

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

« 31 » марта 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДЭ.03.01 Цифровое регулирование в электроэнергетике**  
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность):

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль):

Микропроцессорные системы управления  
возобновляемыми источниками энергии  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр	3	4
Общая трудоёмкость в з.е./часах	3,5/126	3,5/126
Контактная работа (час.), в том числе	55	22
лекции (час.)	34	8
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	17	8
Самостоятельная работа (час.), в том числе	17	68
курсовой проект/работа (семестр)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз., 54	экз., 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Цифровое регулирование в электроэнергетике» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки (специальности) 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (Направленность (профиль) – «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии») для 2023 года приёма всех форм обучения.

**Составители:**

Доцент кафедры

«Электрические станции», к.т.н. \_\_\_\_\_

  
(подпись)

Минтус А.Н.

Ст. преподаватель кафедры

«Электрические станции» \_\_\_\_\_

  
(подпись)

Черников В.Г.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «14» 03 2023 года № 4

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

  
(подпись)

Ткаченко С.Н.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель \_\_\_\_\_

  
(подпись)

Ткаченко С.Н.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(Ф.И.О.)

## 1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы построения, анализа и синтеза цифровых систем управления, как с применением современных методов их исследования, так и с использованием традиционных методов, составляющих основу классической теории управления. В последнем случае в меньшей мере формализуется взаимосвязь математических моделей, используемых при исследовании, с элементами систем управления, что способствует большему пониманию процессов управления, протекающих в системах.

Целью преподавания дисциплины является: Изучение теории импульсных систем, являющейся, теоретической базой при разработке как собственно импульсных, так и цифровых систем управления, поскольку в импульсных системах осуществляется квантование сигналов управления только по времени, а в цифровых – как по времени, так и по уровню. При высокой разрядности цифровых устройств эффект квантования по уровню зачастую оказывает небольшое влияние на процессы управления и цифровые системы мало отличаются от импульсных.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:** основные методы постановки технических заданий, разработки и использования средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства; режимы работы и методов анализа существующих режимов и структур систем управления возобновляемыми источниками энергии; основные методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности; приемы обобщения и критической оценки результатов научных исследований отечественных и зарубежных ученых по проблемам электроэнергетических систем и сетей.

**уметь:** подбирать необходимые методы постановки технических заданий, разработки и использования средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства; составлять модели оптимизации, разрабатывать оптимальные режимы работы и структур для конкретных систем программного управления возобновляемыми источниками энергии; подбирать необходимые методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности; обобщать, анализировать и критически оценивать результаты научных исследований отечественных и зарубежных ученых по вопросам электроэнергетических систем и сетей;

**владеть:** навыками практической постановки технических заданий, разработки и использования средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства; методами определения эффективных структур и параметров систем программного управления возобновляемыми источниками энергии; способами представления результатов обобщения и критического анализа результатов научных исследований отечественных и зарубежных ученых по вопросам электро-энергетических систем и сетей.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

**ПК-2** - способностью формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства;

**ПК-1.** способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований;

**ПК-4** - способностью применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к циклу профессиональной подготовки вариативной части учебного плана. Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: автоматическое управление в возобновляемой энергетике, системы автоматического управления энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии, интеллектуальное управление возобновляемыми источниками энергии.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин: «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии».

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семина)	Лаб ор.	СРС
Тема 1. Передаточные функции и частотные характеристики разомкнутых цифровых систем с экстраполятором нулевого порядка.	8/10	4/1	2/1		2/8
Тема 2. Построение логарифмических частотных характеристик приведенных непрерывных частей разомкнутых импульсных систем.	8/10	4/1	2/1		2/8
Тема 3. Оценка качества цифровых систем регулирования	8/10	4/1	2/1		2/8

Тема 4. Частотные методы синтеза цифровых систем регулирования. Синтез импульсных систем при использовании непрерывных корректирующих звеньев	9/11	5/1	2/1		2/9
Тема 5. Частотные методы синтеза цифровых систем регулирования. Синтез импульсных систем при использовании дискретных корректирующих звеньев.	9/10	5/1	2/1		2/8
Тема 6. Полиномиальный метод синтеза цифровых систем. Условия осуществимости, грубости и отсутствия дополнительных переходных процессов.	8/11	4/1	2/1		2/9
Тема 7. Полиномиальный метод синтеза цифровых систем. Уравнения синтеза. Синтез систем конечной длительности переходных процессов.	8/10	4/1	2/1		2/8
Тема 8. Синтез цифровых систем из условия обеспечения модульного оптимума.	10/12	4/1	3/1		3/10
<b>Контактная работа (дополнительная)</b>	4/6				
<b>Индивидуальное задание</b>					0/9
Курсовой проект (работа)					
<b>Итого по видам занятий</b>	72/90	34/8	17/8		17/68
Контроль	54/36				
<b>Итого:</b>	<b>126/126</b>	<b>17/8</b>	<b>17/8</b>		<b>17/68</b>

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
<b>ПК-2</b>	Темы 5,6, 7, 8
<b>ПК-3</b>	Темы 1, 2,3,
<b>ПК-4</b>	Темы 4, 5,6,7,8

### 3.2. Лекции

Тема 1. Передаточные функции и частотные характеристики разомкнутых цифровых систем с экстраполятором нулевого порядка.

#### Содержание темы 1:

Описание цифроаналоговых преобразователей, применяемых в цифровых системах управления для согласования цифровой и аналоговой частей системы. Понятие экстраполяторов нулевого порядка.

Передаточные функции цифровых разомкнутых систем.

Частотные характеристики приведенных непрерывных частей разомкнутых импульсных систем.



Литература к теме 1: [[1](#); [5](#); [6](#); [9](#)]

Тема 2. Построение логарифмических частотных характеристик приведенных непрерывных частей разомкнутых импульсных систем.

Содержание темы 2:

Логарифмические частотные характеристики в области низких частот.

Логарифмические частотные характеристики в области высоких частот.

Литература к теме 2: [[1](#); [5](#); [6](#); [11](#)]

Тема 3. Оценка качества цифровых систем регулирования.

Содержание темы 3:

Оценка качества цифровых систем управления путем построением кривой переходного процесса.

Оценка качества цифровых систем управления посредством критериев качества.

Коэффициенты ошибок.

Литература к теме 3: [[5](#); [6](#); [8](#); [9](#)]

Тема 4. Частотные методы синтеза цифровых систем регулирования. Синтез импульсных систем при использовании непрерывных корректирующих звеньев.

Содержание темы 4:

Краткие сведения из теории синтеза непрерывных систем

Синтез импульсных систем при использовании непрерывных корректирующих звеньев.

Литература к теме 4: [[2](#); [6](#); [8](#); [11](#)]

Тема 5. Частотные методы синтеза цифровых систем регулирования. Синтез импульсных систем при использовании дискретных корректирующих звеньев.

Содержание темы 5:

Особенности синтеза импульсных систем при использовании дискретных корректирующих звеньев.

Литература к теме 5: [[5](#); [6](#); [8](#); [12](#)]

Тема 6. Полиномиальный метод синтеза цифровых систем. Условия осуществимости, грубости и отсутствия дополнительных переходных процессов.

Содержание темы 6:

Постановка задачи синтеза.

Условия осуществимости и грубости.

Условия отсутствия дополнительных переходных процессов.

Литература к теме 6: [\[4\]](#)

Тема 7. Полиномиальный метод синтеза цифровых систем. Уравнения синтеза. Синтез систем конечной длительности переходных процессов.

Содержание темы 7:

Уравнения синтеза.

Синтез систем конечной длительности переходных процессов.

Литература к теме 7: [\[7; 8; 10\]](#)

Тема 8. Синтез цифровых систем из условия обеспечения модульного оптимума.

Содержание темы 8:

Общие сведения об оптимизации непрерывных систем по модульному оптимуму.

Оптимизация импульсных систем по модульному оптимуму

Упрощенные алгоритмы оптимизация импульсных систем по модульному оптимуму.

Литература к теме 8: [\[7; 8; 10\]](#)

### **3.3. Практические (семинарские) занятия**

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литера тура
1	Определение передаточных функций цифровых систем с экстраполяторами нулевого порядка.	2/1	<a href="#">[5; 6; 13]</a>
2	Построение логарифмических частотных характеристик разомкнутых цифровых систем с экстраполяторами нулевого порядка.	2/1	<a href="#">[5; 6; 13]</a>
3	Определение коэффициентов ошибок цифровых систем регулирования по дискретной передаточной функции и по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам.	2/1	<a href="#">[5; 6; 13]</a>
4	Синтез цифровых систем регулирования частотными методами при наличии непрерывных корректирующих звеньев.	2/1	<a href="#">[4; 7; 8; 13]</a>
5	Синтез цифровых систем регулирования частотными методами при наличии дискретных корректирующих звеньев.	2/1	<a href="#">[4; 7; 8; 13]</a>
6	Полиномиальный синтез. Синтез цифровых систем из условия обеспечения конечной длительности переходных процессов.	2/1	<a href="#">[7; 8; 13]</a>
7	Оптимизация цифровых систем из условия модульного оптимума.	2/1	<a href="#">[7; 8; 13]</a>
8	Оптимизация цифровых систем с использованием упрощенных алгоритмов оптимизация по модульному оптимуму	3/1	<a href="#">[7; 8; 13]</a>

Итог о:		17/8	
------------	--	------	--

**3.4. Лабораторные работы** учебным планом не запланированы.

### **3.5. Самостоятельная работа студента [14]**

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	10/35
2	Подготовка к практическим занятиям	7/24
3	Подготовка к лабораторным работам	
4	Выполнение курсового проекта	
5	Выполнение курсовой работы	
6	Выполнение индивидуального задания	-/9
Итого:		17/68

**3.6. Курсовой проект (работа)** учебным планом не запланирован.

Для студентов заочной формы обучения в 4 семестре предусмотрено выполнение **индивидуального задания**. [15]

Тематика задания связана с определением передаточных функций цифровых систем с экстраполяторами нулевого порядка.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4.

## **4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций**

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;



- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

#### **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета.**

1. Назначение экстраполятора нулевого порядка.
2. Передаточная функция экстраполятора нулевого порядка в общей и смешанной форме записи.
3. Структурная схема простейшей импульсной системы с экстраполятором нулевого порядка.
4. Структурные схемы импульсных систем с последовательными непрерывными (а) и дискретными (б) корректирующими звеньями.
5. Передаточная функцию приведенной непрерывной части системы с экстраполятором нулевого порядка.
6. Передаточная функцию приведенной непрерывной части системы с экстраполятором нулевого порядка при наличии запаздывания в объекте регулирования.
7. Определение передаточных функций цифровых систем с экстраполяторами нулевого порядка.
8. Построение логарифмических частотных характеристик разомкнутых цифровых систем с экстраполяторами нулевого порядка.
9. Определение коэффициентов ошибок цифровых систем регулирования по дискретной передаточной функции.
10. Определение некоторых коэффициентов ошибок цифровых систем регулирования по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам.
11. Построение логарифмических частотных характеристик приведенных непрерывных частей разомкнутых импульсных систем.
12. Синтез цифровых систем регулирования частотными методами при наличии непрерывных корректирующих звеньев.
13. Синтез цифровых систем регулирования частотными методами при наличии дискретных корректирующих звеньев.
14. Полиномиальный синтез. Условия грубости.
15. Полиномиальный синтез. Условия осуществимости.
16. Полиномиальный синтез. Условия отсутствия дополнительных переходных процессов.

17. Синтез цифровых систем из условия обеспечения конечной длительности переходных процессов.
18. Оптимизация цифровых систем из условия модульного оптимума.
19. Оценка качества цифровых систем управления путем построением кривой переходного процесса.
20. Оптимизация цифровых систем с использованием упрощенных алгоритмов оптимизация по модульному оптимуму.
21. Оценка качества цифровых систем управления посредством критериев качества.

Уровень высшего  
профессионального  
образования:

магистратура

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

Направление подготовки  
(специальность):

13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

(код, название)

Профиль:

Микропроцессорные системы управления  
возобновляемыми источниками энергии

(название)

Семестр:

3

Учебная дисциплина:

Цифровое регулирование в электроэнергетике

### БИЛЕТ № 1

1. Передаточная функция экстраполятора нулевого порядка в общей и смешанной форме записи.
2. Определение некоторых коэффициентов ошибок цифровых систем регулирования по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам.
3. Оптимизация цифровых систем с использованием упрощенных алгоритмов оптимизация по модульному оптимуму.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Минтус А.Н.  
(подпись)

Зав. кафедрой, \_\_\_\_\_ Ткаченко С.Н.  
(подпись)

### 4.3 Критерии оценивания

Семестровый контроль проводится в форме экзамена в объёме учебного материала, определённого программой учебной дисциплины, проводится в письменной форме.

Оценивание знаний студентов при семестровом контроле осуществляется по государственной шкале, бальной шкале и шкале ECTS.

Соотношения между суммой баллов по 100-бальной шкале и оценкам по шкалам государственной и ECTS приведены в таблице для зачёта.

Сумма баллов по 100- бальной шкале	Оценк а по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале	
		Для государственной	Для зачёта

		аттестации, экзамена, дифференциального зачёта	
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	
71-75	C		
70-74	D	удовлетворительно	
60-69	E		
35-59	FX*	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F**		

\* - с возможностью повторной аттестации по окончании зачётно-экзаменационной сессии

\*\* - с обязательным повторным изучением дисциплины (может быть выставлено только комиссией при проведении второй дополнительной промежуточной аттестации).

Оценка **«отлично»** выставляется, если при ответе на вопрос студент проявил всесторонние, систематизированные, глубокие знания программного материала, умения свободно выполнять задания, предусмотренные программой, знания с основной и дополнительной литературы, предусмотренной программой на уровне творческого использования.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если при ответе на вопросы студент проявил полные знания программного материала, успешное выполнение заданий, освоение основной литературы, предусмотренной программой на уровне аналогичного отображения.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если при ответе на вопросы студент проявил полные знания основного программного материала, в объёме, который необходим для дальнейшего обучения и работы, способность справиться с выполнением заданий, предусмотренных программой на уровне репродуктивного отображения.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если при ответе на вопросы студент проявил серьёзные проблемы в знаниях основного материала, допустил принципиальные ошибки при выполнении заданий уровня, ниже репродуктивного отображения.

Студент допускается к семестровому экзамену по конкретной дисциплине независимо от текущей успеваемости и посещаемости занятий, если он выполнил и защитил все задания, предусмотренные рабочей программой учебной дисциплины (контрольные работы, индивидуальные задания, лабораторные работы, курсовой проект (работа) и при обучении по конкретной форме не имеет финансовой задолженности перед университетом. Студенту, который не выполнил и/или не защитил все задания, предусмотренные рабочей программой учебной дисциплины, в экзаменационную ведомость ставится запись «не допущен». Экзаменационная оценка может быть выставлены преподавателем без опроса по результатам работы студента в течение семестра.

**Текущий контроль** знаний студентов производится во время контрольных опросов в ходе проведения лекционных и практических занятий.

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового зачёта в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДонНТУ от 02.05.2018г. № 337-14.

Для определения уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

#### **4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях.**

1. Назначение экстраполятора нулевого порядка.
2. Передаточная функция экстраполятора нулевого порядка в общей и смешанной форме записи.
3. Структурная схема простейшей импульсной системы с экстраполятором нулевого порядка.
4. Структурные схемы импульсных систем с последовательными непрерывными (а) и дискретными (б) корректирующими звеньями.
5. Передаточная функцию приведенной непрерывной части системы с экстраполятором нулевого порядка.
6. Передаточная функцию приведенной непрерывной части системы с экстраполятором нулевого порядка при наличии запаздывания в объекте регулирования.

## **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **I Основная:**

1. Ким, Д.П. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 220200 "Автоматизация и управление" Т. 1 : Линейные системы / Д.П. Ким. - 5 Мб. - Москва : Физматлит, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/17/cd6802.pdf>
2. Ким, Д.П. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 220200 "Автоматизация и управление" Т. 2 : Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / Д.П. Ким. - 5 Мб. - Москва : Физматлит, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/17/cd6803.pdf>
3. Сырямкин, В.И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В.И. Сырямкин. - 6 Мб. - Томск : Изд-во Том. ун-та, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/17/cd6775.pdf>

4. Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. - 21 Мб. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.  
Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/17/cd6733.pdf>
5. Лысов, В. Е. Теоретические основы дискретных систем автоматического управления : учебное пособие / В. Е. Лысов, Я. И. Пешев. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 160 с. — ISBN 978-5-7964-2082-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/90930.html>
6. Рыбак, Л. А. Теория автоматического управления. Часть II. Дискретные системы : учебное пособие / Л. А. Рыбак. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 65 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28401.html>
7. Алиев, Т. И. Задачи и методы проектирования дискретных систем / Т. И. Алиев. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 128 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68652.html>
8. Муромцев, Д. Ю. Анализ и синтез дискретных систем : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, Е. Н. Яшин. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 110 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63936.html>

## **II Дополнительная:**

9. Стариков, А. В. Цифровые модуляторы для систем управления электроприводов : учебное пособие по дисциплине «Системы управления электроприводов» / А. В. Стариков, С. Л. Лисин, Д. Ю. Рокало. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 75 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91148.html>
10. Виноградов, М. В. Цифровые системы управления : учебное пособие / М. В. Виноградов, Е. М. Самойлова. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 115 с. — ISBN 978-5-4497-0227-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86707.html>



11. Шойко, В. П. Автоматическое регулирование в электрических системах : учебное пособие / В. П. Шойко. — 2-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 195 с. — ISBN 978-5-7782-3598-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91731.html>

12. Бондаренко, А. В. Аналого-дискретные и цифровые цепи и системы : учебное пособие / А. В. Бондаренко, В. В. Бондаренко, А. А. Лебедева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 133 с. — ISBN 978-5-9227-0317-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18982.html>

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru>

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

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

13. Методические рекомендации для проведения практических занятий по дисциплине учебного плана «Цифровое регулирование в мехатронных системах» [Электронный ресурс] : для обучающихся уровня профессионального образования «магистр» по направлению подготовки 13.04.02

«Электроэнергетика и электротехника», магистерской программы

«Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. систем програм.

упр. и мехатроники ; [сост. А.Н. Минтус]. - 887 Кб. - Донецк : ГОУВПО

«ДОННТУ», 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. Режим

доступа: <http://ed.donntu.org/books/21/m5935.pdf>

14. Методические указания к организации самостоятельной работы по дисциплине "Цифровое регулирование в мехатронных системах" [Электронный ресурс] : для обучающихся уровня профессионального образования «магистр» по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»,

магистерской программы «Микропроцессорные системы управления

возобновляемыми источниками энергии» всех форм обучения / ГОУВПО

«ДОННТУ», Каф. систем програм. упр. и мехатроники ; [сост.: А.Н. Минтус,

В.Г. Черников]. - 120 Кб. - Донецк : ГОУВПО «ДОННТУ», 2020. - 1 файл. -

Систем. требования: Acrobat Reader.

– Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/21/m5943.pdf>

15. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Цифровое регулирование в мехатронных системах» [Электронный ресурс] : для обучающихся уровня профессионального образования «магистр»

по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», магистерской программы «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергией» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. систем програм. упр. и мехатроники ; [сост.: А.Н. Минтус, В.Г. Черников]. - 120 Кб. - Донецк : ГОУВПО «ДОННТУ», 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

– Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/21/m5998.pdf>

16. Минтус А.Н. «Цифровое регулирование в мехатронных системах». Коспект лекций. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. -(доступ через личный кабинет студента).

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Учебная лаборатория № 8.210в, учебный корпус 8, для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - «Лекционная». Компьютер: системный блок Р 4 2,8 GHz / 2x256 Mb / HDD 40Gb; монитор 17" TFT View Sonic VA 703B; монитор Samsung SyncMaster 940N TFT 19". ОС: Microsoft Windows XP; OpenOffice 4.1.4; Adobe Reader X 10.1.0; MatLab R 2010a; WinRAR 3.80 (пробная версия); Google Chrome 49.0.2623. Мультимедийный проектор TOSHIBA TLP. Имеется возможность доступа к сети «Интернет». Специализированная мебель: экран Draper Luma, доска мобильная 2-стор. ТК-TEAM, шкаф для одежды, столы, стулья

2. Учебная лаборатория № 8.002, учебный корпус 8, для проведения практических и лабораторных занятий, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - «Мехатронные системы управления». Робототехнический комплекс в составе: стенд управления; поворотная платформа; координатный стол; пневморобот; АРМ (автоматизированное рабочее место) в составе: системный блок Р 4 2,8GHz / 2x258Mb / HDD 40Gb; монитор Samsung SyncMaster 795DF. ОС: Microsoft Windows 2000; Adobe Reader 6.0; OpenOffice 4.1.4; WinRAR 3.20; Internet Explorer. Мультимедийный переносной проектор EPSON. Имеется возможность доступа к сети Интернет. Специализированная мебель: переносной экран Mistral, шкафы, столы, стулья

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС-

Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.