

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

Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические системы

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Методы оптимального приема сигналов в радионавигационной
аппаратуре**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шатилов А.Ю.
	Идентификатор	Re9a563c9-ShatilovAY-e2efc2d7

А.Ю.
Шатилов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAlA-eada3f0e

А.А.
Комаров

Заведующий
выпускающей кафедрой

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

Р.С.
Куликов

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. ПК-1 Способен проводить исследования в целях совершенствования радиоэлектронных систем

ИД-3 Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования в целях совершенствования функциональных узлов радиоэлектронных систем

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Оптимальная комплексная фильтрация (Контрольная работа)
2. Оптимальная линейная фильтрация (Контрольная работа)
3. Оптимальная нелинейная фильтрация (Контрольная работа)
4. Оценка параметров сигнала (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Векторно-матричное описание марковских процессов (Коллоквиум)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Векторно-матричное описание марковских процессов (Коллоквиум)
КМ-2 Оценка параметров сигнала (Контрольная работа)
КМ-3 Оптимальная линейная фильтрация (Контрольная работа)
КМ-4 Оптимальная нелинейная фильтрация (Контрольная работа)
КМ-5 Оптимальная комплексная фильтрация (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	7	11	13	15
Статистическое описание сигналов, событий и процессов						
Статистическое описание сигналов, событий и процессов		+	+	+	+	+

Основы теории статистических решений					
Основы теории статистических решений		+	+	+	+
Обнаружение сигналов					
Обнаружение сигналов		+			
Оценка параметров сигнала					
Оценка параметров сигнала		+			
Оптимальная линейная фильтрация					
Оптимальная линейная фильтрация			+		
Оптимальная нелинейная фильтрация					
Оптимальная нелинейная фильтрация				+	
Оптимальная комплексная фильтрация					
Оптимальная комплексная фильтрация					+
Вес КМ:	10	20	30	20	20

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
ПК-1	ИД-ЗПК-1 Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования в целях совершенствования функциональных узлов радиоэлектронных систем	Знать: методы и алгоритмы имитационного моделирования процессов в оптимальных устройствах обработки алгоритмы оптимальной обработки сигналов в аппаратуре потребителей СРНС и критерии для синтеза оптимальных алгоритмов обработки Уметь: применять статистические методы анализа радиотехнических систем и устройств для решения задач обработки сигналов в аппаратуре потребителей применять полученную информацию при разработке алгоритмов обработки сигналов в аппаратуре СРНС применять методы	КМ-1 Векторно-матричное описание марковских процессов (Коллоквиум) КМ-2 Оценка параметров сигнала (Контрольная работа) КМ-3 Оптимальная линейная фильтрация (Контрольная работа) КМ-4 Оптимальная нелинейная фильтрация (Контрольная работа) КМ-5 Оптимальная комплексная фильтрация (Контрольная работа)

		статистического синтеза для решения задач обработки сигналов в аппаратуре потребителей	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Векторно-матричное описание марковских процессов

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент с места отвечает на вопрос и при необходимости иллюстрирует ответ на доске.

Краткое содержание задания:

Записать уравнение произвольного Марковского процесса 3-го порядка в дискретном времени

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы и алгоритмы имитационного моделирования процессов в оптимальных устройствах обработки	1.Что такое математическое ожидание векторной случайной величины? 2.Что такое дисперсия векторной случайной величины? 3.Как смоделировать марковский процесс на компьютере?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Оценка параметров сигнала

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдается задание и указания по его выполнению в письменной форме. Они его выполняют и сдают отчет с выводом алгоритма и результатами его программной реализации.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа №2а

По адресу
http://www.srms.ru/mediawiki/images/4/4c/Input_Y0toT.zip
 лежит выборка следующих входных сигналов (текстовый файл упакован в ZIP), всего M=2048 отсчетов:

$$Y_{1,k} = A_1 \cos(\omega_k T + \varphi_1) + n_{1,k},$$

$$Y_{2,k} = A_2 \sin(\omega_k T + \varphi_2) + n_{2,k},$$

$$Y_{3,k} = A_3 \cos(\omega_k T + \varphi_3 + \Delta\varphi) + n_{3,k},$$

$$Y_{4,k} = A_4 \sin(\omega_k T + \varphi_4 + \Delta\varphi) + n_{4,k}, \quad k \in [0, 2047], \quad T = 1/f_s, \quad f_s = 47,5 \text{ МГц}$$

$n_{1,k}, n_{2,k}$ – независимые и некоррелированные по времени ДБГШ с СКО $\sigma_n = 10$

Параметры сигналов $A_1, A_2, \omega, \varphi_1, \Delta\varphi$ – неизвестны, но постоянны на интервале наблюдения.

Требуется найти: $\Delta\varphi$, дисперсию ошибки для полученной оценки $D_{\Delta\varphi}$ (нижнюю границу Рао-Крамера)

1

Указания

- Использовать метод максимального правдоподобия, применять итеративный алгоритм оценивания с помощью дискриминаторов.
- Неинформативные параметры (амплитуду, частоту, начальную фазу) считать информативными и тоже оценивать. $\lambda = [A_1, A_2, \omega, \varphi_1, \Delta\varphi]^T$
- Вектор наблюдений: $Y_k = [Y_{1,k}, Y_{2,k}, Y_{3,k}, Y_{4,k}]^T = S_k(\lambda) + n_k$
- Отношение правдоподобия для векторных наблюдений в дискретном времени:

$$\rho(Y^M) = \exp \left\{ \sum_{k=1}^M S_k^T(\lambda) D_k^{-1} \left(y_k - \frac{1}{2} S_k(\lambda) \right) \right\},$$
 D_k – матрица дисперсий шумов наблюдений, в данной задаче $D_k = \sigma_n^2 \cdot I$
- Предъявить исходный код программы, выполняющей расчет

2

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: алгоритмы оптимальной обработки сигналов в аппаратуре потребителей СРНС и критерии для синтеза оптимальных алгоритмов обработки	1. Каковы свойства оценок максимального правдоподобия? 2. Сформулируйте критерий Неймана-Пирсона для задач обнаружения сигналов 3. Какие критерии используются при синтезе оптимальных алгоритмов оценивания в теории статистических решений?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Оптимальная линейная фильтрация

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдается задание и указания по его выполнению в письменной форме. Они его выполняют и сдают отчет с выводом алгоритма и результатами его программной реализации.

Краткое содержание задания:

Анализ и моделирование рассмотренной системы ЧАП.

Ширина спектра флуктуаций ускорения $\alpha=1 \text{ с}^{-1}$

Флуктуационная характеристика частотного дискриминатора определяется выражением

$$\tilde{N}_0(q_{c/n_0}) = \frac{2}{q_{c/n_0} T^2} \left(1 + \frac{1}{2q_{c/n_0} T} \right), \quad T = 10 \text{ мс},$$

$q_{c/n_0} = 10^{0,1(14...50 \text{ дБГц})}$ [Гц] - отношение мощности сигнала к спектральной плотности шума на входе приёмника;

$\omega_0 = 2\pi \cdot (1602 \text{ МГц})$ – несущая частота

1. Найти аналитически и построить на графиках зависимости среднеквадратической ошибки фильтрации частоты и оптимальной полосы ЧАП от отношения с/ш:

$$\sigma_{\Omega}(q_{c/n_0}) = \sqrt{D_{11}}(q_{c/n_0}); \Delta F_{\text{ЧАП}}(q_{c/n_0}) \text{ при } \sigma_a = 10 \text{ м/с}^2 \text{ -- ???}$$

2. Найти аналитически и построить на графиках зависимости среднеквадратической ошибки фильтрации частоты и оптимальной полосы ЧАП от среднеквадратического ускорения:

$$\sigma_{\Omega}(\sigma_a) = \sqrt{D_{11}}(\sigma_a); \Delta F_{\text{ЧАП}}(\sigma_a) \text{ при } q_{c/n_0} = 10^{0,1(30 \text{ дБГц})} \text{ -- ???}$$

$$* \sigma_a = 1...30 \text{ м/с}^2$$

** при построении графиков от q_{c/n_0} по оси X откладывать значения

$$q_{c/n_0} \text{ в дБГц: } q_{c/n_0} [\text{дБГц}] = 10 \lg(q_{c/n_0} [\text{Гц}])$$

Решить аналогичную задачу в дискретном времени.

$$\Omega_k = \Omega_{k-1} + v_{k-1}T, \quad T = 10 \text{ мс},$$

$$v_k = v_{k-1} \cdot (1 - \alpha T) + \alpha T \cdot \xi_{k-1}, \quad \sigma_\xi^2 = \frac{S_\xi}{2T},$$

$$\tilde{y}_k = \Omega_k + \tilde{n}_k, \quad \tilde{n}_k - \text{ДБГШ с дисперсией } \sigma_n^2 = \frac{\tilde{N}_0(q_{c/n_0})}{2T}$$

3. Записать уравнения оптимальной фильтрации для дискретного времени: $\hat{\Omega}_k = \dots, \quad \hat{v}_k = \dots$

4. Смоделировать входное воздействие и оптимальную систему ЧАП в дискретном времени при следующих параметрах:

$$q_{c/n_0} = 10^{0,1 \cdot (30 \text{ дБГц})}, \quad \mathbf{D}_0 = \begin{vmatrix} (34 \text{ рад/с})^2 & 0 \\ 0 & (340 \text{ рад/с}^2)^2 \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} \Omega_0 \\ v_0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 100 \\ 100 \end{vmatrix}$$

5. Построить график зависимости истинной доплеровской частоты от времени: $\Omega_k(t_k)$, $t = 0 \dots 10$ с.
6. Построить график зависимости среднеквадратичной ошибки фильтрации частоты от времени:

$$\sqrt{D_{11}}(t_k), \quad t = 0 \dots 10 \text{ с}$$
(До установившегося режима, когда $D_{11} \approx \text{const}$)
7. Построить мгновенную ошибку фильтрации частоты от времени:

$$\varepsilon_{\Omega}(t_k) = \hat{\Omega}_k - \Omega_k, \quad t = 0 \dots 10 \text{ с}$$
8. Для установившегося режима сравнить D_{11} и дисперсию ошибки, рассчитанную по графику ε_{Ω} и сделать вывод.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять методы статистического синтеза для решения задач обработки сигналов в аппаратуре потребителей	1. На любом удобном языке программирования (по желанию) записать код шага оценивания линейного фильтра Калмана 2. Изобразить структурную схему непрерывного линейного фильтра 2-го порядка с одним входом 3. Записать уравнения непрерывного линейного фильтра 2-го порядка с двумя входами

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Оптимальная нелинейная фильтрация

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдается задание и указания по его выполнению в письменной форме. Они его выполняют и сдают отчет с выводом алгоритма и результатами его программной реализации.

Краткое содержание задания:

Моделирование системы нелинейной фильтрации фазы и амплитуды

Дано:

$\alpha = 1 \text{ c}^{-1}$ – ширина спектра флуктуаций ускорения;
 $T = 10 \text{ мс}$ (срок фильтрации); $T_f = 0.2 \text{ мс}$ (срок работы АЦП);
 $\omega_0 = 2\pi \cdot (1602 \text{ МГц})$ – несущая частота (для расчетов);
 $\omega_1 = 2\pi \cdot (2 \text{ МГц})$ – промежуточная частота;
 $\sigma_1 = 10 \text{ мВ}^2 \Rightarrow S_1 = 2\sigma_1 \left(\frac{\omega_0}{c} \right)^2$; $\sigma_1^2 = \frac{S_1}{2T}$
 $\sigma_2 = 1$, $\sigma_3 = 0.5$; $\sigma_{\text{нш}} = 10^{10} \text{ аттВ}^2$; $\sigma_4 = \frac{\sigma_{\text{нш}}}{2\sqrt{B_{\text{ш}} \cdot T_f}} = 35.4$

1. Смоделировать входное воздействие и рассогласованную нелинейную систему фильтрации фазы и амплитуды в дискретное время при следующих начальных условиях:

$$\mathbf{D}_0 = \begin{bmatrix} 0.37 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (34 \text{ рад/с})^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & (340 \text{ рад/с})^2 \end{bmatrix}; \quad \mathbf{A}_0 = \begin{bmatrix} \alpha_0 & \beta & \gamma & \delta \\ \alpha_1 & \beta & \gamma & \delta \\ \alpha_2 & \beta & \gamma & \delta \\ \alpha_3 & \beta & \gamma & \delta \end{bmatrix}; \quad \mathbf{B}_0 = \begin{bmatrix} \beta_0 & \gamma_0 & \delta_0 & \epsilon_0 \\ \beta_1 & \gamma_1 & \delta_1 & \epsilon_1 \\ \beta_2 & \gamma_2 & \delta_2 & \epsilon_2 \\ \beta_3 & \gamma_3 & \delta_3 & \epsilon_3 \end{bmatrix}$$

Амплитуду моделировать ступенчато:

$$a_i = \begin{cases} 1, & \text{при } i_1 < 1 \text{ с;} \\ 0.5, & \text{при } i_1 \geq 1 \text{ с.} \end{cases}$$

2. Построить на одном графике временные зависимости:
- оценочной ошибки фильтрации фазы $\hat{\phi}_i(t_i) = \hat{\phi}_i - \phi_i$;
- предельные границы ошибок фильтрации фазы по уровню 3σ (по оценкам матрицы дисперсий фильтра $\mathbf{D}_{\phi,i}$):
 $\pm 3\sqrt{D_{\phi,i}(t_i)}$, $-3\sqrt{D_{\phi,i}(t_i)}$, $t = 0..2 \text{ с}$
(по оси ординат – градусы).

3. Построить на одном графике временные зависимости:
- оценочной ошибки фильтрации амплитуды $\hat{a}_i(t_i) = \hat{a}_i - a_i$;
- предельные границы ошибок фильтрации амплитуды по уровню 3σ (по оценкам матрицы дисперсий фильтра $\mathbf{D}_{a,i}$):
 $\pm 3\sqrt{D_{a,i}(t_i)}$, $-3\sqrt{D_{a,i}(t_i)}$, $t = 0..2 \text{ с}$
(по оси ординат – вольты).

4. Построить на одном графике временные зависимости:
- оценочной ошибки частоты $\hat{\omega}_i(t_i) = \hat{\omega}_i - \omega_i$;
- предельные границы ошибок частоты по уровню 3σ (по оценкам матрицы дисперсий фильтра $\mathbf{D}_{\omega,i}$):
 $\pm 3\sqrt{D_{\omega,i}(t_i)}$, $-3\sqrt{D_{\omega,i}(t_i)}$, $t = 0..2 \text{ с}$
(по оси ординат – рад/с).

5. Сравнить ошибки частоты с д.д. №3 – сделать вывод о том, в какой системе оценки частоты выше при прочих равных условиях.

6. Сделать общие выводы о том, что происходит в системе при падении амплитуды сигнала (увеличении отношения С/Ш).

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять полученную информацию при разработке алгоритмов обработки сигналов в аппаратуре СРНС	1. Записать произвольное нелинейное динамическое уравнение многомерного марковского процесса 2. Наблюдается гармонический сигнал в дискретном времени на фоне белого гауссовского шума. Отклонение частоты сигнала от номинальной дается винеровским процессом. Требуется найти алгоритм оценивания фазы этого сигнала. Записать постановку задачи и её решение методами оптимальной нелинейной фильтрации 3. На любом удобном языке программирования (по желанию) записать код шага оценивания расширенного фильтра Калмана

Описание шкалы оценивания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	коэффициентов 2.Записать модель измерений 3-осевого датчика угловых скоростей, включающую: • смещения нулей; • шум; • перекосы осей 3.Изобразить тесносвязанную схему комплексирования приемника СРНС и ИНС и пояснить принцип её работы

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Как преобразуются ПВ распределения случайных величин при их функциональном преобразовании?
2. Вывод рекуррентного уравнения для АПВ дискретных марковских процессов (уравнения Стратоновича в дискретном времени)

Процедура проведения

Устный экзамен в соответствии с действующим "Положением о промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ" по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры"

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗПК-1 Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования в целях совершенствования функциональных узлов радиоэлектронных систем

Вопросы, задания

1. Какие сигналы и процессы называются квазидетерминированными?
2. Какие случайные процессы называют марковскими?
3. Дайте определение белого гауссовского шума. Какими свойствами обладает такой шум?
4. Какими вероятностными характеристиками описывается гауссовская случайная последовательность?
5. Какими вероятностными характеристиками описывается произвольная случайная последовательность?
6. Что такое многомерная случайная величина (с.в.) и что такое плотность вероятности многомерной с.в.?
7. Чем отличаются определения стационарности случайных процессов в широком и узком смыслах?
8. Что такое спектральная плотность мощности случайного процесса?
9. Что такое корреляционная функция случайного процесса?
10. Чем по смыслу отличаются термины *сигнал*, *сообщение*, *помеха*?
11. Какие Вы знаете алгоритмы оптимальной обработки сигналов в аппаратуре потребителей СРНС?
12. Какие Вы знаете критерии для синтеза оптимальных алгоритмов обработки сигналов в аппаратуре потребителей СРНС?
13. Какие вы знаете методы и алгоритмы имитационного моделирования процессов в устройствах обработки сигналов?
14. Применяя методы статистического синтеза поставить и решить задачу обнаружения сигнала СРНС со случайной фазой, полагая остальные параметры сигнала известными
15. Применяя информацию пройденного курса разработать алгоритм выделения границ символов навигационного сообщения в аппаратуре приема сигналов СРНС

16. Применяя статистические методы анализа радиотехнических систем и устройств вывести выражение для дисперсии ошибки слежения за частотой сигнала СРНС в системе ЧАП 2-го порядка
17. Каков метод расчета шумовой полосы непрерывной следящей системы?
18. Изложите метод дискриминаторов при решении задачи оценивания параметров радиосигнала.
19. В чем заключается модернизированный вариант комплексирования при комплексной обработки информации СРНС/ИНС?
20. Применяя методы статистического синтеза поставить и решить задачу обнаружения сигнала СРНС со случайной задержкой, полагая остальные параметры сигнала известными
21. Применяя методы статистического синтеза поставить и решить задачу обнаружения сигнала СРНС со случайной задержкой, частотой, начальной фазой и амплитудой.
22. Провести синтез дискриминатора задержки радионавигационного сигнала и построить его дискриминационную характеристику
23. Провести синтез сглаживающего фильтра системы слежения за фазой 3-го порядка. Значения коэффициентов фильтра задать исходя из того, что отношение сигнал/шум равно 40 дБГц, среднеквадратичное приращение ускорения за 1 секунду составляет 1g.
24. Оптимизировать коэффициенты системы ФАП 3-го порядка для приема радионавигационного сигнала, модулированного навигационным сообщением, с отношением сигнал/шум 35 дБГц. Динамика изменения фазы такова, что среднеквадратичное приращение ускорения за 1 секунду составляет 1g.
25. Какой максимальный шаг дискретизации можно выбрать при фильтрации частоты радионавигационного сигнала с помощью системы ЧАП 2-го порядка с шумовой полосой 2 Гц?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Потенциальная точность оценивания задержки радионавигационного сигнала определяется
 Ответы:
 а) отношением сигнал/шум и эффективной длительностью сигнала
 б) отношением сигнал/шум и эффективной шириной спектра сигнала в
) отношением сигнал/шум и вероятностью ложной тревоги
 г) уровнем боковых лепестков АКФ дальномерного кода д) доплеровским смещением частоты сигнала
 Верный ответ: б)
2. Вероятность ложной тревоги при обнаружении сигнала определяются
 Ответы:
 а) отношением сигнал/шум б) длительностью символа дальномерного кода в) доплеровской частотой сигнала г) порогом обнаружения д) эффективной шириной спектра сигнала
 Верный ответ: а) и г)
3. При приеме радионавигационного сигнала с неизвестной фазой используется
 Ответы:
 а) метод максимального правдоподобия б) синфазный и квадратурный каналы коррелятора в) метод Ньютона г) многоразрядное квантование
 Верный ответ: б)
4. В задаче обнаружения радионавигационного сигнала часто используют критерий
 Ответы:
 а) минимума дисперсии ошибки б) Стьюдента в) Байеса г) Фишера д) Неймана-Пирсона
 е) Сильвестра
 Верный ответ: д) и в)

5. Навигационный спутник движется относительно приемной антенны с постоянным ускорением. Минимальный требуемый порядок астатизма системы слежения за фазой сигнала от спутника:

Ответы:

а) 0-й б) 1-й в) 2-й г) 3-й д) 4-й

Верный ответ: г)

6. Случайный процесс можно полностью охарактеризовать

Ответы:

а) спектральной плотностью мощности; б) автокорреляционной функцией; в) набором его реализаций; г) совместной плотностью вероятности всех его отсчетов; д) апостериорной плотностью вероятности.

Верный ответ: г)

7. Оценивание в теории статистических решений - это

Ответы:

а) нелинейная фильтрация
б) оценка параметров сигнала
в) принятие решения о значении информативного параметра

Верный ответ: в)

8. Узкополосный сигнал - это такой сигнал

Ответы:

а) который можно описать немодулированным гармоническим колебанием б) у которого эффективная ширина спектра много меньше несущей частоты в) который занимает полосу меньше 1 кГц

Верный ответ: б)

9. Потенциальная точность оценивания частоты радионавигационного сигнала определяется

Ответы:

а) отношением сигнал/шум и эффективной длительностью сигнала б) отношением сигнал/шум и эффективной шириной спектра сигнала в) отношением сигнал/шум и вероятностью ложной тревоги г) количеством символов дальномерного кода д) абсолютным доплеровским смещением частоты сигнала

Верный ответ: а)

10. Одним из приближенных решений задачи оптимальной нелинейной фильтрации является

Ответы:

а) метод максимального правдоподобия б) фильтр Баттерворта в) однослойная нейросеть г) фильтр Чебышева д) расширенный фильтр Калмана е) оптимальный обнаружитель

Верный ответ: д)

11. Наибольшая различимость достигается для бинарных сигналов с манипуляцией

Ответы:

а) Амплитуды
б) Частоты
в) Задержки
г) Фазы на 180 градусов

Верный ответ: г)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.