

Луганск — 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Автоматизированные системы коммерческого учёта электроэнергии»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Какое устройство, входящее в состав периферии AVR-микроконтроллеров, позволяет измерить мгновенное значение тока однофазного потребителя?

- А) таймер/счётчик
- Б) аналогово-цифровой преобразователь
- В) последовательный периферийный интерфейс SPI
- Г) универсальный асинхронный приёмопередатчик USART
- Д) правильный вариант отсутствует

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Какое устройство, входящее в состав периферии AVR-микроконтроллеров, позволяет измерить фазовый угол ϕ однофазного потребителя?

- А) аналоговый компаратор
- Б) аналогово-цифровой преобразователь
- В) последовательный периферийный интерфейс SPI
- Г) универсальный асинхронный приёмопередатчик USART
- Д) правильный вариант отсутствует

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Какое устройство, входящее в состав периферии AVR-микроконтроллеров, позволяет измерить значение частоты сети?

- А) таймер/счётчик
- Б) аналогово-цифровой преобразователь
- В) последовательный периферийный интерфейс SPI
- Г) универсальный асинхронный приёмопередатчик USART
- Д) правильный вариант отсутствует

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

4. Какое устройство, входящее в состав периферии AVR-микроконтроллеров, позволяет измеренные значения потреблённой электроэнергии отправить на сервер энергопоставляющей компании?

- А) таймер/счётчик
- Б) аналогово-цифровой преобразователь
- В) аналоговый компаратор
- Г) универсальный асинхронный приёмопередатчик USART

Д) правильный вариант отсутствует

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие между логической топологией сети, применяемой в АСКУЭ, и её описанием.

- | | |
|---|---|
| 1) «точка-точка» (point-to-point); | А) каждый узел посылает свои данные всем остальным узлам сетевой среды, но неизвестно, какие станции функционируют |
| 2) множественного доступа (multi access); | Б) обеспечивает передачу данных от одного узла до другого независимо от промежуточных устройств между ними |
| 3) широковещательная (broadcast); | В) детерминированный доступ к среде: электронный маркер последовательно передается каждому узлу и узел, получивший его, может передавать данные в сеть. |
| 4) маркерная (token passing) | Г) доступ к разделяемой общей шине имеют все узлы, но в каждый момент времени передавать данные может только один узел, остальные узлы могут только «слушать» среду |

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	Г	А	В

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Установите соответствие между уровнями АСКУЭ и устройствами в них входящими.

- | | |
|--------------------|---|
| 1) Первый уровень | А) технические средства приема-передачи данных, автоматизированные рабочие места персонала (АРМ), систему обеспечения единого времени (СОЕВ), программное обеспечение (ПО), серверы АСКУЭ |
| 2) Второй уровень | Б) не существует |
| 3) Третий уровень | В) устройства сбора и передачи данных (УСПД) и каналообразующая аппаратура |
| 4) Нулевой уровень | Г) многофункциональные счетчики электроэнергии, измерительные трансформаторы тока и напряжения, вторичные измерительные цепи |

Правильный ответ:

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

Г	В	А	Б
---	---	---	---

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Установите соответствие между элементами счетчика и их функциональным назначением.

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1) Трансформатор тока | А) понижение величина тока до допустимого значения |
| 2) Трансформатор напряжения | Б) обмен данными между счётчиком и сервером системы сбора данных и управления |
| 3) АЦП | В) понижение величина напряжения до допустимого значения |
| 4) Интерфейс RS485 | Г) преобразование аналогового сигнала в цифровой эквивалент |

Правильный ответ:

1	2	3	4
А	В	Г	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

1. Установите правильную последовательность действий при подключении нового объекта учета (счетчика) к системе АСКУЭ.

- А) Запуск счетчика в работу со стороны системы сбора данных и управления
- Б) Осуществление монтажа счетчика, прокладка линии связи.
- В) Подключение счетчика в электросети потребителя. Настройка параметров счётчика.
- Г) Проверка работы счетчика в автономном режиме.
- Д). Добавление нового устройства (счетчика) в программе системы сбора данных и управления

Правильный ответ: Б, В, Г, Д, А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

2. Установите правильную последовательность действий процессора в счётчике при измерении параметров потребляемой мощности.

- А) Запустить соответствующие АЦП на измерение напряжения и тока за половину периода
- Б) Вычислить полную мощность по формуле $S=I \cdot U$
- В) Запустить таймер/счетчик с использованием аналогового компаратора для измерения фазового угла после перехода синусоиды напряжения через 0.
- Г) Проинтегрировать за половину периода величину тока и величину напряжения.
- Д) Вычислить активную и реактивную мощности по формуле $P=S \cdot \cos \varphi$ и

$$Q=S \cdot \sin \varphi$$

Правильный ответ: В, А, Г, Б, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

3. Установите правильную последовательность формирования кадра при передаче данных через универсальный приёмопередатчик последовательного порта USART микроконтроллера.

А) 2(1) стоповый бит

Б) 1 стартовый бит

В) 8(7) бит данных

Г) 1(0) бит четности (нечётности)

Правильный ответ: Б, В, Г, А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Интегрирующий по времени прибор, измеряющий активную и (или) реактивную энергию, называется _____

Правильный ответ: Счетчик электрической энергии/счетчиком электроэнергии/счетчиком

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Процесс перехода от аналогового сигнала к дискретному сигналу, называется _____

Правильный ответ: дискретизацией/ дискретизацией сигнала

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Количество цифровых выходов АЦП, на которых появляется двоичное число, эквивалентное величине аналогового сигнала в данный момент времени, называется _____

Правильный ответ: Разрядностью

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

4. Устройство для объединения (сосредоточения) нескольких интеллектуальных устройств в общий сегмент (сеть), т.е. образующих разделяемую среду, независимо от типа реализуемого протокола, называется _____

Правильный ответ: Сетевой концентратор/hub/ «хаб»/концентратор/маршрутизатор

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

5. Устройство, предназначенное для соединения нескольких узлов компьютерной сети в пределах одного или нескольких сегментов сети, называется _____

Правильный ответ: Сетевой коммутатор/ switch/ коммутатор

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

6. Область памяти, в которой коммутатор хранит передаваемые данные, называется _____

Правильный ответ: Буфером

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

7. Специализированное средство группового учета электроэнергии, используемое в АСКУЭ на среднем уровне, называется _____

Правильный ответ: Устройства сбора и передачи данных /УСПД

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

8. Учет, предназначенный для контроля расхода электроэнергии внутри энергообъекта, для расчёта и анализа потерь электроэнергии в электрических сетях, а также для учёта расхода электроэнергии на производственные нужды, называется _____

Правильный ответ: Техническим

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Счетчик электроэнергии системы АСКУЭ имеет 10-разрядный АЦП. Измеряемый диапазон электрического тока составляет от $I_{\min}=0$ до $I_{\max}=45$ А. В регистре данных АЦП после измерения хранится код $I_d=845$. Определите величину реального тока. При линейной зависимости между реальным током и его цифровым эквивалентом.

Правильный ответ: $I = (I_{\max} - I_{\min})I_d/1023 + I_{\min} = (45-0) \cdot 845/1023 - 0 = 37,17$ А /
37,17 / 37,17 А / 37,2 / 37,2 А

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

2. Счетчик электроэнергии системы АСКУЭ имеет 12-разрядный АЦП. Измеряемый диапазон напряжения составляет от $U_{\min}=10$ до $U_{\max}=280$ В. В регистре данных АЦП после измерения хранится код $U_d=2154$. Определите величину реального напряжения. При линейной зависимости между реальным током и его цифровым эквивалентом.

Правильный ответ: 151,99 / 151,99 В / 152,0 В / 152,0 / 152 / 152 В /

$U = (U_{\max} - U_{\min}) \cdot U_d/4096 + U_{\min} = (280-10) \cdot 2154/4096 + 10 = 151,99$ В

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

3. Счетчик электроэнергии системы АСКУЭ выполняет измерения 12-разрядными АЦП. Определите величину массива в ОЗУ данных для хранения

реальных значений напряжения, тока, активной, полной и реактивной мощностей для всех трёх фаз.

Правильный ответ: 60 / 60 б. / 60 байт/ $N=3 \cdot N_U+3 \cdot N_I+3 \cdot N_P+3 \cdot N_S+3 \cdot N_Q=$
 $=3 \cdot 4+3 \cdot 4+3 \cdot 4+3 \cdot 4+3 \cdot 4=60$ байт

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Счетчик электроэнергии, включенный в систему АСКУЭ, имеет 12-разрядный АЦП. Измеряемый диапазон электрического тока составляет от 0 до 35 А. Определите абсолютное значение погрешности дискретизации и приведенную к диапазону измерения относительную погрешность. Дайте оценку пригодности данного АЦП.

Время выполнения – 35 мин.

Ожидаемый результат:

Определим максимальный цифровой код $N_{\max}$, который может сгенерировать 12-разрядный (k) АЦП:

$$N_{\max} = 2^k - 1 = 2^{12} - 1 = 4096 - 1 = 4095$$

Абсолютное значение погрешности дискретизации:

$$\Delta I = (I_{\max} - I_{\min}) / (N_{\max}) = 35 - 0 / (4095) = 0,00855 \text{ А.}$$

Приведенная к диапазону измерения относительную погрешность:

$$\varepsilon = (\Delta I / (I_{\max} - I_{\min})) \cdot 100\% = (0,00855 / (35 - 0)) \cdot 100\% = 0,0244\%$$

Одними из наиболее точных измерительных приборов являются приборы с классом точности 0,1 (относительная погрешность 0,1%). Относительная погрешность дискретизации АЦП составляет 0,0244%, что значительно меньше погрешности приборов с классом точности 0,1. Данный АЦП пригоден для измерения тока в счётчиках.

Правильный ответ: 0,00855 / 0,00855 А/8,55·10⁻³/ 8,55·10⁻³ А/0,0086 / 0,0086 А /8,6·10⁻³/ 8,6·10⁻³ А и 0,0244% / 0,0244/24,4·10⁻³/ 24,4·10⁻³ %

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если определено абсолютное значение погрешности дискретизации и даны пояснения, отвечающие смысловому содержанию в ожидаемом результате.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Счетчик электроэнергии, включенный в систему АСКУЭ, осуществляет измерение фазового угла с помощью 16-разрядного таймера/счетчика. Частота тактирования таймера $f_{TC}=1$ МГц. На частоте 50 Гц ток запаздывает относительно напряжения на $t_{\phi}=0,0025457$ сек. Определите абсолютное значение погрешности дискретизации. Дайте оценку пригодности таймера/счётчика для измерения фазового угла.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат:

Период сетевой частоты равен:

$$T_C = 1/f_C = 1/50 = 0,02 \text{ сек.}$$

Период тактирования таймера/счётчика равен:

$$T_{TC}=1/f_{TC}=1/10^6=10^{-6}\text{сек.}$$

Определим содержимое счётного регистра при подсчёте времени запаздывания

$$N=t_{\varphi} / T_{TC}=0,0025457/10^{-6}=2545,7.$$

Округляем до ближайшего большего: $N'=2546$.

Таким образом, счетчик измерит время:

$$t_{TC}=N' \cdot T_{TC}=2546 \cdot 10^{-6}=0,002546\text{ сек}$$

Абсолютное значение погрешности дискретизации:

$$\Delta t=t_{TC}-t_{\varphi}=0,002546-0,0025457=0,0000003\text{ сек.}$$

Приведенная к диапазону измерения относительную погрешность:

$$\varepsilon=(\Delta t/T_C) \cdot 100\%=(0,0000003/0,02) \cdot 100\%=0,0015\%$$

Одними из наиболее точных измерительных приборов являются приборы с классом точности 0,1 (относительная погрешность 0,1%). Относительная погрешность дискретизации таймера/счетчика составляет 0,0015%, что значительно меньше погрешности приборов с классом точности 0,1. Данный АЦП пригоден для измерения тока в счётчиках.

Правильный ответ: $0,0000003\text{ сек.} / 0,0000003 / 3 \cdot 10^{-7} / 3 \cdot 10^{-7}\text{сек.} / 0,3 \cdot 10^{-6} / 0,3 \cdot 10^{-6}\text{сек.}$

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если определено абсолютное значение погрешности дискретизации и даны пояснения, отвечающие смысловому содержанию в ожидаемом результате.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Счетчик электроэнергии, включенный в систему АСКУЭ, имеет 14-разрядный АЦП. Измеряемый диапазон электрического напряжения составляет от 0 до 400 В. Определите абсолютное значение погрешности дискретизации и приведенную к диапазону измерения относительную погрешность. Дайте оценку пригодности данного АЦП.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат:

Определим максимальный цифровой код $N_{\max}$, который может сгенерировать 14-разрядный (k) АЦП:

$$N_{\max}=2^k-1=2^{14}-1=16384-1=16383$$

Абсолютное значение погрешности дискретизации:

$$\Delta U=(U_{\max}-U_{\min})/N_{\max}=400-0/16383=0,0244\text{ В.}$$

Приведенная к диапазону измерения относительную погрешность:

$$\varepsilon=(\Delta U/(U_{\max}-U_{\min})) \cdot 100\%=(0,0244/(400-0)) \cdot 100\%=0,0061\%$$

Одними из наиболее точных измерительных приборов являются приборы с классом точности 0,1 (относительная погрешность 0,1%). Относительная погрешность дискретизации АЦП составляет 0,0061%, что значительно меньше погрешности приборов с классом точности 0,1. Данный АЦП пригоден для измерения тока в счётчиках.

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если определено абсолютное значение погрешности дискретизации и даны пояснения, отвечающие смысловому содержанию в ожидаемом результате.

Правильный ответ: $0,0244 / 0,00855 \text{ В} / 24,4 \cdot 10^{-3} / 24,4 \cdot 10^{-3} \text{ В} / 0,024 / 0,024 \text{ В}$ и $0,0061\% / 0,0061 / 6,1 \cdot 10^{-3} / 6,1 \cdot 10^{-3} \%$

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Экспертное заключение

Представленный комплект оценочных материалов по дисциплине (практике) **«Автоматизированные системы коммерческого учёта электроэнергии»** соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа: «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения».

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанные и представленные для экспертизы оценочные материалы рекомендуются к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии
института приборостроения и
электротехнических систем

Яременко С.П.

Лист изменений и дополнений

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