

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений  
Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Цифровые измерительные приборы и комплексы»**

Направление подготовки бакалавров – 12.03.01 Приборостроение  
Направленность (профиль) – Информационно-измерительная техника и технологии  
Типы задач профессиональной деятельности – производственно-технологический,  
проектно-конструкторский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2024

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: профессор кафедры АТП \_\_\_\_\_ О.Л. Ахремчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г., протокол № \_\_\_\_\_.

Заведующий кафедрой АТП \_\_\_\_\_ Б.И. Марголис

Согласовано  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ \_\_\_\_\_ Е.Э.Наумова

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки \_\_\_\_\_ О.Ф. Жмыхова

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью** изучения дисциплины «Цифровые измерительные приборы и комплексы» является приобретение студентами знаний и формирование умений в области устройства и применения цифровых измерительных приборов и комплексов для получения, представления и обработки измерительной информации.

**Задачами дисциплины** являются:

- **изучение** систем кодирования, применяемых в цифровых измерительных приборах и комплексах;
- **изучение** принципов действия и особенностей устройств аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования, устройств выборки, хранения и визуализации цифровых данных;
- **изучение** принципов построения и основ эксплуатации цифровых измерительных приборов и комплексов различного назначения;
- **изучение** характеристик каналов связи и протоколов передачи данных в цифровых приборах и комплексах;
- **формирование** умений и навыков определения режимов работы цифровых измерительных приборов и комплексов;
- **формирование** умений и навыков по исследованию цифровых измерительных приборов в статическом и динамическом режимах при проверке правильности их функционирования;
- **формирование** умений по проведению процедур настройки, конфигурации и калибровки цифровых приборов и комплексов для измерения различных параметров и исследования объектов по заданной методике;
- **формирование** умений по анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых цифровых приборов и комплексов на схемотехническом и элементном уровнях.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части Блока 1 ОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений. Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин: «Электротехника», «Электроника», «Микропроцессорная техника», «Оптическая техника и оптоэлектронные приборы».

Знания, полученные при освоении курса, используются при изучении дисциплин: «Основы конструирования и технологии приборостроения», «Схемотехника измерительных устройств», «Технология настройки измерительных систем», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

**ПК-3.** Способен к проведению измерений параметров и исследованию объектов по заданной методике.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИПК-3.1.** Выбирает и применяет стандартные средства измерительной техники при проектировании приборов и систем в соответствии с техническим заданием.

### **Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

#### **Знать:**

31. Процедуры настройки, конфигурации и калибровки цифровых измерительных приборов и комплексов для проведения измерений и исследования объектов по заданной методике.

32. Требования к режимам функционирования и правила эксплуатации цифровых измерительных приборов и комплексов различного назначения.

33. Особенности взаимодействия компонентов, узлов и деталей цифровых измерительных приборов и комплексов .

#### **Уметь:**

У1. Производить сравнительный анализ и выбор режимов функционирования цифровых измерительных приборов и комплексов.

У2. Исследовать цифровые измерительные приборы в статическом и динамическом режимах при проверке правильности их функционирования.

#### **Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Проводить процедуры настройки, конфигурации и калибровки цифровых приборов и комплексов для измерения различных параметров.

**ПК-5.** Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях.

#### **Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

ИПК-5.1. Использует современную элементную базу при проектировании приборов, деталей и узлов.

### **Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

#### **Знать:**

31. Системы кодирования, применяемые в цифровых измерительных приборах и комплексах.

32. Принципы действия и особенности устройств аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования, устройств выборки, хранения и визуализации цифровых данных.

33. Принципы построения и основы эксплуатации цифровых измерительных приборов и комплексов различного назначения.

34. Характеристики каналов связи и протоколы передачи данных в цифровых приборах и комплексах.

#### **Уметь:**

У1. Использовать современную элементную базу при проектировании приборов, деталей и узлов.

#### **Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Производить анализ, расчет, проектирование и конструирование в соответствии с техническим заданием типовых цифровых приборов и комплексов на схемотехническом и элементном уровнях.

### **3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций**

Проведение лекционных и практических занятий, самостоятельная работа под руководством преподавателя, выполнение курсовой работы.

#### 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7</b>	<b>252</b>
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		<b>105</b>
В том числе:		
Лекции		45
Практические занятия (ПЗ)		60
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		<b>147=111 +36 (экз.)</b>
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы:		
- контрольные работы		10
- подготовка к практическим занятиям		92
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36 (экз.)
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		9 (зач.)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		<b>60</b>
Практические занятия (ПЗ)		60
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть, часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Общие сведения об основах построения цифровых измерительных приборов (ЦИП) и комплексов	58	14	16		28
2	ЦИП для измерения временных характеристик сигналов	41	7	6		28
3	ЦИП для измерений параметров электрических цепей	45	9	8		28
4	ЦИП для измерения физических величин неэлектрической природы	61	10	20		13+18 (экз.)
5	Передача измерительной информации в цифровом коде	47	5	10		14+18 (экз.)
<b>Всего на дисциплину</b>		<b>252</b>	<b>45</b>	<b>60</b>		<b>111+36(экз.)</b>

## 5.2. Содержание дисциплины

### **Модуль 1 «Общие сведения об основах построения цифровых измерительных приборов (ЦИП) и комплексов»**

Предмет дисциплины и ее задачи. Основные этапы развития. Базовые понятия. Диапазон измерения и чувствительность ЦИП. Погрешность квантования. Быстродействие. Специфика нормирования метрологических характеристик ЦИП, АЦП и ЦАП. ЦАП с суммированием токов и напряжений. Биполярные и умножающие ЦАП. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи (АЦП и ЦАП). Основные характеристики ЦАП и АЦП. Устройства выборки и хранения (УВХ). АЦП поразрядного уравнивания: с резистивными цепочками, на конденсаторах. Параллельные АЦП. Последовательно-параллельные АЦП: двухшаговые, конвейерные. Сигма-дельта АЦП. Статические погрешности ЦАП и АЦП. Суперпозиционное свойство ЦАП и АЦП. Динамические характеристики ЦАП и АЦП. Выходное сопротивление ЦАП и входной импеданс АЦП. Системы кодирования, применяемые в ЦИП. Цифровые индикаторы. Преобразователи кодов для цифровых устройств визуализации. Видеографические станции и их конфигурация для работы в составе ЦИП.

### **Модуль 2 «ЦИП для измерения временных характеристик сигналов»**

Цифровые частотомеры. Основные звенья: генераторы импульсов с кварцевой стабилизацией частоты, счетчики импульсов и делители частоты. Способы расширения диапазона измерения частот. Цифровые периодометры. Цифровое измерение периода и любого интервала времени. Универсальный ЦИП частотно-временной группы. Цифровые осциллографы (ЦО). Структура и принцип действия ЦО. Технические данные ЦО. Особенности построения функциональных узлов ЦО. Дискретное и быстрое преобразования Фурье. Измерители амплитудно- и фазочастотных характеристик (АЧХ и ФЧХ).

### **Модуль 3 «ЦИП для измерений параметров электрических цепей»**

Цифровые вольтметры (ЦВ), их структура и основные звенья. ЦВ с двухтактным интегрированием. Автоматическая коррекция смещения нулевого уровня. Помехозащищенность ЦВ. Источники помех и эквивалентные схемы. Количественная оценка помехозащищенности ЦВ. Защита от помех общего вида и нормального вида. Цифровые измерители RLC-параметров. Цифровые мультиметры. Цифровые измерительные комплексы для контроля и учета электроэнергии.

### **Модуль 4 «ЦИП для измерения физических величин неэлектрической природы»**

ЦИП для измерения перемещений и скоростей. Цифровые дальнометры. ЦИП для определения состава вещества и концентраций. Хроматографы. Спектрофотометры. Нефелометры. Газоанализаторы. Приборы измерения концентрации углекислоты и кислорода в растворах. Измерительные комплексы для контроля полей температур. Тепловизоры.

### **Модуль 5 «Передача измерительной информации в цифровом коде»**

Физические характеристики канала передачи данных в цифровых приборах и комплексах. Протоколы передачи данных по проводной связи: Modbus, Ethernet, CAN, HART, Profibus и пр. Протоколы Modbus ASCII, Modbus RTU и Modbus TCP/IP. Пакеты данных для разных протоколов Modbus. Протоколы передачи

данных по радиоканалу: WiFi, LoraWAN. Модели многокомпонентных объектов COM (Component Object Model) и DCOM для передачи данных в цифровых системах измерения и визуализации. OPC сервера (OLE for Process Control) поддержки физического уровня передачи данных. Модель и организация данных в стандартах OPC. Обработка измерительной информации OPC сервером. Технология OPC UA. Форматы данных в цифровых измерительных комплексах. Теги как элементы данных. Примеры тегов (аналоговый ввод, дискретный ввод и др.). Атрибуты тега «Измерение». Типы связей тегов. Скрипты как инструмент для изменения атрибутов тегов и формирования сообщений. Библиотека скриптов измерительного комплекса.

### 5.3. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом по дисциплине не предусмотрены.

### 5.4. Практические занятия

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоем- кость в часах
<b>Модуль 1</b> <b>Цель:</b> формирование навыков использования современной элементной базы при проектировании приборов, деталей и узлов цифровых измерительных комплексов	Структура измерительного канала цифрового прибора. Параллельные и параллельно-последовательные АЦП. АЦП поразрядного уравнивания. Дельта- сигма АЦП. Биполярные и умножающие ЦАП. Устройства выборки и хранения. Системы кодирования, применяемые в ЦИП. Цифровые индикаторы Видеографические станции	16
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> формирование навыков применения, калибровки, конфигурации и настройки ЦИП для измерения временных характеристик сигналов	Цифровые частотомеры. Цифровые периодометры. Цифровые осциллографы. Измерители АЧХ и ФЧХ	6
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> формирование навыков применения, калибровки, конфигурации и настройки ЦИП для измерения параметров электрических цепей	Цифровые вольтметры. Цифровые измерители RLC-параметров. Цифровые мультиметры. Цифровые измерительные комплексы для контроля и учета электроэнергии	8
<b>Модуль 4</b> <b>Цель:</b> формирование навыков применения, калибровки, конфигурации и настройки ЦИП для измерения величин неэлектрической природы	ЦИП для измерения перемещений. Цифровые дальнометры. ЦИП для измерения скоростей. ЦИП для определения состава вещества. Спектрофотометры. Нефелометры. Газоанализаторы. Измерительные комплексы для контроля полей температур. Тепловизоры	20

<b>Модуль 5</b> <b>Цель:</b> формирование навыков анализа, выбора и применения стандартов и протоколов передачи данных в ЦИП	Протоколы передачи данных по проводной связи. Протоколы передачи данных по беспроводной связи. Модель и организация данных в стандартах ОРС	10
---	---	----

## **6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости**

### **6.1. Цели самостоятельной работы**

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий в области цифровых измерительных приборов и комплексов.

### **6.2. Организация и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем по заданию преподавателя и рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, текущему контролю успеваемости, контрольным работам, зачету, экзамену.

В рамках дисциплины проводится 30 практических занятий, охватывающих модули 1-5.

Контрольные работы выполняются по модулям 1-5 на темы:

1. Параметры и выбор АЦП.
2. Структура и параметры цифрового осциллографа.
3. Структура и параметры цифрового вольтметра.
4. ЦИП для измерения угловых скоростей и перемещений.
5. Протоколы передачи данных в ЦИП.

Контрольные работы выполняются письменно и оцениваются по пятибалльной шкале.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература по дисциплине**

1. Данилин, А.А. Измерения в радиоэлектронике: учебное пособие / А.А. Данилин, Н.С. Лавренко; под редакцией А.А. Данилина. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 16.09.2022. - ISBN 978-5-507-44962-0. - URL: <https://e.lanbook.com/book/254642> . - (ID=137058-0)

2. Латышенко, К.П. Технические измерения и приборы: учебник для вузов: в 2 томах. Том 2, книга 1 / К.П. Латышенко. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2022. - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке.-Дата обращения: 07.07.2022.-ISBN 978-5-534-04194-1.-ISBN 978-5-534-04192-7.-ISBN 978-5-534-04195-8. - URL: <https://urait.ru/bcode/471863>.- (ID=146075-0)

3. Латышенко, К.П. Технические измерения и приборы: учебник для вузов: в 2 т. Том 1. В 2 кн.: в составе учебно-методического комплекса. Книга 2 / К.П. Латышенко; Латышенко К.П. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2022. - (УМК-У). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по

подписке.-Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-04193-4. - ISBN 978-5-534-04191-0.- ISBN 978-5-534-04192-7.- URL: <https://urait.ru/bcode/491897>.- (ID=146024-0)

4. Латышенко, К.П. Технические измерения и приборы: учебник для вузов: в 2 томах. Том 1, книга 1 / К.П. Латышенко. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2022. - 250 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9916-9543-5. - ISBN 978-5-534-04191-0. - ISBN 978-5-534-04192-7. - URL: <https://urait.ru/bcode/471197> . - (ID=146023-0)

5. Ратхор, Т.С. Цифровые измерения. АЦП/ЦАП: [учебник] / Т.С. Ратхор. - 2-е изд., доп. - Москва: Техносфера, 2006. - 391 с.: ил. - (Мир электроники. [VII. 02]). - Библиогр. в конце гл. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-94836-012-1: 228 р.- (ID=59161-1)

## **7.2. Дополнительная литература по дисциплине**

1. Попов, Н.М. Измерения в электрических сетях 0,4...10 кВ: учебное пособие для вузов / Н.М. Попов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2023. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 02.05.2023. - ISBN 978-5-507-46351-0. - URL: <https://e.lanbook.com/book/306824> . - (ID=154077-0)

2. Вострокнутов, Н.Н. Электрические измерения: учебное пособие для вузов / Н.Н. Вострокнутов.-Москва:Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2017. - ЦОР IPR SMART. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке.- Дата обращения: 01.11.2022. - ISBN 978-5-93088-188-2. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/78189.html> . - (ID=150590-0)

3. Настройка и программирование цифровых систем управления с использованием контроллеров, панелей оператора и частотных преобразователей (теория и практика): учебное пособие / В.С. Кудряшов [и др.]; Воронежский государственный университет инженерных технологий. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2020. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-00032-459-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/171034> . - (ID=146182-0)

4. Пухальский, Г.И. Проектирование цифровых устройств: учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Радиотехника": в составе учебно-методического комплекса / Г.И. Пухальский, Т.Я. Новосельцева. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2022. - (УМК-У). - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1265-5. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212219>. - (ID=147222-0)

5. Ким, К. К. Средства электрических измерений и их поверка: учебное пособие для вузов / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. И. Чураков. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2021.-316 с. - ISBN 978-5-8114-7639-8. - Текст:электронный// Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/163397> (дата обращения: 17.04.2024).-Режим доступа: для авториз. пользователей.- (ID=159709-0)

## **7.3. Методические материалы**

1. Учебно-методический комплекс дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" "Цифровые измерительные приборы и комплексы". Направление подготовки

12.03.01 Приборостроение. Направленность (профиль): Информационно-измерительная техника и технологии: ФГОС 3++ / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. О.Л. Ахремчик. - 2024. - (УМК). - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/117728>. - (ID=117728-1)

2. Фонд оценочных средств дисциплины вариативной части Блока 1 "Цифровые измерительные устройства" направления подготовки 12.03.01 Приборостроение. Профиль: Информационно-измерительная техника и технологии : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. П.К. Фатчихин. - 2017. - (УМК-В). - Текст: электронный. - Режим доступа: с разрешения преподавателя. - (ID=132959-0)

#### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

Micro-Cap 11.0.1.5 Evaluation Version, бесплатная (Freeware).

EasyEDA, бесплатная (Freeware)

SimOne (РФ), бесплатная (Freeware)

gEDA лицензия GPL.

#### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. - (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/117728>

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При изучении дисциплины «Цифровые измерительные приборы и комплексы» используются: наглядные пособия, стенды. Демонстрация лекционного материала частично осуществляется с помощью мультимедийного проектора.

Практические занятия проводятся в специализированной лаборатории на персональных компьютерах с лицензионным программным обеспечением

Microsoft Windows и Microsoft Office 2007. Исследование моделей приборов осуществляется в средах моделирования электронных устройств, распространяемых бесплатно (Freeware) и функционирующих в ОС Microsoft Windows.

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении 1. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 баллов;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием ЭВМ.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

Вопросы для проверки уровня «знать»:

1. Цифровые вольтметры (ЦВ), их структура и основные звенья.

2. Коррекция смещения нулевого уровня. Помехозащищённость ЦВ. Источники помех и эквивалентные схемы

3. Защита от помех общего вида и нормального вида в цифровом вольтметре.

4. Цифровые измерители RLC-параметров.

5. Цифровые мультиметры.

6. Цифровые измерительные комплексы для контроля и учета электроэнергии.

7. ЦИП для измерения перемещений.

8. ЦИП для измерения скоростей.

9. Цифровые дальнометры.

10. ЦИП для определения состава вещества. Хроматографы.

11. Спектрофотометры.
12. Нефелометры.
13. Газоанализаторы.
14. Приборы измерения концентрации газов в растворах.
15. Измерительные комплексы для контроля полей температур.
16. Тепловизоры.
17. Характеристики канала передачи данных в цифровых приборах и комплексах.
18. Модели многокомпонентных.
19. Технология OPC UA.
20. Теги как элементы данных. Примеры тегов и их атрибутов.

Задачи для проверки уровня «уметь»:

1. Привести пример серийно выпускаемого ЦИП. Структурная схема цифрового измерительного прибора (по заданию преподавателя).

Задание выбирается исходя из пп. 5.2 настоящей программы.

2. Выбрать тип протокола передачи данных для ЦИП (по заданию преподавателя).

Задание выбирается исходя из пп. 5.2 настоящей программы.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочных данных, ГОСТов, методических указаний по выполнению лабораторных работ в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

**9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;

по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

2. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной работы с преподавателем, выполнения практических и защиты лабораторных работ.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 15.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

3. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

4. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового - 0 балл;

базовый уровень – 1 балла;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

5. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении 2);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

6. Задание выполняется письменно и с использованием ЭВМ.

7. Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

Вопросы для проверки уровня «знать»:

1. Принцип аналого-цифрового преобразования информации.
2. Структура измерительного канала в ЦИП.
3. ЦАП с суммированием напряжений.
4. АЦП последовательного счета.
5. АЦП последовательного приближения.
6. АЦП параллельного типа.
7. Интегрирующие АЦП.
8. Классификация и основные параметры ЦАП и АЦП.
9. ЦАП с суммированием токов.
10. Сигма-дельта АЦП.
11. Выходное сопротивление ЦАП и входной импеданс АЦП.
12. Системы кодирования, применяемые в цифровых измерительных приборах.
13. Цифровые индикаторы.

14. Преобразователи кодов для цифровых устройств визуализации.
  15. Цифровые частотомеры.
  16. Цифровые периодомеры.
  17. Цифровые осциллографы.
  18. Дискретное преобразование Фурье.
  19. Быстрое преобразование Фурье.
  20. Измерители амплитудно- и фазочастотных характеристик.
- Задачи для проверки уровня «уметь»:

1. Разработать схему алгоритма настройки и конфигурации видеографической станции для получения типовой экранной формы для отображения измеряемой величины. Форма отображения (график, бар-граф, таблица и др.) и измеряемая величина задаются преподавателем.

2. Произвести выбор ЦАП(АЦП) для использования в ЦИП по заданным диапазону измерения, времени и погрешности преобразования.

### **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**

Учебным планом курсовая работа (курсовой проект) по дисциплине не предусмотрены.

#### **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.**

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических занятий и всех видов самостоятельной работы.

#### **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 12.03.01 Приборостроение  
Направленность (профиль) – Информационно-измерительная техника и технологии  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Цифровые измерительные приборы и комплексы»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Устройство, характеристики, обозначение и параметры полевых транзисторов.**

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**Привести пример серийно выпускаемого цифрового измерительного прибора.  
Структурная схема и функции данного прибора.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**Выбрать тип протокола передачи данных для цифрового измерительного прибора.**

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП \_\_\_\_\_ О.Л. Ахремчик

Заведующий кафедрой: \_\_\_\_\_ Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров 12.03.01 Приборостроение  
Направленность (профиль) – Информационно-измерительная техника и технологии  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Цифровые измерительные приборы и комплексы»

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

**АЦП последовательного приближения**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

**Разработать схему алгоритма настройки и конфигурации видеографической станции для получения типовой экранной формы для отображения измеряемой величины**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:

**Произвести выбор ЦАП (АЦП) для использования в ЦИП по заданным диапазону измерения, времени и погрешности преобразования**

**Критерии итоговой оценки:**

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Составитель: профессор кафедры АТП \_\_\_\_\_ О.Л. Ахремчик

Заведующий кафедрой: \_\_\_\_\_ Б.И. Марголис