

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

Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Информационно-аналитические и диагностические интеллектуальные технологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Метрология информационно-измерительных систем**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Долгачева Е.А.
	Идентификатор	R642c74eb-DolgachevaYA-3415ed8

(подпись)

Е.А.
Долгачева

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серов Н.А.
	Идентификатор	R708da564-SerovNA-06ab7859

(подпись)

Н.А. Серов

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIgN-f73624c

(подпись)

И.Н.
Желбаков

(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 осуществлять руководство проектированием информационно-измерительных систем

ИД-3 Разрабатывает структуру протоколов метрологической аттестации средств измерений

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Контрольное задание 4 (Доклад)

Форма реализации: Проверка задания

1. Контрольное задание 1 (Контрольная работа)

2. Контрольное задание 2 (Контрольная работа)

3. Контрольное задание 3 (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторной работы 1 (Коллоквиум)

2. Защита лабораторной работы 2 (Коллоквиум)

3. Защита лабораторной работы 3 (Коллоквиум)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	4	8	12	16	16	16	16
Сигналы измерительной информации								
Сигналы измерительной информации	+							
Современные модели аналого-цифровых преобразователей								
Современные модели аналого-цифровых преобразователей		+						
Компьютерные информационно-измерительные системы								
Компьютерные информационно-измерительные системы			+					

Средства компьютерных измерений							
Средства компьютерных измерений				+			
Проведение экспериментальных исследований с помощью компьютерных средств измерений							
Проведение экспериментальных исследований с помощью компьютерных средств измерений					+	+	+
Вес КМ:	20	20	20	20	7	7	6

\$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 структуру протоколов метрологической аттестации средств измерений	<p>Знать:</p> <p>Особенности преобразования аналоговых сигналов в цифровые</p> <p>Основные понятия метрологии</p> <p>Теорию погрешностей</p> <p>Методы восстановления дискретных сигналов</p> <p>Теоретические основы обработки сигналов измерительной информации - цифровых и аналоговых</p> <p>Основные характеристики цифровых фильтров и схемы их реализации</p> <p>Основные типы линейных систем, их аналоговые прототипы и цифровые варианты реализации</p> <p>Уметь:</p> <p>Проводить анализ погрешностей путем</p>	<p>Контрольное задание 1 (Контрольная работа)</p> <p>Контрольное задание 2 (Контрольная работа)</p> <p>Контрольное задание 3 (Контрольная работа)</p> <p>Контрольное задание 4 (Доклад)</p> <p>Защита лабораторной работы 1 (Коллоквиум)</p> <p>Защита лабораторной работы 2 (Коллоквиум)</p> <p>Защита лабораторной работы 3 (Коллоквиум)</p>

		<p>моделирования на ПК Рассчитывать параметры цифровых фильтров по конкретным требованиям ТЗ Оценивать необходимые параметры преобразователей для преобразования сигнала из аналоговой в цифровую форму в зависимости от метрологических требований ТЗ Разрабатывать структуру протоколов метрологической аттестации средств измерений Проектировать цифровые фильтры по характеристикам их аналоговых прототипов Оценивать погрешности от дискретизации и квантования Проводить анализ погрешностей, вызванных заменой аналоговых измерительных сигналов и систем цифровыми Устанавливать связь между аналоговыми и дискретными системами</p>	
--	--	--	--

		Составлять математические модели аналоговых и дискретных систем Проводить расчеты погрешностей	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольное задание 1

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 5 дней с момента сдачи работы студентом.

Краткое содержание задания:

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “Сигналы измерительной информации”.

Индивидуальное задание состоит из трех вопросов на знания и одного вопроса на умения.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Основные понятия метрологии	<ol style="list-style-type: none">1.Что такое «сигнал измерительной информации»?2.Чем аналоговые сигналы измерительной информации отличаются от цифровых?3.Зачем аналоговые сигналы измерительной информации преобразуют в цифровые?4.В чем состоит процесс дискретизации аналогового сигнала?5.Из каких соображений выбирают шаг дискретизации?6.Как разложить периодический процесс в ряд Фурье?7.Запишите ряд Фурье в комплексной форме. Как из него получить коэффициенты ряда Фурье в действительной форме?8.Что такое прямое и обратное преобразования Фурье?9.Что такое мгновенная мощность процесса?10.Что такое энергетический спектр процесса?11.Какова связь между энергетическим спектром и энергией процесса?12.Какой процесс называют «белым шумом»?13.Назовите основные характеристики стационарных случайных процессов и их свойства.14.Что такое нормированная корреляционная функция? Какие свойства нормированных корреляционных функций Вам известны?15.Как найти нормированную корреляционную функцию случайного процесса экспериментально?16.Что характеризует спектральная плотность мощности стационарного случайного процесса?17.Назовите основные свойства спектральной
------------------------------------	---

плотности мощности стационарного случайного процесса.

18. Какова связь между корреляционной функцией и спектральной плотностью мощности стационарного случайного процесса?

19. Какой случайный процесс называют стационарным, а какой нестационарным белым шумом?

20. Дайте определения дельта-функции и единичного импульса. Для решения каких задач они используются?

21. Что такое z-преобразование дискретного процесса? Приведите примеры z-преобразования. Назовите основные свойства z-преобразования.

22. Что такое прямое преобразование Фурье для дискретного сигнала?

23. Что такое прямое и обратное дискретные преобразования Фурье? Для решения каких задач используют прямое и обратное дискретные преобразования Фурье?

24. Что такое «шаг дискретизации по частоте» прямого дискретного преобразования Фурье и от чего он зависит?

25. Что такое «быстрое преобразование Фурье»? В чем состоит идея «быстрого преобразования Фурье» с прореживанием по времени?

26. Что утверждает теорема отсчетов (теорема В.А.Котельникова)? Как используется теорема отсчетов?

27. От чего зависят погрешности, возникающие при дискретизации и восстановлении аналоговых процессов? Как восстановить исходный аналоговый сигнал по дискретным отсчетам с помощью ступенчатой экстраполяции? Как выбрать шаг дискретизации? Приведите пример выбора шага дискретизации.

28. Как восстановить исходный аналоговый сигнал по дискретным отсчетам с помощью линейной интерполяции? Как выбрать шаг дискретизации? Приведите пример выбора шага дискретизации.

29. Как работает идеальный квантователь? Что такое «погрешность квантования»? В чем состоит статистический подход к оценке погрешности квантования? Как оценить погрешность, вызванную квантованием, дискретизацией и восстановлением аналоговых процессов?

30. Что такое «стационарная каузальная линейная система»?

31. Какие характеристики линейных систем Вы знаете? Для решения каких задач они используются?

32. Что такое *весовая функция* линейной системы? Для решения каких задач она используется?

	<p>33. Как взаимосвязаны <i>весовая функция</i> линейной системы и <i>комплексный коэффициент передачи</i>?</p> <p>34. Каков принцип действия фильтра скользящего интегрирования? Какие свойства фильтра скользящего интегрирования Вам известны?</p> <p>35. Какие свойства и характеристики линейных дискретных систем (цифровых фильтров) Вам известны?</p> <p>36. Что такое «разностное уравнение» цифрового фильтра (ЦФ)? Какие ЦФ называют «рекурсивными», а какие «нерекурсивными»? Каковы их отличительные свойства?</p> <p>37. Что такое «импульсная характеристика», «передаточная функция» и «частотная характеристика» цифрового фильтра? Для решения каких задач они используются?</p> <p>38. Какие свойства частотных характеристик цифровых фильтров Вам известны? Чем они принципиально отличаются от характеристик аналоговых фильтров?</p> <p>39. Как взаимосвязаны разностное уравнение, импульсная характеристика, передаточная функция и частотная характеристика цифровых фильтров?</p> <p>40. Каковы графики амплитудно-частотных характеристик идеальных аналоговых фильтров нижних и верхних частот, а также полосовых и режекторных фильтров?</p>
<p>Уметь: Составлять математические модели аналоговых и дискретных систем</p>	<p>1. Докажите теорему отсчетов. Какие условия применимости теоремы отсчетов практически не выполняются?</p> <p>2. Зная оператор линейной системы, определить ее <i>комплексный коэффициент передачи</i>.</p> <p>3. Найти амплитудно-частотную характеристику фильтра скользящего интегрирования.</p>
<p>Уметь: Устанавливать связь между аналоговыми и дискретными системами</p>	<p>1. Запишите формулу Парсеваля. Установите связь между действующим значением периодического несинусоидального напряжения и коэффициентами ряда Фурье.</p> <p>2. Докажите, что прямое преобразование Фурье для дискретного сигнала $X(e^{j\omega T})$ – периодическая функция частоты ω с периодом $\omega_d = 2\pi / T$, где ω_d – угловая частота дискретизации, а T – шаг дискретизации.</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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. Контрольное задание 2

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 5 дней с момента сдачи работы студентом. Студенты письменно решают индивидуальное контрольное задание на практические навыки. При оформлении требуется привести теоретическое обоснование выбранного варианта решения.

Краткое содержание задания:

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой "Современные модели АЦП".

Выявить технические требования к аналого-цифровому преобразователю (АЦП), позволяющему решить поставленную задачу. Обосновать выбор:

- диапазона преобразования АЦП,
- разрядности,
- значения единицы младшего разряда,
- пределов приведенной погрешности,
- - времени преобразования.

Определить минимальную частоту запуска АЦП (частоту дискретизации).

Выбрать микросхему, на базе которой возможно создание АЦП с требуемыми характеристиками. После выбора АЦП, подходящего по характеристикам, ранее оцененным в расчете, подтвердить его пригодность для преобразования заданного сигнала.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Теорию погрешностей	<ol style="list-style-type: none">1.Какова связь между корреляционной функцией и спектральной плотностью мощности стационарного случайного процесса?2.От чего зависят погрешности, возникающие при дискретизации и восстановлении аналоговых процессов? Как восстановить исходный аналоговый сигнал по дискретным отсчетам с помощью ступенчатой экстраполяции? Как выбрать шаг дискретизации? Приведите пример выбора шага дискретизации.3.Как восстановить исходный аналоговый сигнал по дискретным отсчетам с помощью линейной интерполяции? Как выбрать шаг дискретизации?4.Как работает идеальный квантователь? Что такое
----------------------------	---

	<p>«погрешность квантования»? В чем состоит статистический подход к оценке погрешности квантования?</p> <p>5. Как оценить погрешность, вызванную квантованием, дискретизацией и восстановлением аналоговых процессов?</p> <p>6. При каких условиях по спектральной плотности дискретизированного процесса можно найти спектральную плотность исходного аналогового процесса?</p> <p>7. Назовите основные характеристики стационарных случайных процессов и их свойства.</p> <p>8. Что такое аналого-цифровой преобразователь (АЦП)? Какие вспомогательные узлы входят в состав микросхем современных АЦП?</p> <p>9. В состав каких средств измерений входят АЦП? Как выглядит номинальная характеристика преобразования АЦП?</p> <p>10. Что такое «разрядность» АЦП? Какие технические характеристики АЦП Вам известны?</p> <p>11. Что такое «напряжение межкодového перехода» АЦП и как его измерить? Что такое «напряжение смещения нуля» АЦП и как его измерить?</p> <p>12. Что такое «погрешность дифференциальной линейности» АЦП и как ее измерить?</p> <p>13. Что такое «погрешность линейности» АЦП и как ее измерить?</p> <p>14. Какие виды АЦП Вам известны? Каковы принцип действия и основные технические характеристики параллельных АЦП?</p> <p>15. Каковы принцип действия и основные технические характеристики АЦП последовательного приближения?</p> <p>16. Каковы принцип действия и основные технические характеристики параллельно-последовательных АЦП?</p> <p>17. Каковы принцип действия и основные технические характеристики АЦП с предварительным преобразованием напряжения в интервал времени?</p> <p>18. Каковы принцип действия и основные технические характеристики АЦП с предварительным преобразованием напряжения в частоту?</p> <p>19. Каковы принцип действия и основные технические характеристики АЦП с сигма-дельта модуляцией?</p>
<p>Уметь: Проводить анализ погрешностей, вызванных заменой аналоговых измерительных сигналов и систем цифровыми</p>	<p>1.Задание Рз1-4.</p> <p>Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом</p>

распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 e^{-\frac{|\tau|}{T_0}} \cos \omega_0 \tau$$

СКО процесса $\sigma_x = 1$ В, $T_0 = 1$ с, $\omega_0 = 100$ рад/с, математич. ожидание $m_x = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью линейной интерполяции не превышала заданного предельного значения $\delta_n = 1\%$.

Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.

2.Задание Рз1-5.

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 \left(1 - \frac{|\tau|}{T_0}\right) \text{ при } |\tau| = T_0,$$

$$K_x(\tau) = 0 \text{ при } |\tau| \geq T_0.$$

СКО процесса $\sigma_x = 2$ В, $T_0 = 2$ с, математическое ожидание $m_x = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью линейной интерполяции не превышала заданного предельного значения $\delta_n = 2\%$.

Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.

3.Задание Рз1-6.

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 e^{-\frac{|\tau|}{T_0}} \left(1 - \frac{|\tau|}{T_0}\right) \text{ при } |\tau| = T_0,$$

$$K_x(\tau) = 0 \text{ при } |\tau| \geq T_0.$$

	<p>СКО процесса $dx = 2$ В, $T_0 = 2$ с, математическое ожидание $m_x = 0$.</p> <p>Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью ступенчатой экстраполяции не превышала заданного предельного значения $\delta n = 2$ %.</p> <p>Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить максимальный шаг дискретизации T. 2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.
<p>Уметь: Проводить расчеты погрешностей</p>	<p>1. Задание Рз1-1.</p> <p>Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого</p> $K_x(\tau) = \sigma_x^2 \cos \omega_0 \tau$ <p>СКО процесса $dx = 1$ В, $\omega_0 = 100$ рад/с, математическое ожидание $m_x = 0$.</p> <p>Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью линейной интерполяции не превышала заданного предельного значения $\delta n = 1$ %.</p> <p>Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить максимальный шаг дискретизации T. 2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования. <p>2. Задание Рз1-2.</p> <p>Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого</p> $K_x(\tau) = \sigma_x^2 \cos \omega_0 \tau$ <p>СКО процесса $dx = 1$ В, $\omega_0 = 100$ рад/с, математическое ожидание $m_x = 0$.</p> <p>Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью ступенчатой экстраполяции не превышала заданного предельного значения $\delta n = 1$ %.</p>

	<p>Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить максимальный шаг дискретизации T. 2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования. 3. Задание Рз1-3. <p>Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого</p> $K_x(\tau) = \sigma_x^2 e^{-\frac{ \tau }{T_0}}$ <p>СКО процесса $\sigma_x = 1$ В, $T_0 = 1$ с, математическое ожидание $m_x = 0$.</p> <p>Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью линейной интерполяции не превышала заданного предельного значения $\delta_n = 1\%$.</p> <p>Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить максимальный шаг дискретизации T. 2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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. Контрольное задание 3

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 5 дней с момента сдачи работы студентом.

Краткое содержание задания:

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “Компьютерные информационно-измерительные системы”.

Индивидуальное задание состоит из трех вопросов на знания (из списка) и одного вопроса на умения.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: Методы восстановления дискретных сигналов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Что такое «стационарная каузальная линейная система»? 2.Какие характеристики линейных систем Вы знаете? Для решения каких задач они используются? 3.Как взаимосвязаны <i>весовая функция</i> линейной системы и <i>комплексный коэффициент передачи</i>? 4.Какие свойства и характеристики линейных дискретных систем (цифровых фильтров) Вам известны? 5.Что такое «разностное уравнение» цифрового фильтра (ЦФ)? Какие ЦФ называют «рекурсивными», а какие «нерекурсивными»? Каковы их отличительные свойства? 6.Что такое «импульсная характеристика», «передаточная функция» и «частотная характеристика» цифрового фильтра? Для решения каких задач они используются? 7.Какие свойства частотных характеристик цифровых фильтров Вам известны? Чем они принципиально отличаются от характеристик аналоговых фильтров? 8.Как взаимосвязаны разностное уравнение, импульсная характеристика, передаточная функция и частотная характеристика цифровых фильтров? 9.Какие передаточные функции имеют в общем случае аналоговые фильтры нижних и верхних частот? 10.Каковы графики амплитудно-частотных характеристик идеальных аналоговых фильтров нижних и верхних частот, а также полосовых и режекторных фильтров? 11.Какой аналоговый фильтр нижних частот называют фильтром Баттерворта? Каковы его свойства? 12.Что такое «билинейное преобразование» и для чего оно применяется? Как, имея передаточную функцию аналогового фильтра, получить передаточную функцию эквивалентного ему цифрового фильтра? 13.В чем состоит идея расчета цифрового фильтра Баттерворта нижних частот заданного порядка?
---	---

	<p>14. В чем состоит идея расчета цифрового фильтра Баттерворта верхних частот заданного порядка?</p> <p>15. Каков принцип действия фильтра скользящего среднего? Как найти его амплитудно-частотную характеристику?</p> <p>16. В чем сходство и в чем различие аналогового фильтра скользящего интегрирования и цифрового фильтра скользящего среднего?</p>
<p>Уметь: Оценивать погрешности от дискретизации и квантования</p>	<p>1. Задание Рз2-1.</p> <p>Рассчитать полосовой цифровой фильтр Баттерворта восьмого порядка для частот среза $f_{сн} = 100$ Гц и $f_{св} = 200$ Гц.</p> <p>Необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать структурную схему фильтра и частоту дискретизации f_d. 2. Найти аналитическое выражение для передаточной характеристики фильтра $H(z)$. 3. Построить амплитудно-частотную характеристику фильтра $A(f)$. <p>2. Задание Рз2-2.</p> <p>Рассчитать режекторный цифровой фильтр Баттерворта восьмого порядка для частот среза $f_{сн} = 100$ Гц и $f_{св} = 200$ Гц.</p> <p>Необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать структурную схему фильтра и частоту дискретизации f_d. 2. Найти аналитическое выражение для передаточной характеристики фильтра $H(z)$. 3. Построить амплитудно-частотную характеристику фильтра $A(f)$. <p>3. Задание Рз2-3.</p> <p>Рассчитать цифровой фильтр Баттерворта нижних частот восьмого порядка с частотой среза $f_c = 100$ Гц.</p> <p>Необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать структурную схему фильтра и частоту дискретизации f_d. 2. Пояснить порядок работы схемы. фильтра. 3. Найти аналитическое выражение для амплитудно-частотной характеристики фильтра $A(f)$ и построить её график. <p>4. Задание Рз2-4.</p> <p>Рассчитать цифровой фильтр Баттерворта верхних частот восьмого порядка с частотой среза $f_c = 100$ Гц.</p> <p>Необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать структурную схему фильтра и частоту дискретизации f_d.

	<p>2. Пояснить порядок работы схемы. фильтра. 3. Найти аналитическое выражение для амплитудно-частотной характеристики фильтра $A(f)$ и построить её график. 5.Задание Рз2-5.</p> <p>Выбрать шаг дискретизации T и найти разностное уравнение для цифрового фильтра Баттерворта нижних частот пятого порядка с частотой среза 100 Гц. Построить его амплитудно-частотную характеристику $A(f)$. 6.Задание Рз2-6.</p> <p>Рассчитать цифровой фильтр Баттерворта нижних частот четвёртого порядка с частотой среза $f_c = 200$ Гц. Необходимо: 1. Выбрать частоту дискретизации f_d. 2. Построить график амплитудно-частотной характеристики фильтра. 3. Найти аналитическое выражение для импульсной характеристики $h(nT)$ фильтра и построить её график.</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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-4. Контрольное задание 4

Формы реализации: Выступление (доклад)

Тип контрольного мероприятия: Доклад

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Студент подготавливает доклад в виде презентации и выступает с ним перед группой. Максимальное время доклада - 20 минут. Всеми присутствующими задаются вопросы по содержанию. В виде файла презентация (не менее 30 слайдов) высылается преподавателю и рецензируется им за 3 дня до проведения доклада. Общая оценка за контрольное задание выставляется на основании качества презентации и развернутости ответов на вопросы.

Краткое содержание задания:

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “Средства компьютерных измерений”.

Индивидуальное задание состоит из темы доклада:

1. Сигма-дельта АЦП
 2. Анализаторы спектра – предложения российских и зарубежных фирм
 3. Цифровые осциллографы – предложения российских и зарубежных фирм
 4. Цифровые системы для генерации сигналов – основы построения и применения
 5. Применение цифровых генераторов сигналов - контроль параметров сигналов
 6. Интернет вещей – с точки зрения измерений и метрологии
- и др.

Каждый студент группы делает доклад на индивидуальную тему, без повторений.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Основные характеристики цифровых фильтров и схемы их реализации	<ol style="list-style-type: none">1. Каковы функциональные возможности современных анализаторов спектра?2. Какие характеристики сигналов позволяют определять анализаторы спектров?3. Каков принцип действия цифрового осциллографа?4. Какие преимущества имеет цифровой осциллограф перед аналоговым?5. Что можно измерить с помощью цифрового осциллографа? Какие технические характеристики цифровых осциллографов Вам известны?6. Каковы особенности построения современных систем сбора и обработки информации с учетом актуальных каналов передачи данных?7. Из каких функциональных блоков строится система сбора, обработки и хранения измерительной информации для проводных и беспроводных систем передачи измерительных сигналов?
Уметь: Проектировать цифровые фильтры по характеристикам их аналоговых прототипов	<ol style="list-style-type: none">1. Предложить блок схему и составить базовый алгоритм обработки измерительной и служебной информации для системы контроля условий окружающей среды в промышленном помещении с заданными границами параметров среды.
Уметь: Разрабатывать структуру протоколов метрологической аттестации средств измерений	<ol style="list-style-type: none">1. Предложить и аргументировать структурную схему информационно-измерительной системы контроля температуры и влажности в лаборатории с заданными параметрами.

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. Защита лабораторной работы 1

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 7

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися практической части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Студенты выполняют индивидуальное задание по лабораторной работе "№1. Экспериментальное определение характеристик сигналов измерительной информации". На основании полученных экспериментальных данных подготавливается и предоставляется на защиту отчет о выполнении работы. В рамках защиты оценивается правильность полученных результатов, корректность записи ответов и выводов. Кроме того, оценивается полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится одним преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется выполненный индивидуальный отчет.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа №1.

Теория - 2 вопроса.

1. В чем разница между погрешностью линейности и погрешностью дифференциальной линейности?
2. Что такое промах? Как его выявить?

Практика - 1 задание.

Для заданного сигнала определить длительность реализации, найти шаг дискретизации и частоту дискретизации. Найти математическое ожидание, с.к.о. и дисперсию процесса. Построить график нормированной корреляционной функции. Построить гистограмму, выдвинуть гипотезу о виде закона распределения сигнала и проверить ее.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Теоретические основы обработки сигналов измерительной информации - цифровых и аналоговых	<ol style="list-style-type: none">1. Какими основными техническими характеристиками обладает АЦП?2. Что такое основная погрешность?3. В чем разница между относительной и приведенной погрешностями?4. В чем разница между погрешностью линейности и погрешностью дифференциальной линейности?5. Что такое напряжение смещения нуля и как его измерить?6. Какие характеристики стационарных случайных процессов вам известны?7. Что такое промах? Как его выявить?8. Как проверяется гипотеза о стационарности случайного процесса по методу инверсий?9. Что такое нормированная корреляционная функция
---	---

	<p>случайного процесса? Каковы ее свойства? Как определить ее экспериментально для эргодического стационарного случайного процесса?</p> <p>10. Что такое интервал корреляции?</p> <p>11. Что такое гистограмма? Как получить гистограмму экспериментально?</p> <p>12. Что такое одномерный закон распределения случайного процесса и как определить его экспериментально?</p> <p>13. Как экспериментально определить математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение эргодического стационарного случайного процесса? Что характеризуют эти параметры закона распределения?</p> <p>14. Как проверяется степень достоверности гипотезы о виде закона распределения по методу Пирсона?</p>
<p>Уметь: Проводить анализ погрешностей моделирования на ПК путем</p>	<p>1. Найти с помощью программы характеристики заданного сигнала из файла: оценку мат. ожидания, с.к.о., дисперсию, корреляционную функцию.</p> <p>2. Проверить гипотезу о стационарности заданного сигнала известными методами.</p> <p>3. Для заданного массива числовых данных, представляющих собой последовательные цифровые отсчеты измерительного сигнала, построить гистограмму, выдвинуть гипотезу о виде закона распределения и проверить ее методом Пирсона для уровня значимости 0,05.</p> <p>4. С помощью программы продемонстрировать возможности изменения шага дискретизации измерительного сигнала. Указать, на что этот шаг влияет.</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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-6. Защита лабораторной работы 2

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 7

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися практической части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Студенты выполняют индивидуальное задание по лабораторной работе "№2. Исследование погрешностей, вызванных дискретизацией, квантованием и восстановлением аналоговых сигналов". На основании полученных экспериментальных данных подготавливается и предоставляется на защиту отчет о выполнении работы. В рамках защиты оценивается правильность полученных результатов, корректность записи ответов и выводов. Кроме того, оценивается полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится одним преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется выполненный индивидуальный отчет.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа №2.

Теория - 2 вопроса.

1. Что такое шаг дискретизации?
2. Как рассчитать разрядность АЦП, обеспечивающую заданное с.к.о. погрешности квантования?

Практика - 1 задание.

Для заданного сигнала провести расчет максимального шага дискретизации для заданной погрешности восстановления. Провести прореживание исходного сигнала и найти с.к.о. погрешности восстановления с помощью ступенчатой экстраполяции. При необходимости скорректировать шаг дискретизации для достижения требуемого значения с.к.о. погрешности.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: Особенности преобразования аналоговых сигналов в цифровые</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Что такое шаг дискретизации? 2.Что такое погрешность восстановления дискретизированного процесса? Назовите наиболее распространенные способы восстановления. 3.Как рассчитать наибольший шаг дискретизации, обеспечивающий заданную погрешность восстановления процесса с помощью ступенчатой экстраполяции? 4.Как рассчитать наибольший шаг дискретизации, обеспечивающий заданную погрешность восстановления процесса с помощью линейной интерполяции? 5.Почему погрешность восстановления дискретизированного случайного процесса имеет более широкий спектр по сравнению со спектром исходного процесса? 6.Как рассчитать разрядность АЦП, обеспечивающую заданное с.к.о. погрешности квантования? 7.Какой вид имеет плотность вероятности погрешности квантования? 8.Как проверяются гипотезы о виде закона распределения случайного процесса? 9.Почему погрешность квантования случайного
---	---

	<p>процесса имеет более широкий спектр по сравнению со спектром исходного процесса?</p> <p>10. Как оценить суммарное влияние квантования, дискретизации и восстановления на погрешность восстановленного аналогового случайного процесса?</p>
<p>Уметь: Оценивать необходимые параметры преобразователей для преобразования сигнала из аналоговой в цифровую форму в зависимости от метрологических требований ТЗ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для заданного сигнала провести расчет максимального шага дискретизации для заданной погрешности восстановления для ступенчатого восстановления. Провести прореживание исходного сигнала и найти с.к.о. погрешности восстановления с помощью ступенчатой экстраполяции. При необходимости скорректировать шаг дискретизации для достижения требуемого значения с.к.о. погрешности. 2. Для заданного сигнала провести расчет максимального шага дискретизации для заданной погрешности восстановления для линейного восстановления. Провести прореживание исходного сигнала и найти с.к.о. погрешности восстановления с помощью линейной интерполяции. При необходимости скорректировать шаг дискретизации для достижения требуемого значения с.к.о. погрешности. 3. Для заданного сигнала провести расчет максимального шага квантования для заданной погрешности без прореживания по времени исходного сигнала. Рассчитать разрядность эквивалентного АЦП. Провести квантование исходного сигнала для рассчитанной разрядности и найти с.к.о. погрешности восстановления с помощью ступенчатой экстраполяции. При необходимости скорректировать разрядность для достижения требуемого значения с.к.о. погрешности. 4. Для заданного сигнала провести расчет максимального шага дискретизации и квантования для заданной суммарной погрешности восстановления. Погрешности от двух факторов считать независимыми и равными по значению. Провести обработку исходного сигнала и найти с.к.о. погрешности восстановления с помощью ступенчатой экстраполяции. Оценить практическое значение суммарной погрешности восстановления. Объяснить возможные расхождения. Провести необходимую коррекцию в обработке.

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-7. Защита лабораторной работы 3

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 6

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися практической части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Студенты выполняют индивидуальное задание по лабораторной работе "№3. Цифровой спектральный анализ". На основании полученных экспериментальных данных подготавливается и предоставляется на защиту отчет о выполнении работы. В рамках защиты оценивается правильность полученных результатов, корректность записи ответов и выводов. Кроме того, оценивается полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится одним преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется выполненный индивидуальный отчет.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа №3.

Теория - 2 вопроса.

1. Что такое «спектр реализации случайного процесса»?
2. Как можно использовать обратное дискретное преобразование Фурье для фильтрации сигналов?

Практика - 1 задание.

Для заданного сигнала провести цифровую фильтрацию заданным типом фильтра с параметрами верхней и нижней частоты среза. Визуально оценить результат фильтрации на исходном сигнале.

Рассчитать с.к.о. фильтрованного сигнала. Найти степень фильтрации (отношение с.к.о. фильтрованного и исходного сигналов).

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Основные типы линейных систем, их аналоговые прототипы и цифровые варианты реализации	<ol style="list-style-type: none">1. Что такое «спектр реализации случайного процесса»?2. За счет чего можно уменьшить шаг дискретизации по частоте?3. Что такое дискретное преобразование Фурье?4. Имеется ли связь между спектром реализации случайного процесса и гистограммой?5. Что такое обратное дискретное преобразование Фурье?6. Как можно использовать обратное дискретное преобразование Фурье для фильтрации сигналов?7. Как оценить суммарное влияние квантования,
--	--

	<p>дискретизации и восстановления на погрешность восстановленного аналогового случайного процесса?</p> <p>8.Что представляет собой аналоговый фильтр Баттерворта нижних частот?</p> <p>9.Какими преимуществами обладает цифровой фильтр Баттерворта по сравнению с аналоговым?</p> <p>10.Каковы недостатки цифрового фильтра Баттерворта по сравнению с аналоговым?</p> <p>11.В чем состоит идея расчета цифрового фильтра Баттерворта по методу билинейного преобразования?</p>
<p>Уметь: Рассчитывать параметры цифровых фильтров по конкретным требованиям ТЗ</p>	<p>1.Для заданного сигнала выбрать частоту среза и рассчитать параметры цифрового фильтра Баттерворта нижних частот 10-го порядка, предназначенного для фильтрации сигнала с глубиной 0,1.</p> <p>2.Для заданного сигнала провести цифровую фильтрацию фильтром на обратном преобразовании Фурье с параметрами верхней и нижней частоты среза 1 и 10 кГц. Визуально оценить результат фильтрации на исходном сигнале. Рассчитать с.к.о. фильтрованного сигнала. Найти степень фильтрации (отношение с.к.о. фильтрованного и исходного сигналов).</p> <p>3.Для заданного сигнала провести цифровую фильтрацию фильтром Чебышева нижних частот 8 порядка с частотой среза 10 Гц. Визуально оценить результат фильтрации на исходном сигнале. Рассчитать с.к.о. фильтрованного сигнала. Найти степень фильтрации (отношение с.к.о. фильтрованного и исходного сигналов).</p> <p>4.Для заданного сигнала провести цифровую фильтрацию фильтром Баттерворта 10 порядка с параметрами верхней и нижней частоты среза 1 Гц и 1 кГц. Визуально оценить результат фильтрации на исходном сигнале. Рассчитать с.к.о. фильтрованного сигнала. Найти степень фильтрации (отношение с.к.о. фильтрованного и исходного сигналов).</p>

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

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Экзаменационный билет № _.

Обработка сигналов измерительной информации. Классификация сигналов измерительной информации. Детерминированные аналоговые сигналы.

Задача.

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 \cos \omega_0 \tau$$

СКО процесса $\sigma_x = 2$ В, $T_0 = 2$ с, математическое ожидание $m_x = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью линейной интерполяции не превышала заданного предельного значения $\delta_n = 2\%$.

Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.

Процедура проведения

Экзамен проводится по билетам, состоящим из теоретического вопроса и задачи. Время на подготовку ответа - 40 минут. При решении задачи допускается использовать математические пакеты. На ответ студента отводится 15-20 минут. Общая оценка выставляется по совокупности показанной подготовки. Допускается задание дополнительных теоретических вопросов по решению задачи.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-1 Разрабатывает структуру протоколов метрологической аттестации средств измерений

Вопросы, задания

1. Билет 1.

Обработка сигналов измерительной информации. Классификация сигналов измерительной информации. Случайные аналоговые сигналы.

Задача.

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 \left(1 - \frac{|\tau|}{T_0} \right) \text{ при } |\tau| = T_0,$$

$$K_x(\tau) = 0 \text{ при } |\tau| \geq T_0.$$

СКО процесса $\sigma_x = 2$ В, $T_0 = 2$ с, математическое ожидание $m_x = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью ступенчатой экстраполяции не превышала заданного предельного значения $\delta_n = 2\%$.

Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
 2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.
- 2.Билет 2.

Связь между характеристиками аналоговых и дискретизированных сигналов. Дискретное преобразование Фурье.

Задача.

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 \left(1 - \frac{|\tau|}{T_0} \right) \text{ при } |\tau| = T_0,$$

$$K_x(\tau) = 0 \text{ при } |\tau| \geq T_0.$$

СКО процесса $\sigma_x = 2$ В, $T_0 = 2$ с, математическое ожидание $m_x = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью ступенчатой экстраполяции не превышала заданного предельного значения $\delta_n = 2\%$.

Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
 2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.
- 3.Билет 3.

Обработка сигналов измерительной информации. Погрешности дискретизации. Погрешности квантования.

Задача.

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 e^{-\frac{|\tau|}{T_0}} \left(1 - \frac{|\tau|}{T_0}\right) \text{ при } |\tau| = T_0,$$

$$K_x(\tau) = 0 \text{ при } |\tau| \geq T_0.$$

СКО процесса $dx = 2$ В, $T_0 = 2$ с, математическое ожидание $mx = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью линейной интерполяции не превышала заданного предельного значения $\delta n = 2\%$. Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.

4. Билет 4.

Аналоговые линейные системы. Дискретные линейные системы.

Задача.

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 e^{-\frac{|\tau|}{T_0}}$$

СКО процесса $dx = 1$ В, $T_0 = 2$ с, математическое ожидание $mx = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью ступенчатой экстраполяции не превышала заданного предельного значения $\delta n = 1\%$. Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.

5. Билет 5.

Средства компьютерных измерений. Аналого-цифровые преобразователи.

Задача.

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 e^{-\frac{|\tau|}{T_0}}$$

СКО процесса $dx = 1$ В, $T_0 = 2$ с, математическое ожидание $mx = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью ступенчатой экстраполяции не превышала заданного предельного значения $\delta n = 1$ %.

Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.

6.Билет 6.

Обработка сигналов измерительной информации. Классификация сигналов измерительной информации. Детерминированные аналоговые сигналы.

Задача.

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 \left(1 - \frac{|\tau|}{T_0} \right) \text{ при } |\tau| = T_0,$$

$$K_x(\tau) = 0 \text{ при } |\tau| \geq T_0.$$

СКО процесса $dx = 2$ В, $T_0 = 2$ с, математическое ожидание $mx = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью ступенчатой экстраполяции не превышала заданного предельного значения $\delta n = 2$ %.

Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.

7.Билет 7.

Средства компьютерных измерений. Цифровые осциллографы.

Задача.

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 e^{-\frac{|\tau|}{T_0}} \left(1 - \frac{|\tau|}{T_0}\right) \text{ при } |\tau| = T_0,$$

$$K_x(\tau) = 0 \text{ при } |\tau| \geq T_0.$$

СКО процесса $dx = 2$ В, $T_0 = 2$ с, математическое ожидание $m_x = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью линейной интерполяции не превышала заданного предельного значения $\delta_n = 2\%$. Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.

8.Билет 8.

Интернет вещей. Основные понятия и определения. Перспективы применения технологии и особенности использования в ней измерительных устройств.

Задача.

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 e^{-\frac{|\tau|}{T_0}}$$

СКО процесса $dx = 1$ В, $T_0 = 2$ с, математическое ожидание $m_x = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью ступенчатой экстраполяции не превышала заданного предельного значения $\delta_n = 1\%$. Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.

9.Билет 9.

Аналоговый и цифровой фильтр Баттерворта.

Задача

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 (2 \cos \omega_0 \tau - 1) \frac{\sin \omega_0 \tau}{\omega_0 \tau}$$

СКО процесса $dx = 1$ В, $\omega_0 = 10$ рад/с, математическое ожидание $m_x = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью линейной интерполяции не превышала заданного предельного значения $\delta n = 1 \%$. Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
 2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.
- 10.Билет 10.

Обработка сигналов измерительной информации. Классификация сигналов измерительной информации. Детерминированные аналоговые сигналы.

Задача.

Исследуемый сигнал – электрическое напряжение – представляет собой аналоговый стационарный случайный процесс $X(t)$ с нормальным законом распределения, корреляционная функция которого

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 e^{-\frac{|\tau|}{T_0}} \cos \omega_0 \tau$$

СКО процесса $\sigma_x = 1$ В, $\omega_0 = 10$ рад/с, математическое ожидание $m_x = 0$.

Необходимо преобразовать $X(t)$ в цифровую форму так, чтобы относительная среднеквадратическая погрешность δ восстановления этого процесса с помощью ступенчатой экстраполяции не превышала заданного предельного значения $\delta n = 1 \%$. Требуется:

1. Определить максимальный шаг дискретизации T .
2. Выбрать основные технические характеристики АЦП: диапазон преобразования, разрядность, время преобразования.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Обобщенная форма записи результата измерения может иметь следующий вид. Укажите недопустимую запись.

Ответы:

- А) x ; Δ от Δ_n до Δ_v ; $P=1$
- Б) $x_{испр}$; Δ от Δ_n до Δ_v ; $P=1,1$
- В) $x_{испр} \pm \Delta_g$, $P=0,95$

Верный ответ: Б

2.Классификация сигналов измерительной информации включает сигналы следующих видов. Укажите лишнее.

Ответы:

- А) детерминированные
- Б) случайные
- В) статические

Верный ответ: В

3.Какими свойствами должен обладать случайный сигнал, чтобы по его одной длинной реализации можно было рассчитывать его числовые статистические характеристики?

Ответы:

- А) стационарный
- Б) периодический
- В) эргодический
- Г) детерминированный

Верный ответ: А и В

4. Какими свойствами должен обладать цифровой сигнал?

Ответы:

- А) только непрерывный по значениям
- Б) только непрерывный по времени
- В) только дискретный по времени
- Г) только дискретный по значениям
- Д) одновременно дискретный по времени и по значениям

Верный ответ: Д

5. Как можно квалифицировать измерительный сигнал – напряжение электрической сети в реальных условиях?

Ответы:

- А) периодический
- Б) случайный
- В) детерминированный

Верный ответ: Б

6. В чем заключается свойство «стационарности» случайного процесса?

Ответы:

- А) остается постоянным на определенном интервале времени
- Б) постоянными являются его статистические числовые характеристики
- В) постоянным остается закон распределения процесса при определенных условиях

Верный ответ: Б В

7. Что такое «эргодический случайный сигнал»?

Ответы:

- А) сигнал, статистическую обработку которого можно проводить по одной длинной реализации
- Б) любой случайный сигнал
- В) сигнал, для которого при определении статистических характеристик нужно много реализаций
- Г) нестационарный случайный сигнал

Верный ответ: А

8. Какие виды законов распределения Вам известны?

Ответы:

- А) равномерный
- Б) гиперболический
- В) квадратичный
- Г) нормальный

Верный ответ: А Г

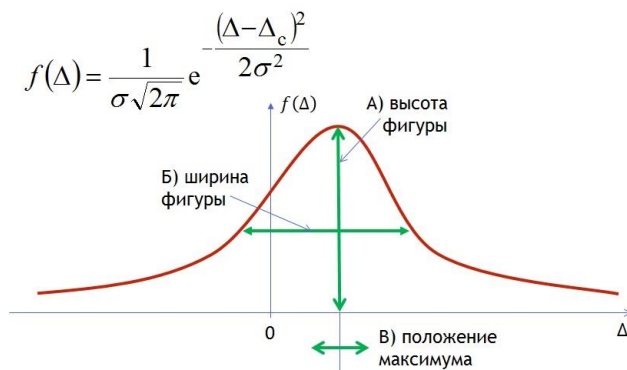
9. Какие числовые характеристики описывают однозначно закон распределения? (укажите лишнее в списке)

Ответы:

- А) математическое ожидание
- Б) дисперсия
- В) доверительная вероятность
- Г) функция распределения

Верный ответ: В

10. Нормальный закон распределения. За что отвечает величина с.к.о σ на рисунке?



Ответы:

- А) высота фигуры
- Б) ширина фигуры
- В) положение максимума

Верный ответ: Б

11. Какое условие должно выполняться, чтобы оператор можно было назвать **ЛИНЕЙНЫМ**?

Ответы:

- А)

$$L\{b \cdot x(t)\} = b \cdot L\{x(t)\}$$

- Б)

$$L\{x_1(t) + x_2(t)\} = L\{x_1(t)\} + L\{x_2(t)\}$$

- В)

$$L\{b \cdot x(t)\} = b^2 \cdot L\{x(t)\}$$

Верный ответ: А Б

12. Какие виды преобразования используются при определении результатов преобразования сигналов линейными системами? (укажите лишнее в списке)

Ответы:

- А) Фурье
- Б) Лапласа
- В) Косинуса
- Г) Z-преобразование

Верный ответ: В

13. Перечислите основные свойства Z-преобразования. Укажите лишнее в списке.

Ответы:

- А) Единственность
- Б) Линейность
- В) Обратимость оператора
- Г) Теорема о задержке по времени
- Д) Теорема о свертке

Верный ответ: В

14. Что из указанных **СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ** также может быть отнесено к **СРЕДСТВАМ ИЗМЕРЕНИЙ**?

Ответы:

- А) измерительный преобразователь

- Б) датчик
- В) измерительный усилитель
- Г) аналого-цифровой преобразователь

Верный ответ: Г

15. Среди основных операций, проводимых с аналоговым сигналом при его преобразовании в цифровой, обязательны:

Ответы:

- А) дискретизация по времени
- Б) кодирование
- В) восстановление по теореме отсчетов
- Г) квантование по уровню

Верный ответ: А,Б,Г

16. При преобразовании аналогового сигнала часто говорят, что аналоговый процесс должен иметь «ограниченный спектр». Что это значит?

Ответы:

- А) для него должна существовать «верхняя» частота такая, что за ее пределами спектр имеет нулевое значение
- Б) для него ограничено число значений в НЧ области
- В) для преобразования это абсолютно не важно!

Верный ответ: А

17. При каких условиях возможно определение спектральной плотности аналогового процесса по спектральной плотности дискретизированного процесса?

Ответы:

- А) Аналоговый процесс должен иметь «ограниченный спектр»
- Б) Аналоговый процесс не должен превышать определенного порогового значения
- В) Частота дискретизации ω_d должна превышать «верхнюю» частоту ω_b более, чем в два раза
- Г) Длина реализации случайного аналогового процесса должна быть максимально большой

Верный ответ: А,В

18. На аналоговом осциллографе нельзя измерить:

Ответы:

- А) мгновенные значения напряжения постоянного тока
- Б) мгновенные значения тока
- В) частоту периодического сигнала
- Г) временные параметры импульсных сигналов напряжения постоянного тока

Верный ответ: Б

19. Какие типы АЦП Вам известны? Укажите лишнее в списке.

Ответы:

- А) Сигма-дельта АЦП
- Б) АЦП последовательного приближения
- В) АЦП скользящего среднего
- Г) АЦП поразрядного уравнивания

Верный ответ: В

20. Какие виды восстановления аналогового сигнала по дискретным отсчетам применяются? Что лишнее в списке?

Ответы:

- А) восстановление с использованием теоремы отсчетов
- Б) восстановление сплайном третьей степени
- В) восстановление методом ступенчатой экстраполяции
- Г) восстановление методом линейной интерполяции

Верный ответ: Б

21.Какой вид закона распределения у погрешности квантования, если известно, что значение кванта много меньше диапазона преобразования АЦП?

Ответы:

- А) закон распределения Гаусса
- Б) равномерное распределение
- В) закон распределения Симпсона

Верный ответ: Б

22.Каковы основные характеристики линейных дискретных систем – цифровых фильтров?

Ответы:

- А) разностное уравнение
- Б) импульсная характеристика
- В) переходная характеристика
- Г) передаточная функция

Верный ответ: А,Б,Г

23.Какой вид фильтров рассматривается при описании линейных систем, когда речь идет об оптимальной фильтрации?

Ответы:

- А) фильтр Баттерворта
- Б) фильтр Чебышева
- В) фильтр Винера

Верный ответ: В

24.Какие погрешности АЦП чаще всего приводятся в данных производителей? Что лишнее в списке?

Ответы:

- А) напряжение смещения нуля
- Б) погрешность коэффициента преобразования
- В) погрешность квантования
- Г) погрешность линейности
- Д) погрешность дифференциальной линейности

Верный ответ: В

25.Какие средства измерения могут быть использованы для анализа спектра сложных сигналов?

Ответы:

- А) аналоговые осциллографы
- Б) цифровые осциллографы
- В) анализаторы спектра
- Г) цифровые фазометры

Верный ответ: Б В

26.Из каких функциональных блоков состоят цифровые осциллографы? Что лишнее в списке?

Ответы:

- А) оперативное запоминающее устройство
- Б) генератор развертки
- В) микроконтроллер
- Г) электронно-лучевая трубка
- Д) ЖК-дисплей

Верный ответ: Б Г

27.Какие этапы предварительной обработки измерительной информации с помощью ПК Вам известны? Что лишнее?

Ответы:

- А) выявление и устранения промахов

- Б) выявление и устранения дрейфа
- В) проверка стационарности сигнала
- Г) нормализация данных
- Д) фильтрация

Верный ответ: В

28. От чего зависят погрешности, возникающие при дискретизации и восстановлении аналоговых процессов?

Ответы:

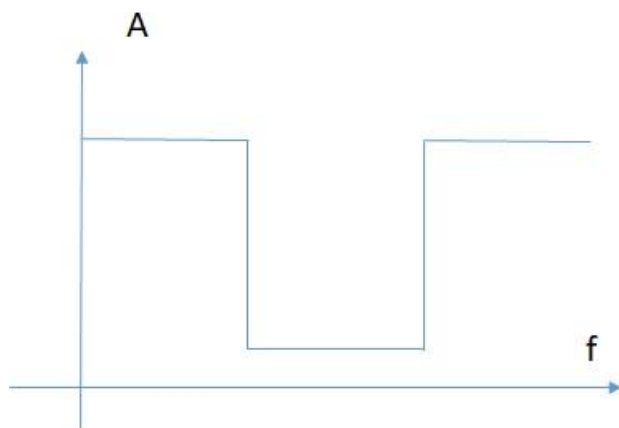
- А) от самого сигнала
- Б) от частоты дискретизации
- В) от погрешностей использованного АЦП
- Г) от вида восстановления

Верный ответ: А,Б,Г

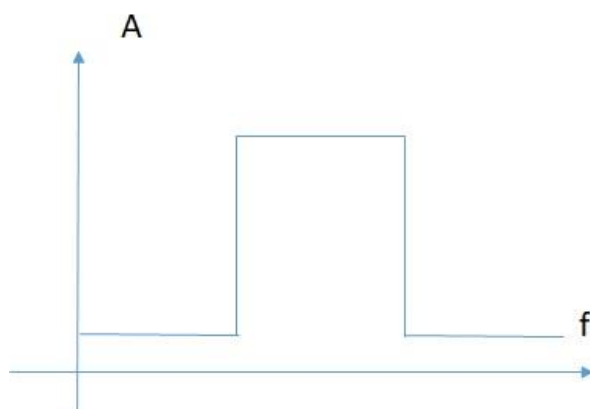
29. Какой из приведенных видов АЧХ фильтра соответствует РЕЖЕКТОРНОМУ фильтру?

Ответы:

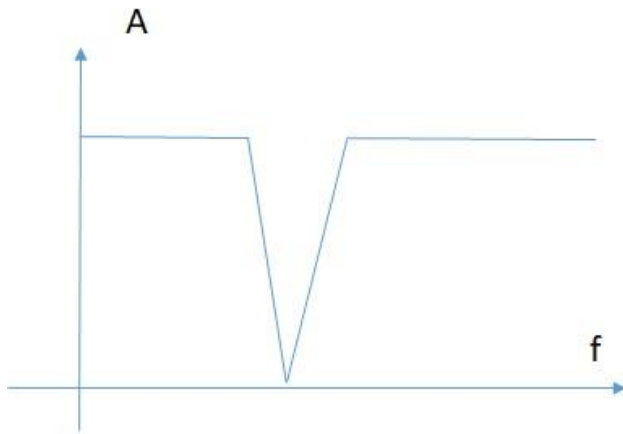
А)



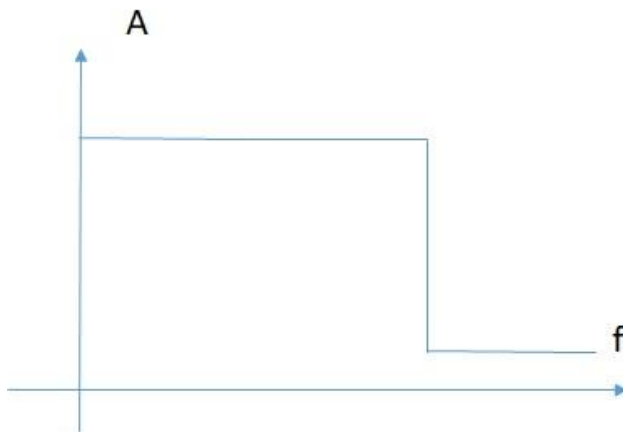
Б)



В)



Г)



Верный ответ: В

30. Какие преимущества имеет цифровой осциллограф перед аналоговым? Что неверно?

Ответы:

- А) имеет меньшую стоимость
- Б) более компактен
- В) имеет расширенный функционал
- Г) может иметь больше двух каналов

Верный ответ: А

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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 аттестационной составляющих.