

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор/Декан  
института механики и энергетики  
Мастепаненко Максим Алексеевич

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)**

**Б1.О.29 Электрические измерения**

**35.03.06 Агроинженерия**

Автоматизация и роботизация технологических процессов

бакалавр

очная

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;</p>	<p>ОПК-1.1 Способен применять основные законы математических, естественнонаучных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии</p>	<p><b>знает</b> виды и способы определения погрешностей измерения</p>
		<p><b>умеет</b> рассчитывать погрешности измерений при использовании электроизмерительных приборов для решения типовых задач в области агроинженерии</p>
		<p><b>владеет навыками</b> навыками расчета погрешности измерений при использовании электроизмерительных приборов для решения типовых задач в области агроинженерии</p>
<p>ОПК-4 Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности;</p>	<p>ОПК-4.1 Использует материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства</p>	<p><b>знает</b> области применения, устройство и принцип действия цифровых измерительных приборов и регистраторов</p>
		<p><b>умеет</b> применять цифровые измерительные приборы для совершенствования средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства</p>
		<p><b>владеет навыками</b> навыками использования цифровых измерительных приборов и регистраторов в процессе совершенствовании средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства</p>
<p>ОПК-5 Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований профессиональной деятельности;</p>	<p>ОПК-5.1 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении эксперимента</p>	<p><b>знает</b> порядок проведения измерительного эксперимента в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства</p>
		<p><b>умеет</b> выбирать приборы и оборудование необходимое для проведения измерительного эксперимента в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства</p>

	льных исследований в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства	<b>владеет навыками</b> навыками проведения измерительного эксперимента в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства
--	---	---

## 2. Перечень оценочных средств по дисциплине

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Код индикаторов достижения компетенций	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций
1.	1 раздел. Основы измерительной техники			
1.1.	Виды средств измерений, виды и методы измерений, точность измерений.	5		Контрольная работа
2.	2 раздел. Аналоговые электроизмерительные приборы. Аналоговые методы и средства регистрации			
2.1.	Аналоговые электроизмерительные приборы	5		Контрольная работа
2.2.	Аналоговые методы и средства регистрации	5		Контрольная работа
3.	3 раздел. Цифровые измерительные приборы. Цифровая регистрация и анализ сигналов			
3.1.	Цифровые измерительные приборы	5		Контрольная работа
3.2.	Цифровая регистрация и анализ сигналов	5		Контрольная работа
4.	4 раздел. Электрические измерения неэлектрических величин. Измерительные информационные системы (ИИС)			
4.1.	Электрические измерения неэлектрических величин.	5		Контрольная работа
4.2.	Структура ИИС: типовая конфигурация. Принцип работы.	5		Контрольная работа
	Промежуточная аттестация			Эк

## 3. Оценочные средства (оценочные материалы)

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде (Оценочные материалы)
<b>Текущий контроль</b>			
			Для оценки знаний
			Для оценки умений

1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Для оценки навыков			
Промежуточная аттестация			
2	Экзамен	Средство контроля усвоения учебного материала и формирования компетенций, организованное в виде беседы по билетам с целью проверки степени и качества усвоения изучаемого материала, определить необходимость введения изменений в содержание и методы обучения.	Комплект экзаменационных билетов

**4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Электрические измерения"**

***Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости***

***Примерные оценочные материалы  
для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен)  
по итогам освоения дисциплины (модуля)***

Контрольная точка 1

Перечень типовых вопросов

1. Виды средств измерений.
2. Виды и методы измерений.
3. Тенденции развития электроизмерительной техники.
4. Точность измерений.
5. Погрешность результата измерений)
6. Погрешность средств измерений
7. Классы точности средств измерений
8. Параметрическое и функциональное представление периодических сигналов.
9. Классификация электромеханических измерительных приборов. Достоинства и недостатки аналоговых методов измерения.
10. Приборы магнитоэлектрической системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.
11. Приборы электромагнитной системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.
12. Приборы электродинамической системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.
13. Приборы электростатической системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.
14. Приборы индукционной системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.
15. Приборы выпрямительной системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.
16. Приборы термоэлектрической системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.

17. Аналоговый осциллограф: назначение, область применения, устройство и работа.

Практико-ориентированные задачи

1. Если при определении сопротивления косвенным методом с использованием схемы, представленной на рис.,  $R_A = 2 \text{ Ом}$ , показания вольтметра и амперметра  $U_V = 250 \text{ В}$ ,  $I_A = 0,125 \text{ А}$ , то сопротивление  $R$  и абсолютная методическая погрешность  $\Delta$  схемы измерения составили ...

2. Если измеренное значение тока  $I_i = 2 \text{ А}$ , действительное значение тока  $I_d = 1,9 \text{ А}$ , то относительная погрешность равна...%.

3. Сигнал в форме меандра с длительностью импульса  $t_i = 10 \text{ мс}$  имеет частоту  $f = \dots \text{ Гц}$  и коэффициент заполнения  $D = \dots$

4. Сопротивление резистора  $R_4$  уравновешенного моста постоянного тока с противоположными ветвями:  $R_1 = 1 \text{ кОм}$  и  $R_3 = 3 \text{ кОм}$ ;  $R_2 = 2 \text{ кОм}$  равно ... кОм

5. Если измерительный механизм амперметра рассчитан на напряжение  $75 \text{ мВ}$  и ток  $7,5 \text{ мА}$ , то для измерения тока  $7,5 \text{ А}$  нужно использовать шунтирующий резистор сопротивлением  $R_{Ш} = \dots \text{ мОм}$

6. Если измерительный механизм вольтметра имеет сопротивление  $R_V = 10 \text{ Ом}$  и номинальный ток  $I_{ном} = 0,001 \text{ А}$ , то для получения вольтметра с диапазоном измерения  $U = 1 \text{ В}$  необходимо включить последовательно добавочный резистор  $R_D = \dots \text{ Ом}$

Контрольная точка 2

Перечень типовых вопросов:

1. Основные понятия, определения и классификации цифровых измерительных приборов.

2. Цифровые методы и средства измерений.

3. Цифровой вольтметр и мультиметр: устройство и принцип действия.

4. Цифровой частотомер: устройство и принцип действия.

5. Цифровой осциллограф: назначение, область применения, устройство и работа.

6. Цифровой регистратор Логгер 100: назначение, область применения, устройство и принцип

работы

Практико-ориентированные задачи

1. При объеме памяти данных цифрового регистратора 1000 отсчетов и шаге дискретизации  $T_D = 18 \text{ с}$  максимальная продолжительность регистрации ТР составит ... ч.

2. Если частота дискретизации исходного аналогового сигнала – синусоиды с частотой  $f = 90 \text{ Гц}$  составила  $f_D = 1000 \text{ Гц}$  то, сколько на одном периоде синусоиды будет дискретных отсчетов и может ли быть восстановлен исходный аналоговый сигнал?

3. Исходный аналоговый сигнал представляет собой синусоиду с частотой  $f = 95 \text{ Гц}$ . Если частота дискретизации составила  $f_D = 100 \text{ Гц}$  то, сколько на одном периоде синусоиды будет дискретных отсчетов и может ли быть восстановлен исходный аналоговый сигнал?

Контрольная точка 3

Перечень типовых вопросов

1. Электрические датчики температуры: устройство и принцип работы.

2. Электрические датчики давления: устройство и принцип работы.

3. Электрические датчики уровня: устройство и принцип работы.

4. Электрические датчики частоты вращения: устройство и принцип работы.

5. Структура ИИС: типовая конфигурация. Принцип работы.

6. Устройства сбора данных (УСД).

7. Цифровое устройство управления ЦУУ

Практико-ориентированные задачи

1. Рассчитать значение двоичного кода на выходе 8-разрядного АЦП, если значение опорного напряжения  $V_{ref} = 5 \text{ В}$ , а входное напряжение  $V_{вх} = 2,5 \text{ В}$

2. Рассчитать значение двоичного кода на выходе 8-разрядного АЦП, если значение опорного напряжения  $V_{ref} = 2,5 \text{ В}$ , а входное  $V_{вх} = 1 \text{ В}$ .

3. На передачу одного бита данных по интерфейсу USART микро-контроллер затрачивает  $104,166 \text{ мкс}$ . Рассчитать скорость передачи данных в бодах.

## Вопросы и задания к экзамену в устной форме

### Компетенция ОПК-1.1

Теоретические вопросы (задания на проверку знаний):

1. Виды средств измерений.
2. Виды и методы измерений.
3. Тенденции развития электроизмерительной техники.
4. Точность измерений.
5. Погрешность результата измерений
6. Погрешность средств измерений
7. Классы точности средств измерений
8. Параметрическое и функциональное представление периодических сигналов.

Задания на проверку умений:

#### Задание 1

Установите соответствие между базовыми областями и относящимися к ним понятиями

Дистракторы:

1. Единство измерений
2. Измерение
3. Точность измерений

Дистракторы соответствия:

1. погрешность результата измерений, погрешность средств измерений, классы точности средств измерений
2. физическая величина, виды и методы измерений, средства измерений
3. единство физических величин, стандартизация, эталоны

#### Задание 2

Установите соответствие между названием метода измерения и содержанием действий при его выполнении

Дистракторы:

1. Метод замещения
2. Метод непосредственной оценки
3. Нулевой метод
4. Дифференциальный метод

Дистракторы соответствия:

1. измеряют разность между измеряемой величиной и величиной воспроизводимой мерой прибором непосредственной оценки
2. необходимо довести до нуля разность между измеряемой величиной и величиной воспроизводимой мерой
3. определяют значение измеряемой величины непосредственно по шкале средства измерения
4. замещают измеряемую величину мерой с известным значением величины

#### Задание 3

Установите соответствие между формулой и определяемой ею величиной.

Дистракторы:

1.  $\Delta_p = \pm (1,0\% \text{ результата} + 0,5\% \text{ диапазона измерения})$
2.  $\Delta = X - X_d$
3.  $\gamma = \Delta / X_n \cdot 100\%$
4.  $\delta = \Delta / X_d \cdot 100\%$

Дистракторы соответствия:

1. Приведенная погрешность
2. Абсолютная погрешность
3. Класс точности
4. Относительная погрешность

#### Задание 4

Установите соответствие между понятиями метрологических характеристик средств измерений и их определениями.

Дистракторы:

1. Цена деления шкалы

2. Порог чувствительности
3. Диапазон измерений
4. Класс точности

Дистракторы соответствия:

1. Область значений величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерения

2. Обобщенная метрологическая характеристика средства измерения, определяемая пределами допускаемых значений основной и дополнительной погрешностей.

3. Разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы

4. Минимальная величина на входе средства измерения, которая вызывает изменение выходной величины

Задание 5

Установите соответствие между классом точности приборов и областью их использования

Дистракторы:

1. 4
2. 1; 1,5; 2,5
3. 0,2; 0,5
4. 0,05; 0,1

Дистракторы соответствия:

1. лабораторные
2. прецизионные (контрольные)
3. технические
4. учебные

Соответствие: 1-4, 2-3, 3-1, 4-2

Задания на проверку навыков

1. Сигнал в форме меандра с длительностью импульса  $t_{\text{и}} = 10 \text{ мс}$  имеет частоту  $f = \dots$  Гц и коэффициент заполнения  $D = \dots$

2. Если измеренное значение тока  $I_{\text{и}} = 2 \text{ А}$ , действительное значение тока  $I_{\text{д}} = 1,9 \text{ А}$ , то относительная погрешность равна  $\dots\%$ .

3. Чему равно сопротивление резистора  $R_4$  уравновешенного моста постоянного тока с противоположными ветвями:  $R_1 = 1 \text{ кОм}$  и  $R_3 = 3 \text{ кОм}$ ;  $R_2 = 2 \text{ кОм}$ .

4. Действительное значение тока в цепи  $5,23 \text{ А}$ . Амперметр с верхним пределом измерения  $10 \text{ А}$  показал ток  $5,3 \text{ А}$ . Определить приведенную погрешность прибора.

Компетенция ОПК-1.2

Теоретические вопросы (задания на проверку знаний)

1. Классификация электромеханических измерительных приборов. Достоинства и недостатки аналоговых методов измерения.

2. Приборы магнитоэлектрической системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.

3. Приборы электромагнитной системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.

4. Приборы электродинамической системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.

5. Приборы электростатической системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.

6. Приборы индукционной системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.

7. Приборы выпрямительной системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.

8. Приборы термоэлектрической системы: устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.

9. Аналоговый осциллограф: назначение, область применения, устройство и работа.

Задания на проверку умений:

Задание 1.

Установите соответствие условного обозначения и системы измерения аналогового электромеханического прибора.

Дистракторы:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Дистракторы соответствия:

1. Электростатическая
2. Индукционная
3. Электромагнитная
4. Магнитоэлектрическая

Задание 2.

Установите соответствие между номерами элементов на схеме индукционного счетчика и их названиями

Дистракторы:

1. 2 элемент
2. 5 элемент
3. 3 элемент
4. 4 элемент
5. 1 элемент

Дистракторы соответствия:

1. алюминиевый диск
2. магнитопровод токовой обмотки
3. тормозной постоянный магнит
4. счетный механизм
5. магнитопровод обмотки напряжения

Задание 3.

Установите соответствие между приборами и измеряемыми ими электрическими величинами

Дистракторы:

1. ваттметр
2. счетчик
3. мультиметр
4. осциллограф

Дистракторы соответствия:

1. электрическая энергия
2. активная мощность
3. амплитудное значение напряжения, период, частота
4. действующее значение тока, напряжения

Задание 4.

Установите соответствие между системой измерения аналогового прибора и его использованием

Дистракторы:

- 1) электродинамическая и ферромагнитная
- 2) магнитоэлектрическая система
- 3) индукционная система
- 4) электростатическая система

Дистракторы соответствия:

- 1) для измерения напряжений в цепях высокого напряжения до сотен киловольт
- 2) для измерения расхода электрической энергии
- 3) для измерения малых токов
- 4) для измерения мощности

Задание 5.

Установите соответствие между физической величиной и единицами её измерения

Дистракторы:

1. мощность
2. напряжение
3. сила тока

4. электрическая энергия

Дистракторы соответствия:

1. мВ, В, кВ
2. мкА, mA, А
3. Вт·час, кВт·час
4. Вт, кВт

Задания на проверку навыков:

1. Если измерительный механизм амперметра рассчитан на напряжение 75 мВ и ток 7,5 мА, то для измерения тока 7,5 А нужно использовать шунтирующий резистор сопротивлением  $R_{ш} = \dots$  мОм
3. Если измерительный механизм вольтметра имеет сопротивление  $R_V = 10$  Ом и номинальный ток  $I_{ном} = 0,001$  А, то для получения вольтметра с диапазоном измерения  $U = 1$  В необходимо включить последовательно добавочный резистор  $R_D = \dots$  Ом

Компетенция ОПК-4.1

Теоретические вопросы (задания на проверку знаний):

1. Основные понятия, определения и классификации цифровых измерительных приборов.
2. Цифровые методы и средства измерений.
3. Цифровой вольтметр и мультиметр: устройство и принцип действия.
4. Цифровой частотомер: устройство и принцип действия.
5. Цифровой осциллограф: назначение, область применения, устройство и работа.
6. Цифровой регистратор Логгер 100: назначение, область применения, устройство и принцип работы.

Задания на проверку умений:

Задание 1

Установите соответствие между АЦП и реализуемой им функцией преобразования

Дистракторы:

1. АЦП поразрядного уравнивания
2. АЦП «интервал времени – код»
3. АЦП «частота-код»
4. Сигма-дельта АЦП

Дистракторы соответствия:

1. Преобразование модулятором входного напряжения в последовательность импульсов и формирование выходного кода фильтром низ-ких частот
2. Определение количества импульсов (или количества периодов периодического сигнала) в единицу времени и преобразование в код
3. Сравнение измеряемого напряжения с опорным с помощью компаратора
4. Определение интервала времени между двумя импульсами или длительности импульса и преобразование его в код

Задание 2

Установите соответствие между названием и содержанием операций цифровой обработки измерительных сигналов

Дистракторы:

1. Дискретизация
2. Кодирование
3. Квантование

Дистракторы соответствия:

1. округление выбранных мгновенных значений измеряемой величины до ближайшего из уровней, на которые разбит ее диапазон
2. преобразование округленных мгновенных значений измеряемой величины в двоичный код
3. выборка мгновенных значений измеряемой величины в тактовые моменты времени.

Задание 3.

Установите соответствие между приборами и измеряемыми ими электрическими величинами

Дистракторы:

1. ваттметр
2. счетчик
3. мультиметр

#### 4. осциллограф

Дистракторы соответствия:

1. электрическая энергия
2. активная мощность
3. амплитудное значение напряжения, период, частота
4. действующее значение тока, напряжения

#### Задание 4

Установите последовательность операций, выполняемых в цифровом вольтметре

1. Квантование и кодирование
2. Дискретизация
3. Преобразование двоично-десятичного кода в код для индикатора
4. Преобразование двоичного кода в двоично-десятичный код

#### Задание 5

Расположите устройства в порядке прохождения через них контролируемого сигнала

1. микроконтроллер
2. усилитель
3. датчик

Задания на проверку навыков:

Практико-ориентированные задачи

1. При объеме памяти данных цифрового регистратора 1000 отсчетов и шаге дискретизации  $T_D = 18\text{с}$  максимальная продолжительность регистрации ТР составит ... ч.
2. Если частота дискретизации исходного аналого-вого сигнала – синусоиды с частотой  $f = 90$  Гц составила  $f_D = 1000$  Гц то, сколько на одном периоде синусоиды будет дискретных отсчетов и может ли быть восстановлен исходный аналоговый сигнал?
3. Исходный аналоговый сигнал представляет собой синусоиду с частотой  $f = 95$  Гц. Если частота дискретизации составила  $f_D = 100$  Гц то, сколько на одном периоде синусоиды будет дискретных отсчетов и может ли быть восстановлен исходный аналоговый сигнал?

#### Компетенция ОПК-5.1

Теоретические вопросы (знания):

1. Электрические датчики температуры: устройство и принцип работы.
2. Электрические датчики давления: устройство и принцип работы.
3. Электрические датчики уровня: устройство и принцип работы.
4. Электрические датчики частоты вращения: устройство и принцип работы.
5. Структура ИИС: типовая конфигурация. Принцип работы.
6. Устройства сбора данных (УСД).
7. Цифровое устройство управления ЦУУ.

Задания на проверку умений:

#### Задание 1

Установите соответствие между сигналом измерительной информации датчика и системой измерения

Дистракторы:

1. Сигнал измерительной информации датчика преобразуется в 0-10 мГн
2. Сигнал измерительной информации датчика преобразуется в 4-8 кГц
3. Сигнал измерительной информации датчика преобразуется в 0,02-0,1мПа
4. Угол поворота приемника строго соответствует углу поворота датчика

Дистракторы соответствия:

- 1) электрическая
- 2) пневматическая
- 3) сельсинная система
- 4) магнитная

Соответствие: 1-4, 2-1, 3-2, 4-3

#### Задание 2

Установите соответствие между системой измерения аналогового прибора и его использованием

Дистракторы:

- 1) электродинамическая
- 2) индукционная система
- 3) электромагнитная система
- 4) электростатическая система

Дистракторы соответствия:

- 1) для измерения переменного тока и напряжения
- 2) для измерения расхода электрической энергии
- 3) для измерения мощности
- 4) для измерения напряжений в цепях высокого напряжения до сотен киловольт

Соответствие: 1-3, 2-2, 3-1, 4-4

Задание 3

Установите соответствие между прибором и физической величиной, которую он измеряет

Дистракторы:

- 1) фазометр
- 2) мультиметр
- 3) осциллограф
- 4) LC-метр

Дистракторы соответствия:

- 1) ток, напряжение, сопротивление
- 2) индуктивность катушки и емкость конденсатора
- 3) амплитуду периодического сигнала и период
- 4)  $\cos \varphi$  (косинуса фи)

Задание 4

Установите правильную последовательность проведения измерительного эксперимента.

1. Сборка измерительной установки или системы
2. Выбор методов и средств измерения
3. Обработка и анализ результатов измерений, формулировка выводов
4. Проведение измерений с фиксацией результатов

Задание 5

Установите правильную последовательность действий при выполнении измерения токоизмерительными клещами

1. Обхватить одиночный проводник в сети переменного или постоянного тока.
2. Расположить токовые клещи перпендикулярно направлению провода и снять показания.
3. Установить требуемый диапазон измерения.
4. Нажать на кнопку раскрытия магнитопровода.

Задания на проверку навыков:

1. Рассчитайте цену деления амперметра, если максимально допустимый ток через обмотку амперметра  $I_A = 0,5 \text{ A}$ , а число делений шкалы  $n=10$ .
2. Рассчитайте чувствительность вольтметра, если предел измерения его шкалы  $U = 400 \text{ В}$ , а число делений шкалы  $n = 100$ .
3. Определите относительную чувствительность моста уравновешенного сопротивлений, если при изменении сопротивления одного из его плеч на 10% (сопротивление плеч  $R = 1 \text{ кОм}$ ) напряжение в диагонали изменилось на 1 мВ.

***Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)***