

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра микро- и нанoeлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Могильная Е.П.

« 04 »

2025 года



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по учебной дисциплине (практике)**

**Цифровые системы управления**

(наименование учебной дисциплины, практики)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Электронные приборы и устройства

(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчик (разработчики):

ст. преподаватель

(должность)

(подпись)

Никитин Е.В.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры микро- и нанoeлектроники

от « 03 » 03 2025 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой

(подпись)

Войтенко В.А.

(ФИО)

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине  
«Цифровые системы управления»**

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

1. Выберите один правильный ответ

Цифровыми системами обозначают системы:

А) в которых цифровой регулятор используется для управления непрерывным объектом

Б) в которых непрерывный регулятор используется для управления цифровым объектом

В) в которых цифровой регулятор используется для управления цифровым объектом

Г) в которых непрерывный регулятор используется для управления непрерывным объектом

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1

2. Выберите один правильный ответ

В замкнутых системах используется:

А) цифровое взаимодействие

Б) обратная связь

В) дискретное преобразование

Г) усиление сигнала

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1

3. Выберите один правильный ответ

Аналоговые входные сигналы (задающие воздействия, сигнал ошибки, сигналы обратной связи с датчиков) поступают на:

А) аналого-цифровой преобразователь

Б) цифровой преобразователь

В) аналоговый преобразователь

Г) дискретный преобразователь

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1

4. Выберите один правильный ответ

На аналого-цифровом преобразователе (АЦП) сигнал преобразуется в цифровую форму (двоичный код) с некоторым интервалом  $T$ , который называется:

А) интервалом прерывания

Б) интервалом запаздывания

В) интервалом квантования  
Г) интервалом вероятности  
Правильный ответ: В  
Компетенции (индикаторы): ПК-1

5. Выберите один правильный ответ  
Аналоговые сигналы определены:  
А) при любых значениях времени  
Б) при определённых значениях времени  
В) при начальном и конечном значениях времени  
Г) при начальном значении времени  
Правильный ответ: А  
Компетенции (индикаторы): ПК-3

6. Выберите один правильный ответ  
Из непрерывного сигнала выбираются дискретные значения. Этот процесс называется:  
А) выделением  
Б) квантованием  
В) снаряжением  
Г) выборкой  
Правильный ответ: Б  
Компетенции (индикаторы): ПК-3

7. Выберите один правильный ответ  
Для расчета очередного управляющего сигнала требуется некоторое время, которое называется:  
А) вычислительное запаздывание  
Б) вычислительный коллапс  
В) вычислительное циркулирование  
Г) вычислительный сброс  
Правильный ответ: А  
Компетенции (индикаторы): ПК-3

8. Выберите один правильный ответ  
АЦП и ЦАП имеют ограниченное число разрядов, поэтому при измерении входного сигнала и выдаче сигнала управления происходит округление значения. Это явление называется:  
А) округлением по уровню  
Б) регуляризацией  
В) квантованием по уровню  
Г) ограничением  
Правильный ответ: В  
Компетенции (индикаторы): ПК-3

### Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Процесс		Линейный закон управления	
1)	Авторегрессионный процесс (АР)	А)	Линейный закон, при котором используются только значения входной последовательности: $v[k] = a_0e[k] + a_1e[k - 1] + \dots + a_Ne[k - N]$ , где $a_i$ ( $i = 0, \dots, N$ ) — числовые коэффициенты
2)	Скользящее среднее (СС)	Б)	Линейный закон управления, при котором используются только предыдущие значения выходной последовательности и последнее значение входа: $v[k] + b_1v[k - 1] + \dots + b_Nv[k - N] = e[k]$ , где $b_i$ ( $i = 1, \dots, N$ ) — числовые коэффициенты
3)	Авторегрессионный процесс со скользящим средним (АРСС)	В)	Линейный закон управления общего вида, при котором используются предыдущие значения входной и выходной последовательностей: $v[k] + b_1v[k - 1] + \dots + b_Nv[k - N] = a_0e[k] + a_1e[k - 1] + \dots + a_Ne[k - N]$

Правильный ответ:

1	2	3
Б	А	В

Компетенции (индикаторы): ПК-1

2. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Оператор		Описание	
1)	оператор прямого сдвига (сдвига вперед)	А)	$\zeta e[k] = e[k - 1]$
2)	оператор обратного сдвига	Б)	$ze[k] = e[k + 1]$ , $z_m e[k] = e[k + m]$
3)	передаточная функция линейной программы управления	В)	$v = C(\zeta) e$

Правильный ответ:

1	2	3
Б	А	В

Компетенции (индикаторы): ПК-3

3. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Условие		Критерий устойчивости	
1)	система устойчивой по входу-выходу, если называется	А)	устойчиво (асимптотически устойчиво) тривиальное решение $x[k] \equiv 0$ однородной системы

- |    |  |    |  |
|----|--|----|--|
| 2) | система устойчива (асимптотически устойчива) тогда и только тогда, когда | Б) | устойчивость одного решения разностного уравнения $x[k + 1] = A x[k] + B u[k]$ означает, что все остальные решения также устойчивы при любом ограниченном входе и любых начальных условиях сигнал выхода ограничен |
| 3) | понятие устойчивости системы   | В) | устойчивость одного решения разностного уравнения $x[k + 1] = A x[k] + B u[k]$ означает, что все остальные решения также устойчивы при любом ограниченном входе и любых начальных условиях сигнал выхода ограничен |

Правильный ответ:

1	2	3
В	А	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1

4. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

- |    | Первая часть определения                              |    | Вторая часть определения                        |
|----|---|----|---|
| 1) | устойчивость линейной дискретной системы определяется | А) | характеристическим полиномом дискретной системы |
| 2) | полином $b(z)$ называется уравнение $b(z) = 0$        | Б) | расположением полюсов ДПФ $W(z)$                |
| 3) | уравнение $b(z) = 0$ называется                       | В) | характеристическим уравнением                   |

Правильный ответ:

1	2	3
Б	А	В

Компетенции (индикаторы): ПК-1

5. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

- |    | Метод                     |    | Сущность метода  |
|----|---------------------------|----|--|
| 1) | Метод теплового удара     | А) | мгновенное возбуждение в среде акустических (ультразвуковых) шумов и измерение их спектральных характеристик   |
| 2) | Метод акустического удара | Б) | мгновенное изменение локальной (поверхностной) температуры среды (например, излучением полупроводникового лазера) и измерение температурного отклика среды |
| 3) | Метод электровозбуждения  | В) | возбуждение электротока в среде и измерение спектра мощности его флуктуаций  |

Правильный ответ:

1	2	3
Б	А	В

Компетенции (индикаторы): ПК-3

6. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Основной закон регулирования		Описание	
1)	По отклонению	А)	управляющее воздействие пропорционально мгновенному значению не только отклонения, но и производных (первой, второй) отклонения по времени (соответствующий регулятор по отклонению и производной, или пропорционально-дифференциальный, или ПД-регулятор)
2)	По отклонению и производным	Б)	управляющее воздействие пропорционально мгновенному значению отклонения (соответствующий регулятор по отклонению, или пропорциональный регулятор, или П-регулятор)
3)	По интегралу	В)	управляющее воздействие пропорционально величине интеграла отклонения по времени (регулятор по интегралу, или интегральный регулятор, или И-регулятор)

Правильный ответ:

1	2	3
Б	А	В

Компетенции (индикаторы): ПК-3

7. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Функция		Преобразование Лапласа	
1)	Ступенчатая функция Хевисайда	А)	1
2)	Импульсная функция Дирака	Б)	$n!/s^{n+1}$
3)	$t^n$	В)	$1/s$

Правильный ответ:

1	2	3
В	А	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-3

**Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

1. Расположите в порядке уменьшения приоритетности критерии, применяемые для исследования ЦСУ:

- А) критерий Рауса-Гурвица;
- Б) критерий Джури;
- В) критерий устойчивости.

Правильный ответ: А, Б, В.

Компетенции (индикаторы): ПК-1

2. Расположите в порядке решения задачи анализа системы управления:

А) определение функциональных особенностей системы управления;

Б) структурирование системы;

В) определение объекта анализа.

Правильный ответ: В, Б, А.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.2)

3. Расположите в порядке выполнения операций синтез структуры управляющей системы:

А) выбор принципов организации управления;

Б) оптимальное распределение выполняемых функций;

В) выбор организационной иерархии;

Г) выбор числа уровней и подсистем.

Правильный ответ: Г, А, Б, В.

Компетенции (индикаторы): ПК-1

4. Расположите в порядке усложнения регуляторы:

А) П-регуляторы;

Б) ПИ-регуляторы;

В) ПИД-регуляторы.

Правильный ответ: А, Б, В.

Компетенции (индикаторы): ПК-3

5. Расположите в порядке увеличения сложности составные части ЦСУ:

А) квантователь;

Б) ключ;

В) АЦП.

Правильный ответ: Б, А, В.

Компетенции (индикаторы): ПК-3

6. Расположите в порядке исполнения этапы анализа системы управления:

А) определение количественных и качественных показателей системы управления;

Б) оценка эффективности системы управления;

В) исследование информационных характеристик системы;

Г) обобщение и оформление результатов анализа.

Правильный ответ: В, А, Б, Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-3

## **Задания открытого типа**

### **Задания открытого типа на дополнение**

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Восстанавливающие устройства называют \_\_\_\_\_

Правильный ответ: экстраполяторами

Компетенции (индикаторы): ПК-1

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Импульсной характеристикой экстраполятора называют его реакцию на

\_\_\_\_\_

Правильный ответ: единичный дискретный импульс.

Компетенции (индикаторы): ПК-1

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Если импульсная характеристика экстраполятора равна нулю при  $t$  больше  $T$ , то он называется \_\_\_\_\_

Правильный ответ: экстраполятором нулевого порядка.

Компетенции (индикаторы): ПК-1

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Передачная функция экстраполятора — это \_\_\_\_\_

Правильный ответ: преобразование Лапласа от импульсной характеристики.

Компетенции (индикаторы): ПК-1

5. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Оператор, обозначаемый символом  $z$ , называется \_\_\_\_\_

Правильный ответ: оператором прямого сдвига

Компетенции (индикаторы): ПК-3

6. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Если входные сигналы поступают непосредственно на импульсный элемент, все непрерывные сигналы в системе будут зависеть только от значений входов в моменты квантования. Это явление называют \_\_\_\_\_

Правильный ответ: стробоскопическим эффектом.

Компетенции (индикаторы): ПК-3

7. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Для управления объектом с передачной функцией  $F_H(s)$  (включающей экстраполятор) используется \_\_\_\_\_

Правильный ответ: цифровой регулятор с ДПФ  $C(z)$ .

Компетенции (индикаторы): ПК-3

8. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

В реальных цифровых системах для того, чтобы избежать эффекта поглощения частот, на входе цифровой части устанавливают \_\_\_\_\_

Правильный ответ: фильтр низких частот (предфильтр).

Компетенции (индикаторы): ПК-3

### Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Любой стабилизирующий регулятор является грубым, если \_\_\_\_\_

Правильный ответ: при малых изменениях параметров управляемого объекта сохраняется устойчивость замкнутой системы

Компетенции (индикаторы): ПК-1

2. Экстраполятор – это \_\_\_\_\_

Правильный ответ: элемент с дискретным входом и аналоговым выходом, который преобразует числовую последовательность  $\{v[k]\}$  в аналоговый сигнал управления  $u(t)$ , поступающий на объект

Компетенции (индикаторы): ПК-1

3. Реакция экстраполятора с импульсной характеристикой  $h(t)$  на дискретный сигнал \_\_\_\_\_

Правильный ответ: совпадает с реакцией непрерывной системы с такой же импульсной характеристикой на аналоговый сигнал

Компетенции (индикаторы): ПК-1

4. Простейшей импульсной системой будем называть \_\_\_\_\_

Правильный ответ: разомкнутую систему, состоящую из экстраполятора и линейного непрерывного объекта, которые заданы передаточными функциями

Компетенции (индикаторы): ПК-1

5. Метод параметрических передаточных функций (ППФ) применим для \_\_\_\_\_

Правильный ответ: любых цифровых систем с периодическим квантованием

Компетенции (индикаторы): ПК-3

6. Если между входом и выходом системы существует однозначное соответствие, она может быть описана \_\_\_\_\_

Правильный ответ: оператором, который обозначается символом  $U$

Компетенции (индикаторы): ПК-3

7. Метод ППФ особенно эффективен для решения задач \_\_\_\_\_

Правильный ответ: оптимального синтеза регуляторов при случайных и детерминированных возмущениях

Компетенции (индикаторы): ПК-3

8. Цифровая система, включающая непрерывные и дискретные элементы, может быть описана с помощью \_\_\_\_\_

Правильный ответ: системы уравнений, в которой некоторые уравнения являются дифференциальными, а другие – разностными  
Компетенции (индикаторы): ПК-3

### **Задания открытого типа с развернутым ответом**

1. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Опишите работу двухпозиционного регулятора.

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Двухпозиционные регуляторы — это приборы, выходная величина которых может принимать только два установившихся значения. Характеристика двухпозиционного регулятора отражает зависимость выходной величины  $u$  от входной величины  $x$ , и представляет собой разность между текущими значениями регулируемой величины и ее заданным  $X_0$  значением.

Компетенции (индикаторы): ПК-1

2. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Опишите достоинства ПИ – регулятора.

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Пропорционально-интегральный регулятор (ПИ – регулятор) – частный случай ПИД – регулятора. Является наиболее распространенным на практике регулятором, в силу своих достоинств. Он способен обеспечить нулевую статическую ошибку регулирования. Прост в настройке, которая обусловлена тем, что фактически настраиваются только два параметра: коэффициент усиления  $K_p$  и постоянная времени интегрирования  $T_i$ . В таком регуляторе имеется возможность оптимизации величины отношения  $K_p/T_i = \min$ , что обеспечивает управление с минимально возможной среднеквадратичной ошибкой регулирования. Малой чувствительности к шумам в канале измерения (в отличие от ПИД – регулятора).

Компетенции (индикаторы): ПК-1

3. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Опишите работу ПИД – регулятора.

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Пропорционально–интегрально–дифференцирующий регулятор (ПИД) регулятор – устройство в управляющем контуре с обратной связью. Используется в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала с целью получения необходимых точности и качества переходного

процесса. ПИД–регулятор формирует управляющий сигнал, являющийся суммой трех слагаемых, первое из которых пропорционально разности входного сигнала и сигнала обратной связи (сигнал рассогласования), второе – интегралу сигнала рассогласования, третье – производной сигнала рассогласования.

Компетенции (индикаторы): ПК-1

4. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Опишите назначение цифрового ПИД–регулятора.

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Назначение ПИД–регулятора – в поддержании заданного значения  $r$  некоторой величины  $y$  с помощью изменения другой величины  $u$ . Значение  $r$  называется заданным значением (или установкой), а разность  $e = (r - y)$  – невязкой (или ошибкой регулирования), рассогласованием или отклонением величины от заданной. Часто применяемые формулы справедливы в случае линейности и стационарности системы, что редко выполняется на практике.

Компетенции (индикаторы): ПК-3

5. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Опишите основные недостатки использования ПИД–регуляторов.

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

При использовании ПИД–регулятора в системе регулирования, следует учитывать нежелательные эффекты, возникающие при реализации канала производной сигнала ошибки  $\dot{e}(t)$ . Недостатки проявляются из-за того, что при усилении этого канала прямо пропорционально возрастает частота. Основными недостатками при этом являются:

1. Повышенное усиление высокочастотных составляющих сигнала ошибки. Они носят шумовой характер и из-за этого отношение полезной составляющей управляющего сигнала к шумовой уменьшается, что дестабилизирует объект управления.

2. Возникновение импульсов большой амплитуды. Такое явление возникает в моменты скачкообразного изменения ошибки, несмотря на медленное изменение сигнала системы и в связи со скачкообразными изменениями сигнала установки и его проникновением на вход дифференциатора

Компетенции (индикаторы): ПК-3

6. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Опишите метод оптимизации управляющих систем Дудникова Е.Г.

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Метод относится к точным поисковым методам оптимизации. Наиболее совершенный метод настройки регуляторов, который дает оценку запаса устойчивости по распределению корней характеристического уравнения. Системы управления должны иметь определённый запас устойчивости, соответственно иметь интенсивность ослабления вибрации и колебаний. Степень затухания колебаний зависит от пары комплексных корней характеристического уравнения. Они связаны определенным соотношением и в нём присутствует корневой показатель колебательности. Благодаря большому количеству достоинств метод признан традиционным. Он подходит как для настройки одноконтурных, так и многоконтурных систем. Он надежен и достоверно проверен, однако имеет и недостатки. Основными из них являются: отсутствие рекомендаций по настройке алгоритмов ПДД и ПИДД-регуляторов, и необходимость проведения итерационной процедуры поиска настроек при минимизации квадратичного критерия качества.

Компетенции (индикаторы): ПК-3

## Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Цифровые системы управления» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки / специальности 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению / специальности.

Председатель учебно-методической комиссии  
института

 Ясуник С.Н.

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)