

**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
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

А.Ю.

Шатилов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

(подпись)

А.А.

Комаров

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

(подпись)

А.А.

Комаров

(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. 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

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	12	14	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

\$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
ПК-1	ИД-3ПК-1 Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования в целях совершенствования функциональных узлов радиоэлектронных систем	<p>Знать:</p> <p>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</p> <p>Уметь:</p> <p>применять полученную информацию при разработке алгоритмов обработки сигналов в аппаратуре СРНС</p> <p>применять методы статистического синтеза для решения задач обработки сигналов в аппаратуре потребителей</p> <p>применять статистические методы анализа</p>	<p>Векторно-матричное описание марковских процессов (Коллоквиум)</p> <p>Оценка параметров сигнала (Контрольная работа)</p> <p>Оптимальная линейная фильтрация (Контрольная работа)</p> <p>Оптимальная нелинейная фильтрация (Контрольная работа)</p> <p>Оптимальная комплексная фильтрация (Контрольная работа)</p>

		радиотехнических систем и устройств 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:

Знать: методы и алгоритмы имитационного моделирования процессов в оптимальных устройствах обработки	1. Что такое дисперсия векторной случайной величины? 2. Как смоделировать марковский процесс на компьютере? 3. $\alpha = a_1 \ a_2 \ a_3 \ a_4 $, чему равно $\alpha \cdot \alpha^{T_0}$, и $\alpha^T \cdot \alpha^{0^2}$?
---	--

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

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

$$y_{1,k} = A_1 \cos(\omega kT + \varphi_1) + n_{1,k},$$

$$y_{2,k} = A_2 \sin(\omega kT + \varphi_2) + n_{2,k},$$

$$y_{3,k} = A_3 \cos(\omega kT + \varphi_3 + \Delta\varphi) + n_{3,k},$$

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

$n_{1..4,k}$ – независимые и некоррелированные по времени ДБШ с СКО $\sigma_n = 10$
 Параметры сигналов $A_i, \omega, \varphi_i, \Delta\varphi$ – неизвестны, но постоянны на интервале наблюдения.
Требуется найти: $\Delta\varphi$, дисперсию ошибки для полученной оценки $D_{\Delta\varphi}$ (нижнюю границу Рао-Крамера)

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:

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

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: алгоритмы оптимальной обработки сигналов в аппаратуре потребителей СРНС и критерии для синтеза оптимальных алгоритмов обработки</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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

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

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:

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

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

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

* $\sigma_a = 1...30 \text{ м/с}^2$

** 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: $\hat{\Omega}_k = \dots, \hat{v}_k = \dots$

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

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

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

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: применять методы статистического синтеза для решения задач обработки сигналов в аппаратуре потребителей</p>	<p>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</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-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:

$\omega = 1 \text{ c}^{-1}$ – ширина спектра фазовой ускорения;

$T = 10 \text{ мс}$; (период фильтрации) $T_s = 0.2 \text{ мс}$ (период работы АЦП)

$\omega_n = 2\pi \cdot (1602 \text{ МГц})$ – несущая частота (для расчетов);

$\omega_s = 2\pi \cdot (2 \text{ МГц})$ – промежуточная частота;

$\sigma_n = 10 \text{ мс}^2 \Rightarrow S_n = 2\sigma_n \left(\frac{\omega_n}{\omega_s} \right)^2$; $\sigma_n^2 = \frac{S_n}{2T}$

$\sigma_n = 1$, $\sigma_s = 0.5$; $\sigma_{\omega_n} = 10^{10} \text{ рад}^2/\text{с}^2$; $\sigma_{\omega_s} = \frac{\sigma_{\omega_n}}{2\sqrt{\omega_n T_s}} = 35.4$

1. Смоделировать входное воздействие и дискретизировать нелинейную систему фильтрации фазы и амплитуды в дискретном времени при следующих начальных условиях:

$$D_0 = \begin{bmatrix} 0.3^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (34 \text{ рад}^2) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & (340 \text{ рад}^2/\text{с}^2) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Амплитуду моделировать ступенчатой:

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

2. Построить на одном графике временные зависимости

- мгновенной ошибки фильтрации фазы $\epsilon_\phi(t) = \theta_t - \hat{\theta}_t$;

- предельные границы ошибок фильтрации фазы по уровню 3σ

(по оценкам матрицы дисперсий фильтра $D_{\phi,t}$):

$$\pm 3\sqrt{D_{\phi,t}(t)}, \quad t = 0..2 \text{ с}$$

(по оси ординат - градусы).

3. Построить на одном графике временные зависимости

- мгновенной ошибки фильтрации амплитуды $\epsilon_a(t) = a_t - \hat{a}_t$;

- предельные границы ошибок фильтрации амплитуды по уровню 3σ

(по оценкам матрицы дисперсий фильтра $D_{a,t}$):

$$\pm 3\sqrt{D_{a,t}(t)}, \quad t = 0..2 \text{ с}$$

(по оси ординат - единицы).

4. Построить на одном графике временные зависимости

- мгновенной ошибки частоты с.д.з. $\epsilon_{\omega_s}(t) = \Omega_t - \hat{\Omega}_t$;

- предельные границы ошибок частоты по уровню 3σ

(по оценкам матрицы дисперсий фильтра $D_{\omega_s,t}$):

$$\pm 3\sqrt{D_{\omega_s,t}(t)}, \quad t = 0..2 \text{ с}$$

(по оси ординат - рад/с).

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

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

Контрольные вопросы/задания:

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:

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

КМ-5. Оптимальная комплексная 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:

Реализовать комплексирование в фильтре системы линейной фильтрации Фазы и амплитуды из д.з. №4

Дано: вектор сигнала, что в д.з. №4.
Добавляется входная информация от ИНС:
 $\tau_1 = \tau_0 + \Delta\tau_0$ - измеренное раздальное ускорение в процессе к фазе;
 δ_0 - измеренное радиальное раздальное ускорение от ИНС;
 $\delta_1 = \delta_0 + \Delta\delta_0$ - измеренное раздальное ускорение от ИНС;
 $\tau_2 = \tau_1 + \Delta\tau_1$ - измеренное раздальное ускорение от ИНС;
 $\delta_2 = \delta_1 + \Delta\delta_1$ - измеренное раздальное ускорение от ИНС;
 $\tau_3 = \tau_2 + \Delta\tau_2$ - измеренное раздальное ускорение от ИНС;
 $\delta_3 = \delta_2 + \Delta\delta_2$ - измеренное раздальное ускорение от ИНС;
 $\tau_4 = \tau_3 + \Delta\tau_3$ - измеренное раздальное ускорение от ИНС;
 $\delta_4 = \delta_3 + \Delta\delta_3$ - измеренное раздальное ускорение от ИНС;

1. Провести синтез комплексного фильтра ФАП по заданному алгоритму комплексирования фазы и амплитуды из д.з. №4. Показано:
 $\tau_0 = \tau_1 - \Delta\tau_0$; τ_1 - известная переменная;
 δ_0 - известный СП, который включаем в вектор состояния;
 $\mathbf{A}_0 = \begin{bmatrix} \tau_0 & \tau_1 & \tau_2 & \tau_3 & \tau_4 \\ \delta_0 & \delta_1 & \delta_2 & \delta_3 & \delta_4 \end{bmatrix}$

Записать на бумаге постановку задачи в векторно-матричном виде, как на слайде 7 (таблица 11).
Синтезировать входные данные, включая поддержку от ИНС и саму ФАП с поддержкой.
Амплитуду модулировать $\tau_0 = \tau_1$ при $t_0 < 5$ с;
ступенчатой: $\tau_0 = \tau_1$ при $t_0 > 5$ с.

Начальные условия для моделирования:
 $\mathbf{X}(0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

2. Построить на одном графике временные зависимости:
- измеренной нелиней функции фазы $\tau_0(t)$ ($t = 0 \dots 10$);
- предельные значения ошибки фазы по каналу $\Delta\tau_0$ (во время работы датчиков фазы D_0);
 $\tau_0(t) = \tau_0 + \Delta\tau_0(t)$, $t = 0 \dots 10$ с
(во время работы - ступенчатая).

3. Построить на одном графике реализации истинного раздальное ускорение τ_0 , τ_1 , и погрешности измерений раздальное ускорение от ИНС δ_0 .

4. Выписать, как и во сколько раз изменилась дисперсия ошибки фазы $\Delta\tau_0$ на протяжении с.д.з. №4 в установившемся режиме до и после скачка амплитуды.

5. Рассчитать векторы в матрице чувствительности ФАП (см. Таблица 11) (показано в д.з. №4).

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять статистические методы анализа радиотехнических систем и устройств для решения задач обработки сигналов в аппаратуре потребителей

1. Записать модель измерений 3-осевого акселерометра, включающую:
 - смещения нулей;
 - ошибки масштабных коэффициентов
2. Записать модель измерений 3-осевого датчика угловых скоростей, включающую:
 - смещения нулей;
 - шум;
 - перекосы осей
3. Изобразить тесно связанную схему комплексирования приемника СРНС и ИНС и пояснить принцип её работы

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

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

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

Зачет проводится по билетам 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-3_{ПК-1} Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования в целях совершенствования функциональных узлов радиоэлектронных систем

Вопросы, задания

1. Каков метод расчета шумовой полосы непрерывной следящей системы?
2. Изложите метод дискриминаторов при решении задачи оценивания параметров радиосигнала
3. В чем заключается модернизированный вариант комплексирования при комплексной обработке информации СРНС/ИНС?
4. Применяя методы статистического синтеза поставить и решить задачу обнаружения сигнала СРНС со случайной фазой, полагая остальные параметры сигнала известными
5. Применяя информацию пройденного курса разработать алгоритм выделения границ символов навигационного сообщения в аппаратуре приема сигналов СРНС
6. Какие Вы знаете алгоритмы оптимальной обработки сигналов в аппаратуре потребителей СРНС?
7. Какие Вы знаете критерии для синтеза оптимальных алгоритмов обработки сигналов в аппаратуре потребителей СРНС?
8. Какие вы знаете методы и алгоритмы имитационного моделирования процессов в устройствах обработки сигналов?
9. Применяя статистические методы анализа радиотехнических систем и устройств вывести выражение для дисперсии ошибки слежения за частотой сигнала СРНС в системе ЧАП 2-го порядка

Материалы для проверки остаточных знаний

1. 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)

2. 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)

3. 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)

4. 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)

5. При приеме радионавигационного сигнала с неизвестной фазой используется

Ответы:

- а) метод максимального правдоподобия б) синфазный и квадратурный каналы коррелятора в) метод Ньютона г) многоуровневое квантование

Верный ответ: б)

6. 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)

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. Наибольшая различимость достигается для бинарных сигналов с манипуляцией

Ответы:

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

Верный ответ: г)

9. 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)

10. 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)

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. на вопросы углубленного уровня

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 зачетной составляющих