

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Программа бакалавриата: Электроэнергетические системы и цифровые технологии, Цифровые системы релейной защиты и автоматики, Гидроэлектростанции и цифровые технологии, Интеллектуальная возобновляемая энергетика**

**Уровень образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

**Рабочая программа дисциплины**  
**ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

<b>Блок</b>	<b>Блок 1. «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы</b>	<b>Обязательная часть</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.О.18</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах</b>	<b>5 семестр – 3</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр – 16 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр – 16 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>Учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Консультации по курсовому проекту/ работе:</b> групповые индивидуальные	<b>Учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр – 40 часов</b>
включая: РГР	<b>Учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b> экзамен	<b>5 семестр – 2,5 часа</b>
<b>Контроль:</b> экзамен	<b>5 семестр – 33,5 часа</b>

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Ассистент кафедры Энергетики  
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

В.С. Луненко  
(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой Энергетики  
(название кафедры)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Электроэнергетические системы и цифровые технологии

Доцент кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

В.Н. Курьянов  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы релейной защиты и автоматики

Заведующий кафедрой Энергетики,

к.т.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательных программ Гидроэлектростанции и цифровые технологии, Интеллектуальная возобновляемая энергетика

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Н.В. Байдакова  
(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Энергетики  
(название кафедры)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** является изучение принципов построения информационно-измерительных приборов и систем, получение представления об элементной базе современных измерительных и информационных приборов и систем, изучение основных принципов выполнения измерений и передачи информации

**Задачами дисциплины являются:**

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике дисциплины;
- изучение особенностей метрологии информационно-измерительных систем;
- изучение принципов действия цифровых измерительных приборов и систем.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- общие положения метрологии информационно-измерительных систем</li><li>- принципы ввода-вывода сигналов в информационно-измерительных системах</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- рассчитывать погрешности информационно-измерительных систем</li></ul>
ПК-1. Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов, проведении расчетов и экспериментов в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации, обработкой полученных результатов, соблюдении производственной и	ПК-1.1 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- аналогово-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов</li><li>- основы информационно-измерительных систем</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- применять информационно-измерительные системы для диагностики энергетического оборудования</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
экологической безопасности, управления, эксплуатации, обслуживании, доводке процессов и ремонте технологического оборудования		

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к части обязательных дисциплин, блока дисциплин 1 по направлению подготовки Бакалавр 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профили: Электроэнергетические системы и цифровые технологии, Цифровые системы релейной защиты и автоматики, Гидроэлектростанции и цифровые технологии, Интеллектуальная возобновляемая энергетика).

Дисциплина базируется на знании дисциплин: «Метрология, стандартизация и сертификация».

:

**знать:**

- общие положения метрологии информационно-измерительных систем;
- принципы ввода-вывода сигналов в информационно-измерительных системах;
- аналогово-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов;
- основы информационно-измерительных систем;

**уметь:**

- рассчитывать погрешности информационно-измерительных систем
  - применять информационно-измерительные системы для диагностики энергетического оборудования
- Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет Зачетных единиц, 108часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								СР	Конт- роль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная										
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА					
1	Общие положения метрологии информационно-измерительных систем	7	5	2	-	-	-	-	-	5	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1], стр. 229-252		
2	Ввод-вывод сигналов в информационно-измерительных системах	8	5	3	-	-	-	-	-	5	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1], стр. 248-275		
3	Аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи	7	5	2	-	-	-	-	-	5	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1], стр. 414-449		
4	Расчет погрешностей информационно-измерительных каналов	10	5	3	2	-	-	-	-	5	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1], стр.275-282		
5	Информационно-измерительные системы	13	5	3	-	-	-	-	-	10	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1], стр.16-29		
6	Применение информационно-измерительных систем для диагностики энергетического оборудования	27		3	14	-	-	-	-	10	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [2], стр.154-222 [3], стр.302-378		
	Экзамен	36	5	-	-	-	-	-	2,5	-	33,5	Экзамен проводится в устной		

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы							СР	Конт- роль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная									
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
												форме по билетам согласно программе экзамена	
	Итого:	108		16	16				2,5	40	33,5		

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Общие положения метрологии информационно-измерительных систем

Основные понятия и определения метрологии в привязке к цифровым информационно-измерительным системам

#### 2. Ввод-вывод сигналов в информационно-измерительных системах

Структуры информационно-измерительных каналов цифровых систем. Динамические погрешности. Фильтрация при вводе сигналов. Алиасные помехи. Теорема Котельникова

#### 3. Аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи

Основные метрологические характеристики ЦАП и АЦП. Структуры, принцип действия ЦАП и АЦП различных конструкций.

#### 4. Расчет погрешностей информационно-измерительных каналов

Расчет суммарной погрешности ИИК по метрологическим характеристикам агрегатных компонентов ИИК.

#### 5. Информационно-измерительных системы

Требования, структуры, характеристики цифровых информационно-измерительных систем

#### 6. Применение информационно-измерительных систем для диагностики энергетического оборудования

Аспекты применения ИИС для диагностики и измерения параметров энергетического оборудования. Неразрушающий контроль, измерение показателей качества электроэнергии

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Изучение и настройка сенсорной панели СПЗХХ (3 часа)
2. Настройка обмена данными между панелью оператора СПЗхх и ПЛК (3 часа)
3. Изучение анализатора качества электроэнергии ЭНЕРГОМОНИТОР 3.3 Т1. Определение показателей качества электроэнергии (3 часа)
4. Изучение цифрового осциллографа (3 часа)
5. Тепловизионное обследование (2 часа)
6. Расчет погрешностей информационно-измерительных каналов (2 часа)

### **3.4. Темы лабораторных работ**

Учебным планом не предусмотрены

### **3.5. РГР учебным планом не предусмотрены.**

### **3.6. Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрена.**



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Формы контроля
		1	2	3	4	5	6	
<b>Знать:</b>								
общее положения метрологии информационно-измерительных систем	ОПК-6.1	X						Тест 1.
принципы ввода-вывода сигналов в информационно-измерительных системах	ОПК-6.1		X					Тест 2.
аналогово-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов	ПК-1.1			X				Тест 3.
основы информационно-измерительных систем	ПК-1.1					X		Тест 4.
<b>Уметь:</b>								
рассчитывать погрешностей информационно-измерительных систем	ОПК-6.1				X			Отчет практической работы 6
применять информационно-измерительных системы для диагностики энергетического оборудования	ПК-1.1						X	Отчет практических работ 1-5
<i>Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п. 3.1)</i>		7	8	7	10	13	27	

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

– тесты:

№1. Общие понятия метрологии ИИС

№2 Принципы ввода-вывода сигналов

№3 Аналогово-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов

№4 Принципы функционирования ИИС

– выполнение и отчет практических работ

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (модуля) – экзамен;

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В приложение к диплому выносятся оценка за 5 семестр

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Литература:**

1 Денисенко, В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / Денисенко В. В. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2013. - 584 с. - ISBN 978-5-9912-0060-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991200608.html> (дата обращения 18.08.2019)

2. Михеев, Г. М. Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования / Г. М. Михеев. - М. : ДМК Пресс, 2017. - 298 с. : ил. - (Электротехника и энергетика). - Библиогр.: с. 268-293 (330 назв.). - ISBN 978-5-97060-216-4 : 953-54.

3. Бурман, А. П. Основы современной энергетики : в 2 т. Том 2. Современная электроэнергетика : учебник для вузов : в 2 т. / - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01338-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013380.html> (дата обращения 18.08.2019)

##### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Конфигуратор СП310

2. Codesys

3. EMWorkNet ver.7.0.1.237

##### **5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ  
<https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты  
РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная  
библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и  
метрологии <http://protect.gost.ru/>  
Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

#### **5.4 Другие: Информационно-справочная система ГАРАНТ**

### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекции и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных мультимедийными средствами для интерактивного обучения, оборудованных наглядными пособиями, оборудованием для показа обучающих материалов (телевизор, видеомаягнитофон), средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

Необходимое программное обеспечение:

1. Конфигуратор СП310
2. Codesys
3. EMWorkNet ver.7.0.1.237

Учебные занятия проводятся в лабораториях «Математического моделирования информационно обеспечения САУ», «Микроэлектроники и микропроцессорной техники», «Технических средств автоматического управления».

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

(название дисциплины)

### 5 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест 1. Общие понятия метрологии ИИС
- КМ-2 Тест 2. Принципы ввода-вывода сигналов
- КМ-3 Тест 3. Аналогово-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов
- КМ-4 Тест 4. Принципы функционирования ИИС
- КМ-5 Отчет практических работ №1-5
- КМ-6 Отчет практической работы № 6

**Вид промежуточной аттестации – экзамен**

Трудоемкость дисциплины = 3з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	Экзамен
1	Общие положения метрологии информационно-измерительных систем		+						+
2	Ввод-вывод сигналов в информационно-измерительных системах			+					+
3	Аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи				+				+
4	Расчет погрешностей информационно-измерительных систем							+	+
5	Информационно-измерительные системы					+			+
6	Применение информационно-измерительных систем для диагностики энергетического оборудования						+		+
Минимальный балл за КМ			2	2	2	2	25	7	20
Максимальный балл за КМ			4	4	4	4	35	9	40

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

---

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электроэнергетические системы и цифровые технологии,  
Цифровые системы релейной защиты и автоматики, Гидроэлектростанции и цифровые технологии,  
Интеллектуальная возобновляемая энергетика**

**Квалификация (степень) выпускника: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

**Оценочные материалы по дисциплине**  
**Б1.О.18 ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СОСТАВИЛ:

Ассистент кафедры АТП

(должность, ученая степень, ученое звание)

В.С. Луненко

(подпись)

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой АТП, к.т.н.,  
доцент

(название кафедры)

И.А. Болдырев

(подпись)

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Электроэнергетические системы и цифровые технологии

Доцент кафедры ЭиЭ, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

В.Н. Курьянов

(подпись)

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы релейной защиты и автоматики

И о. заведующего кафедрой ЭиЭ,  
к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

Е.Г. Зенина

(подпись)

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательных программ Гидроэлектростанции и цифровые технологии, Интеллектуальная возобновляемая энергетика

Доцент кафедры ЭиЭ, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

Н.В. Байдакова

(подпись)

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

И о. заведующего кафедрой ЭиЭ,  
к.т.н., доцент

(название кафедры)

Е.Г. Зенина

(подпись)

(расшифровка подписи)

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикатора в достижении компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
<b>Знать:</b>		
общее положения метрологии информационно-измерительных систем	ПК-1.1	Тест 1.
принципы ввода-вывода сигналов в информационно-измерительных системах	ПК-1.1	Тест 2.
аналогово-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов	ПК-1.1	Тест 3.
основы информационно-измерительных систем	ПК-1.1	Тест 4.
<b>Уметь:</b>		
рассчитывать погрешностей информационно-измерительных систем	ПК-1.1	Отчет практической работы 6
применять информационно-измерительных системы для диагностики энергетического оборудования	ПК-1.1	Отчет практических работ 1-5

### **Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания.**

#### **Отчет практических работ.**

#### Практическая работа "Изучение и настройка сенсорной панели СПЗХХ"

##### **Порядок работы**

1. Ознакомление с ПО, необходимым для работы с панелью;
2. Описание интерфейса программы-конфигуратора;
3. Создание простейшего проекта;
4. Загрузка проекта в контроллер;
5. Настройка обмена данными с OPC-сервером.

##### **Результат**

Функционирующий проект сенсорных экранов СПЗхх

#### Практическая работа "Настройка обмена данными между панелью оператора СПЗхх и ПЛК)"

##### **Задание:**

Настроить обмена данными между панелью оператора СПЗхх и контроллером ПЛКхх по протоколу передачи данных.

##### **Порядок работы**

1. Ознакомление с ПО, необходимым для работы с ПЛК;
2. Создание проекта СПЗхх;
3. Создание проекта ПЛК;
4. Загрузка проекта в контроллер;

## 5. Настройка обмена данными.

Результат

Функционирующий проект связи сенсорного экрана СПЗхх с ПЛК

### Практическая работа "Изучение анализатора качества электроэнергии ЭНЕРГОМОНИТОР 3.3 Т1. Определение показателей качества электроэнергии"

Порядок работы

1. Измерить значения отклонения напряжения (не менее 10 наблюдений с интервалом 1 мин).
2. Рассчитать среднее значение  $\delta U_y$  для каждой фазы.
3. Измерить значения показателей отклонения частоты (не менее 15 наблюдений с интервалом 20 с).
4. Рассчитать среднее отклонение частоты.
5. Произвести опыты по измерению дозы фликера (на интервале 1 мин).
6. Провести измерение коэффициентов n-ой гармонической составляющей напряжения (3 опыта с интервалом 3 мин.).
7. Провести измерения коэффициентов несимметрии напряжения (с интервалом 1 мин).

Результат

Отчет о результатах измерений

### Практическая работа "Изучение цифрового осциллографа"

Задание: Изучить структуру и принцип действия цифрового осциллографа. Настроить передачу данных между цифровым осциллографом и ПК.

Результат

Отчет о результатах измерений

### Практическая работа "Тепловизионное обследование"

Задание: Изучение устройство и принцип действия тепловизора. Провести съёмку с помощью тепловизора.

Результат

Отчет о результатах измерений

### Практическая работа "Расчет погрешностей информационно-измерительных каналов"

Расчёт производим согласно «РД 153-34.0-11.201-97 Методика определения обобщенных метрологических характеристик измерительных каналов ИИС и АСУ ТП по метрологическим характеристикам агрегатных средств измерений». Исходя из наличия определённых исходных данных, выбирается второй метод расчета.

*Метрологические характеристики ИК ИИС, подлежащие расчету.*

Рассчитываем доверительный интервал с предельно допустимыми нижней дикн и верхней дикв границами, в котором с заданной вероятностью  $P = 0,95$  находится погрешность измерительного канала перепада давления.

Результатами расчета являются численные значения границ доверительного интервала дикн(в).

По результатам выполнения практических работ № 1-5 выставляется:

- 5 баллов, если работа выполнена без ошибок;
- 4 балла, если при выполнении работы допущен один недочет;
- 3 балла, если при выполнении работы допущено два недочета.

По результатам отчета практической работы № 6 выставляется:

- 7 баллов, если работа выполнена без ошибок;



- 6 баллов, если при выполнении работы допущен один недочет;
- 5 баллов, если при выполнении работы допущено два недочета.

### **Тестовые работы**

#### Тест «Общие понятия метрологии ИИС»

Тест состоит из 10 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

1. Раздел метрологии, предметом которого является разработка фундаментальных основ метрологии, называют \_\_\_\_\_
2. Раздел метрологии, предметом которого является установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и требуемой точности измерений, называют \_\_\_\_\_
3. Раздел метрологии, предметом которого являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии, называют \_\_\_\_\_
4. Свойство материального объекта или явления, общее в качественном отношении для многих объектов или явлений, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них, называют \_\_\_\_\_
5. Количественная определенность величины, присущая конкретному материальному объекту или явлению - \_\_\_\_\_
6. Согласованная совокупность величин и уравнений связи между ними, образованная в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины условно принимают за независимые, а другие определяют как функции независимых величин - \_\_\_\_\_
7. Процесс экспериментального получения одного или более значений величины, которые могут быть обоснованно приписаны величине, называют...
8. Измерение, при котором искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других величин, функционально связанных с искомой величиной, называют \_\_\_\_\_
9. Разность между измеренным значением величины и опорным значением величины - \_\_\_\_\_
10. Относительная погрешность (измерения): Погрешность измерения, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к опорному значению измеряемой величины - \_\_\_\_\_

#### Тест " Принципы ввода-вывода сигналов "

Тест состоит из 5 вопросов. Время выполнения 5 минут.

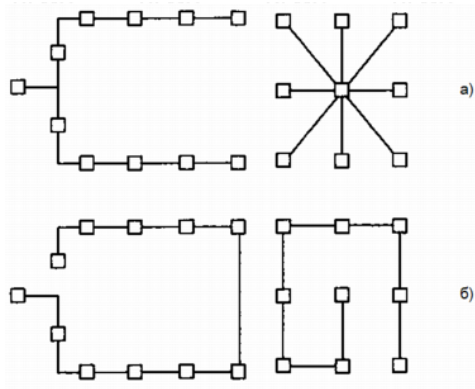
1. ... - операция выборки значений непрерывного сигнала  $f(t)$  в отдельные (как правило, равноотстоящие) моменты времени.
  - a) Линеаризация
  - b) Масштабирование
  - c) Дискретизация по времени
  - d) Квантование
2. Укажите особенности ПЛК в сравнении с традиционными ЭВМ
  - a) Циклический характер работы
  - b) Проблемно ориентированное программно-математическое обеспечение
  - c) Модульная архитектура построения
  - d) Широкие коммуникационные возможности
  - e) Высокая вычислительная мощность
3. Укажите графические языки МЭК 61131-3
  - a) структурированный текст (ST — StructuredText)
  - b) последовательные функциональные схемы (SFC — SequentialFunctionChart)
  - c) диаграммы функциональных блоков (FBD — FunctionBlockDiagram)

- d) релейно-контактные схемы, или релейные диаграммы (LD — LadderDiagram)
- e) списокинструкций (IL — Instruction List)

4. Какое максимальное количество устройств в одном сегменте сети RS-485?

- a) 12
- b) 32
- c) 128
- d) 256

5. Какой вариант соединения устройств по интерфейсу RS-485 является правильным?



- a) a)- правильно, б) - неправильно
- b) a)- неправильно, б) - правильно
- c) оба варианта правильные
- d) оба варианта неправильные

### Тест " Аналогово-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов"

Тест состоит из 9 вопросов. Время выполнения 9 минут.

1. Физический процесс, несущий информацию

- a) Импульс
- b) Сигнал
- c) Толчок

2. Сигнал данных, у которого каждый из представляющих параметров описывается функцией времени и непрерывным множеством возможных значений

- a) Аналоговый
- b) Цифровой
- c) Буквенный

3. Сигнал, который можно представить в виде последовательности дискретных значений

- a) Альтернативный сигнал
- b) Аналоговый сигнал
- c) Цифровой сигнал

4. Абсолютная разрешающая способность ЦАП - это

- a) Максимальное значение входного сигнала
- b) Среднее значение минимального сигнала на выходе ЦАП
- c) Среднее значение максимального сигнала на выходе ЦАП

5. Укажите назначение ЦАП

- a) Для преобразования информации в аналоговой форме в цифровые коды
- b) Для преобразования цифрового кода  $N$  в пропорциональное аналоговое значение напряжения  $u(N)$
- c) Для деления числа или частоты повторения импульсов на заданный коэффициент  $K$

d) Для преобразования информации из последовательной во времени формы представления в параллельную форму

6. Определите понятие "абсолютная разрешающая способность" ЦАП.

- a) Это возможное количество уровней аналогового сигнала, делённое на количество двоичных разрядов входного кода
- b) Это наибольшее значение отклонения аналогового сигнала от расчётного.
- c) Это максимальное отклонение ступенчато нарастающего выходного сигнала от прямой линии, соединяющей точки нуля и максимального выходного сигнала
- d) Это среднее значение минимального изменения сигнала на выходе ЦАП, обусловленное увеличением или уменьшением его кода на единицу

7. Цифро-аналоговый преобразователь предназначен для

- a) Подсчета числа поступивших импульсов
- b) Осуществления функции приема, хранения и передачи информации в виде двоичных числовых последовательностей
- c) Прямого преобразования входного двоичного кода в аналоговый эквивалент
- d) Записи и хранения информации.

8. Библиотечные интегральные схемы ЦАП среды MS10 требуют для своей работы

- a) Подключения только переменного напряжения и заземления
- b) Подключения только постоянного эталонного напряжения
- c) Подключения переменного напряжения без заземления и входных сигналов
- d) Подключения только постоянного эталонного напряжения, заземления и входных сигналов

9. Укажите, для чего выбирают опорное напряжение двуполярным?

- a) Чтобы преобразовать двоичные коды в ток
- b) Для обеспечения работы ЦАП, содержащего резистивную матрицу с весовыми резисторами, диодные ключи и систему управления ключами
- c) Для увеличения диапазона  $u_{\text{вых}}$  выходного напряжения
- d) Чтобы получать на выходе двуполярное напряжение  $u_{\text{вых}}$  при различных входных кодах
- e) Чтобы максимальное выходное напряжение ЦАП не было меньше опорного напряжения  $u_0$  на величину ЗМР (ЗМР значение младшего разряда)

### Тест "Принципы функционирования ИИС"

Тест состоит из 8 вопросов. Время выполнения 8 минут.

1. \_\_\_\_\_ - предназначена для получения опытным путем количественно определенной информации об объектах. Основными процессами, позволяющими получить такую информацию, являются обнаружение событий, процессы счета, измерения, контроля, диагностики

2. \_\_\_\_\_ - нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств

3. \_\_\_\_\_ - установление соответствия между состоянием (свойством) объекта контроля и заданной нормой, определяющей качественно различные области его состояния

4. \_\_\_\_\_ - совокупность функционально объединенных средств измерений, средств вычислительной техники и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связи, предназначенных для выработки сигналов измерительной информации о физических величинах, свойственных данному объекту, в форме, удобной для автоматической обработки, передачи и (или) использования в автоматических системах управления

5. \_\_\_\_\_ - системы, предназначенные для автоматического получения количественной информации непосредственно от изучаемого объекта путем процедур измерения и контроля, обработки этой информации и выдачи ее в виде совокупности именованных чисел, высказываний, графиков и т.д., отражающих состояние данного объекта

6. \_\_\_\_\_ - количественная оценка состояния объекта, полученная экспериментально, путем сравнения параметров объекта с ошечествленной единицей измерения – мерой.

7. \_\_\_\_\_ - случайно появляющиеся импульсы (но обычно с интервалом не менее длительности импульса) произвольной формы

8. \_\_\_\_\_ - функционально объединенная совокупность средств измерений, компьютеров и вспомогательных устройств, предназначенная для выполнения конкретной измерительной задачи

По результатам тестирования выставляется:

- 4 балла, если правильно выполнено не менее 90% заданий;
- 3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 2 балла, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

**Промежуточная аттестация**  
**5 семестр**  
**Экзамен**

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса

Примеры вопросов:

1. Величины и единицы
2. Измерения
3. Результаты измерений
4. Средства измерительной техники
5. Свойства и метрологические характеристики средств измерений
6. Эталоны
7. Метрологическая прослеживаемость
8. Динамические измерения. Теорема Котельникова (258-259)
9. Фильтр и динамическая погрешность. Измерение при синусоидальном сигнале.
10. Алиасные частоты, алиасные фильтры
11. Суммирование погрешностей измерений (стр 275-282)
12. Типовые структуры аналого-цифровых каналов ввода-вывода
13. Ввод-вывод дискретных сигналов
14. Статические параметры АЦП
15. Динамические параметры АЦП
16. Типы АЦП. Параллельные АЦП
17. Типы АЦП. Последовательные АЦП
18. Типы АЦП. АЦП последовательного счета
19. Типы АЦП. АЦП последовательного приближения
20. Типы АЦП. Интегрирующие АЦП
21. Типы АЦП. Сигма-дельта АЦП
22. Типы АЦП. Преобразователи напряжение-частота
23. Параметры ЦАП
24. Конструкции ЦАП
25. Информационно-измерительные системы. Общие сведения, разновидности, структура
26. Измерительная информация, сигналы и помехи
27. Классификация ИИС. Разновидности входных величин
28. Разделение ИИС по виду выходной информации, по принципам построения

29. Основные разновидности структур ИИС
30. Аналоговые интерфейсы измерительной части ИИС
31. Виды и источники помех
32. Основные способы защиты от помех
33. Основные структуры аналого-цифровой части
34. Измерительно-вычислительный комплекс
35. Классификация и состав измерительно-вычислительного комплекса
36. Нормируемые метрологические характеристики измерительных систем
37. Технические средства метрологических поверок
38. Оценка эффективности ИИС
39. Основные понятия и положения технической диагностики
40. Концепция и результаты диагностики
41. Дефекты электрооборудования
42. Тепловые методы контроля: основные термины и назначение
43. Основные приборы для обследования оборудования ТМК
44. Диагностика маслonaполненного оборудования
45. Электрические методы неразрушающего контроля
46. Вибродиагностика
47. Акустические методы контроля
48. Современные экспертные системы

По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины;
- 26-35, если при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы допущены ошибки;
- 0 баллов, если не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для категории 20-25 баллов.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

Оценка	Количество баллов
оценка 5 («отлично»)	90 – 100 баллов
оценка 4 («хорошо»)	76 – 89 баллов
оценка 3 («удовлетворительно»)	60 – 75 баллов
оценка 2 («неудовлетворительно»)	0 – 59 баллов