

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

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Беспроводные технологии и интернет вещей

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Радиоавтоматика**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Силаева Е.В.
	Идентификатор	R6dcd8849-SilayevaYV-70915102

(подпись)

Е.В. Силаева

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крутских В.В.
	Идентификатор	R49539849-KrutskikhVV-f1575360

(подпись)

В.В.
Крутских

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Куликов Р.С.
	Идентификатор	R7ef0b374-KulikovRS-e851162c

(подпись)

Р.С. Куликов

(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-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

ИД-1 Демонстрирует знания фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов

ИД-2 Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Домашняя работа №1 и №2 (Домашнее задание)
2. Домашняя работа №3, №4 и №5 (Домашнее задание)
3. Домашняя работа №6 и №7 (Решение задач)
4. Домашняя работа №8 (Решение задач)

БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	6	9	12
Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем					
Принципы построения систем радиоавтоматики. Дискриминаторы следящих систем. Операторные коэффициенты передачи систем	+	+			
Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация					
Анализ линейных систем радиоавтоматики. Нелинейные системы радиоавтоматики и их линеаризация	+	+			
Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ					
Цифровые системы радиоавтоматики и их анализ				+	+
Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана					
Оптимальная фильтрация, фильтры Калмана				+	+

	Вес КМ:	25	35	25	15
\$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-1	ИД-1 _{ОПК-1} Демонстрирует знания фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов	Знать: принципы функционирования конкретных аналоговых и цифровых систем радиоавтоматики	Домашняя работа №1 и №2 (Домашнее задание) Домашняя работа №3, №4 и №5 (Домашнее задание)
ОПК-1	ИД-2 _{ОПК-1} Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Уметь: проводить исследования характеристик систем автоматического управления	Домашняя работа №6 и №7 (Решение задач) Домашняя работа №8 (Решение задач)

Задача №2.

Постройте годограф разомкнутой системы с комплексным коэффициентом передачи:

$$a) \quad K_p(j\omega) = \frac{K_v(1 + j\omega T_1)}{j\omega(1 + j\omega T_2)(1 + j\omega T_3)}, \quad K_v = 10 \text{ (1/c)},$$

$$T_1 = 0,25 \text{ c}, \quad T_2 = 1 \text{ c}, \quad T_3 = 0,01 \text{ c};$$

$$б) \quad K_p(j\omega) = ke^{-j\omega\tau_s} / (1 + j\omega T_\phi), \quad K = 10,$$

$$\tau_s = 0,01 \text{ c}, \quad T_\phi = 0,1 \text{ c}.$$

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы функционирования конкретных аналоговых и цифровых систем радиоавтоматики	1. Каковы отличительные особенности систем радиоавтоматики среди всего класса систем автоматического управления с обратной связью? 2. Что такое устойчивость следящей системы?
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. Домашняя работа №3, №4 и №5

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждый студент получает письменное типовое задание

Краткое содержание задания:

Домашняя работа №3

Задача №1.

1. Найдите изменение ошибки $x(t)$ и выходного процесса $y(t)$ в системе ЧАП (рис. 5.4) с фильтром $K_\Phi(p) = k/(1+pT_\Phi)$ при подаче на ее вход воздействия: а) $\lambda(t) = \alpha \cdot 1(t)$, б) $\lambda(t) = \alpha_1 t 1(t)$. Начальные условия в системе нулевые.

Задача №2.

2. Решите задачу 5.1, приняв, что в системе используется фильтр с коэффициентом передачи $K_\Phi(p) = k_n/p$.

Задача №3.

3. Найдите изменение ошибки в системе углового сопровождения (рис. 5.4) с фильтром $K_\Phi(p) = k_n/p(1+pT_\Phi)$ при воздействии $\lambda(t) = \theta(t) = \alpha_0 1(t)$. Начальные условия в системе нулевые, $4S_n k_n T_\Phi = 1$.

Задача №4.

4. Для автодальномера (рис. 5.4) с фильтром (5.22) найдите процесс dy/dt при критическом демпфировании и воздействии $\lambda(t) = \alpha_1 t \cdot 1(t)$. Начальные условия в системе нулевые.

Домашняя работа №4

Задача №1.

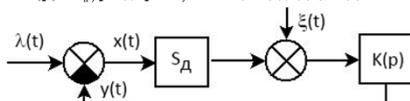
1. Для системы, структурная схема которой изображена на рис 61, найдите в установившемся режиме дисперсию ошибки слежения, вызванную шумом $\xi(t)$, в следующих случаях

- а) $K_{\Phi}(p) = k/(1+pT_{\Phi})$, $\xi(t)$ — белый шум со спектральной плотностью $S_{\xi}(0)$;
 б) $K_{\Phi}(p) = k_n/p$, $S_{\xi}(\omega) = 2a^2\mu/(\omega^2 + \mu^2)$

Домашняя работа №5

Задача №1.

Найти выражение для оптимального значения коэффициента усиления k_u по критерию минимума матожидания квадрата ошибки слежения $M\{x^2(t)\} = \sigma_{\Delta x}^2 + \sigma_{\Delta \xi}^2 = \min$ в установившемся режиме в непрерывной СРА (структурная схема представлена на рисунке), если на входе СРА действует случайный процесс $\lambda(t)$ со спектральной плотностью $S_{\lambda}(\omega) = \frac{2\mu\sigma_{\lambda}^2}{\mu^2 + \omega^2}$, а на выходе дискриминатора действуют флуктуации $\xi(t)$ со спектральной плотностью $S_{\xi}(\omega)$. ОКП в контуре регулирования $K(p) = k_u/p$, где $p \equiv d/dt$ — оператор дифференцирования.



Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: принципы функционирования конкретных аналоговых и цифровых систем радиоавтоматики</p>	<p>1. Как связаны между собой задающее воздействие и изучаемый процесс в линейной стационарной системе радиоавтоматики? 2. Что такое теорема дифференцирования?</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-3. Домашняя работа №6 и №7

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждый студент получает письменное типовое задание

Краткое содержание задания:

Домашняя работа №6

Задача №1.

Определить условия устойчивости дискретной следящей системы, структурная схема которой представлена на рисунке, если:

$$K(z) = \frac{k_{\phi} T}{z-1} \left(\frac{T}{z-1} + T_{\phi} \right) + T_{\phi} z^2.$$

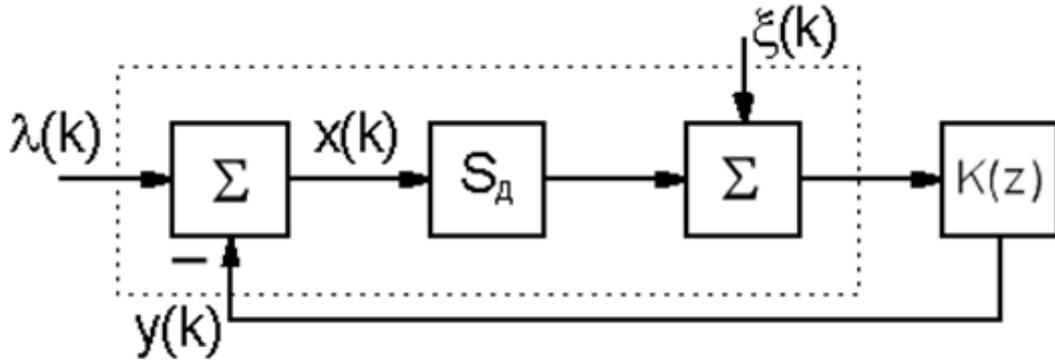


Рисунок . Обобщённая структурная схема дискретной СРА.

Задача №2.

Задана структурная схема:

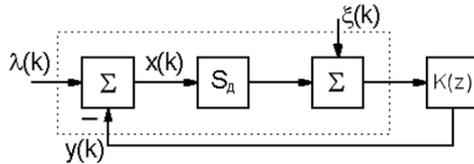


Рисунок 6.1. Обобщённая структурная схема следящей системы

Дискретная передаточная функция сглаживающего фильтра:

$$K(z) = \frac{1-d}{z-d},$$

а на входе действует динамическое воздействие:

$$\lambda(k) = \alpha \cdot 1(k);$$

Определить значение ошибки слежения $x(k \rightarrow \infty)$ и оценки входного воздействия $y(k \rightarrow \infty)$ в установившемся режиме. Определить закон изменения слежения $x(k)$ и оценки входного динамического воздействия $y(k)$. Составить разностное уравнение для $x(k)$ и $y(k)$. Построить графики $x(k)$ и $y(k)$ и флуктуации $\xi(k)$ на выходе дискриминатора отсутствующими. Дать условие:

$$0 < S_{\phi} k_{\phi} T < 1.$$

Домашняя работа №7

Задача №1.

Задана структурная схема:

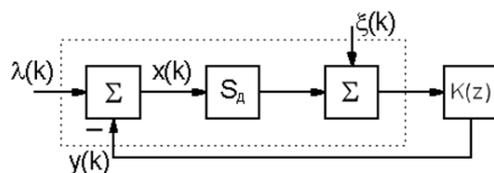


Рисунок. Обобщённая структурная схема следящей системы $K(z) = \frac{1-d}{z-d}$.

Дискретная передаточная функция сглаживающего фильтра:

На входе СРА действует динамическое воздействие $\lambda(k)$, которое случайным процессом с автокорреляционной функцией:

$$R_\lambda(kT) = \sigma_\lambda^2 \exp(-\mu |kT|).$$

На выходе дискриминатора действует дискретный белый гауссовский шум с дискретной спектральной плотностью $S_\xi(z) = \sigma_\xi^2$.

Найти дисперсию σ_x^2 ошибки слежения $x(k)$

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: проводить исследования характеристик систем автоматического управления</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как рассчитать значение ошибки слежения в установившемся режиме в линейной дискретной СРА? 2. Как рассчитать дисперсию ошибки слежения в линейной дискретной СРА?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если все задания выполнены в отведенное время без ошибок допускается неточность при обосновании в одном из трех вопросов (по тексту задания)

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если все задания выполнены с превышением отведенного времени без ошибок При выполнении задания в отведенное время допускается неточность при ответе не более, чем на два вопроса (по тексту задания)

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание выполнено в отведенное время, ошибки при ответе не более, чем на два вопроса (по тексту задания)

КМ-4. Домашняя работа №8

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждый студент получает письменное типовое задание

Краткое содержание задания:

Задача №1.

Синтезировать оптимальную линейную непрерывную ФАП в виде фильтра Калмана-Бьюси, если модель доплеровского приращения частоты:

$$f_s(t) = K_{\text{ФФ}}(p)k(t),$$

где $k(t)$ – белый гауссовский формирующий шум со спектральной плотностью

$S_c(\omega) = S_c(0)$, а ОКП формирующего фильтра:

$$K_{\text{ФФ}}(p) = \frac{1}{p}.$$

Полагать шум наблюдения белым гауссовским и аддитивным.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить исследования характеристик систем автоматического управления	1. Как осуществляется синтез оптимального линейного фильтра через решение интегрального уравнения для импульсной переходной функции? 2. Как осуществляется синтез оптимального линейного фильтра методом пространства состояний?
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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: 50

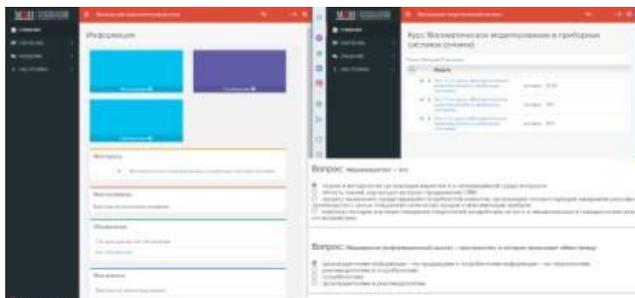
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета



1.

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: ИД-1ОПК-1 Демонстрирует знания фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов

Вопросы, задания

1. Описание непрерывных линейных следящих систем дифференциальными уравнениями. Передаточные функции, частотные характеристики
2. Определение операторного коэффициента передачи системы радиоавтоматики. Правила структурных преобразований
3. Алгебраический критерий устойчивости линейных непрерывных следящих систем
4. Частотный критерий устойчивости линейных непрерывных следящих систем

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие Вы знаете критерии устойчивости следящих систем радиоавтоматики?

Ответы:

- а) алгебраический критерий
- б) геометрический критерий
- в) частотный критерий
- г) фазовый критерий

Верный ответ: а) и в)

2. Что является одним из первых вопросов, возникающих у разработчика при проектировании и исследовании следящих систем?

Ответы:

- а) захвата сигнала
- б) устойчивости
- в) слежения за сигналом
- г) все вышеперечисленное

Верный ответ: б)

3. Какие математические операции включает в себя обобщённая структурная схема линейной системы радиоавтоматики?

Ответы:

- а) вычитатель
- б) перемножение на крутизну дискриминационной характеристики
- в) операторный коэффициент передачи системы радиоавтоматики
- г) сумматор
- д) умножитель
- е) усилитель

Верный ответ: а), б), в), г), д)

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-1} Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

Вопросы, задания

1. Функциональная схема обобщённой системы радиоавтоматики. Структурная схема системы радиоавтоматики (дискретной и непрерывной)
2. Линейные и нелинейные следящие системы, непрерывные, дискретные и цифровые следящие системы
3. Анализ процессов в линейной непрерывной системе радиоавтоматики при детерминированных воздействиях. Понятие астатизма линейной следящей системы
4. Анализ процессов в линейной непрерывной системе радиоавтоматики при случайных воздействиях. Понятие эквивалентной шумовой полосы пропускания

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Системы радиоавтоматики

Какие различают следящие системы радиоавтоматики (СРА) по типу величины/процесса?

Ответы:

- а) системы фазовой автоподстройки (ФАП)
- б) частотной автоподстройки (ЧАП)
- в) слежения за задержкой (ССЗ) распространения сигнала
- г) автоматической регулировки усиления (АРУ)
- д) слежения за направлением прихода радиосигнала

Верный ответ: все ответы правильные

2. Как себя ведет на частотной оси амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) звена временного запаздывания с операторным коэффициентом передачи:

$$K(j\omega) = \exp(-j\omega\tau_z)$$

Ответы:

- а) убывает с ростом частоты
- б) возрастает с ростом частоты
- в) не изменяется с ростом частоты и равна 1

г) не изменяется с ростом частоты и равна задержке радиосигнала

Верный ответ: в)

3. Верно ли следующее утверждение:

Цифровые системы радиоавтоматики – принципиально нелинейные системы?

Ответы:

а) да

б) нет

Верный ответ: а)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу