

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 14.11.2022 16:32:18
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Информационно-измерительная
техника и технологии»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА»

для подготовки бакалавров

по направлению

12.03.01 «Приборостроение»

по профилю

«Информационно-измерительная техника и технологии»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Поливанов В.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИИСТ
27.04.2022, протокол № 3

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФИБС, 18.05.2022, протокол № 8

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФИБС
Обеспечивающая кафедра	ИИСТ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	86
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	94
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА»

Изучаются принцип и методы преобразования аналоговых величин в код, метрологические характеристики ЦИУ, принципы построения основных типов ЦИУ на современной микроэлектронной базе, пути улучшения характеристик ЦИУ. В ходе лабораторных занятий студенты приобретают навыки экспериментального определения метрологических характеристик ЦИУ и их применение для оценки погрешностей измерения.

SUBJECT SUMMARY

«DIGITAL MEASURING INSTRUMENTS»

Are studied principle and methods of conversion of analog values to the code, the metrological characteristics of the DMI, the principles of construction of the main types of DMI on a modern element basis, ways to improve the characteristics of DMI. During laboratory classes students get skills of experimental determination of metrological characteristics DMI, their use for the evaluation of measurement errors

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель изучения дисциплины - формирование основополагающих знаний, умений и навыков в области применения и проектирования цифровых измерительных устройств (ЦИУ).

2. Формирование представления о роли ЦИУ как наиболее точных и быстродействующих средствах измерений, а также основы для применения информационных технологий при построении и применении измерительных информационных систем различного назначения.

3. В результате изучения дисциплины студенты приобретут знания:

- о применении ЦИУ для измерения различных физических величин;
- о принципах построения ЦИУ различных физических величин;
- о способах нормирования метрологических характеристик ЦИУ;
- о способах улучшения метрологических характеристик ЦИУ.

4. В результате изучения дисциплины студенты приобретут умения:

- применять метрологические характеристики ЦИУ для оценки погрешности и представления результата измерения при применении ЦИУ;
- выбирать метод преобразования и определять требования к основным характеристикам узлов при проектировании ЦИУ различных физических величин.

5. В результате изучения дисциплины студенты приобретут навыки:

- применения ЦИУ для измерения различных физических величин;
- экспериментальной оценки метрологических характеристик ЦИУ.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Вероятностно-статистические методы в информационно-измерительной технике»

2. «Информационные технологии»

3. «Метрология и измерительная техника»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-1	Способен анализировать техническое задание, проектировать и конструировать типовые детали и узлы приборов и систем, составлять техническую документацию, включая описания, инструкции и другие документы
<i>ПК-1.1</i>	<i>Анализирует техническое задание при проектировании типовых деталей и узлов приборов и систем</i>
<i>ПК-1.2</i>	<i>Проектирует и конструирует типовые детали и узлы приборов и систем</i>
ПК-2	Способен осуществлять технический контроль производства приборов и систем, проводить измерения и исследования по заданной методике, контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
<i>ПК-2.2</i>	<i>Проводит измерения и исследования по заданной методике</i>
СПК-8	Способен разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области информационно-измерительной техники и технологий
<i>СПК-8.1</i>	<i>Разрабатывает типовые технические процессы в области информационно-измерительной техники и технологий</i>
<i>СПК-8.2</i>	<i>Составляет отдельные виды технической документации в области информационно-измерительной техники и технологий</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2				2
2	Тема 1. Принципы построения ЦИУ	6	6	2		16
3	Тема 2. Метрологические характеристики ЦИУ	4	6	6		20
4	Тема 3. Помехозащищенность ЦИУ	2	2			4
5	Тема 4. Динамическая погрешность и характеристики ЦИУ	2	2			4
6	Тема 5. ЦИУ частотно-временных параметров	4	6	4		16
7	Тема 6. Преобразователи напряжение-код уравновешивания	2	2			4
8	Тема 7. Интегрирующие цифровые вольтметры	2	2			4
9	Тема 8. Преобразователи напряжение-код параллельного действия	2	2			4
10	Тема 9. Способы улучшения метрологических характеристик ЦИУ	4	4	5		14
11	Тема 10. Цифровые осциллографы	2	2			4
12	Заключение	2			1	2
	Итого, ач	34	34	17	1	94
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины и его задачи. Создание цифровой измерительной техники за рубежом и в России. Достоинства ЦИУ, области их применения.
2	Тема 1. Принципы построения ЦИУ	Цифровая форма представления сигналов измерительной информации. Дискретизация, квантование, кодирование. Классификация ЦИУ. Методы преобразования аналоговых величин в код. Коды, применяемые в ЦИУ, их классификация.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Тема 2. Метрологические характеристики ЦИУ	Основные метрологические характеристики ЦИУ. Особенности нормирования метрологических характеристик ЦИУ. Статическая характеристика преобразования. Погрешность квантования. Нормирование основной, дополнительной погрешности ЦИУ. Оценка основной и дополнительной погрешности ЦИУ. Методы экспериментального определения метрологических характеристик ЦИУ.
4	Тема 3. Помехозащищенность ЦИУ	Классификация помех. Помехозащищенность ЦИУ при действии помех различного вида. Показатели помехозащищенности. Оценка погрешности при действии помех. Пути повышения помехозащищенности.
5	Тема 4. Динамическая погрешность и характеристики ЦИУ	Обобщенная динамическая модель ЦИУ. Оценка динамической погрешности. Способы задания и нормирование динамических характеристик ЦИУ. Уменьшение динамической погрешности с помощью устройства выборки и хранения.
6	Тема 5. ЦИУ частотно-временных параметров	Общие принципы построения ЦИУ частотно-временных параметров. Измеритель временного интервала, принцип действия, характеристики. Цифровой периодомер, принцип действия, характеристики. Цифровой частотомер среднего значения, принцип действия, характеристики. Цифровые фазометры, принцип действия, характеристики.
7	Тема 6. Преобразователи напряжение-код уравнивания	Классификация, общая структурная схема. Преобразователи код-напряжение, принципы построения, характеристики, реализация в микроэлектронном виде. Преобразователь последовательного счета, принцип действия, характеристики. Преобразователь поразрядного уравнивания, принцип действия, характеристики. Следящий преобразователь, принцип действия, характеристики. Сравнительная оценка преобразователей напряжения код.
8	Тема 7. Интегрирующие цифровые вольтметры	Интегрирующие цифровые вольтметры, классификация, принцип действия. Двухшаговый интегрирующий вольтметр, принцип действия, характеристики. Помехозащищенность цифровых вольтметров: характеристики помехозащищенности, пути повышения помехозащищенности. Сигма-дельта АЦП: принцип построения, схемная реализация, характеристики, применение.
9	Тема 8. Преобразователи напряжение-код параллельного действия	Принципы построения, схемная реализация, характеристики. Преобразователи параллельно-последовательного действия, схемная реализация, характеристики. Конвейерные АЦП: принцип построения, схемная реализация, характеристики, применение.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
10	Тема 9. Способы улучшения метрологических характеристик ЦИУ	Уменьшение погрешностей путем калибровки и автокоррекции погрешностей. Коррекция погрешностей по методу образцовых сигналов. Уменьшение случайных погрешностей.
11	Тема 10. Цифровые осциллографы	Назначение, принцип построения, основные виды. Характеристики цифровых осциллографов, их применение.
12	Заключение	Основные тенденции развития ЦИУ, их роль в измерительной технике.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Определение метрологических характеристик цифрового вольтметра.	2
2. Определение метрологических характеристик АЦП	3
3. Исследование способов квантования по уровню.	4
4. Исследование способа уменьшения характеристик основной систематической погрешности путем калибровки	2
5. Исследование способа уменьшения основной систематической погрешности погрешности путем автоматической коррекции	2
6. Исследования способа уменьшения характеристик случайной погрешности путем усреднения	4
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Принцип аналого-цифрового преобразования. Коды, применяемые в ЦИУ.	4
2. Метрологические характеристики ЦИУ для представления результатов измерений.	2
3. Метрологические характеристики ЦИУ для оценки основной погрешности. Оценка основной погрешности результатов измерений	4
4. Метрологические характеристики ЦИУ для оценки динамической погрешности. Оценка динамической погрешности. Уменьшение динамической погрешности.	4
5. Помехозащищенность ЦИУ: виды помех и их влияние на результаты измерения; характеристики помехозащищенности; оценка погрешности от действия помех.	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
6. ЦИУ частотно-временных параметров: принцип действия, характеристики, погрешности. Выбор способа измерения частоты.	6
7. Проектирование ЦИУ: определение параметров и требований к отдельным узлам на примере цифрового хронометра	6
8. Преобразователи напряжения код уравнивания: быстрое действие, погрешности.	2
9. Интегрирующие цифровые вольтметры: оценка помехозащищенности, выбор параметров узлов при проектировании.	4
Итого	34

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

По каждой теме содержания рабочей программы могут быть предусмотрены индивидуальные домашние задания (расчетно-графические работы, рефераты, конспекты изученного материала, доклады и т.п.).

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	34
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	42
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	8
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	10
ИТОГО СРС	94

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Поливанов, Владимир Васильевич. Методы оценки и улучшения метрологических характеристик цифровых измерительных устройств [Текст] : учеб.-метод. пособие / В. В. Поливанов, 2018. -39 с.	20
2	Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. для вузов по направлению подгот. "Приборостроение", "Оптотехника" / [Б.Я. Авдеев [и др.]] ; под ред. В.В. Алексеева, 2007. -379 с.	1490
Дополнительная литература		
1	Кончаловский, Вадим Юрьевич. Цифровые измерительные устройства [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности "Информационно-измерительная техника" / В.Ю. Кончаловский, 1985. -303, [1] с.	65
2	Ратхор Т.С. Цифровые измерения АЦП / ЦАП [Текст] / Т.С. Ратхор ; пер. с англ. Ю.А. Заболотной под ред. Е.Л. Свинцова, 2006. -391 с.	10

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	В. В. Поливанов Цифровые измерительные устройства: учеб. пособие. СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2019. https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/26880

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10563>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Цифровые измерительные устройства» формой промежуточной аттестации является дифф. зачет. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Дифференцированный зачет

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 51	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	52 – 67	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	68 – 84	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	85 – 100	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

Оценка за дифференцированный зачет определяется:

1. По итогам проведения 2-х контрольных работ (максимальная оценка за каждую контрольную 50 баллов), всего максимально за 2 контрольные -100 баллов.
2. Количество набранных баллов за контрольные работы переводится в оценку по 4-х балльной шкале.
3. Студентам, не выполнившим все лабораторные работы и не защитившим отчеты по ним, а также посетившим менее 80 % лекционных и практических занятий, выставляется оценка неудовлетворительно, независимо от количества набранных баллов за контрольные работы.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Примерные вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Какие операции осуществляются при АЦ-преобразовании?
2	Что такое равномерная временная дискретизация?
3	Чему равно время преобразования 10-ти разрядного АЦП последовательного счета при тактовой частоте 1 МГц?
4	Запишите двоично десятичный код числа 457.
5	Что такое помеха общего вида?
6	Что такое принцип гальванической развязки для повышения помехозащищенности?
7	Чем обусловлена динамическая погрешность 2-ого рода?
8	Как уменьшить динамическую погрешность 2-ого рода?
9	Какой метод АЦ-преобразования применяется в цифровом частотомере?
10	В чем заключается принцип работы время-импульсного вольтметра?
11	Приведите общую структуру преобразователя напряжение -код уравнивания.
12	Приведите функцию преобразования для двухтактного цифрового вольтметра.
13	Чему равно время интегрирования для помехи 50 Гц?
14	Приведите общую структуру преобразователя напряжение -код параллельного действия.
15	Каков принцип построения источника образцовых напряжений?
16	В чем отличие калибровки от коррекции при улучшении метрологических характеристик?
17	Чему равна приведенная погрешность квантования для 12-разрядного АЦП?

18	Чему равна приведенная погрешность квантования для 6-разрядного вольтметра?
19	Сколько разрядов имеет АЦП при приведенной погрешности квантования 0,1%?
20	Сколько разрядов имеет цифровой частотомер при приведенной погрешности квантования 0,1%?
21	Приведите основные характеристики цифровых осциллографов.
22	От чего зависит быстродействие цифровых осциллографов?
23	Какие АЦП самые быстродействующие?
24	Выберете прибор для измерения частоты 1 Гц с погрешностью 0,01%.

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

ПРИМЕР

1-ая контрольная работа по дисциплине “ЦИУ”

Вариант 08

Студент _____ гр. _____

Максимальное количество набранных баллов 50

Выберете правильные варианты ответов

(за каждый правильный ответ начисляется 2 балла, всего 20 баллов)

1. Во сколько раз шаг квантования 8-ми разрядного АЦП больше шага квантования 10-ти разрядного?

2. Выбор шага дискретизации при ступенчатой экстраполяции обусловлен:

погрешностью восстановления;

значением модуль-максимума 1-ой производной сигнала;

шагом квантования;

значением модуль-максимума 2-ой производной сигнала.

3. Инструментальная погрешность ЦИУ обусловлена

квантованием по уровню;

неидеальностью узлов ЦИУ;

дискретизацией по времени;

влиянием внешних условий.

4. Чему равно минимальное время интегрирования для исключения помехи частоты 50 Гц?

5. Для оценки пределов допускаемой основной погрешности ЦИУ необходимо задать:

пределы измерения;

класс точности;

шаг квантования по уровню;

шаг дискретизации по времени.

6. СКО погрешности квантования зависит:

от шага дискретизации по времени;

от способа квантования;

от шага квантования;

от предела измерения;

7. Аналого-цифровое преобразование включает следующие виды преобразований:

кодирование;

квантование по уровню;

дискретизацию по времени;

масштабирование.

8. При равномерной временной дискретизации шаг дискретизации:

имеет случайный характер;

является постоянным;

зависит от значения величины;

зависит от шага квантования.

9. Для каких методов АЦ-преобразования время преобразования зависит от значения измеряемой величины?

для всех методов;

считывания;

последовательного счета;

последовательного приближения.

10. Метрологические характеристики АЦП для получения результата включают:

класс точности;

диапазон измерения;

вид и число разрядов выходного кода;

время преобразования.

Задачи

(за правильное решение каждой задачи начисляется 6 баллов, всего 30 баллов)

1. Предел измерения 10-разрядного АЦП 10,24 В, значение выходного кода 756. Чему равен результат преобразования?

2. Класс точности цифрового вольтметра 0,2/0,1, предел измерения 1 В, показания вольтметра 0,8675 В. Чему равны относительная и абсолютная погрешности измерения?

3. Чему равна динамическая приведенная погрешность 2-ого рода при преобразовании синусоидального сигнала частоты $f = 100$ Гц, если частота дискретизации $f_0 = 1$ МГц?

4. Абсолютная погрешность от действия помехи общего 0,2 В, величина помехи общего вида 3 В. Чему равен коэффициент подавления помехи?

5. Чему равна частота дискретизации f_0 при ступенчатой экстраполяции синусоидального сигнала частоты 10 Гц, чтобы приведенная погрешность восстановления сигнала не превышала 1%?

ПРИМЕР

2-ая контрольная работа по дисциплине “ЦИУ”

Вариант 04

Студент _____ гр. _____

Максимальное количество набранных баллов 50

Выберете правильные варианты ответов

(за каждый правильный ответ начисляется 2 балла, всего 20 баллов)

1. Какие режимы работы используются в преобразователях напряжение-код уравнивания?

следающий;

циклический;

интегрирующий.

2. Инструментальная погрешность цифрового хронометра определяется

значением частоты ГИСЧ;

нестабильностью частоты ГИСЧ;

емкостью счетчика импульсов;

числом разрядов отсчетного устройства.

3. Требуется измерить частоту с абсолютной погрешностью не более 0,1 Гц. Какое минимальное время измерения надо выбрать для частотомера?

5. Частота квантующих импульсов цифрового хронометра 10 МГц. Чему равен шаг квантования по уровню?

6. Какой вид имеет функция преобразования преобразователя напряжение-код (N - значение входного кода, U – выходное напряжение, q - шаг квантования по уровню)

$$N = U/q;$$

$$N = Uq;$$

$$U = N/q;$$

$$U = Nq.$$

7. Чему равен нижний предел измерения цифрового частотомера среднего значения при заданной относительной погрешности квантования d (%) и времени измерения $t_{и}$?

$$f_{мин} = 100 t_{и} / d;$$

$$f_{мин} = 100/d;$$

$$f_{мин} = 100/(t_{и}d);$$

$$f_{мин} = 100/t_{и}.$$

8. Для какого типа преобразователей напряжение-код уравнивания время измерения зависит от значения измеряемого напряжения?

для следящего;

последовательного приближения;

последовательного счета;

для всех.

9. Инструментальная погрешность цифрового время-импульсного вольтметра определяется:

значением частоты ГИСЧ;
нестабильностью частоты ГИСЧ;
нестабильностью коэффициента ГЛИН;
порогом срабатывания компаратора.

10. Какие виды преобразований применяются в двухтактном цифровом вольтметре?

напряжение в интервал времени;
напряжение в частоту;
код в напряжение;
интервал времени в код.

Задачи

(за правильное решение каждой задачи начисляется 6 баллов, всего 30 баллов)

1. Чему равен нижний предел измерения цифрового частотомера со временем измерения
 1 с для максимальной допустимой относительной погрешности измерения $0,01\%$?
2. Определите коэффициент деления делителя частоты 4-х разрядного двухтактного интегрирующего вольтметр?
3. Чему равна приведенная динамическая погрешность 10-разрядного ПНК последовательного приближения с тактовой частотой 10 МГц , если преобразуемый сигнал синусоида частоты 50 Гц ?
4. Определите частоту ГИСЧ для 4-х разрядного двухтактного интегрирующего вольтметра для подавления синусоидальной помехи частоты 100 Гц .
5. Чему равна граничная частота входного напряжения для обеспечения работоспособности 8-разрядного следящего ПНК с пределом измерения $2,56 \text{ В}$

при тактовой частоте 10 МГц для синусоидального сигнала амплитуды 1 В ?

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
7	Тема 2. Метрологические характеристики ЦИУ	Коллоквиум
8	Тема 1. Принципы построения ЦИУ Тема 2. Метрологические характеристики ЦИУ Тема 3. Помехозащищенность ЦИУ Тема 4. Динамическая погрешность и характеристики ЦИУ	Контрольная работа
15	Тема 9. Способы улучшения метрологических характеристик ЦИУ	Коллоквиум
16	Тема 5. ЦИУ частотно-временных параметров Тема 6. Преобразователи напряжение-код уравнивания Тема 7. Интегрирующие цифровые вольтметры Тема 8. Преобразователи напряжение-код параллельного действия Тема 9. Способы улучшения метрологических характеристик ЦИУ	Контрольная работа

6.4 Методика текущего контроля

В рамках текущего контроля осуществляются следующие мероприятия.

На лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск к дифф. зачету.

На лабораторных занятиях

В процессе обучения по дисциплине «Цифровые измерительные устройства» студент обязан выполнить 6 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 3 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиумов на 7 и 16 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах 3 человек. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально 1 на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих

работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен.

На практических занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск к дифф. зачету. В ходе проведения практических занятий после самостоятельного изучения лекционных материалов по конкретным темам курса, студенты решают примеры

и задачи в области применения и проектирования ЦИУ, а также участвуют в обсуждении практических вопросов. При этом активность студентов учитывается преподавателем, как один из способов текущего контроля.

Контрольные работы. Целью проведения контрольных работ является проверка в течение семестра полноты теоретических знаний студентов и приобретенных навыков по применению и проектированию ЦИУ. На практических занятиях на 8 и 16 неделях после изучения соответствующих тем проводятся 2 контрольные работы в письменной форме в течение 2 академических часов. Каждому студенту выдаются индивидуальные варианты контрольной работы. Вариант включает 10 тестовых заданий на выбор правильного варианта ответа и 5 задач. Правильный ответ на каждое тестовое задание по теоретическим материалам курса оценивается в 2 балла, неправильный - 0 баллов. Т.о. максимальный результат по 10-ти тестовым заданиям равен 20 баллам. Решение каждой из 5 задач по приобретению практических навыков оценивается от 6 до 0 баллов в зависимости от правильности и полноты, т.о. всего за правильное решение 5-ти задач студент максимально может набрать 30 баллов. Всего за выполнение каждой из 2 контрольных работ максимальная оценка - 50 баллов, а за 2 контрольные работы максимально - 100 баллов.

Оценка дифф. зачета выставляется путем перевода набранных баллов по 2-м контрольным работам следующим образом.

Отлично - 85-100 баллов

Хорошо - 68-84 баллов

Удовлетворительно - 52-67 баллов

Неудовлетворительно - 0-51 балла

самостоятельная работа студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях по методикам, приведенным

ВЫШЕ.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска.	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место студента -ПК совместимый Pentium или выше с программным обеспечением для выполнения виртуальных лабораторных работ.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) Стандартный браузер
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска.	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА