

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Факультет приборостроения, электротехнических и биотехнических систем
Кафедра «Приборы»



Тарасенко О.В.

(подпись)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Аналоговые и цифровые измерительные устройства»

По направлению подготовки: 12.03.01 – Приборостроение

Профиль подготовки: «Информационно-измерительная техника и технологии»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Аналоговые и цифровые измерительные устройства» по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение - 30 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Аналоговые и цифровые измерительные устройства» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 945, с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Приборы» Швец С.Н.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры «Приборы»
«11» 04 2023 года, протокол № 15

Заведующий кафедрой  Мирошников В.В.

Переутверждена: « » 20 года, протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета
Приборостроения, электротехнических и биотехнических систем
«18» 04 2023 года, протокол № 3.

Председатель учебно - методической
комиссии факультета приборостроения
электротехнических и биотехнических систем  Яременко С.П.

© Швец С.Н., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – усвоение студентами теоретических и практических знаний аналоговых и дискретных преобразований, принципов построения аналоговых и цифровых устройств и анализа их характеристик для решения задач проектирования современных аналоговых и цифровых измерительных приборов и устройств.

Задачи:

- приобретение знаний об основных узлах аналоговых и цифровых измерительных устройств и методах их построения;
- изучение принципов аналогового и цифроаналогового преобразования различных величин;
- приобретение навыков проектирования аналоговых и цифро-аналоговых устройств на современной элементной базе.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Аналоговые и цифровые измерительные устройства» относится к модулю профессиональных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются базовые знания по вопросам математического анализа, физическим основам измерительных преобразователей, иметь представления о теории электрических цепей, элементной базе аналоговых и цифровых устройств, электронике, схемотехнике.

Содержание дисциплины излагается на базе дисциплин «Электроника», «Теоретические основы измерительных и информационных технологий», «Микропроцессоры в приборах», «Схемотехника приборов». Является основой для подготовки студентов к итоговой государственной аттестации: государственному экзамену и ВКР бакалавра.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-02. Способен рассчитывать и проектировать элементы, устройства и системы, основанные на различных физических принципах действия	ПК-02.1. Рассчитывает элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия ПК-02.2. Проектирует элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия	Знать: способы расчета и проектирования элементов, устройств и систем, основанных на различных физических принципах действия
		Уметь: рассчитывать и проектировать элементы, устройства и системы, основанные на различных физических принципах

		действия
		Владеть: навыками расчета и проектирования элементов, устройств и систем, основанных на различных физических принципах действия

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (3 зач. ед.)			
	Очная форма		Заочная форма	
Общая учебная нагрузка (всего)	126 (3,5 зач.ед)	90 (2,5 зач.ед)	126 (3,5 зач.ед)	90 (2,5 зач.ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	68	48	10	8
в том числе:				
Лекции	34	24	6	4
Семинарские занятия	-	-	-	-
Практические занятия	17	12	2	2
Лабораторные работы	17	12	2	2
Курсовая работа (курсовой проект)	-	36	-	73
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-	-	-
Семестр	6	7	6	7
Самостоятельная работа студента (всего)	58	6+36	112/4	73/9
Форма аттестации	зачет	экзамен	зачет	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Аналоговые электроизмерительные приборы (АЭП): общие сведения, основные понятия, метрологические характеристики

Классификация средств измерения. Обобщённая структурная схема АЭП. Классификация АЭП. Метрологические характеристики и параметры аналоговых электроизмерительных приборов. Основные технические характеристики средств измерения. Погрешности аналоговых электроизмерительных приборов. Нормирование погрешностей.

Тема 2. Методы уменьшения погрешностей.

Стабилизация реальной характеристики преобразования. Компенсация погрешностей. Коррекция погрешностей. Фильтрация погрешностей. Уменьшение динамической погрешности. Конструктивные способы улучшения точности работы АЭП.

Тема 3. Электронные приборы: общие узлы и проектирование.

Масштабные преобразователи. Преобразователи импеданса. Функциональные преобразователи. Электронные вольтметры.

Тема 4. Электронные приборы для анализа характеристик сигналов и схем. Электронно-лучевые осциллографы. Анализаторы спектра.

Тема 5. Электромеханические, показывающие, регистрирующие, регулирующие и электронные приборы.

Измерительные генераторы. Электродинамические приборы. Показывающие, регистрирующие и регулирующие приборы

Тема 6. Общие вопросы цифровой измерительной техники. Основные понятия и определения.

Тема 7. Основные методы преобразования непрерывных величин в коды, применяемые в цифровых измерительных устройствах

Тема 8. Основные технические характеристики ЦИУ: диапазон измерения, чувствительность и разрешающая способность, быстродействие и надежность

Тема 9. Цифровые отсчетные устройства (ЦОУ).

Обобщенная структура цифровых отсчетных устройств. Классификация цифровых индикаторов, применяемых в современных цифровых измерительных устройствах. Основные технические характеристики индикаторов. Основные варианты цифровых индикаторов. Способы динамической индикации.

Тема 10. Цифровые измерительные приборы частотно-временной группы. Цифровые измерительные частотомеры. Основные погрешности при цифровом измерении частоты. Способы уменьшения погрешностей

Цифровое измерение интервала времени. Основные погрешности при измерении интервала времени. Способы уменьшения погрешностей. Цифровое измерение фазового сдвига. Классификация цифровых фазометров, принципы действия и основные погрешности.

Тема 11. Цифровые вольтметры

Обобщенная структура цифровых вольтметров. Классификация цифровых вольтметров по методу преобразования напряжения в код. Структурная схема и принцип работы времяимпульсного цифрового вольтметра с линейной разверткой. Основные свойства и погрешности. Расчет основных параметров цифровых вольтметров с линейной разверткой. Времяимпульсный цифровой вольтметр с двухтактным интегрированием. Основные свойства и погрешности. Расчет основных параметров цифровых вольтметров с двухтактным интегрированием

Тема 12. Цифровое измерение переменных напряжений

Основные способы и структурные схемы АЦП для цифрового измерения основных параметров переменных напряжений

Тема 13. Цифровые измерительные мосты

Классификация цифровых мостов. Обобщенная структура моста постоянного тока. Мостовые измерительные цепи цифровых мостов узкого и широкого диапазонов измерения. Цифровой термометр и процентный цифровой мост. Погрешность цифровых мостов

4.3. Лекции

№	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Заочная форма	
6 семестр				
1	Аналоговые электроизмерительные приборы (АЭП): общие сведения, основные понятия, метрологические характеристики Классификация средств измерения. Обобщённая структурная схема АЭП. Классификация АЭП. Метрологические характеристики и параметры аналоговых электроизмерительных приборов. Основные технические характеристики средств измерения. Погрешности аналоговых электроизмерительных приборов. Нормирование погрешностей.	2	6	
2	Методы уменьшения погрешностей. Стабилизация реальной характеристики преобразования. Компенсация погрешностей. Коррекция погрешностей.	2		
3-4	Коррекция погрешностей. Фильтрация погрешностей. Уменьшение динамической погрешности. Конструктивные способы улучшения точности работы АЭП.	4		
5	Электронные приборы: общие узлы и проектирование. Масштабные преобразователи. Преобразователи импеданса. Функциональные преобразователи.	2		
6-8	Функциональные преобразователи. Электронные вольтметры.	6		
9-10	Электронные приборы для анализа характеристик сигналов и схем. Электронно-лучевые осциллографы.	4		
11-12	Электронные приборы для анализа характеристик сигналов и схем. Анализаторы спектра.	4		
13	Электромеханические, показывающие, регистрирующие, регулирующие и электронные приборы. Измерительные генераторы.	2		
14-15	Электромеханические, показывающие, регистрирующие, регулирующие и электронные приборы. Электродинамические приборы. Показывающие, регистрирующие и регулирующие приборы.	4		
16	Общие вопросы цифровой измерительной техники. Основные понятия и определения.	2		
17	Основные методы преобразования непрерывных величин в коды, применяемые в цифровых измерительных устройствах.	2		
Итого за 6 семестр		34		6
7 семестр				
1	Основные методы преобразования непрерывных величин в коды, применяемые в цифровых измерительных устройствах.	2	6	
2-3	Основные технические характеристики ЦИУ: диапазон измерения, чувствительность и разрешающая способность, быстродействие и надежность.	4		
4-5	Цифровые отсчетные устройства (ЦОУ). Обобщенная структура цифровых отсчетных устройств. Классификация цифровых индикаторов, применяемых в современных цифровых измерительных устройствах.	4		
6-7	Цифровые измерительные приборы частотно-временной группы. Цифровые измерительные частотомеры. Основные	4		

	погрешности при цифровом измерении частоты. Способы уменьшения погрешностей.		
8-9	Цифровые вольтметры. Обобщенная структура цифровых вольтметров	4	
10-12	Цифровое измерение переменных напряжений. Цифровые измерительные мосты.	6	
	Итого за 7 семестр	24	4
	ИТОГО:	58	10

4.4. Практические (семинарские) занятия

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
6 семестр			
1	Погрешности аналоговых средств измерений.	2	2
2	Расчет шунтов, делителей, добавочных сопротивлений для магнитоэлектрических ЭМХИП	2	
3	Приборы уравнивающего преобразования. Теория мостовых схем.	2	
4	Расчет параметров плеч реактивного уравновешенного моста для измерения индуктивности и емкости	2	
5	Имитационное моделирование квазиуравновешенного активного моста и пассивного мостового фазовращателя	2	
6	Электронные приборы. Измерительные генераторы.	2	
7	Электромеханические приборы. Основные элементы и узлы.	2	
8	Синтез схем аналоговых математических вычислителей на ОУ	3	
	Всего за 6 семестр	17	2
7 семестр			
1	Проектирование измерителя временных интервалов	2	2
2	Проектирование время-импульсного преобразователя напряжения постоянного напряжения в код	2	
3	Проектирование АЦП с двухтактным интегрированием	2	
4	Проектирование АЦП поразрядного кодирования	2	
5-6	Цифровые измерительные приборы	4	
	Всего за 7 семестр	12	2

4.5. Лабораторные работы

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Имитационное исследование работы неинвертирующего узла на ОУ	2	1
2	Имитационное исследование работы инвертирующего узла на ОУ	2	
3	Имитационное исследование работы суммирующего узла на ОУ	4	1
4	Имитационное исследование работы интегрирующего узла на ОУ	2	

5	Имитационное исследование работы дифференцирующего узла на ОУ	2	
6	Исследование дискретных элементов: триггеров, счетчиков, регистров	2	
7	Исследование характеристик ЦАП и АЦП	3	
8	Исследование цифрового измерителя периода	2	
9	Исследование цифрового вольтметра	4	1
10	Исследование цифрового частотомера	2	1
11	Исследование цифрового фазометра	2	
12	Исследование цифрового осциллографа	2	
	ИТОГО:	29	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Тема 3. Электронные приборы: общие узлы и проектирование.	9	16
2	Тема 4. Электронные приборы для анализа характеристик сигналов и схем.	9	16
3	Тема 5. Электромеханические, показывающие, регистрирующие, регулирующие и электронные приборы.	9	16
4	Тема 10. Цифровые измерительные приборы частотно-временной группы.	9	16
5	Тема 11. Цифровые вольтметры	10	16
6	Тема 12. Цифровое измерение переменных напряжений	9	16
7	Тема 13. Цифровые измерительные мосты	9	16
8	Курсовая работа	36	73
	ИТОГО:	100	185

4.7. Курсовые работы/проекты. Тема курсовой работы «Разработка аналогового/цифрового измерительного устройства», 7 семестр.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и

предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

– технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические и лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- вопросы к контрольным работам;
- вопросы к лабораторным работам;
- курсовая работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену.

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного зачета в 6 семестре (включает в себя ответ на теоретические вопросы) и письменного экзамена в 7 семестре (включает в себя ответ на теоретические вопросы). Студентам, выполнившим 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице:

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендуемую литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в излагаемых ответах в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кортон, В. С. Аналоговые устройства электронных приборов : учебное пособие / В. С. Кортон, С. В. Никифоров ; науч. ред. Г. И. Пилипенко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург : Изд-во

Уральского ун-та, 2016. - 208 с. - ISBN 978-5-7996-1808-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1922190> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Проектирование аналоговых и цифровых устройств : учебное пособие / М. В. Бобырь, В. С. Титов, В. И. Иванов, В. А. Потехин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 245 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015937-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1872738> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа: по подписке.

3. Аналого-цифровые устройства: учебно-методическое пособие / С. Н. Гончаров, М. В. Марунин, Э. В. Запонов, А. А. Мартынов. - Саров : РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2019. - 128 с. - ISBN 978-5-9515-0435-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1230811> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа: по подписке.

4. Бондарь, О. Г. Проектирование электронных измерительных приборов : учебное пособие / О. Г. Бондарь, Е. О. Брежнева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 240 с. - ISBN 978-5-9729-1518-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2098509>.

5. Власов, А. Б. Электроника. Аналоговые элементы и узлы электронной аппаратуры: учебное пособие / А. Б. Власов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 264 с. - ISBN 978-5-9729-1560-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2102066>.

Галочкин, В. А. Схемотехника аналоговых и цифровых устройств : учебник / В. А. Галочкин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 312 с. - ISBN 978-5-9729-1367-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2099137> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа: по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Палий А.В., Комбинационные цифровые устройства : учебное пособие / Палий А. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2017. - 125 с. - ISBN 978-5-9275-2726-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927527267.html>

2. Топильский В.Б., Схемотехника аналого-цифровых преобразователей : Учебное издание / Топильский В.Б. - М. : Техносфера, 2014. - 288 с. - ISBN 978-5-94836-383-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363837.html>.

3. Болдырев, В. Т. Аналоговые средства измерений : учебное пособие / В. Т. Болдырев, В. В. Гречихин. — Новочеркасск : ЮРГПУ, 2016. — 147 с. — ISBN 978-5-9997-0581-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180934>.

в) интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

9. Электронно-библиотечная система «Znanium» – <https://znanium.ru/>

10. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

11. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

12. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Аналоговые и цифровые измерительные устройства» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

Практические и лабораторные занятия: комплект электронных слайдов, аудитория с презентационной техникой (проектор, экран, ПК), компьютерный класс с доступом в Интернет.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu

Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Программа трехмерного проектирования	КОМПАС-3D v18.1	https://kompas.ru/kompas-3d/download/
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Аналоговые и цифровые измерительные устройства»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции реализуемой дисциплине) (по	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-02.	Способен рассчитывать и проектировать элементы, устройства и системы, основанные на различных физических принципах действия	ПК-02.1. Рассчитывает элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия ПК-02.2. Проектирует элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия	Тема 1. Аналоговые электроизмерительные приборы (АЭП): общие сведения, основные понятия, метрологические характеристики	6
				Тема 2. Методы уменьшения погрешностей.	6
				Тема 3. Электронные приборы: общие узлы и проектирование.	6
				Тема 4. Электронные приборы для анализа характеристик сигналов и схем.	6
				Тема 5. Электромеханические, показывающие, регистрирующие, регулирующие и электронные приборы.	6
				Тема 6. Общие вопросы цифровой измерительной техники. Основные понятия и определения.	6
				Тема 7. Основные методы преобразования непрерывных величин в коды, применяемые в цифровых измерительных устройствах	6,7
				Тема 8. Основные технические характеристики ЦИУ: диапазон измерения, чувствительность и	7

				разрешающая способность, быстродействие и надежность	
				Тема 9. Цифровые отсчетные устройства (ЦОУ).	7
				Тема 10. Цифровые измерительные приборы частотно-временной группы.	7
				Тема 11. Цифровые вольтметры	7
				Тема 12. Цифровое измерение переменных напряжений	7
				Тема 13. Цифровые измерительные мосты	7

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-02. Способен рассчитывать и проектировать элементы, устройства и системы, основанные на различных физических принципах действия	ПК-02.1. Рассчитывает элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия ПК-02.2. Проектирует элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия	Знать: способы расчета и проектирования элементов, устройств и систем, основанных на различных физических принципах действия Уметь: рассчитывать и проектировать элементы, устройства и системы, основанные на различных физических принципах действия Владеть: навыками расчета и проектирования элементов, устройств и систем, основанных на различных физических принципах действия	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 11 Тема 12 Тема 13	Вопросы к практическим работам, вопросы к лабораторным работам, вопросы к зачету, вопросы к экзамену.

Фонды оценочных средств по дисциплине «Аналоговые и цифровые измерительные устройства»

Оценочные средства для текущей аттестации (практические работы):

Примеры вопросов к практическим работам:

1. Какие элементы участвуют в создании противодействующего момента?
2. Какие способы создания момента успокоения вы знаете?
3. Перечислите составляющие погрешности электродинамического измерительного механизма на постоянном и переменном токе.
4. Какие данные необходимы для построения шкалы прибора?
5. Почему для определения взаимной индуктивности следует использовать электронный вольтметр или баллистический гальванометр?
6. Чем вызвано включение в цепь подвижной катушки ПК добавочного сопротивления?
7. Какими соображениями руководствуются при выборе конфигураций магнитной системы и материала постоянного магнита?
8. Почему стремятся намагничивать систему в сборке?
9. Зачем применяется частичное размагничивание?
10. В какой точке на гистерезисной диаграмме постоянного магнита следует работать и почему?
11. Укажите простейший метод расчета системы с постоянными магнитами и его особенности.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству текущего контроля (практическая работа)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	выполнены все задания практической работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, нет погрешностей в оформлении работы.
хорошо (4)	задания практической работы выполнены с несущественными недочетами или неточностями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями, присутствуют некоторые погрешности в оформлении.
удовлетворительно (3)	выполнены все задания практической работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями, допущено небрежность и неточность у оформлении.
неудовлетворительно (2)	Студентом допущены серьезные ошибки по содержанию работы или задания практической работы выполнены неправильно; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Оценочные средства для текущей аттестации (лабораторные работы):

Примеры вопросов к лабораторным работам:

1. Какая градуировка обычно применяется в вольтметрах переменного тока?

2. Влияет ли и как форма кривой измеряемого напряжения, отличная от синусоиды, на показания прибора?
3. Из каких соображений выбирается значение образцового сопротивления?
4. Сравнить по значению потребляемой мощности электронные вольтметры и электромеханические вольтметры различных групп.
5. Каково назначение селективных вольтметров?
6. Чем обуславливаются избирательные свойства вольтметра, чем определяется полоса пропускания?
7. Из чего состоит преобразователь частоты, каково его назначение в схеме вольтметра В6-1?
8. Как отличить показания прибора, соответствующие гармонике исследуемого сигнала, от показаний, вызванных помехой?
9. Какие еще способы измерения малых сопротивлений вам известны? Каковы преимущества и недостатки измерения с помощью электронного миллиомметра?
10. В чем преимущество измерения малых сопротивлений на переменном токе?
11. Почему измеряемое малое сопротивление подключается по 4-проводной схеме?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству текущего контроля (лабораторная работа)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, нет погрешностей в оформлении работы.
хорошо (4)	задания лабораторной работы выполнены с несущественными недочетами или неточностями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями, присутствуют некоторые погрешности в оформлении.
удовлетворительно (3)	выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями, допущено небрежность и неточность в оформлении.
неудовлетворительно (2)	Студентом допущены серьезные ошибки по содержанию работы или задания лабораторной работы выполнены неправильно; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Оценочные средства для промежуточной аттестации (курсовая работа):

Курсовая работа должна быть выполнена согласно требованиям к содержанию и оформлена в соответствии с требованиями к оформлению курсовых работ (проектов). Содержание вопросов соответствовать варианту курсовой работы.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству текущего контроля
(лабораторная работа)**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	в работе содержатся элементы научного творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы
хорошо (4)	в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы
удовлетворительно (3)	в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы
неудовлетворительно (2)	в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет):

Тесты к зачету:

1. Средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера

1	мера
2	устройство преобразования
3	измерительная система
4	цифровой прибор

2. В состав обобщенной структурной схемы аналогового электроизмерительного прибора входит узел

1	компаратор
2	образцовое средство
3	дискретизации
4	линия задержки

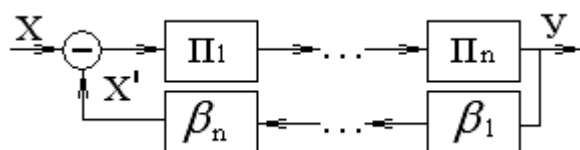
3. Какой узел аналогового электроизмерительного прибора служит для преобразования сигналов измерительной информации в форму, доступную для считывания значений измеряемой величины?

1	фильтр
2	устройство линеаризации
3	вспомогательное устройство
4	отсчетное устройство

4. Для какого аналогового электроизмерительного прибора характерно преобразование входного сигнала одним или несколькими преобразователями в одном направлении от входа к выходу?

1	смешанного преобразования
2	прямого преобразования
3	компенсационного преобразования
4	цифрового преобразования

5. Какому аналоговому электроизмерительному прибору соответствует структурная схема?



1	смешанного преобразования
2	прямого преобразования
3	уравновешенного преобразования
4	компенсационного типа

6. Параметр входного сигнала, функционально связанный с измеряемым свойством или являющийся самим измеряемым свойством объекта, называется

1	информативным параметром входного сигнала
2	информативным параметром выходного сигнала
3	компенсационным сигналом
4	опорным сигналом

7. К основным техническим характеристикам средств измерения относится

1	быстродействие
2	полоса пропускания
3	порог чувствительности
4	амплитудно-частотная характеристика

8. Техническая характеристика, которая представляет собой отношение изменения выходного сигнала аналогового электроизмерительного прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины, называется

1	аддитивная погрешность
2	чувствительность
3	класс точности
4	разрешающая способность

9. Техническая характеристика, которая представляет собой промежуток времени от момента скачкообразного изменения входной величины до момента установления показаний отсчётного устройства с заданной точностью, называется

1	порог чувствительности
2	быстродействие
3	разрешающая способность
4	время установления показаний

10. Какой погрешности аналогового электроизмерительного прибора соответствует соотношение?

$$\delta = (\Delta / x_n) \cdot 100\%$$

1	относительная
2	абсолютная
3	аддитивная
4	мультипликативная

11. Какой погрешности аналогового электроизмерительного прибора соответствует соотношение?

$$\gamma = (\Delta / x_n) \cdot 100\%$$

1	абсолютная
2	приведенная
3	взаимодействия
4	инструментальная

12. Как называется составляющая погрешности аналогового электроизмерительного прибора, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при многократном измерении одной и той же величины?

1	систематическая
2	случайная
3	динамическая
4	дополнительная

13. Основным способом стабилизации реальной характеристики преобразования средства измерения является способ

1	введение контура заземления
2	положительной обратной связи
3	включения в цепь преобразования фильтра
4	отрицательной обратной связи

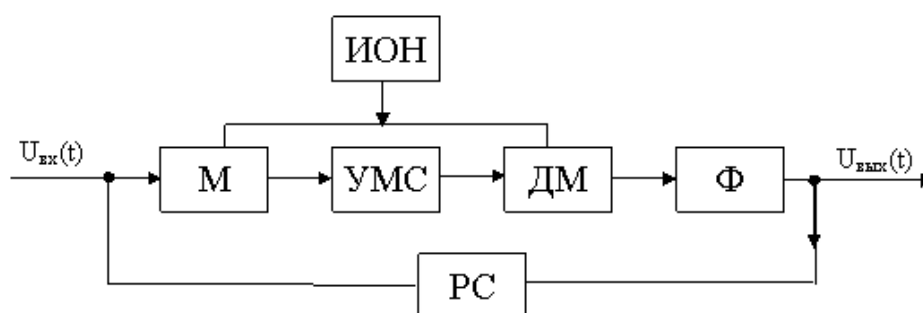
14. Коррекция погрешностей производится одним из следующих способов

1	отрицательная обратная связь
2	аддитивная коррекция
3	введение узла дискретизации
4	изменение коэффициента преобразования

15. Эффективным способом снижения действия помех в аналоговом электроизмерительном приборе является

1	расширение полосы частот
2	линеаризация
3	экранирование
4	фильтрация

16. Какому устройству соответствует структурная схема?

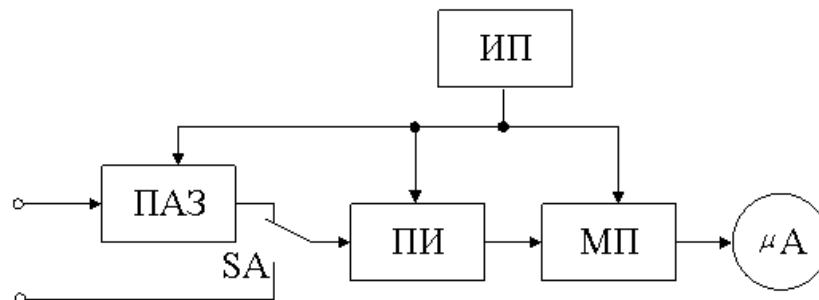


1	усилитель переменного тока
2	масштабный преобразователь
3	усилитель постоянного тока с преобразованием спектра сигнала
4	преобразователь импеданса

17. В качестве преобразователя импеданса используют

1	эмиттерный повторитель
2	фазиинверсный каскад
3	делитель напряжения
4	масштабирующий усилитель

18. Какое устройство реализовано на функциональной схеме?



1	преобразователь среднеквадратических значений
2	пиковый детектор
3	универсальный вольтметр
4	усилитель переменного тока

19. Прибор для визуального наблюдения и регистрации разнообразных электрических сигналов, а также для измерения различных параметров сигналов, определяющих их форму, значения, временные и частотно-фазовые соотношения, называют

1	преобразователь амплитудных значений
2	электронный осциллограф
3	аналоговый импульсный вольтметр
4	амплитудный детектор

20. Нелинейность амплитудной характеристики усилителей *электронного осциллографа* определяется по формуле

1	$\beta_A = (I - 1) * 100\%$
2	$N = 20 \text{Lg} \frac{I_{f_{\text{on}}}}{I_{f_{\text{min}}}}$
3	$\gamma = \frac{S_1 - S}{S}$
4	$Q = \frac{I_{cn}}{I_u}$

21. Как называется чувствительный селективный прибор, предназначенный для определения частотных составляющих сигнала?

1	электронный осциллограф
2	универсальный вольтметр
3	преобразователь амплитудных значений
4	анализатор спектра

22. Медленное изменение собственной частоты резонатора во всем анализируемом диапазоне частот характерно для анализатора спектра

1	параллельного типа
2	последовательного типа
3	смешанного типа
4	компенсационного типа

23. Характеристикой анализатора спектра является

1	разрешающая способность
2	быстродействие
3	порог чувствительности
4	нелинейность развертки

24. В генераторе синусоидальных сигналов в качестве задающих устройств используют

1	интегратор
2	аттенюатор
3	RC или LC – генераторы
4	анализатор параллельного типа

25. Устройство, в котором используется источник, вырабатывающий аналоговый шумовой сигнал, называется

1	амплитудный детектор
2	электродинамический ваттметр
3	фазометр
4	аналоговый генератор

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточного контроля (тесты к зачету)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания	Шкала оценивания (интервал баллов)
---------------------------------------	---------------------	---------------------------------------

5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)	зачтено
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)	
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)	
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)	незачтено

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен):

Тесты к экзамену:

1. Процесс аналого-цифрового преобразования включает операцию

1	дискретизация
2	буферизация
3	линеаризация
4	фильтрация

2. При заданном диапазоне и относительной допустимой погрешности преобразования цифрового измерительного устройства шаг квантования выбирается из соотношения?

1	$g = (\delta_{max} + x_{max})100$
2	$g > \delta_{max}x_{max}$
3	$g \leq \frac{\delta_{max}x_{max}}{100}$
4	$g = \frac{100}{\delta_{max}+x_{max}}$

3. При каком режиме каждое очередное аналого-цифровое преобразование происходит только тогда, когда изменение измеряемой величины превысит ступень квантования?

1	стационарный
2	следающий
3	циклический
4	резонансный

4. При каком режиме аналого-цифрового преобразования используют одновременно и квантование, и дискретизацию измеряемой величины?

1	циклический
2	компенсационный
3	следающий
4	периодический

5. Какой теореме, лежащей в основе дискретного преобразования сигнала, соответствует формулировка: если функция $x(t)$ не содержит в спектре частот выше F_m , то она полностью определяется последовательностью своих значений в отстоящие друг от друга моменты времени?

1	Бесселя
2	Котельникова
3	Фурье
4	Максвелла

6. Какая погрешность дискретности цифровых измерительных устройств определяется по формуле?

$$\delta_D = \frac{\Delta D}{N \cdot g} = \pm \frac{0,5g}{N \cdot g} = \pm \frac{0,5}{N_{\max}}$$

1	относительная
2	абсолютная
3	систематическая
4	приведенная

7. Какая погрешность дискретности определяется по формуле?

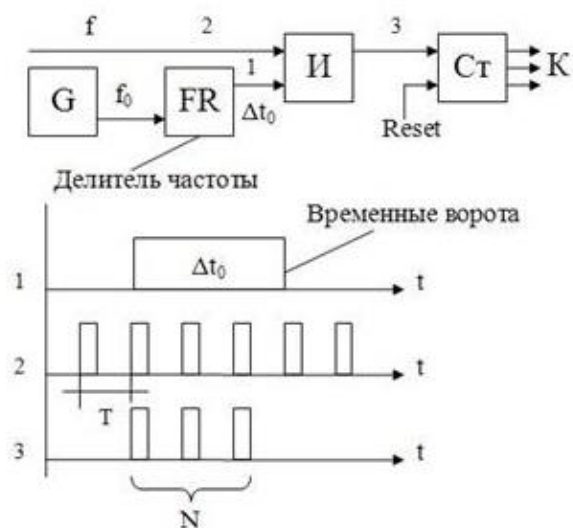
$$\gamma_D = \frac{\Delta D}{N_{\text{ном}}} = \pm \frac{0,5}{N_{\text{ном}}}$$

1	абсолютная
2	относительная
3	погрешность нелинейности
4	приведенная

8. Какая характеристика ЦИП определяется максимальным интервалом времени, необходимым для выполнения одного цикла измерения и преобразования входной величины?

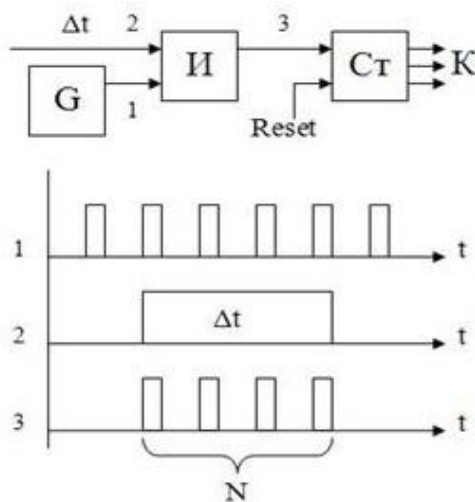
1	шаг квантования
2	точность
3	быстродействие
4	количество квантов

9. Какой метод преобразования аналоговой величины в код представлен структурной схемой и временной диаграммой сигналов?



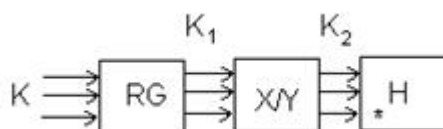
1	метод пространственного кодирования
2	метод совпадений
3	частотно-импульсный
4	кодо-импульсный

10. Какой метод преобразования аналоговой величины в код представлен структурной схемой и временной диаграммой сигнала?



1	кодо-импульсный
2	время-импульсный
3	метод совпадения
4	частотно-импульсный

11. Какой узел цифрового прибора реализуется по данной структурной схеме?



1	цифровое отсчетное устройство
2	запоминающее устройство
3	цифровой индикатор
4	преобразователь величины в код

12. Цифровые мосты постоянного тока предназначены

1	для измерения комплексных сопротивлений
2	для измерения сопротивлений постоянному току
3	для изменения емкости, индуктивности показателей качества конденсаторов и катушек
4	для измерения импеданса

13. Цифровые мосты переменного тока предназначены

1	взаимоиндуктивностей
2	для измерения сопротивлений постоянному току
3	отклонения сопротивления резисторов от их номинальных значений
4	для измерения комплексных сопротивлений, емкостей, индуктивностей, показателей качества конденсаторов и катушек

14. Уравновешивание цифрового моста широкого диапазона осуществляется

1	набором параллельно включенных резисторов
2	переменными резисторами, включенными в плечо, противоположное измеряемой величины
3	набором резисторов с ключами, управляемыми кодом
4	изменением полярности опорного напряжения

15. Пространственное АЦП со счетом квантов может работать в режиме

1	циклическом
2	импульсном
3	квантования по уровню
4	поразрядного кодирования

16. Что является аналоговой величиной, преобразуемой в код в методе пространственного кодирования?

1	угловое и линейное перемещение
2	временной интервал
3	напряжение постоянного тока
4	амплитуда импульса

17. Какой из методов положен в основу построения пространственных АЦП?

1	временного кодирования
2	с кодовыми масками
3	поразрядного кодирования
4	совпадений

18. Напряжение преобразуется в пропорциональный временной интервал в цифровых вольтметрах, реализующих метод

1	прямого преобразования
2	кодоимпульсный
3	частотно-импульсный
4	временным импульсный

19. Для цифрового измерительного устройства максимальный интервал времени, характеризующий быстродействие, определяется

1	классом точности
2	шагом дискретизации
3	количеством импульсов
4	периодом импульсов задающего генератора

20. Обязательным элементом цифрового отсчетного устройства ЦИП является

1	цифровой мост
2	разрядный ключ
3	преобразователь кода в код
4	источник опорного напряжения

21. Какой метод применяют для измерения разности фаз между двумя сигналами?

1	компенсационный
2	циклический
3	метод совпадений
4	импульсный

22. В каких цифровых измерительных устройствах применяется время-импульсный метод преобразования непрерывной величины в код?

1	в цифровых мостах
2	в цифровых фазометрах
3	в цифровых частотомерах
4	в цифровых вольтметрах

23. Какой метод преобразования непрерывной величины в код заложен в основу работы цифрового хронометра?

1	кодо-импульсный
2	время-импульсный
3	совпадений
4	последовательного приближения

24. Область применения частотно-импульсного метода преобразования непрерывной величины в код

1	в цифровых частотомерах
2	в цифровых хронометрах
3	в цифровых фазометры
4	цифровые мосты

25. В основу работы кодо-импульсного цифрового вольтметра положен метод

1	прямого преобразования
2	совпадений
3	уравновешивающего преобразования
4	поразрядного кодирования

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточного контроля (тесты к экзамену)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания	Шкала оценивания (интервал баллов)
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)	зачтено
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)	
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)	
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)	незачтено

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)