

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 27.03.04 Управление в технических системах**

**Наименование образовательной программы: Автоматизированные системы управления**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Заочная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Теория автоматического управления**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вершинин Д.В.
	Идентификатор	R37a53c2e-VershininDV-fbbff249

(подпись)

Д.В.  
Вершинин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бородкин А.А.
	Идентификатор	R2a2cc3a1-BorodkinAA-1ae52558

(подпись)

А.А.  
Бородкин

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

(подпись)

А.В.  
Бобряков

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
2. ПК-2 способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления
3. ПК-6 способностью производить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Исследование нелинейных систем автоматического управ. методом гармонического баланса (Решение задач)
2. Исследование релейных систем автоматического регулирования мет. фазовой плоск. (Решение задач)
3. Передаточные функции формирователей импульсов (Решение задач)
4. Расчетное задание по Импульсным системам автоматического управления (Решение задач)
5. Структурные схемы и характеристики ИСАУ (Решение задач)
6. Устойчивость нелинейных систем (Решение задач)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	3	6	9	12	15	18
Импульсные системы автоматического управления							
Виды квантования в дискретных системах	+						

Классификация дискретных систем управления	+					
Типовая структура импульсных систем	+					
Математическое описание импульсных систем автоматического управления						
Дискретные передаточные функции		+				
Временные и частотные характеристики импульсных систем автоматического управления		+				
Анализ и синтез импульсных систем						
Устойчивость импульсных систем			+			
Синтез импульсных систем			+			
Нелинейные САУ и их исследование методом фазовой плоскости						
Понятие о нелинейных системах управления				+		
Исследование нелинейных систем методом фазовой плоскости				+		
Гармоническая линеаризация и исследование нелинейных систем методом гармонического баланса						
Исследование нелинейных систем методом гармонического баланса					+	
Определение свободных периодических колебаний методом гармонического баланса					+	
Устойчивость нелинейных систем						
Исследование устойчивости нелинейных систем автоматического управления						+
Обобщения критерия абсолютной устойчивости						+
Вес КМ:	10	10	30	20	20	10

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-2	ОПК-2(Компетенция)	Знать: основные понятия автоматике, типы систем Уметь: классифицировать системы управления	Передаточные функции формирователей импульсов (Решение задач) Исследование нелинейных систем автоматического управ. методом гармонического баланса (Решение задач)
ПК-2	ПК-2(Компетенция)	Знать: математические основы и подходы к линеаризации объектов автоматического регулирования Уметь: применять методы для решения конкретных задач синтеза алгоритмов управления	Исследование релейных систем автоматического регулирования мет. фазовой плоск. (Решение задач) Устойчивость нелинейных систем (Решение задач)
ПК-6	ПК-6(Компетенция)	Знать: принципы математического описания импульсных САУ Уметь: определять уравнения статики систем и строить их статические характеристики	Структурные схемы и характеристики ИСАУ (Решение задач) Расчетное задание по Импульсным системам автоматического управления (Решение задач) Устойчивость нелинейных систем (Решение задач)

		решать задачи аналитического характера при поиске наиболее приемлемого подхода к проектированию САУ	
--	--	---	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Передаточные функции формирователей импульсов

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Решенные задания отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

#### Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на знание основных понятий автоматике, функциональной системы САУ, принципов автоматического регулирования, типовой структуры импульсных систем

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные понятия автоматике, типы систем	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Перечислите достоинства дискретных систем</li><li>2.Назовите виды квантования и приведите примеры их использования</li><li>3.Какие параметры меняются в зависимости от входного сигнала при АИМ?</li><li>4.Какие параметры меняются в зависимости от входного сигнала при ШИМ?</li><li>5.Какие параметры меняются в зависимости от входного сигнала при ЧИМ?</li><li>6.Каким образом заменяется импульсный элемент?</li><li>7.Найдите передаточную функцию формирователя импульсов прямоугольной формы с единичной скважностью</li><li>8.Что такое приведенная непрерывная часть системы?</li></ol>
---	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется если задание выполнено в полном объеме или выбрано верно на 85 %

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется если большинство вопросов раскрыто. Выбрано верное направления для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется если задания преимущественно выполнены

### КМ-2. Структурные схемы и характеристики ИСАУ

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Решенные задания отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на определение дискретных передаточных функций и построение структурных схем

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: определять уравнения статики систем и строить их статические характеристики	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Что такое дискретная передаточная функция и какой вид она имеет для выходного сигнала замкнутой системы и сигнала ошибки?</li><li>2.Как получить дискретную передаточную функцию из непрерывной?</li><li>3.Какие процессы могут быть описаны конечными разностями?</li><li>4.Какова связь спектров дискретного и непрерывного сигналов?</li><li>5.В каких пределах по частоте строятся ЛАЧХ импульсных систем?</li></ol>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется если задание выполнено в полном объеме или выбрано верно на 85 %

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется если большинство вопросов раскрыто. Выбрано верное направления для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется если задания преимущественно выполнены

### **КМ-3. Расчетное задание по Импульсным системам автоматического управления**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Решенные задания отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на исследование особенностей динамических процессов в импульсных системах, связанных с квантованием по времени, осуществляемым импульсным элементом; изучение вопросов устойчивости импульсных систем, приобретение навыков исследования временных и частотных характеристик импульсных систем

**Контрольные вопросы/задания:**



<p>Уметь: решать задачи аналитического характера при поиске наиболее приемлемого подхода к проектированию САУ</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Преобразуйте исходную структурную схему к типовому виду</li> <li>2.По передаточной функции непрерывной части найдите дискретную передаточную функцию</li> <li>3.Постройте годограф разомкнутой импульсной САУ</li> <li>4.Оцените устойчивость замкнутой импульсной САУ</li> <li>5.Постройте переходной процесс для замкнутой импульсной САУ</li> <li>6.Определите статическую и кинетическую ошибки устойчивой замкнутой импульсной САУ</li> </ol>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения задания:* Оценка «отлично» выставляется если задание выполнено в полном объеме или выбрано верно на 85 %

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения задания:* Оценка «хорошо» выставляется если большинство вопросов раскрыто. Выбрано верное направления для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения задания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется если задания преимущественно выполнены

**КМ-4. Исследование релейных систем автоматического регулирования мет. фазовой плоск.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Решенные задания отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на нелинейных систем автоматического управления методом фазовой плоскости

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: применять методы для решения конкретных задач синтеза алгоритмов управления</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Постройте временную характеристику по фазовым траекториям</li> <li>2.Напишите уравнения линий переключения для САУ</li> <li>3.Постройте фазовые траектории для САУ</li> <li>4.Выведите уравнения фазовых траекторий при коррекции по скорости</li> <li>5.Выведите уравнения фазовых траекторий при коррекции с помощью жесткой обратной связи</li> <li>6.Для нелинейной САУ определите уравнение фазовых траекторий</li> </ol>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «отлично» выставляется если задание выполнено в полном объеме или выбрано верно на 85 %

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «хорошо» выставляется если большинство вопросов раскрыто. Выбрано верное направления для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «удовлетворительно» выставляется если задания преимущественно выполнены

**КМ-5. Исследование нелинейных систем автоматического управ. методом гармонического баланса**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Решенные задания отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на исследование нелинейных систем методом гармонического баланса

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: классифицировать системы управления	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Изобразите сигнал на выходе нелинейного элемента</li> <li>2.Определите эквивалентный комплексный коэффициент усиления</li> <li>3.Методом гармонического баланса определите максимальное значение коэффициента усиления линейной части, при котором в нелинейной системе будут отсутствовать автоколебания</li> <li>4.Выведите выражения, определяющие коэффициенты гармонической линеаризации</li> <li>5.Выведите выражения коэффициентов гармонической линеаризации для заданных видов нелинейных элементов</li> </ol>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «отлично» выставляется если задание выполнено в полном объеме или выбрано верно на 85 %

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «хорошо» выставляется если большинство вопросов раскрыто. Выбрано верное направления для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «удовлетворительно» выставляется если задания преимущественно выполнены

### КМ-6. Устойчивость нелинейных систем

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Решенные задания отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

#### Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на определение устойчивости нелинейных систем автоматического управления

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: математические основы и подходы к линеаризации объектов автоматического регулирования	1. В чем отличие первого и второго методов Ляпунова по исследованию устойчивости нелинейных САУ 2. Сформулируйте критерий абсолютной устойчивости Попова 3. Дайте определение критерия устойчивости Цыпкина
Знать: принципы математического описания импульсных САУ	1. Дайте определение устойчивости по Ляпунову 2. Дайте определение критерия устойчивости Гелига

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «отлично» выставляется если задание выполнено в полном объеме или выбрано верно на 85 %

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «хорошо» выставляется если большинство вопросов раскрыто. Выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

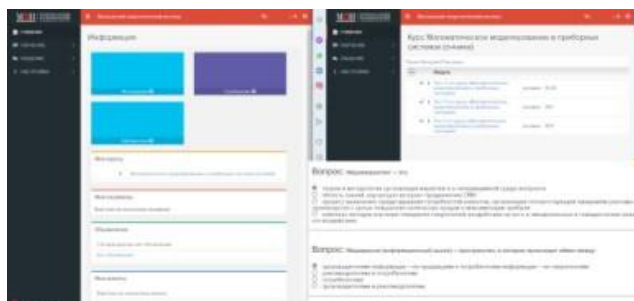
Описание характеристики выполнения знания: Оценка «удовлетворительно» выставляется если задания преимущественно выполнены

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета



## Процедура проведения

В тесте 20 вопросов встречаются вопросы следующих типов: 1. с одним вариантом ответа ( в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл) 2. с выбором нескольких вариантов ответов ( в вопросах «многие из многих» система оценивает каждый ответ отдельно; есть возможность разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4) 3. на соответствие слушатель должен привести в соответствие левую и правую часть ответа (в вопросах «соответствие» система оценивает каждый ответ отдельно; можно разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4) 4. развернутый ответ, вводится в ручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

## *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

### **1. Компетенция/Индикатор: ОПК-2(Компетенция)**

#### **Вопросы, задания**

- 1.Что такое скользящий режим и когда он возникает?
- 2.Нелинейные САУ какого порядка можно исследовать с помощью метода фазовой плоскости?
- 3.Что такое линии переключения? Как получить уравнения линий переключения в фазовой плоскости?
- 4.Что такое эквивалентный комплексный коэффициент усиления нелинейного элемента? В чем его отличие от комплексного коэффициента линейного элемента?

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

- 1.Можно ли при преобразовании структурных схем переставлять импульсный элемент с непрерывными передаточными функциями?

Ответы:

1. 1. можно 2. нельзя 3. можно, но только если непрерывная функция интегрирующего типа

Верный ответ: 2

- 2.Частотные характеристики можно получить из

Ответы:

1. функции Хевисайда 2. дельта-функции 3. передаточной функции

Верный ответ: 3

3. Можно ли получить сигнал делением числителя на знаменатель в его дискретном представлении?

Ответы:

1. Нельзя 2. Можно

Верный ответ: 2

## 2. Компетенция/Индикатор: ПК-2(Компетенция)

### Вопросы, задания

1.

Найдите передаточную функцию формирователя импульсов прямоугольной формы с единичной скважностью?

2. В каких пределах по частоте строятся логарифмические амплитудные частотные характеристики импульсных систем?

3. Какую характеристику надо снять, для того чтобы судить об устойчивости разомкнутой системы, замкнутой системы?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Выведите формулу дискретного преобразования Лапласа от единичной ступенчатой функции, экспоненты, линейно возрастающего сигнала

Ответы:

1.  $1/(1-\exp(-pT)), k/(1-\exp(-pT)\exp(T/T1)), T\exp(-T)/(1-\exp(-pT))^{-2}$  2.  $1/(1-\exp(-pT)), k/(1-\exp(-pT)\exp(-T/T1)), T*\exp(-pT)/(1-\exp(-pT))^{-2}$  3.  $\exp(pT)/(\exp(pT)-1), k*\exp(pT)/(\exp(pT)-\exp(-T/T1)), \exp(pT)/(\exp(pT)-1)^{-2}$  4.  $1/\exp(pT), \exp(T/T1)/(\exp(pT)-1)^{-2}, \exp(pT)/(\exp(pT)-1)^{-2}$

Верный ответ: 2

2. Выберите правильное утверждение

Ответы:

1. весовая функция формирователя импульсов имеет форму модулируемых импульсов 2. переходная функция формирователя импульсов имеет форму модулируемых импульсов 3. АЧХ формирователя импульсов имеет форму модулируемых импульсов

Верный ответ: 1

3. Какие функции называются решетчатыми?

Ответы:

1. функции, которые определены во всем числовом диапазоне 2. функции, которые определены только при положительных значения аргумента 3. функции, которые определены только в дискретные равноотстоящие моменты времени

Верный ответ: 3

## 3. Компетенция/Индикатор: ПК-6(Компетенция)

### Вопросы, задания

1. Можно ли воспользоваться формулировкой критерия Гурвица, предложенной для непрерывных систем при анализе импульсных систем, как это проделать?

2. Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста для устойчивых замкнутых дискретных систем.

3. Дайте определение фазовой плоскости, фазовой траектории, фазового портрета, изображающей точки особых точек, особых траекторий.

## Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое разностное уравнение и как оно используется для получения временных сигналов в импульсной системе

Ответы:

1.  $y[nT] = a_1 * y[(n-1)T] + a_2 * y[(n-2)T] + \dots + a_n * y[(n-n)T] + b_0 * u[nT] + b_1 * u[(n-1)T] + \dots + b_n * u[(n-n)T]$ , рекуррентно  
2.  $y[nT] = a_1 * y[(n-1)T] + a_2 * y[(n-2)T] + \dots + a_n * y[(n-n)T]$ , рекуррентно  
3.  $y[nT] = b_0 * u[nT] + b_1 * u[(n-1)T] + \dots + b_n * u[(n-n)T]$ , итерационно

Верный ответ: 1

2. Как получить дискретную передаточную функцию из непрерывной

Ответы:

1.  $W(p) - W^*(p)$  2.  $W(p) - w[mT] - W^*(p)$  3.  $W(p) - w(t) - W^*(p)$  4.  $W(p) - w(t) - w[mT] - W^*(p)$

Верный ответ: 4

3. При каком соотношении порядка астатизма и порядка степенного сигнала ошибка от управляющего сигнала является конечной

Ответы:

1. Порядок астатизма больше степени  $t$  2. Порядок астатизма меньше степени  $t$  3. Порядок астатизма равен степени  $t$  4. От порядка астатизма ошибка не зависит 5. Ошибка не зависит от степени  $t$

Верный ответ: 3

## II. Описание шкалы оценивания

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы на все вопросы даны верно. Четко сформулированы особенности практических решений. Студент показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки. Студент правильно выполнил задание и в основном правильно ответил на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустил при этом незначительные ошибки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. Студент в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, либо наметил правильный путь его выполнения

## III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»