЗ [6.4] | | | |
| | **Практическое занятие № 9.** Инструмент МАТЛАБ Ident, его воз- | | | 2 | 1 | Подготовка ПЗ [6.4] | | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы 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 | | | | | |
| | можности и порядок использования для идентификации модели динамического объекта | | | | | | | | |
| | **Практическое занятие № 10.** Упражнения по установлению связи между спектральными (частотными передаточными) функциями и свёрткой функций времени | | | 2 | 2 | Подготовка ПЗ [6.4] | Публичная презентация по теме доклада студентов | | |
| ПКС-1 | **Раздел 4. Управление в импульсных и цифровых системах (7)** | | | | | | | | |
| | **Тема 4.1.** 36. Аналоговые и дискретные сигналы, решетчатая функция и теорема Котельникова. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье. Примеры использования в электротехнике. Z-преобразование, дискретные передаточные функции, их использование при синтезе регуляторов в дискретной области | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | | |
| | **Тема 4.2.** 39. Способы преобразования математического описания аналогового регулятора в дискретную область. Синтез цифровых регуляторов на основе дискретизации аналоговых корректирующих устройств. Условия применения данного метода. Структурные схемы дискретных регуляторов, особенности цифровых регуляторов. | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы 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 | | | | | |
| | Структуры цифровых систем управления электротермическим объектом и электроприводом, различия требований к их характеристикам | | | | | | | | |
| | **Практическое занятие № 11.** Синтез цифровых регуляторов на основе дискретизации описания аналоговых корректирующих устройств | | | 2 | 2 | Подготовка ПЗ [6.4] | Публичная презентация по теме доклада студентов | | |
| | **Практическое занятие № 12.** Разработка функциональной и структурной схем цифрового регулятора | | | 2 | 3 | Подготовка ПЗ [6.4] | Публичная презентация по теме доклада студентов | | |
| | **Тема 4.3.** Нерекурсивные цифровые фильтры (с КИХ), их описание, структурная схема и особенности. Рекурсивные цифровые фильтры (с БИХ), их описание, структурная схема и особенности. Цифровые регуляторы как устройства, изменяющие частотный спектр сигналов ошибки и возмущения | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | | |
| | **Тема 4.4.** Понятие об экспертных системах, их применение в АСУ. Нечёткая математика в имитационном моделировании и управлении. Основные понятия и алгоритм использования | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы 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 | | | | | |
| | **Тема 4.5.** Роль имитационных моделей в киберфизических системах. Нейронные сети как универсальный инструмент аппроксимации. Их применение в системах управления электротехническими комплексами | 3 | | | 0.5 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | | |
| | **Тема 4.6.** 50. Понятие комбинационных схем, назначение логических элементов, шифраторов/дешифраторов, мультиплексоров. Понятие конечных автоматов, назначение триггеров, регистров и счётчиков. Автоматы Мили и Мура, различие в связях комбинационных и регистровых компонент | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | | |
| | **Тема 4.7** Комбинационные схемы и конечные автоматы как основа ПЛИС. Основные элементы и структурные схемы микропроцессорных систем управления | 2 | | | 1 | подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] | Публичная презентация по теме лекции | | |
| | **Практическое занятие № 13.** Синтез цифровых регуляторов как цифровых фильтров | | | 2 | 3 | Подготовка ПЗ [6.4] | Публичная презентация по теме доклада студентов | | |
| | **Практическое занятие № 14.** Разработка нечёткого регулятора скорости автономного погрузчика | | | 2 | 3 | Подготовка ПЗ [6.4] | Публичная презентация по теме доклада студентов | | |
| | **Практическое занятие № 15.** Раз- | | | 2 | 3 | Подготовка ПЗ | Публичная пре- | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы 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 | | | | | |
| | работка нейронной сети для управления газоперекачивающим агрегатом | | | | | [6.4] | зентация по теме доклада студентов | | |
| | **Практическое занятие № 16.** Реализация комбинационных схем на ПЛИС | | | 2 | 3 | Подготовка ПЗ [6.4] | Публичная презентация по теме доклада студентов | | |
| | **Практическое занятие № 17.** Разработка структурных и функциональных схем микропроцессорных систем управления | | | 2 | 3 | Подготовка ПЗ [6.4] | Публичная презентация по теме доклада студентов | | |
| | **РГР** | | | | | | | | |
| | **Контрольная** | | | | | | | | |
| | **Курсовой проект / работа** | | | | | | | | |
| | **ИТОГО ЗА СЕМЕСТР** | **34** | | **34** | **43** | | | | |
| | **ИТОГО по дисциплине** | **34** | | **34** | **43** | | | | |

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

1.5. 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/1347

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<=50 | Отлично | зачет |
| 30<R<=40 | Хорошо | |
| 20<R<=30 | Удовлетворительно | |
| O<R<=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/1347

.

**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-1. Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, проводить исследования, интерпретировать и представлять результаты научных исследований | ИПКС-1.2. Способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования и проводить исследование | Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание современных методов научных исследований для исследования режимов управления работой оборудования объектов электроэнергетики, а также особенностей конструкции, характеристик, требований к эксплуатации электромеханических установок (ИПКС-1.2) | Фрагментарные, поверхностные знания по проектированию электрических машин. 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 проведения технических испытаний и научных экспериментов в сфере управления производством и автоматизируемым технологическим процессом (ИПКС-1.2) | 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 |
| ПКС-5. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности | ИПКС-5.1 Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности. ИПКС-5.2 Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности. | Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание современных методов моделирования для исследования режимов управления работой оборудования объектов электроэнергетики, а также особенностей конструкции, характеристик, требований к эксплуатации электромеханических установок | Фрагментарные, поверхностные знания по моделированию электротехнологических комплексов. 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 моделирования в сфере управления производством и автоматизируемым технологическим процессом | 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 |

**Таблица 7. Критерии оценивания**

| Оценка | Критерии оценивания |
|---|---|
| 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

### 1.6. Учебная литература

6.1.1 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.
Курс: Специальные главы теории управления
https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1347
6.1.2 Применение компьютерных моделей для выбора регуляторов качества электроэнергии при работе электроприводов с полупроводниковыми преобразователями / Ю.В. Шевырёв, Н.Ю. Шевырёва, А.С. Плехов, Д.Ю. Титов; Нижегород. гос. тех. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 180 с.
6.1.3 Калачёв Ю.Н. SimlTech: моделирование в электроприводе. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 98 с.: ил.
6.1.4 Дарьенков А.Б., Титов Д.Ю. Системы программного управления техническими системами: учебное пособие / А.Б. Дарьенков, Д.Ю. Титов; - Н. Новгород, Нижегород. гос. тех. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 225 с.

### 1.7. Справочно-библиографическая литература.

*учебники и учебные пособия*

6.2.1 Теория управления (дополнительные главы): учеб. пособие; под ред. Д.А. Новикова. - М.: ЛЕНАНД, 2019. - 552 с.
6.2.2 Перельмутер, В.М. Пакеты расширения MATLAB. Control System Toolbox и Robust Control Toolbox / В.М. Перельмуттер. - М.: СОЛОНПРЕСС, 2008. - 224 с.
6.2.3 Сато, Ю. Цифровая обработка сигналов / Ю. Сато: [пер. с яп. Т.Г.Селиной] - М:. Додэка-XXI, 2010. - 176 с.

### 1.8. Перечень журналов по профилю дисциплины:

1.8.1. *Научно-технический и научно-производственный журнал Электромеханика*
1.8.2. *Научно-технический журнал Электричество*

### 1.9. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

*Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Электрические машины» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу:*
https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1347

## 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).

### *1.10.* Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

| № | Наименование ЭБС | Ссылка к ЭБС |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Консультант студента | http://www.studentlibrary.ru/ |
| 2 | Лань | https://e.lanbook.com/ |
| 3 | Юрайт | https://biblio-online.ru/ |

1.11. 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 |
| | Р7-Офис |
| | SimlTech |

**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 РОССТАНДАРТ | https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts |
| **2** | Электронная база избранных статей по философии | http://www.philosophy.ru/ |
| **3** | Единый архив экономических и социологических данных | http://sophist.hse.ru/data_access.shtml |
| **4** | Базы данных Национального совета по оценочной деятельности | http://www.ncva.ru |
| **5** | Справочная правовая система «КонсультантПлюс» | доступ из локальной сети |
| **6** | Информационно-справочная система «Техксперт» | доступ из локальной сети |

## 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 техниче-

ских 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 |

## 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 |
|---|---|---|---|
| 1 | Ауд. 1362<br>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<br>2. Мультимедийный проектор<br>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<br>4. Компьютер PC Intel Celeron G1620/2 Gb RAM/HDD 400, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету<br>5. Компьютер PC Intel Celeron G1620/2 Gb RAM/HDD 200, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету<br>6. Компьютер PC Intel Pentium G4400/4 Gb RAM/HDD 350, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к | 1. Windows XP, Prof, S/P3, 7 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14);<br>2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);<br>3. Dr.Web с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22<br>4. DeltaProfi – ПО – приложение к лабораторному стенду "Передача и качество электрической энергии в системах электроснабжения" |

| № | 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 |
|---|---|---|---|
| | | интернету<br>7. Компьютер PC Intel Celeron G1620/2 Gb RAM/HDD 200, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету<br>8. Компьютер PC AMD Athlon 3500+/2.5 Gb RAM/HDD 80, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету.<br>9. Лабораторный стенд "Передача и качество электрической энергии в системах электроснабжения"<br>10. Лабораторный стенд "Электроснабжение промышленных предприятий" | |
| 2 | **Ауд. 8110**<br>Класс для самостоятельной работы | • Проектор Accer – 1шт;<br>• ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 8 шт..<br>ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета | • Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14);<br>• Microsoft Office (лицензия № 43178972);<br>• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);<br>• 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензиея GNU LGPL);<br>• Dr.Web с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22 |

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1.12. 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 проводиться 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 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. 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.

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 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.

## 1.13. 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.

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

Подготовку к каждому практическому занятию 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 практических занятий 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.

### 1.15. 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.

### 1.16. Методические указания для подготовки **докладов студентов по темам лекций**

Выполнение самостоятельных докладов способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

**Примерная тематика докладов студентов по темам лекций**

1. Преобразования Фурье (комплексное, дискретное, быстрое), их применение в системах управления и в электроэнергетике
2. Проектирование четырёхполюсников, фильтров и регуляторов с использованием полиномов
3. Математическое описание цифровых систем, Z - преобразование
4. Конструирование цифровых фильтров и регуляторов
5. Нечёткая математика, её применение в системах управления
6. Нейронные сети, их применение в экспертных и технических системах
7. Цифровые автоматы, их реализация на микропроцессорных контроллерах
8. Цифровые комбинационные и последовательностные схемы, их реализация на ПЛИС

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.17. 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

- проверку практических заданий;
- публичную презентацию докладов струдентов по темам лекций;
- экзамен.

**11.1.1. Типовые задания для практических работ**

В учебном пособии: 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.
Режим доступа https://edu.nntu.ru/ Курс: Специальные главы теории управления
**https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/1347**

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

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ СГ ТУ (магистратура, 2021/2022 учебный год)

### I. Задачи управления в предметных областях

1. Предметные области, в которых используется управление. Привести примеры типов управления: автоматического, автоматизированного и организационного
2. Задачи оптимизации: назначение, понятия критерия оптимизации (целевой функции), ограничений, множества переменных, на котором производится поиск оптимального решения
3. Задача системного баланса: назначение, понятия векторов потребления, валовых выпусков, межотраслевых (межкомпонентных внутрисистемных) связей
4. Задача системного баланса: постановка и решение задачи системного баланса

### II. Управление динамическими системами

5. Роль дифференциальных уравнений в теории управления
6. Динамическая модель решения нелинейного уравнения
7. Математическое описание динамических объектов в пространстве состояний
8. Передаточная функция четырёхполюсника
9. Определение статистической ошибки системы регулирования от задающего и возмущающих воздействий

10. Применение имитационного моделирования при проектировании на примере оценки относительной величины пускового тока двигателя постоянного тока от соотношения его параметров.

**III. Проектирование динамических систем**

11. Возможности Control System Toolbox – программной среды для решения задач анализа и синтеза. Методы, которые в ней реализованы
12. Связь требований к САУ с формой её ЛАЧХ. Синтез систем управления посредством введения в систему корректирующих устройств
13. Сущность модального управления и его возможности
14. Метод стандартных коэффициентов, основные стандартные формы и соответствующие расположения полюсов систем
15. Понятия управляемости и наблюдаемости систем как необходимые условия реализации требований к САУ
16. Назначение наблюдающего устройства (НУ). Структурная схема модального регулятора с НУ
17. Сравнить динамические характеристики наблюдающих устройств и модальных регуляторов. Их отличия и обеспечение соответствующих требований
18. Математическое описание наблюдателя Льюенбергера и его структурная схема
19. Коэффициенты внутренних обратных связей в наблюдающем устройстве и порядок их нахождения

**IV. Управление в условиях неопределённости**

20. Случайные величины и события, средние значения, плотность распределения вероятностей, виды распределений
21. Определение значимых факторов. Дисперсионный анализ
22. Использование регрессионного анализа для идентификации вида и тесноты связи внешних воздействий с выходной переменной
23. Случайные процессы, стационарные и нестационарные, эргодичность
24. Корреляционный анализ при обработке сигналов, примеры применения
25. Автокорреляционные функции сигнала с конечной энергией и сигнала периодического, белого шума
26. Свойства автокорреляционной функции. Спектральная плотность мощности и автокорреляция
27. Связь между корреляционными функциями и спектрами сигналов (амплитудным и фазовым). Использование для коррекции канала связи источника и приёмника сигналов
28. Задачи синтеза линейных систем, работающих в условиях случайных воздействий
29. Основные характеристики случайных сигналов
30. Методы идентификации объектов управления. Сущность частотного метода

31. Методы идентификации объектов управления. Идентификация по переходной характеристике
32. Инструмент МАТЛАБ Ident, его возможности и порядок использования для идентификации модели динамического объекта

**V. Применение спектральных методов в управлении**
33. Прямое и обратное преобразования Фурье. Примеры использования в системах управления электротехническими комплексами
34. Связь спектральных (частотных передаточных) функций и свёртки функций времени
35. Ряды Фурье. Применение спектральных методов для анализа электрических цепей

**VI. Управление в импульсных и цифровых системах**
36. Аналоговые и дискретные сигналы, решетчатая функция и теорема Котельникова
37. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье. Примеры использования в электротехнике
38. Z-преобразование, дискретные передаточные функции, их использование при синтезе регуляторов в дискретной области
39. Способы преобразования математического описания аналогового регулятора в дискретную область
40. Структурные схемы дискретных регуляторов, особенности цифровых регуляторов
41. Структуры цифровых систем управления электротермическим объектом и электроприводом, различия требований к их характеристикам

**VII, Синтез алгоритмических блоков управления**
42. Нерекурсивные цифровые фильтры (с КИХ), их описание, структурная схема и особенности
43. Рекурсивные цифровые фильтры (с БИХ), их описание, структурная схема и особенности
44. Цифровые регуляторы как устройства, изменяющие частотный спектр сигналов ошибки и возмущения
45. Синтез цифровых регуляторов на основе дискретизации аналоговых корректирующих устройств. Условия применения данного метода

**VIII. Инструменты искусственного интеллекта**
46. Понятие об экспертных системах, их применение в АСУ
47. Роль имитационных моделей в киберфизических системах
48. Нечёткая математика в имитационном моделировании и управлении. Основные понятия и алгоритм использования
49. Нейронные сети как универсальный инструмент аппроксимации. Их применение в системах управления электротехническими комплексами

**IX. Инструменты реализации цифровых систем управления**

50. Понятие комбинационных схем, назначение логических элементов, шифраторов/дешифраторов, мультиплексоров

51. Понятие конечных автоматов, назначение триггеров, регистров и счётчиков

52. Автоматы Мили и Мура, различие в связях комбинационных и регистровых компонент

53. Комбинационные схемы и конечные автоматы как основа ПЛИС

54. Основные элементы и структурные схемы микропроцессорных систем управления