

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФИО: Рукович Александр Владимирович
Должность: Директор Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Дата подписания: 30.08.2025 11:33:10
Уникальный идентификатор: f45eb7c44954caac05ea7d4f72eb8d7d6b3cb96ae6d9b4bda094afdda9b705f
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра строительного дела

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Б1.О.22 Метрология стандартизация и сертификация
для программы бакалавриата
по направлению подготовки 08.03.01 Строительство
Профиль: «Промышленное и гражданское строительство»

Форма обучения: очная

Нерюнгри, 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО на заседании
обеспечивающей кафедры строительного
дела

« 21 » апреля 2025 г. протокол № 10
И.о. заведующий кафедрой СД
_____ / Косарев Л.В./
« 21 » апреля 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО на заседании
выпускающей кафедры строительного дела

« 21 » апреля 2025 г. протокол № 10
И.о. заведующий кафедрой СД
_____ / Косарев Л.В./
« 21 » апреля 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Эксперт:

Сокольникова Л.Г. к.т.н., доцент кафедры строительного дела
Ф.И.О., должность, организация, подпись

Эксперт:

Корецкая Н.А., к.т.н., доцент кафедры строительного дела
Ф.И.О., должность, организация, подпись

Составлен:

Косарев Л.В., к.т.н., доцентом, и.о.зав. кафедрой строительного дела

Паспорт фонда оценочных средств
по дисциплине (модулю):
Б1.О.22 Метрология стандартизация и сертификация

Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Шкалы оценивания уровня сформированности компетенций/элементов компетенций		
			Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
(ОПК-7)	Выбор методов и оценка метрологических характеристик средства измерения (испытания) (ОПК-7.3) Оценка погрешности измерения, проведение поверки и калибровки средства измерения (ОПК-7.4) Подготовка и оформление документа для контроля качества и сертификации продукции (ОПК-7.6)	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основы метрологии, включая понятия, связанные с объектами и средствами измерения, закономерности формирования результата измерения, состав работ и порядок проведения инженерного обследования зданий и сооружений различного назначения. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - правильно выбирать конструкционные материалы, обеспечивающие требуемые показатели надежности, безопасности и эффективности сооружений; - анализировать воздействия окружающей среды на материал в конструкции, устанавливать требования к строительному и конструкционным материалам и выбирать оптимальный материал исходя из его назначения и условий эксплуатации; - составить заключение о состоянии строительных конструкций здания по результатам обследования и выполнять обработку результатов статических и динамических испытаний конструкций и систем здания. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами и средствами дефектоскопии строительных конструкций, контроля физико - механических свойств. 	Освоено	<p>Студент анализирует ситуации, риски, уверенно справляется с практическими задачами, знает требования стандартов, знает материал, увязывает теорию с практикой, не допускает существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач.</p> <p>Студент достаточно уверенно справляется с практическими задачами по курсу, демонстрирует знания основного программного материала, воспроизводит стандартные расчеты параметров инженерных сетей. При ответе на вопрос студент может допускать ошибки, но они не носят существенного характера</p> <p>Студент демонстрирует знания основного программного материала, может назвать основные технические характеристики инженерных сетей и требования, предъявляемые к ним. При ответе на вопрос студент может допускать ошибки, но они не носят существенного характера</p>	Зачтено
			Не освоено	<p>Студент не знает значительной части программного материала, не знает основ планирования в строительстве, областей применения, допускает существенные ошибки</p>	Не зачтено

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра строительного дела

Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Практическая работа 1.

Тема: «Оценка погрешностей измерений»

Задание 1.1

Напряжение постоянного тока измеряется двумя вольтметрами – класса точности *Кл. m1* (используется предел измерений $U_{к1}$), и класса точности *Кл. m2* (используется предел измерений $U_{к2}$). Показания вольтметров составляют соответственно $U_{пок1}$ и $U_{пок2}$. Определите, какой вольтметр предпочтительнее применять для обеспечения большей точности измерений. Укажите пределы, в которых находится измеряемое напряжение. Влиянием входного сопротивления вольтметра пренебречь. Значения *Кл. m1*, *Кл. m2*, $U_{к1}$ и $U_{к2}$, $U_{пок1}$ и $U_{пок2}$ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные к заданию 1.1

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Кл. m1</i>	2,5		1,5/1,0		1,5		4,0		4,0	
<i>Кл. m2</i>	2,5		2,5		1,0/0,5		2,5/1,5		2,5/1,5	
Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$U_{к1}, В$	500		300		150		100		50	
$U_{пок1}, В$	285	439	117	203	142	100	90,3	24,5	36,3	23,4
$U_{к2}, В$	1000		500		300		150		100	
$U_{пок2}, В$	287	427	119	208	140	103	91,4	26,7	37,1	24,1

Методические указания к заданию 1.1

Пользуясь обозначениями классов точности вольтметров, учитывая используемые пределы измерений и полученные показания вольтметров, необходимо определить максимально допустимые относительные отклонения δU показаний обоих вольтметров от измеряемого напряжения, что позволит сделать необходимый вывод.

Пределы, в которых находится измеряемое напряжение, определяются зависимостью:

$$U_{пок} - \Delta U \leq U \leq U_{пок} + \Delta U,$$

где $\pm \Delta U$ – максимально допускаемое абсолютное отклонение показаний вольтметров от измеряемого напряжения, $В$.

Формулы расчета величин $\pm \Delta U$ и $\pm \delta U$ приведены в таблице 2.

Таблица 2

Классы точности электроизмерительных приборов

Форма выражения погрешности средства	Предел допускаемой	Обозначение класса	Погрешность результата измерения	
			абсолютная	относительная

измерения	погрешности	точности		
Приведенная погрешность. Нормирующее значение выражено в единицах измеряемой физической величины.	$\gamma = \pm 1,5\%$	1,5	$\frac{\gamma \cdot X_k}{100}$	$\frac{\gamma \cdot X_k}{X_{пок}}$
Относительная постоянная погрешность.	$\delta = \pm 1,5\%$	1,5	$\frac{\delta \cdot X_{пок}}{100}$	δ
Приведенная погрешность в двух точках шкалы: γ_n при $U=0$ и γ_k при $U=U_{пред}$. Нормирующее значение выражено в единицах измеряемой физической величины.	$\gamma = \pm 0,2\%$ (при $X=0$) $\gamma = \pm 0,5\%$ (при $X=X_k$)	γ_k/γ_n 0,5/0,2	$\frac{\gamma_n \cdot X_k}{100} +$ $+\frac{(\gamma_k - \gamma_n) \cdot X_{пок}}{100}$	$\gamma_k + \gamma_n \left(\frac{X_k}{X_{пок}} - 1 \right)$

Примечание: в таблице X_k – предел измерения; γ_n и γ_k – приведенная погрешность в начале и конце шкалы соответственно; $X_{пок}$ – показание прибора.

Теоретические сведения, необходимые для решения задачи, изложены в [2, 3, 4, 8].

Пример 1. Необходимо измерить ток $I_{изм} = 4 \text{ мА}$. Для этого имеются два миллиамперметра: один – класса точности 1,0 с пределом измерения $I_{к1}=20 \text{ мА}$ и второй – класса точности 2,5 с пределом измерения $I_{к2}=5 \text{ мА}$. Определить, у какого прибора меньше предел допускаемой основной относительной погрешности, и какой прибор обеспечит более высокую точность заданного измерения.

Решение:

1. Предельные значения абсолютной основной погрешности приборов, согласно таблице 2:

$$\Delta I = \pm \frac{\gamma \cdot I_k}{100}.$$

Для прибора класса точности 1,0:

$$\Delta I_1 = \pm \frac{1 \cdot 20}{100} = \pm 0,2 \text{ мА}.$$

Для прибора класса точности 2,5:

$$\Delta I_2 = \pm \frac{2,5 \cdot 5}{100} = \pm 0,125 \text{ мА}.$$

2. Наибольшие относительные погрешности измерения приборов:

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_{изм}} 100\%.$$

$$\delta_1 = \frac{\Delta I_1}{I_{изм}} 100\% = \frac{\pm 0,2 \cdot 100}{4} = \pm 5\% ;$$

$$\delta_2 = \frac{\Delta I_2}{I_{изм}} 100\% = \frac{\pm 0,125 \cdot 100}{4} = \pm 3\% .$$

Ответ: для заданного измерения целесообразно выбрать миллиамперметр класса точности 2,5 с пределом 5 мА, обеспечивающий значительно меньшую погрешность измерения.

Практическая работа 2

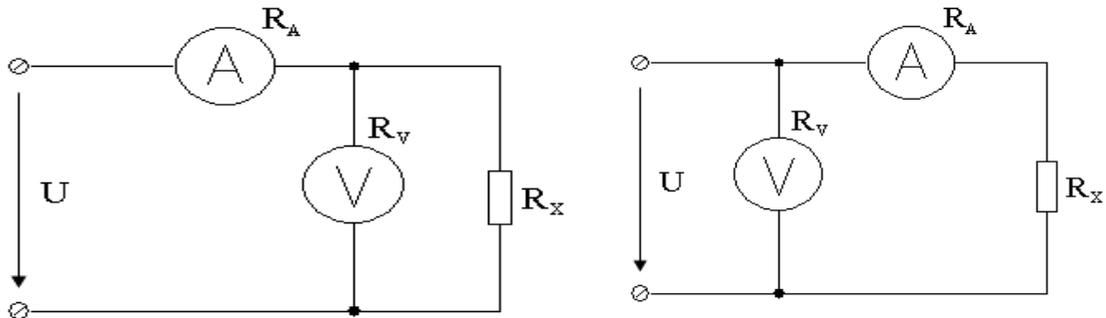
Определить относительные погрешности измерения сопротивления R_X в цепи постоянного тока с помощью амперметра и вольтметра при подключении их двумя возможными способами. Сопротивление амперметра R_A , вольтметра R_V . Сделать вывод о целесообразности применения той или иной схемы. Исходные данные приведены в таблице 3.

Исходные данные к заданию 1.2

Последняя цифра шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$R_A, \text{ Ом}$	0,01	0,2	0,02	0,3	0,01	0,015	0,03	0,05	0,04	0,025
$R_V, \text{ Ом}$	40	30	50	30	5	10	25	35	50	20
Предпоследняя цифра шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$R_X, \text{ Ом}$	2	10	5	100	15	1000	3	1	500	50

Методические указания к заданию 1.2

Метод амперметра и вольтметра нашел широкое распространение среди косвенных методов измерения сопротивлений, т.к. отличается широким диапазоном измеряемых сопротивлений (от 10^{-6} до 10^{13} Ом) и простотой. Подключение измеряемого сопротивления возможно двумя способами (рис. 1 а, б).



а)

б)

Рис. 1. Схемы измерения сопротивления методом амперметра и вольтметра:

а – низкоомных резисторов; б – высокоомных резисторов

Формулы расчета относительной методической погрешности и соотношения сопротивлений R_X, R_A, R_V [2, 5, 7] для схемы рис. 1, а:

$$\delta_M = -\frac{R_X}{R_V + R_X}, \quad (2)$$

$$\frac{R_X}{R_A} < \frac{R_V}{R_X}. \quad (3)$$

Для схемы рис. 1, б:

$$\delta_M = -\frac{R_A}{R_X}, \quad (4)$$

$$\frac{R_X}{R_A} > \frac{R_V}{R_X}. \quad (5)$$

При решении задачи необходимо рассчитать относительную методическую погрешность для каждой схемы, выводы о целесообразности применения той или иной схемы подтвердить проверкой выполнения неравенства (3) или (5).

Практическое занятие 3

Технический амперметр магнитоэлектрической системы с номинальным током I_H , числом номинальных делений $a_H=100$ имеет оцифрованные деления от нуля до номинального значения,

проставленные на каждой пятой части шкалы (стрелка обесточенного амперметра занимает нулевое положение).

Проверка технического амперметра осуществлялась образцовым амперметром той же системы.

Исходные данные для выполнения задачи указаны в таблице 1.

1. Указать условия поверки технических приборов.
2. Определить поправки измерений.
3. Определить приведенную погрешность.
4. Указать, к какому ближайшему стандартному классу точности относится данный прибор.

Таблица 1 – Исходные данные к заданию 2.1

Поверяемый амперметр	Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номинальный ток I_n, A	0; 5	2,5	20	15	20	5	10	5	10	2,5	15
	1; 6	10	1	20	15	1	2,5	15	20	5	2,5
	2; 7	5	10	1	2,5	2,5	20	10	2,5	10	5
	3; 8	20	15	2,5	10	5	5	20	5	20	10
	4; 9	15	2,5	10	5	20	15	2,5	15	1	20
Абсолютная погрешность Δ_i, A	-	-0,01	+0,03	-0,04	+0,02	-0,03	+0,05	-0,04	+0,02	-0,06	+0,03
	-	+0,02	-0,04	+0,06	-0,08	+0,05	-0,08	+0,03	+0,04	-0,03	+0,06
	-	-0,03	+0,05	-0,03	+0,07	+0,04	-0,04	+0,06	-0,05	+0,08	-0,05
	-	+0,04	-0,06	+0,02	-0,05	-0,08	+0,02	-0,07	+0,06	-0,02	+0,04
	-	-0,05	+0,07	-0,01	+0,04	-0,06	+0,03	-0,02	-0,08	+0,05	-0,02

Задание 2.2

Для поверки счетчика электрической энергии использовались ваттметр и секундомер. Проверка производилась при последовательном включении их токовых обмоток. Исходные данные приведены в таблице 2. Необходимо: составить схему включения ваттметра и индукционного измерительного механизма, применяемого при построении счетчика и рассчитать относительную погрешность счетчика. Предельные значения напряжения и тока ваттметра: $U_{Pк}=150 B$, $I_{Pк}=5 A$, число делений шкалы: $a_{max}=150$; предельные значения тока и напряжения счетчика: $U_{hk}=150 B$, $I_{hk}=5 A$.

Таблица 2 – Исходные данные к заданию 2.2

Последняя цифра шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число оборотов n счетчика за время t	57	38	53	21	54	38	48	101	16	105
Фиксируемое время t работы счетчика, мин	3	3	2	6	1,5	2	4	4	5	3
Показание ваттметра (число делений) a_p	92	80	104	44	90	93	81	105	42	90
Обозначение на маркировочной табличке счетчика	$1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}=2500 \text{ об. диска}$					$1 \text{ об. диска} = 0,0004 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$				

Методические указания к заданию 2.2

Проверка счетчика методом ваттметра и секундомера основана на том, что при постоянстве напряжения, тока и коэффициента мощности количество потребленной (выработанной) энергии определяется соотношением:

$$W = U \cdot I \cdot \cos\varphi = P \cdot t, \quad (1)$$

где $P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$ – активная мощность (показания ваттметра);

t – продолжительность работы счетчика.

Поверка заключается в том, что при неизменной и известной мощности отсчитывают промежуток времени t , после чего сравнивают показания счетчика W_h с произведением $P \cdot t$ для определения абсолютной погрешности. Относительную погрешность определяют по формуле:

$$\delta = \frac{W_h - P \cdot t}{P \cdot t} \cdot 100\% \quad (2)$$

Показания счетчика определяется из выражения:

$$W_h = C \cdot n, \quad (3)$$

где C – постоянная счетчика – число ватт-секунд, приходящееся на один оборот диска. В маркировочных табличках счетчиков постоянная выражается обычно не в ватт-секундах, а в ватт-часах или киловатт-часах на один оборот (таблица 3).

Таблица 3 – Формулы для вычисления постоянных счетчиков

Характер надписи на счетчике	Обозначение	Формула для вычисления постоянной счетчика C
$1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = A \text{ об. диска}$	A – передаточное число счетчика	$C = \frac{3600 \cdot 1000}{A}$
Пример: $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 400 \text{ об. диска}$		$C = \frac{3600 \cdot 1000}{400} = 9000$
$1 \text{ об. диска} = N \text{ кВт} \cdot \text{ч}$	N – постоянная счетчика, кВт·ч	$C = 3600 \cdot 1000 \cdot N$
Пример: $1 \text{ об. диска} = 0,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$		$C = 3600 \cdot 1000 \cdot 0,2 = 720000$

Вопросы на практическое занятие

1. Предмет метрологии. Основные понятия.
2. Измерительные шкалы. Виды, характеристика.
3. Системы единиц физических величин. Виды, принципы построения.
4. Международная система единиц физических величин.
5. Методы измерений.
6. Основные понятия, связанные со средствами измерений.
7. Классификация погрешностей измерений.
8. Случайные погрешности измерений и их вероятностное описание.
9. Методы компенсации и устранения систематических погрешностей.
10. Поверочные схемы. Классификация эталонов.
11. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений».
12. Поверка средств измерений.
13. Калибровка средств измерений.
14. Государственный метрологический контроль и надзор.
15. Структура и функции государственной метрологической службы.
16. Структура и функции метрологической службы предприятия.
17. Международные организации в области метрологии.
18. Основные положения закона РФ «О техническом регулировании».
19. Исторические основы стандартизации.
20. Понятие, сущность и порядок стандартизации.
21. Цели и принципы стандартизации.
22. Функции и задачи стандартизации.
23. Методы стандартизации.
24. Международные организации по стандартизации.
25. Нормативные документы в области стандартизации.
26. Национальная система стандартизации.
27. Основные положения государственной системы стандартизации (ГСС).
28. Органы и службы стандартизации РФ.
29. Порядок разработки и утверждения стандартов.
30. Общая характеристика стандартов разных категорий.

31. Общая характеристика стандартов разных видов.
32. Государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований нормативных документов в области стандартизации.
33. Эффективность работ по стандартизации.
34. Актуальные направления стандартизации в России и мире.
35. Исторические основы сертификации.
36. Формы подтверждения соответствия. Основные понятия.
37. Декларирование соответствия.
38. Обязательная и добровольная сертификация.
39. Схемы и системы сертификации.
40. Сертификация услуг.
41. Сертификация систем менеджмента качества. Международные стандарты ISO серии 9000.
42. Органы по сертификации и испытательные лаборатории.
43. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий.
44. Актуальные области сертификации в России и мире.

Критерии оценивания отдельных видов СРС

Вид отдельно оцениваемой СРС	Параметры оценки	Баллы
Практическая работа либо подготовка доклада с презентацией	Постановка и обоснование цели, правильность выполнения практических работ;	0-2
	Глубина проработки темы, уровень освоения учебного материала, если студент: – ставится, если не готов. – демонстрирует, лишь поверхностный уровень знаний, на вопросы отвечает нечетко и неполно. – показывает поверхностные знания, допускает ошибки, но указанные недостатки позднее ликвидировал, в рамках установленного преподавателем графика. – при условии, если студент демонстрирует, ниже среднего уровня знания, слабо владеет навыками анализа, не умеет использовать научную литературу.	0 1 2
	– демонстрирует хороший уровень знаний, твердо знает материал, но дает не точные ответы на заданные вопросы, в содержании работы допущены неприципиальные ошибки, которые должны быть позднее ликвидированы в ходе промежуточной аттестации.	3
	- обладает необходимыми навыками научно-исследовательского анализа, с достаточной полнотой излагает учебный материал, обнаруживает понимание материала, не достаточно точно обосновывает свои суждения, затрудняется в приведение примеров.	4
	– выставляется за грамотно изложенный материал, показан высокий уровень освоения студентом учебного материала; проявляет умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач; присутствует обоснованность и четкость изложения ответа; работа содержит обобщенные выводы и рекомендации; активно использованы электронные образовательные ресурсы.	5
	Умение использовать теоретические знания при выполнении практических работ;	0-2
	<i>Всего</i>	<i>0-10</i>
Участие в обсуждении по заданной теме на семинаре/лекции	Знание учебно-программного материала	0-2
	Активность	0-1
	Знание литературы по заданной теме	0-2
	<i>Всего</i>	<i>0-5</i>

