## министерство науки и высшего образования российской федерации

Мытишинский филиал

ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

(МФ МГТУ им. Н.Э.Баумана)

### Космический факультет

Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения (К2)

#### «УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора по учебной работе МФ, д. т. н.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## «АНАЛОГОВЫЕ И ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА»

Направление подготовки

12.03.01 «Приборостроение»

Направленность подготовки

«Информационно-измерительная техника и технологии»

Квалификация выпускника

#### Бакалавр

Форма обучения - очная

Срок освоения - 4 года

Курсы - III, IV

Семестры - 6, 7

Трудоемкость дисциплины:

10 зачетных единиц

Всего часов

- 360 час.

Из них:

Аудиторная работа

- 162 час.

Из них:

Лекции

- 72 час

Практические занятия

90 час.

Самостоятельная работа

- 162 час.

Подготовка к экзамену

36 час.

Формы промежуточной аттестации:

Зачёт, экзамен

– 6, 7 семестры

Мытищи, 2019 г.

Рабочая программа составлена на основании ОПОП ВО, разработанной в соответствии с требованиями ФГОС ВО, с учетом рекомендаций ПрООП ВО по данному направлению подготовки, направленностью подготовки, нормативными документами Министерства науки и высшего образования, университета и локальными актами филиала.

Автор: доцент кафедры «Информационно-измерительные		
системы и технологии		
приборостроения», к.т.н., доцент	The	Тарасенко П.А.
(00лжность, ученая степень, ученое звание)	(постись)	(Ф.И.О.)
Рецензент: доцент кафедры		
«Системы автоматического		
управления», к.т.н., доцент	4-	_
(должность, ученая степень, ученое звате)		Уткин Г.С.
,	(noomics)	(Φ.И.O.)
	«Mens 20	12 2.
Рабочая программа расс	N. COMP. O. V.	<u> </u>
	смотрена и	одобрена на заседании
кафедры «Информационно-измерительн	ные системы и техно	элогии приборостроения» (К2)
Протокол № <u></u> 8 от « <u>9</u> » <u>0</u>	ullhong	0
Temenost Viz Om « »	201	<u>G</u> r. /
390000000000000000000000000000000000000	$\sim$ /	
Заведующий кафедрой, д. т. н.,	111	
доцент	Juno	<b>2</b> Комаров Е.Г.
(ученая степень, ученое звание)	(nodnucs)	(Ф.И.О.)
		(92.FLO.)
Рабочая программа одобрена		
Рабочая программа одобрена Космического факультета.	на заседании н	научно-методического совета
		concre concre
Протокол № <u>6</u> от « <u>26</u> » 6	unerg 2011	2
		<b>2</b> 2.
Декан факультета, к.т.н.		
(ученая степень, ученое звание)		Поярков Н.Г.
y whee stematy	(подтись)	(Ф.И.О.)
Рабочая программа соответствует всем		
Рабочая программа соответствует всем п со всеми приложениями передан в отдел	необходимым требо	ваниям, электронный вариант
- Populi Borgesi	ооразовательных пр	оограмм МФ (ООП МФ)
Начальник ООП МФ, к.т.н.,	1	7
доцент	11	***
(ученая степень, ученое звание)	(hodred)	Шевляков А.А.
	«29» an peng 201.	<b>9</b> 2 (Ф.И.О.)

## СОДЕРЖАНИЕ

ВЫПИСКА ИЗ ОПОП ВО	. 4.
1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНО	DM
ПРОЦЕССЕ	.4
1.1. Цель освоения дисциплины	. 4.
1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с	
планируемыми результатами освоения образовательной программы	5
1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	
2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Й ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ	
3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
3.1. Тематический план	8
3.2. Учебно-методическое обеспечение для контактной работы обучающихс	
преподавателем	
3.2.1. Содержание разделов дисциплины, объем в лекционных часах	10
3.2.2. Практические занятия и семинары	
3.2.3. Лабораторные работы	
3.2.4. Инновационные формы учебных занятий	
	1 /
3.3. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	17
3.3.1. Расчетно-графические работы и домашние задания	1 / 17
3.3.2. Рефераты	
3.3.3. Контрольные работы	
3.3.4. Рубежный контроль	
3.3.5. Другие виды самостоятельной работ	
3.3.6. Курсовой проект или курсовая работа	18
4. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ	1.0
АТТЕСТАЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
4.1. Текущий контроль успеваемости обучающихся	
4.2. Промежуточная аттестация обучающихся	19.
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
5.1. Рекомендуемая литература	
5.1.1. Основная и дополнительная литература	
5.1.2. Учебные и учебно-методические пособия для подготовки к контактно	Й
работе обучающихся с преподавателем и для самостоятельной работы	
обучающихся	
5.1.3. Нормативные документы	
5.1.4. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и д	дру
электронные информационные источники	.21
5.2. Информационные технологии и другие средства, используемые при	
осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
5.3. Раздаточный материал	
5.4. Примерный перечень вопросов по дисциплине	
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	27.
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИ	Ю
ДИСЦИПЛ̀ИНЫ	28
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ	.31.
ПРИЛОЖЕНИЯ	
Карта обеспеченности литературой дисциплины	
График учебного процесса по дисциплине	

**Выписка из ОПОП ВО** по направлению подготовки 12.03.01 «приборостроение» направленность «Информационно-измерительная техника и технологии» для учебной дисциплины «Аналоговые и цифровые измерительные устройства»:

Индекс Наименование дисциплины и ее основные разделы (дидактические единицы)							
Б1.В.15	Аналоговые и цифровые измерительные устройства Основные понятия. Аналоговые измерительные устройства, нормируемые метрологические характеристики. Методы снижения погрешности. Электромеханические измерительные приборы. Показывающие, регистрирующие приборы различных структур. Приборы прямого действия. Автоматические компенсирующие приборы. Автоматические приборы с астатической характеристикой. Электронные приборы. Электронные вольтметры.  Электроизмерительные приборы с оптоэлектронными отсчетными устройствами. Электронные приборы для анализа характеристик сигналов и схем. Электронные осциллографы. Измерительные генераторы.  Цифровые средства измерений основные понятия и определения. Основные нормируемые характеристики цифровых средств измерений. Аналого-цифровое преобразование непрерывных величин. Время-импульсный метод АЦП. Кодо-импульсный метод АЦП. Кодо-импульсный метод АЦП. Кодо-импульсный метод АЦП. Метод пространственного кодирования. Цифровые измерительные приборы для измерения различных электрических и неэлектрических величин и параметров. Цифро-аналоговые преобразователи. Повышение точности цифровых средств измерения. Современная элементная база цифровых измерительных устройств.						

#### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

#### 1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Аналоговые и цифровые измерительные устройства», входящей в часть учебного плана, формируемую участниками образовательного процесса, состоит в освоении обучающимися теоретических и практических знаний по основным разделам дисциплины и практическом применении их при решении прикладных задач исследования и разработки методов и средств аналоговых и цифровых измерительных устройств.

Освоение дисциплины направлено на приобретение знаний, умений и навыков о методах измерения электрических и неэлектрических величин об организации структурных схем измерительных устройств о проектировании отдельных функциональных узлов измерительных устройств исходя из требований метрологических характеристик и характеристик преобразования.

# 1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины обучающийся должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности:

#### Проектно-конструкторская деятельность:

- анализ технического задания и задач проектирования приборов на основе изучения технической литературы и патентных источников;
- участие в разработке функциональных и структурных схем приборов с определением физических принципов действия устройств, их структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы;
- проектирование и конструирование типовых деталей и узлов с использованием стандартных средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием конструкций приборов;
- составление отдельных видов технической документации, включая технические условия, описания, инструкции и другие документы;
- участие в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов техники.

В соответствии с ОПОП ВО по данному направлению и направленности подготовки процесс обучения по данной дисциплине направлен на формирование следующих планируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций обучающихся и их индикаторов), установленных образовательной программой:

Код и наименование компетенции (результата освоения образовательной программы)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1 Способность к анализу технического задания при проектировании приборов на основе изучения технической литературы и патентных источников.	ПК-1.1. Осуществляет поиск источников по технической литературе и патентным источникам ПК-1.2. Проводит анализ технического задания при проектировании измерительных приборов.
ПК-2. Способность рассчитывать и проектировать элементы и устройства, основанные на различных физических принципах	ПК-2.1Рассчитывает различные характеристики элементов, устройств и приборов. ПК-2.2 Проектирует элементы и устройства, основанные на различных физических принципах действия
действия  ПК-7 Способность проводить измерения и исследования по заданной методике с выбором	ПК-7.1. Проводит измерения электрических и неэлектрических величин по заданным методикам ПК-7.2. Выбирает средства измерений в соответствии с задачей измерения и обеспечения требуемых значений метрологических характеристик
средств измерений и обработкой результатов	ПК-7.3. Проводит обработку результатов ряда равноточных и неравноточных прямых и косвенных измерений

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (ЗУНов), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1. Осуществляет поиск	Знать: структуру и систему классификации
источников по технической	основных источников технической информации.
литературе и патентным	Уметь: анализировать структурные и
источникам	функциональные схемы аналоговых и цифровых
	измерительных устройств.
	Владеть: методами анализа аналогов и прототипов
	по найденным техническим решениям
	аналогичных задач на основе изучения
	технической литературы и патентных источников.
ПК-1.2. Проводит анализ	Знать: основные технические и метрологические
технического задания при	характеристики проектируемых аналоговых и
проектировании измерительных	цифровых измерительных устройств и приборов.
приборов	Уметь: анализировать и сравнивать структурные и
	функциональные схемы аналоговых и цифровых
	измерительных устройств.
	Владеть: методами анализа технического задания
	и задач проектирования приборов на основе
	изучения технической литературы и патентных
	источников.
ПК-2.1Рассчитывает различные	Знать: основы теории и методов расчета узлов
характеристики элементов,	аналоговых и цифровых измерительных приборов
устройств и приборов.	и устройств.
	Уметь: рассчитывать характеристики и параметры
	функционирования элементов устройства,
	измерительных приборов
	Владеть: методами оценки эффективности
	разработанных устройств
ПК-2.2 Проектирует элементы и	Знать: основы теории и практики проектирования
устройства, основанные на	и конструирования узлов аналоговых и цифровых
различных физических принципах действия	измерительных приборов и устройств.
принцинах денетыя	Уметь: проектировать элементы и устройства,
	основанные на различных физических принципах
	действия.
	Владеть: методами, позволяющими сравнивать
	параметры и характеристики измерительных
	устройств, основанных на различных физических
ПК-7.1. Проводит измерения	принципах действия. Знать: методики измерения электрических и
электрических и неэлектрических	неэлектрических величин.
величин по заданным методикам	Уметь: планировать и организовывать
	измерительный эксперимент
	nomephrombin orenephroni
	Владеть: приемами настройки режимов работы,
	параметров и характеристик средств измерения
	электрических и неэлектрических величин
ПК-7.2. Выбирает средства	Знать: классификацию средств измерений по
измерений в соответствии с	назначению.
задачей измерения и обеспечения требуемых значений	Уметь: выбирать средства измерений в
треоусмых значении	соответствии с задачей измерения.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)					
метрологических характеристик	Владеть: методами оценки значений					
	метрологических характеристик выбранных					
	средств измерений.					
ПК-7.3. Проводит обработку	Знать: основы теории оценки погрешности					
результатов ряда равноточных и	результата измерений.					
неравноточных прямых и	Уметь: пользоваться табличными значениями из					
косвенных измерений	справочников для обработки результатов					
	измерений.					
	Владеть: методами обработки результатов прямых					
	и косвенных измерений					

Информация о формировании и контроле результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций представлена в Фонде оценочных средств.

### 1.3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Данная дисциплина входит в часть цикла дисциплин, формируемых участниками образовательного процесса. Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении высшей математики, физики, дополнительных главах физики, электротехники и электроники физические основы получения информации.

Полученные при изучении данной дисциплины знания, умения и навыки будут использоваться при изучении следующих дисциплин: методы и средства измерений и контроля, общая теория измерений и автоматизация измерений.

### 2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Объем дисциплины: в зачетных единицах – 10 з.е., в академических часах –360 .час.

		асов	Семестры	
Вид учебной работы	всего	в том числе в иннова- ционных формах	6	7
Общая трудоемкость дисциплины:	360	6	180	180
Переаттестовано: (только при обучении по индивидуальным планам)	-	-	-	
Аудиторная работа обучающихся с преподавателем:	162		90	72
Лекции (Л)	72		36	36
Практические занятия ( $\Pi$ 3) $u(unu)$ семинары ( $C$ )	90		54	36
Лабораторные работы (Лр)				
Самостоятельная работа обучающихся:	162	-	90	72
Проработка прослушанных лекций и учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку, изучение рекомендуемой литературы $(JI)$ —_	18	-	9	9

	Ч	Часов		тры
Вид учебной работы	всего	в том числе в иннова- ционных формах	6	7
Подготовка к практическим занятиям (Пз) $u(unu)$ семинарам (С) —_	9	-	13,3	9
Подготовка к лабораторным работам ( $\mathbf{J}\mathbf{p}$ ) — _		-		
Выполнение расчетно-графических ( <b>РГР</b> ) $u(unu)$ домашних заданий (Дз) $-$	66	-	33	33
Написание рефератов ( <b>P</b> ) – _				
Подготовка к контрольным работам ( <b>Кр</b> ) – $\_$		-		
Выполнение других видов самостоятельной работы (Др) – _	45	_	24	21
Выполнение курсового проекта (КП) или курсовой работы (КР)	-	-		
<b>Подготовка к экзамену:</b> (только при наличие экзамена(ов) — по <b>36</b> час на $1$ экзамен)	36	-		36
Форма промежуточной аттестации: (зачет (Зач), дифференцированный зачет (ДЗач), экзамен (Э))	Зач, Экз	-	Зач	Экз

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 3.1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

	6	семестј	י						
№	№ Раздел дисциплины		Аудиторные занятия			Самостоятельная работа студента и формы ее контроля			
	т издел дисциплины		Л, часов	№ Пз (С)	<b>№</b> Лр	№ РГР (ДЗ)	№ P	№ Kp	
1	Аналоговые измерительные устройства, структурные схемы, свойства и характеристики.		4	1,2					
2	Нормируемые метрологические характеристики. Погрешности, основная, дополнительная, динамическая, взаимодействия, погрешность нелинейности		4	3,4					
3	Методы уменьшения погрешности. Классификация методов. Стабилизация реальной характеристики преобразования. Компенсация погрешностей, Коррекция погрешностей. Фильтрация погрешностей. Конструктивные способы		4	5,6					

4	Электромеханические приборы, общие свойства и элементы, структурные схемы, виды приборов, моменты действующие в измерительном механизме. Уравнение шкалы.	4	7.8		Д31	
5	Мосты постоянного тока. Мосты переменного тока для измерения сопротивления, емкости, индуктивности и частоты. Компенсаторы постоянного тока.	4	9,10			
6	Электронные приборы. Общие узлы электронных приборов. Электронные вольтметры, измерительные преобразователи переменного напряжения в постоянное.	4	11,12			
7	Электронные приборы для анализа характеристик сигналов и схем. Анализаторы спектра. Коррелометры. Измерители АЧХ. Измерители нелинейных искажений.	4	13,14		Д32	
8	Электронный осциллограф, применение, свойства, классификации и структурные схемы. Каналы вертикального и горизонтального отклонения. Калибраторы амплитуды и времени.	4	15,16			
9	Измерительные генераторы. Характеристики и принципы построения генераторов детерминированных сигналов. Генераторы синусоидальных сигналов. Импульсные генераторы. Характеристики и принципы построения генераторов случайных сигналов.	4	17,18		Д33	

	7 семестр									
№	<u>№</u> Раздел дисциплины		Аудиторные занятия				Самостоятельная работа студента и формы ее контроля			
	т издел дисциплины		Л, часов	<u>№</u> Пз (С)	<u>№</u> Лр	№ РГР (ДЗ)	№ P	№ Kp		
1	Цифровые средства измерений основные понятия и определения. Аналого-цифровое преобразование непрерывных величин. Погрешности при АЦП. Статические и динамические погрешности цифровых измерительных устройств.		6	6						
2	Время-импульсный метод АЦП, способы реализации; способы повышения точности измерений.		4	4			Д31			

3	Частотно-импульсный метод АЦП. способы реализации; способы повышения точности измерений.	2	2			
4	Кодо-импульсный метод АЦП. способы реализации; способы повышения точности измерений. Комбинированные методы АЦП, цифровые при боры с автоматической коррекцией. Метод пространственного кодирования. способы реализации; способы повышения точности измерений.	6	6		Д32	
5	Цифро-аналоговые преобразователи. Основные нормируемые характеристики; структуры преобразователи код-напряжение	4	4			
6	Цифровые измерительные приборы для измерения различных электрических и неэлектрических величин и параметров	4	4			
7	Методы повышения точности цифровых измерительных устройств стабилизирующие характеристику преобразования. Методы повышения точности цифровых измерительных устройств корректирующие реальную характеристику преобразования	6	6		Д33	
8	Современная элементная база цифровых измерительных устройств.	2	2			
9	Цифровые информационно- измерительные системы, Интерфейсные устройства современных ИИС.	2	2			

## 3.2. АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

## 3.2.1. Содержание разделов дисциплины, объем в лекционных часах (Л) 72- часа

<b>№</b> Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов
	6 семестр	
1	Раздел1. Аналоговые измерительные устройства, классификация аналоговых измерительные устройства, структурные схемы,	2
	Раздел1 Аналоговые измерительные устройства, свойства и характеристики.	2

№ П	Раздел дисциплины и его содержание	Объем
<u>Л</u>		часов
3	Раздел2. Нормируемые метрологические характеристики. Погрешности, основная, дополнительная	2
4	Раздел2. Нормируемые метрологические характеристики. Погрешности, динамическая, взаимодействия, погрешность нелинейности	2
5	Раздел3. Методы уменьшения погрешности. Классификация методов. Стабилизация реальной характеристики преобразования	2
6	Раздел3 Методы уменьшения погрешности. Компенсация погрешностей, Коррекция погрешностей. Фильтрация погрешностей. Конструктивные способы	2
7	Раздел4. Электромеханические приборы, общие свойства и элементы, структурные схемы,	2
8	Раздел4. Электромеханические приборы виды приборов, моменты действующие в измерительном механизме. Уравнение шкалы.	2
9	Раздел5. Мосты постоянного тока. Компенсаторы постоянного тока.	2
10	Раздел 5. Мосты переменного тока для измерения сопротивления, емкости, индуктивности и частоты.	2
11	Раздел6 Электронные приборы. Общие узлы электронных приборов.	2
12	Разделб. Электронные вольтметры, измерительные преобразователи переменного напряжения в постоянное.	2
13	Раздел7. Электронные приборы для анализа характеристик сигналов и схем. Анализаторы спектра.	2
14	Раздел7. Коррелометры. Измерители AЧX. Измерители нелинейных искажений.	2
15	Раздел 8. Электронный осциллограф, применение, свойства, классификации и структурные схемы.	2
16	Раздел8. Электронный осциллограф, Каналы вертикального и горизонтального отклонения. Калибраторы амплитуды и времени.	2
17	Раздел9. Измерительные генераторы. Характеристики и принципы построения генераторов детерминированных сигналов. Генераторы синусоидальных сигналов.	2
18	Раздел9 Измерительные генераторы. Импульсные генераторы. Характеристики и принципы построения генераторов случайных сигналов.	2
№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов
	7 семестр	
1	Раздел1. Цифровые средства измерений основные понятия и определения.	2
2	Раздел1 Аналого-цифровое преобразование непрерывных величин.	2
3	Раздел1. Погрешности при АЦП. Статические и динамические погрешности цифровых	2

<u>№</u> Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов
4	Раздел2. Время-импульсный метод АЦП, способы реализации.	2
5	Раздел2. Время-импульсный метод АЦП,; способы повышения точности измерений. Общие и специальные методы. Нониусный метод, метод задержанных совпадений	2
6	Раздел3. Частотно-импульсный метод АЦП. способы реализации; способы повышения точности измерений.	2
7	Раздел4. Кодо-импульсный метод АЦП. способы реализации; способы повышения точности измерений.	2
8	Раздел4. Комбинированные методы АЦП, цифровые при боры с автоматической коррекцией	2
9	Раздел4. Метод пространственного кодирования. способы реализации; способы повышения точности измерений.	2
10	Раздел5.Цифро-аналоговые преобразователи. Основные нормируемые характеристики; структуры преобразователей.	2
11	Раздел 5. Преобразователи код-напряжение, Преобразователи код-временной интервал.	2
12	Раздел6. Цифровые измерительные приборы для измерения частоты и временных интервалов	2
13	Раздел6. Цифровые измерительные приборы для измерения сопротивления, емкости, индуктивности, добротности, тангенса угла потерь	2
14	Раздел 7. Методы повышения точности цифровых измерительных устройств стабилизирующие характеристику преобразования	2
15	Раздел7. Методы повышения точности цифровых измерительных устройств корректирующие реальную характеристику преобразования	2
16	Раздел 7. Итерационные методы коррекции инструментальной погрешности цифровых измерительных устройств	2
17	Раздел8. Современная элементная база цифровых измерительных устройств. Интегральное исполнение ЦАП и АЦП.	2
18	Раздел9. Цифровые информационно-измерительные системы, Интерфейсные устройства современных ИИС.	2

## **3.2.2.** ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (ПЗ) ИЛИ СЕМИНАРЫ (С) -90 ЧАСОВ

1 = 1		Объем часов	Раздел дисциплины	Виды контроля текущей успеваемости		
	6 семестр					
1	Аналоговые измерительные устройства, структурные схемы, свойства и характеристики.		1	Письменное тестирование		

№ Пз (C)	Тема практического занятия (семинара) и его содержание	Объем часов	Раздел дисциплины	Виды контроля текущей успеваемости
(0)	6 ce	местр		
2	Аналоговые измерительные устройства, структурные схемы, свойства и характеристики.	2	1	Письменное тестирование
3	Аналоговые измерительные устройства, структурные схемы, свойства и характеристики.	2	1	Письменное тестирование
4	Нормируемые метрологические характеристики. Погрешности, основная, дополнительная, динамическая, взаимодействия, погрешность нелинейности	2	2	Письменное тестирование
5	Нормируемые метрологические характеристики. Погрешности, основная, дополнительная, динамическая, взаимодействия, погрешность нелинейности	2	2	Письменное тестирование
6	Нормируемые метрологические характеристики. Погрешности, основная, дополнительная, динамическая, взаимодействия, погрешность нелинейности	2	2	Письменное тестирование
7	Методы уменьшения погрешности. Классификация методов. Стабилизация реальной характеристики преобразования. Компенсация погрешностей, Коррекция погрешностей. Фильтрация погрешностей. Конструктивные способы	2	3	Письменное тестирование
8	Методы уменьшения погрешности. Классификация методов. Стабилизация реальной характеристики преобразования. Компенсация погрешностей, Коррекция погрешностей. Фильтрация погрешностей. Конструктивные способы	2	3	Письменное тестирование
9	Методы уменьшения погрешности. Классификация методов. Стабилизация реальной характеристики преобразования. Компенсация погрешностей, Коррекция погрешностей. Фильтрация погрешностей. Конструктивные способы	2	3	Письменное тестирование

10	Электромеханические приборы, общие свойства и элементы, структурные схемы, виды приборов, моменты действующие в измерительном механизме. Уравнение шкалы.	2	4	Письменное тестирование
11	Электромеханические приборы, общие свойства и элементы, структурные схемы, виды приборов, моменты действующие в измерительном механизме. Уравнение шкалы.	2	4	Письменное тестирование
12	Электромеханические приборы, общие свойства и элементы, структурные схемы, виды приборов, моменты действующие в измерительном механизме. Уравнение шкалы.	2	4	Письменное тестирование
13	Мосты постоянного тока. Мосты переменного тока для измерения сопротивления, емкости, индуктивности и частоты. Компенсаторы постоянного тока.	2	5	Письменное тестирование
14	Мосты постоянного тока. Мосты переменного тока для измерения сопротивления, емкости, индуктивности и частоты. Компенсаторы постоянного тока.	2	5	Письменное тестирование
15	Мосты постоянного тока. Мосты переменного тока для измерения сопротивления, емкости, индуктивности и частоты. Компенсаторы постоянного тока.	2	5	Письменное тестирование
16	Электронные приборы. Общие узлы электронных приборов. Электронные вольтметры, измерительные преобразователи переменного напряжения в постоянное.	2	6	Письменное тестирование
17	Электронные приборы. Общие узлы электронных приборов. Электронные вольтметры, измерительные преобразователи переменного напряжения в постоянное.	2	6	Письменное тестирование
18	Электронные приборы. Общие узлы электронных приборов. Электронные вольтметры, измерительные преобразователи переменного напряжения в постоянное.	2	6	Письменное тестирование
19	Электронные приборы для анализа характеристик сигналов и схем. Анализаторы спектра. Коррелометры. Измерители АЧХ. Измерители	2	7	Письменное тестирование

	нелинейных искажений.			
	Электронные приборы для анализа характеристик сигналов и схем.			Письменное тестирование
20	Анализаторы спектра. Коррелометры. Измерители АЧХ. Измерители нелинейных искажений.	2	7	
	Электронные приборы для анализа			Письменное тестирование
	характеристик сигналов и схем.			•
21	Анализаторы спектра. Коррелометры.	2	7	
	Измерители АЧХ. Измерители нелинейных искажений.			
-	Электронный осциллограф, применение,			Письменное тестирование
	свойства, классификации и структурные			тисьменное тестирование
22	схемы. Каналы вертикального и	2	8	
	горизонтального отклонения.			
	Калибраторы амплитуды и времени.			
	Электронный осциллограф, применение,			Письменное тестирование
23	свойства, классификации и структурные	2	8	
23	схемы. Каналы вертикального и горизонтального отклонения.	2	8	
	Калибраторы амплитуды и времени.			
	Электронный осциллограф, применение,			Письменное тестирование
	свойства, классификации и структурные			
24	схемы. Каналы вертикального и	2	8	
	горизонтального отклонения.			
	Калибраторы амплитуды и времени. Измерительные генераторы.			Письменное тестирование
	Характеристики и принципы построения			тиевменное тестирование
	генераторов детерминированных			
25	сигналов. Генераторы синусоидальных	2	9	
	сигналов. Импульсные генераторы.			
	Характеристики и принципы построения			
	генераторов случайных сигналов.			Письменное тестирование
	Измерительные генераторы. Характеристики и принципы построения			тиновиспное тестирование
	генераторов детерминированных			
26	сигналов. Генераторы синусоидальных	2	9	
	сигналов. Импульсные генераторы.			
	Характеристики и принципы построения			
	генераторов случайных сигналов.			Пистманное тестирование
	Измерительные генераторы. Характеристики и принципы построения			Письменное тестирование
	генераторов детерминированных			
27	сигналов. Генераторы синусоидальных	2	9	
	сигналов. Импульсные генераторы.			
	Характеристики и принципы построения			
	генераторов случайных сигналов.			

№ Пз (С)	Тема практического занятия (семинара) и его содержание	Объем часов	Раздел дисциплины	Виды контроля текущей успеваемости
	7 ce	местр		
1	Цифровые средства измерений основные понятия и определения.	2	1	Письменное тестирование
2	Основные нормируемые характеристики цифровых измерительных устройств. Класс точности ЦИП		1	Письменное тестирование
3	Аналого-цифровое преобразование непрерывных величин. Погрешности при АЦП. Статические и динамические погрешности.		1	Письменное тестирование
4	Время-импульсный метод АЦП, способы реализации. Цифровой частотомер	2	2	Письменное тестирование
5	Время-импульсный метод АЦП,; способы повышения точности измерений. Нониусный метод, метод задержанных совпадений		2	Письменное тестирование
6	Частотно-импульсный метод АЦП. способы реализации; способы повышения точности измерений. На примере вольтметра В7-18	2	3	Письменное тестирование
7	Кодо-импульсный метод АЦП. способы реализации Счетно-импульсный способ и сособ поразрядного уравновешивания.	2	4	Письменное тестирование
8	Комбинированные методы АЦП, цифровые приборы с автоматической калибровкой	2	4	Письменное тестирование
9	Метод пространственного кодирования повышения точности измерений. Устранение погрешности неоднозначности считывания	2	4	Письменное тестирование
10	Цифро-аналоговые преобразователи. Основные нормируемые характеристики; структуры преобразователей.	2	5	Письменное тестирование
11	Преобразователи код-напряжение, Преобразователи код-временной интервал.	2	5	Письменное тестирование
12	Цифровые измерительные приборы для измерения частоты и временных интервалов	2	6	Письменное тестирование
13	Цифровые измерительные приборы для измерения сопротивления, емкости, индуктивности, добротности, тангенса угла потерь. Цифровые мосты	2	6	Письменное тестирование

№ Пз (С)	Тема практического занятия (семинара) и его содержание	Объем часов	Раздел дисциплины	Виды контроля текущей успеваемости
\ - <i>/</i>	7 ce	местр		
	переменного тока			
14	Методы повышения точности цифровых измерительных устройств стабилизирующие характеристику преобразования	2	6	Письменное тестирование
15	Методы повышения точности цифровых измерительных устройств корректирующие реальную характеристику преобразования	2	7	Письменное тестирование
16	Итерационные методы коррекции инстументальной погрешности цифровых измерительных устройств	2	7	Письменное тестирование
17	Современная элементная база цифровых измерительных устройств. Интегральное исполнение ЦАП и АЦП.	2	8	Письменное тестирование
18	Цифровые информационно- измерительные системы, Интерфейсные устройства современных ИИС.	2	9	Письменное тестирование

### 3.2.3.ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛР) — \_\_0\_ ЧАСОВ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

### 3.2.4. Инновационные формы учебных занятий

При изучении данной дисциплины применяются следующие инновационные формы учебных занятий:

- интерактивная лекция;
  - работа в команде (в группах);
  - выступление студента в роли обучающего.
  - разработка проекта.

При этом предусматривается использование таких вспомогательных средств, как мультимедийный проектор, плакаты, раздаточный материал.

#### 3.3.1. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ (ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ) – 21 ЧАС

Выполняются домашние задания по следующим темам:

<b>№</b> Дз	№ Дз Тема расчетно-графической работы		Объем часов	Раздел дисциплины		
	6 семестр					
1	Расчет	уравнений	шкал	электромеханических	9	13

	измерительных приборов.		
2	Расчет потерь в реальных конденсаторах и катушках индуктивности.	15	15
3	Расчет реальных схем частотно-зависимых мостов переменного тока.		
	7 семестр		
<b>№</b> Дз	Тема расчетно-графической работы	Объем часов	Раздел дисциплины
1	Расчет погрешностей измерения частоты и перида сигнала цифровым частотомером.	9	13
2	Измерение импульсным цифровым вольтметром периодической последовательности прямоугольных импульсов при различной скважности	15	15
3	Реализация аддитивного итеративного алгоритма коррекции инструментальной погрешности цифрового измерителя постоянного напряжения при заданных значениях аддитивной и мультипликативной погрешности АЦП		

#### **3.3.2. Р**ЕФЕРАТЫ – 0 ЧАСОВ

Реферат рабочей программой не предусмотрен

#### 3.3.3. Контрольные работы (Кр) – Очасов

Контрольные работы рабочей программой не предусмотрены

#### 3.3.4. ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ (ДР) - 27 ЧАСОВ

Другие виды самостоятельной работы относятся к нерегламентированной самостоятельной работе обучающихся, связанной с углубленным изучением отдельных тем или разделов дисциплины, их творческой деятельностью, развитием личностных качеств и т.д. Конкретные формы других видов самостоятельной работы обучающийся выбирает самостоятельно или по рекомендации преподавателя в ходе изучения дисциплины.

#### 3.3.5. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (КП) ИЛИ КУРСОВАЯ РАБОТА (КР) - 0 ЧАСОВ

Курсовой проект или курсовая работа учебным планом не предусмотрены.

#### 4. ТЕКУЩИЙ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для оценки текущей успеваемости используются следующие формы текущего

контроля:

№ п/п	Раздел дисциплины	Форма текущего контроля	Формируемые компетенции	Текущий контроль результатов обучения, баллов (мин./макс.)
		6 семестр		
1	1-4	Проверка домашнего задания № 1	ПК-1, ПК-2, ПК-7	20/29
4	1-4	Контроль посещаемости (6 занятий)		0/1
		Всего за модуль		20/30
1	5-8	Проверка домашнего задания № 2	ПК-1, ПК-2, ПК-7	20/29
2	5-8	Контроль посещаемости (6 занятий)		0/1
		Всего за модуль		20/30
1	5-8	Проверка домашнего задания № 3	ПК-1, ПК-2, ПК-7	20/29
2	5-8	Контроль посещаемости (6 занятий)		0/1
		Всего за модуль		20/40
		Итого:		60/100
№ п/п	Раздел дисциплины	Форма текущего контроля	Формируемые компетенции	Текущий контроль результатов обучения, баллов (мин./макс.)
		7 семестр		
1	1-4	Проверка домашнего задания № 1	ПК-1, ПК-2, ПК-7	20/29
4	1-4	Контроль посещаемости (6 занятий)		0/1
		Всего за модуль		20/30
1	5-8	Проверка домашнего задания № 2	ПК-1, ПК-2, ПК-7	20/29
2	5-8	Контроль посещаемости (6 занятий)		0/1
		Всего за модуль		20/30
1	5-8	Проверка домашнего задания № 3	ПК-1, ПК-2, ПК-7	20/29
2	5-8	Контроль посещаемости (6 занятий)		0/1
		Всего за модуль		20/40
		Итого:		60/100

Студенты, не выполнившие в полном объеме установленных требований, не допускаются к итоговому контролю по данной дисциплине, как не выполнившие график учебного процесса по данной дисциплине.

#### 4.2. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для оценки результатов изучения дисциплины используются следующие формы промежуточной аттестации:

Семестр	Разделы дисциплины	Форма промежуточного контроля	Проставляется ли оценка в приложение к диплому	Промежуточная аттестация, баллов (мин./макс.)
6	1 – 9	Зачет	Да	60/100
7	1 – 9	Экзамен	да	60/100

Обучающийся, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания и сдавший все контрольные мероприятия по текущему контролю результатов обучения и прошедший промежуточную аттестацию, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

Рейтинг	Оценка на экзамене, дифференцированном зачете	Оценка на зачете	
85 – 100	онрилто	зачет	
71 – 84	хорошо	зачет	
60 - 70	удовлетворительно	зачет	
0 – 59	неудовлетворительно	незачет	

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1.1. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1. Высокоскоростная цифровая обработка сигналов и проектирование аналоговых систем / пер. с англ. К.В. Юдинцева; под ред. Егорочкина. М.: Техносфера, 2013. 192 с.: ил. (Мир радиоэлектроники).
- **2.** Линейные схемы. Руководство по проектированию / под ред. Х.Цумбалена, перев. с англ. В.О. Султанова. М. : Техносфера, 2011. 1127 с. (Мир электроники).
- 3. Активные фильтры и генераторы. Проектирование и схемотехника с использованием интегральных микросхем / пер. с нем. Т.Н. Зазаевой. М. : ТЕХНОСФЕРА, 2010. 416 с. (Мир электроники).
- 4. **Наундорф У.** Аналоговая электроника. Основы, расчет, моделирование / перев. с нем. М.М. Ташлицкого. М.: Техносфера, 2008. 471 с.: CD диск. (Мир электроники).
- 5. **Умняшкин** С. **В.** Основы теории цифровой обработки сигналов : Учеб. пособие для студ. вузов направ. подготовки бакалавров и магистров "Прикладная математика", "Информатика и вычислительная техника". М. : Техносфера, 2016. 526 с. (Мир цифровой обработки).
- 6. **Печатные платы. В 2-х кн. Кн.1**: Справочник / под ред. К.Ф. Кумбза; перев. с англ. под ред. А.М. Медведева. М.: Техносфера, 2011. 1015 с. (Мир электроники).

# **5.1.2.** Учебные и учебно-методические пособия для подготовки к аудиторным занятиям и для самостоятельной работы студентов.

- 1. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий: учебное пособие / В.К. Батоврин, А.С. Бессонов, В.В. Мошкин, В.Ф. Папуловский. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ДМК Пресс, 2009. 232 с. ISBN 978-5-94074-498-6.
- 2. ТЕКСТ: ЭЛЕКТРОННЫЙ // ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА «ЛАНЬ»: [САЙТ]. URL: HTTPS://E.LANBOOK.COM/BOOK/1096— РЕЖИМ ДОСТУПА: ДЛЯ АВТОРИЗ. ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ.

#### 5.1.3. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

- 1.ЕСКД: ГОСТ 2.3335-78(моделирование автоматических систем); ГОСТ 2.105-95(общие требования к текстовым документам); ГОСТ 2.004-88 (общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ ).
- 2. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184 «О техническом регулировании» (с изменениями от 9 мая 2005 г., 1 мая, 1 декабря 2007 г., 23 июля 2008 г., 18 июля 2009 г., 30

декабря 2009г.).

- 3. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
- 4. ПР 50.2.102 -2009 «Положение о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации».
  - 5. ПР 108-2010 «Положение об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».
  - 6. МИ 2365-96 «Рекомендация. ГСИ. Шкалы измерений. Основные положения. Термины и определения».
  - 7. МИ 83-76 «Методика определения параметров поверочных схем».

# **5.1.4.** РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» И ДРУГИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

- 8. <a href="http://www.gost.ru">http://www.gost.ru</a> официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации (РОССТАНДАРТ).
- 9. <a href="http://www.fundmetrology.ru/">http://www.fundmetrology.ru/</a> официальный сайт Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений РОССТАНДАРТа.
- 10. <u>http://www.vniims.ru/</u> официальный сайт Всероссийского научно-исследовательского института метрологической службы (ФГУП ВНИИМС).

# **5.2.** Информационные технологии и другие средства обеспечения освоения лиспиплины

При изучении данной дисциплины используются следующие средства, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

№ п/п	Средство обеспечения освоения дисциплины	Раздел дисциплины	Вид аудиторных занятий и самостоятельной работы
1	Система дистанционного обучения МФ МГТУ, (для обеспечения учебно-методическими материалами, проверки знаний студентов по различным разделам дисциплины, подготовленности их к проведению и защите лабораторных работ)		Л, Пз
2	Учебные плакаты	2 - 7	Л, Пз

#### 2. 5.3. РАЗДАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

3. При изучении данной дисциплины используются следующий раздаточный материал:

<b>№</b> п/п	Раздаточный материал	Раздел дисциплины	Вид аудиторных занятий
1	Первичные измерительные преобразователи ( препарированные датчики) физических величин	6-9	практические

#### 5.4. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМУ ЗАЧЕТУ

Билеты к экзамену по АиЦИУ

- 1. Нормирование метрологических характеристик СИ.
- 2. Цифровой мост для измерения реактивных сопротивлений. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 1.Дискретное (аналого-цифровое) преобразование непрерывных величин

- 2. Частотомер цифровой. Блок-схема, принцип действия, режим работы, основные технические характеристики.
- 1.Цифровой вольтметр с автоматической калибровкой (на примере вольтметра Ш13-16).
- 2. Цифроаналоговые преобразователи. Определения, характеристики.
- 1.Метод пространственного кодирования. Кодирующие и квантующие преобразователи. Погрешность неоднозначности считывания
- 2. Цифровой универсальный измеритель параметров R, C, L. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 1. Цифровые измерители частоты. Структурные схемы и временные диаграммы работы частотомера при измерении высоких и низких частот. Погрешность измерения частоты.
- 2. Цифровой вольтметр с кодоимпульсным преобразованием (поразрядное уравновешивание).

Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.

- 1. Преобразователь код-напряжение на основе управляемого делителя напряжения.
- 2. Частотомер цифровой. Блок-схема, принцип действия, режим работы, основные технические характеристики.
- 1.ЦАП последовательного типа. Преобразователь Шеннона.
- 2. Мультипликативные итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей.
- 1.ЦАП последовательного типа. Преобразователь с двумя суммирующими емкостями.
- 2. Методы повышения точности ЦИУ, основанные на коррекции статической характеристики преобразований.
- 1. Нормирование погрешностей ЦИП, класс точности ЦИП.
- 2. Цифровой вольтметр с частотно-импульсным преобразованием. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 1. Цифровой вольтметр на основе ВИМ АЦП (с двойным интегрированием). Блок-схема, принцип действия, основные метрологические характеристики.
- 2.Статические и динамические погрешности при непрерывно-дискретном преобразовании.
- 1. Цифровой вольтметр с времяимпульсным преобразованием. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики. (Источники инструментальной погрешности)
- 2.Системы счисления и кодирования, используемые при разработке ЦИП.
- 1.Времяимпульсный метод (ВИМ) аналого-цифрового преобразования: блок-схема, временные диаграммы, уравнения преобразования, метрологические возможности, достоинства и недостатки, область применения.
- 2. Преобразователь код-напряжение на основе управляемого делителя напряжения.

- 1.Измерительные преобразователи переменного тока в постоянный. Преобразуемые значения, их связь через коэффициенты амплитуды, формы и усреднения.
- 2. Цифровой вольтметр для измерения импульсных напряжений. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 1. Частотно-импульсный метод аналого-цифрового преобразования: блок-схема, временные диаграммы, уравнение преобразования, метрологические возможности, достоинства и недостатки, область применения.
- 2. Частотомер цифровой. Блок-схема, принцип действия, режим работы, основные технические характеристики.
- 1. Цифровой вольтметр для измерения импульсных напряжений. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 2.Преобразователи код во временной интервал.
- 1.Электронные осциллографы. Структурная схема. Развертка и синхронизация.
- Градуировки каналов X и У, применение для измерений.
- 2. Нониусный метод повышения точности измерителей временных интервалов.
- 1. Цифровой мост для измерения реактивных сопротивлений. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 2. Мультипликативные итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей.
- 1. Цифровой универсальный измеритель параметров R, C, L. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 2. Цифровой вольтметр с кодоимпульсным преобразованием (поразрядное уравновешивание). Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 1.Аддитивные итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей.
- 2.ВИМ преобразования по способу двойного интегрирования: блок-схема, временные диаграммы, уравнение преобразования, метрологические возможности, достоинства и недостатки, область применения.
- 1.Измерительные генераторы. Гармонические измерительные генераторы.Импульсные генераторы.
- 2.Метод задержанных совпадений, блок-схема, временные диаграммы, уравнение преобразования, метрологические возможности, достоинства и недостатки, область применения.

- 1. Методы повышения точности ЦИУ, основанные на стабилизации статической характеристики преобразования.
- 2. Мультипликативные итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей. Способы описания и реализации, условия сходимости.
- 1. Цифровой вольтметр с частотно-импульсным преобразованием. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 2. Цифровой мост для измерения реактивных сопротивлений. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 1. Частотно-импульсный метод аналого-цифрового преобразования: блок-схема, временные диаграммы, уравнение преобразования, метрологические возможности, достоинства и недостатки, область применения.
- 2. Частотомер цифровой. Блок-схема, принцип действия, режим работы, основные технические характеристики.
- 1.Непрерывно-дискретное преобразование непрерывных величин. Статические и динамические составляющие погрешности непрерывно-дискретного преобразования.
- 2. Аддитивные итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей.
- 1.Методы повышения точности ЦИУ, основанные на стабилизации статической характеристики преобразования.
- 2. Мосты переменного тока, предназначенные для измерения емкости и индуктивности.
- 1.Аддитивные итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей. Способы описания и реализации, условия сходимости.
- 2. Мосты постоянного тока.
- 1.Преобразователи код во временной интервал.
- 2. Итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей.

#### Билеты к экзамену по АиЦИУ

- 1. Нормирование метрологических характеристик СИ.
- 2. Цифровой мост для измерения реактивных сопротивлений. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 1.Дискретное (аналого-цифровое) преобразование непрерывных величин
- 2. Частотомер цифровой. Блок-схема, принцип действия, режим работы, основные технические характеристики.

- 1.Цифровой вольтметр с автоматической калибровкой (на примере вольтметра Ш13-16).
- 2. Цифроаналоговые преобразователи. Определения, характеристики.
- 1.Метод пространственного кодирования. Кодирующие и квантующие преобразователи. Погрешность неоднозначности считывания
- 2. Цифровой универсальный измеритель параметров R, C, L. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 1. Цифровые измерители частоты. Структурные схемы и временные диаграммы работы частотомера при измерении высоких и низких частот. Погрешность измерения частоты.
- 2. Цифровой вольтметр с кодоимпульсным преобразованием (поразрядное уравновешивание).

Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.

- 1. Преобразователь код-напряжение на основе управляемого делителя напряжения.
- 2. Частотомер цифровой. Блок-схема, принцип действия, режим работы, основные технические характеристики.
- 1.ЦАП последовательного типа. Преобразователь Шеннона.
- 2. Мультипликативные итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей.
- 1.ЦАП последовательного типа. Преобразователь с двумя суммирующими емкостями.
- 2.Методы повышения точности ЦИУ, основанные на коррекции статической характеристики преобразований.
- 1. Нормирование погрешностей ЦИП, класс точности ЦИП.
- 2. Цифровой вольтметр с частотно-импульсным преобразованием. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 1. Цифровой вольтметр на основе ВИМ АЦП (с двойным интегрированием). Блок-схема, принцип действия, основные метрологические характеристики.
- 2.Статические и динамические погрешности при непрерывно-дискретном преобразовании.
- 1. Цифровой вольтметр с времяимпульсным преобразованием. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики. (Источники инструментальной погрешности)
- 2.Системы счисления и кодирования, используемые при разработке ЦИП.
- 1.Времяимпульсный метод (ВИМ) аналого-цифрового преобразования: блок-схема, временные диаграммы, уравнения преобразования, метрологические возможности, достоинства и недостатки, область применения.
- 2. Преобразователь код-напряжение на основе управляемого делителя напряжения.

- 1.Измерительные преобразователи переменного тока в постоянный. Преобразуемые значения, их связь через коэффициенты амплитуды, формы и усреднения.
- 2. Цифровой вольтметр для измерения импульсных напряжений. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 1. Частотно-импульсный метод аналого-цифрового преобразования: блок-схема, временные диаграммы, уравнение преобразования, метрологические возможности, достоинства и недостатки, область применения.
- 2. Частотомер цифровой. Блок-схема, принцип действия, режим работы, основные технические характеристики.
- 1. Цифровой вольтметр для измерения импульсных напряжений. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 2. Преобразователи код во временной интервал.
- 1.Электронные осциллографы. Структурная схема. Развертка и синхронизация. Градуировки каналов X и Y, применение для измерений.
- 2. Нониусный метод повышения точности измерителей временных интервалов.
- 1. Цифровой мост для измерения реактивных сопротивлений. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 2. Мультипликативные итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей.
- 1. Цифровой универсальный измеритель параметров R, C, L. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 2. Цифровой вольтметр с кодоимпульсным преобразованием (поразрядное уравновешивание). Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 1. Аддитивные итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей.
- 2.ВИМ преобразования по способу двойного интегрирования: блок-схема, временные диаграммы, уравнение преобразования, метрологические возможности, достоинства и недостатки, область применения.
- 1.Измерительные генераторы. Гармонические измерительные генераторы.Импульсные генераторы.
- 2.Метод задержанных совпадений, блок-схема, временные диаграммы, уравнение преобразования, метрологические возможности, достоинства и недостатки, область применения.

- 1. Методы повышения точности ЦИУ, основанные на стабилизации статической характеристики преобразования.
- 2.Мультипликативные итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей. Способы описания и реализации, условия сходимости.
- 1. Цифровой вольтметр с частотно-импульсным преобразованием. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 2. Цифровой мост для измерения реактивных сопротивлений. Блок-схема, принцип действия, основные технические характеристики.
- 1. Частотно-импульсный метод аналого-цифрового преобразования: блок-схема, временные диаграммы, уравнение преобразования, метрологические возможности, достоинства и недостатки, область применения.
- 2. Частотомер цифровой. Блок-схема, принцип действия, режим работы, основные технические характеристики.
- 1.Непрерывно-дискретное преобразование непрерывных величин. Статические и динамические составляющие погрешности непрерывно-дискретного преобразования.
- 2. Аддитивные итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей.
- 1. Методы повышения точности ЦИУ, основанные на стабилизации статической характеристики преобразования.
- 2. Мосты переменного тока, предназначенные для измерения емкости и индуктивности.
- 1.Аддитивные итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей. Способы описания и реализации, условия сходимости.
- 2. Мосты постоянного тока.
- 1.Преобразователи код во временной интервал.
- 2. Итерационные алгоритмы коррекции инструментальных погрешностей.

#### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении данной дисциплины используются следующее материально-техническое обеспечение дисциплины:

№ п/п	Материально-техническое обеспечение дисциплины	Раздел дисциплины	Вид аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов
1	Виртуальные лабораторные стенды моделирующие свойства измерительных преобразователей и других средств измерений.		Л
3	Специализированная кафедральная лаборатория для обучения, контроля знаний и освоения методов расчетов по основным разделам курса		Л, Пз, РГР(ДЗ)

# 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными видами деятельности обучающегося являются контактная работа с преподавателем и самостоятельная работа, которая включает в себя подготовку к контактной работе обучающихся с преподавателем, проработку материалов, полученных в процессе этой работы, а также подготовку и выполнение всех видов самостоятельной работы, заявленных в рабочей программе дисциплины.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению с учетом рекомендаций преподавателя.

По зачислении на первый курс или переводу на очередной курс следует провести подготовку к началу обучения. Эта подготовка в самом общем включает несколько необходимых положений:

- Следует убедиться в наличии рабочей программы и необходимых методических указаний по всем видам контактной и самостоятельной работы, указанных в программе дисциплины, понять требования, предъявляемые к изучению дисциплины. При необходимости надлежит получить на кафедре необходимые указания и консультации, контрольные вопросы для изучения дисциплины.
- Необходимо ознакомиться с рейтинговой бальной системой по дисциплине. Преподаватель обязан ознакомить обучающихся с порядком начисления рейтинговых баллов по всем, предусмотренным рабочей программой дисциплины, видам контактной и самостоятельной работы обучающихся.
- Необходимо создать (рационально и эмоционально) максимально высокий уровень мотивации к последовательному и планомерному изучению дисциплины.
- Необходимо изучить список рекомендованной основной и дополнительной литературы и убедиться в её наличии у себя дома или в библиотеке в бумажном или электронном виде.
- Необходимо иметь «под рукой» специальные и универсальные словари и энциклопедии, для того, чтобы постоянно уточнять значения используемых терминов и понятий. Пользование словарями и справочниками необходимо сделать привычкой. Опыт показывает, что неудовлетворительное усвоение предмета зачастую коренится в неточном, смутном или неправильном понимании и употреблении понятийного аппарата учебной дисциплины.
- Желательно в самом начале периода обучения возможно тщательнее спланировать время, отводимое на контактную и самостоятельную работу по дисциплине, представить этот план в наглядной форме и в дальнейшем его придерживаться, не допуская срывов графика

индивидуальной работы и аврала в предсессионный период. При этом необходимо руководствоваться Графиком учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, который входит в состав рабочей программы. Пренебрежение этим пунктом приводит к переутомлению и резкому снижению качества усвоения учебного материала.

- Работу следует начинать с изучения рабочей программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучающихся. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем – приступать к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном графиком учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
- Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал с помощью учебника. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем. Затем, как показывает опыт, полезно изучить выдержки из первоисточников. При желании можно составить их краткий конспект. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

**Лекционные занятия** посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений дисциплины и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку. Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершенный раздел курса.

В ходе лекционных занятий конспектировать учебный материал. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Обучающимся рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

**Практические и семинарские** занятия проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для решения практических задач в предметной области дисциплины.

**Лабораторные работы** предназначены для приобретения опыта практической реализации полученных теоретических знаний. Методические указания к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется преподавателем перед проведением лабораторных работ.

Самостоятельная работа студентов включает проработку лекционного курса, подготовку к практическим, семинарским занятиям и лабораторным работам, выполнение всех заявленных в рабочей программе видов самостоятельной работы (выполнение домашних заданий, расчетно-графических и расчетно-проектировочных работ, курсовых проектов и работ, подготовку к контрольным работам, написание рефератов и пр.). Результаты всех видов работ обучающихся формируются в виде их личных портфолио, которые учитываются на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации их всех

#### возможных источников.

В ходе самостоятельной работы необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, методическими указаниями по соответствующему виду самостоятельной работы. При этом необходимо учесть рекомендации преподавателя и требования рабочей программы. Очень полезно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой.

Необходимо строго следовать графика учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, который входит в состав рабочей программы.

Готовясь, по всем непонятным моментам обращаться за методической помощью к преподавателю. Своевременное и качественное подготовка и выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Обучающийся может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы.

Оценивание полученных в процессе изучения дисциплины знаний, умений и навыков проводится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся МФ МГТУ им. Баумана.

Утвержденные критерии оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, методика начисления рейтинговых баллов при их прохождении представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине, который сформирован как отдельный документ, является приложением к рабочей программе и структурно входит в состав учебнометодического комплекса дисциплины.

**Текущий контроль** проводится в процессе изучения каждого раздела или модуля дисциплины, его итоговые результаты складываются из рейтинговых баллов, полученных при прохождении всех запланированных контрольных мероприятий с учетом своевременности их прохождения, а также посещаемости аудиторных занятий.

Освоение дисциплины, ее успешное завершение на стадии промежуточного контроля возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля.

Обучающиеся, не выполнившие в полном объеме установленных требований, не допускаются к промежуточной аттестации по данной дисциплине, как не выполнившие график учебного процесса по данной дисциплине.

**Промежуточная аттестация** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме, установленной учебным планом, и виде, выбранном преподавателем. При этом проводится проверка освоение ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний, умений и навыков по ней.

К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, которые систематически в течение всего семестра работали на занятиях и показали уверенные знания по вопросам, выносившимся на групповые занятия, также выполнившие все виды контактной и самостоятельной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, прошедшие все контрольных мероприятий и набравшие при этом количество рейтинговых баллов, превышающее установленное рабочей программой минимальное значение.

Непосредственная подготовка к промежуточной аттестации осуществляется по вопросам, представленным в фонде оценочных средств по дисциплине, которые обучающимся должен предоставить преподаватель. Необходимо тщательно изучить формулировку каждого вопроса, вникнуть в его суть, составить план ответа. Обычно план включает в себя:

- показ теоретической и практической значимости рассматриваемого вопроса;
- обзор освещения вопроса;

- определение сущности рассматриваемого предмета;
- основные элементы содержания и структуры предмета рассмотрения;
- факторы, логика и перспективы эволюции предмета;
- показ роли и значения рассматриваемого материала для практической деятельности.

План ответа желательно развернуть, приложив к нему ссылки на первоисточники с характерными цитатами.

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ

При подготовке к контактной работе с обучающимися, контроле текущей успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся преподавателю необходимо руководствоваться рабочей программой дисциплины, а также картой обеспеченности литературой, учебнометодической картой, графиком учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, фондом оценочных средств по дисциплине, которые входит в состав рабочей программы.

На первом занятии по дисциплине преподаватель должен довести до обучающихся всю необходимую информацию по дисциплине, предоставить или дать ссылки, на рабочую программу дисциплины, а также карту обеспеченности литературой, учебно-методическую карту, график учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, фонд оценочных средств по дисциплине, все необходимые рекомендации по всем видам контактной и самостоятельной работы, заявленным в рабочей программе дисциплины.

**Лекции** составляют основу теоретической подготовки студентов с целью понимания ими сущности дисциплины и практической работы в бухгалтерских информационных системах.

На лекциях рассматриваются наиболее важные понятия, определяются основные направления дисциплины, дается общая характеристика поставленных вопросов, различные научные концепции, которые есть по данной теме, осмысливаются состояния и перспективы развития, даются особенности использования современных информационных технологий.

Лекции должны активизировать познавательную деятельность обучающихся, вызывать интерес к поставленным проблемам и направлениям развития в профессиональной области, формировать их профессиональный кругозор, аналитические качества, творческий подход к изучению дисциплины, определять направления дальнейшего самостоятельного изучения и практического освоения в данной области.

Изложение материала лекций должно носить проблемный, инновационный характер, способствующий формированию и развитию общекультурных и профессиональных компетенций по профилю обучаемых.

В ходе лекций следует акцентировать внимание на наиболее важных, узловых и сложных в восприятии моментах учебного материала, вовлекая к разрешению сформулированных проблем аудиторию, ставя перед студентами задачи на проведение в ходе внеаудиторной самостоятельной работы аналитических оценок и научных исследований, способствующих закреплению изучаемого материала и постижению нового. Очень важно насытить лекционный материал цифрами и различными практическими примерами, подтверждающими теоретические тезисы. Также следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Это способствует активизации мыслительной деятельности обучающихся, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию.

Преподавателю, читающему лекции по данной дисциплине, необходимо опираться на основную литературу, представленную в рабочей программе данной дисциплины, а также на учебные пособия, монографии, научные статьи и периодические издания известных специалистов в данной области.

Учебный материал следует излагать с использованием интерактивных методик и презентационных средств, раскрывая новейшие и перспективные информационно-технологические достижения. Если доступен Интернет, то обучающимся можно показать сайты по теме, актуальные страницы с ресурсами.

Определяя задачи на самостоятельную работу студентов, следует обращать внимание обучаемых на использование облачных сред и технологий, обеспечивающих доступ к информационно-технологическим ресурсам из рабочих мест вне учебной базы университета и филиала.

Контроль усвоения учебного материала, кроме традиционных форм, следует проводить с использованием тематических тестовых заданий, сформулированных в разделе

**Практические занятия и семинары** имеют целью закрепления знаний, полученных на лекциях. Все практические занятия дисциплины проводятся в специализированных классах университета. На первом занятии преподаватель должен напомнить студентам требования техники безопасности.

На практических занятиях студенты овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются при изучении специальных дисциплин, а также в процессе прохождения производственной практики.

Проводя практические занятия по данной дисциплине, предлагается использовать задания указанные в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Выполнение заданий должно быть индивидуальным. При оценивании выполненных заданий следует учитывать достижение результата, правильность выбора технологии решения, время решения, индивидуальность работы. Веса указанных факторов следует выбирать в зависимости от целей проводимого занятия. Для закрепления практических навыков и умений студентам следует по каждой теме выдавать задания на самостоятельную работу, по трудоемкости сходные с задачами, решаемыми в аудитории.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются аналитические и интеллектуальные умения.

**Лабораторные работы** предназначены для приобретения обучающимися опыта практической реализации полученных теоретических знаний. Методические указания к лабораторным работам должны прорабатываться обучающимися во время самостоятельной подготовки. Перед проведением лабораторных работ преподаватель контролирует необходимый уровень подготовки обучающихся к их выполнению.

**Самостоятельная работа обучающихся** представляет собой индивидуальное выполнение всех видов, заявленных в рабочей программе дисциплины, контактной и самостоятельной работы, которые формируют у обучающегося:

- выработку навыков самостоятельной работы с имеющейся исходной информацией;
- практическую реализацию теоретических знаний с использованием инструментальных средств;
- комплексное применение компетенций, теоретических знаний, практических навыков и умений, приобретенных при изучении данной дисциплины.

При проведении контактных занятий, выдаче материалов и заданий ко всем заявленным видам контактной и самостоятельной работы обучающихся, контроле текущей успеваемости по ним, а также при промежуточной аттестации по дисциплине преподаватель обязан руководствоваться сроками, указанными в учебно-методической карте дисциплины и графике учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. При этом не должно возникать противоречий с утвержденным Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся МФ МГТУ им. Баумана.

При контроле текущей успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся преподаватель обязан пользоваться оценочными средствами, критериями оценки и начисления рейтинговых баллов, представленных в фонде оценочных средств по данной дисциплине.