

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ¹
по дисциплине

«Метрология и технические измерения»

Направление подготовки	<i>12.03.04 "Биотехнические системы и технологии"</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Инженерное дело в медико-биологической практике</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра ЭМ - Электромеханика</i>

Разработчик ФОС:

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № 7 от «06» марта 2023 г.

Заведующий кафедрой _____ Сериков А.В.

¹В данном документе представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-3. Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий	<p>ОПК-3.1. Знает основные методы и средства теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>ОПК-3.2. Умеет обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий</p> <p>ОПК-3.3. Владеет навыками выбора и использования соответствующих ресурсов, современных методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений</p>	<p>Выбирать и использовать соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование в области метрологии и технических измерений</p> <p>Обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов в области метрологии и технических измерений.</p> <p>Использовать современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач в области метрологии и технических измерений.</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1 – 6	ОПК-3	Лабораторные работы	Аргументированность ответов
Разделы 1,2,3,4,5	ОПК-3	Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1 – 6	ОПК-3	Вопросы к экзамену	Полнота и аргументированность ответов

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
4	Лабораторная работа 4	в течение семестра	5 баллов	
5	Лабораторная работа 5	в течение семестра	5 баллов	
6	Лабораторная работа 6	в течение семестра	5 баллов	
7	Расчетно-графическая работа	в течение семестра	20 баллов	20 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 15 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 10 баллов – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
ИТОГО:			50 баллов	–
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)				

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Лабораторные работы

Лабораторная работа 1. Расширение пределов измерения амперметра и вольтметра

Какой вид имеет схема включения наружных шунтов?

Определите сопротивление шунта для измерительного механизма с током полного отклонения 5 мА и $R_{ш} = 3 \text{ Ом}$, если нужно измерить ток 150А.

Каким должно быть сопротивление шунта к миллиампер-метру, рассчитанному на 75 мВ, с током полного отклонения 7,5 мА для измерения тока 7,5А?

Какой ток можно измерить прибором, рассчитанным на 10 мА ($R_{ш} = 10 \text{ Ом}$), если его включить с шунтом, сопротивление которого $R_{ш} = 0,01 \text{ Ом}$?

Какие вспомогательные элементы применяются для изменения пределов измерения магнитоэлектрических вольтметров?

Какого порядка должно быть сопротивление добавочного резистора к измерительному механизму с $R_0 = 1 \text{ Ом}$ и падением напряжения на рамке $U_0 = 10 \text{ мВ}$, для получения вольтметра с $U_n = 10 \text{ В}$?

До какого значения напряжения будет расширен предел измерения вольтметра с сопротивлением рамки $R_0 = 1 \text{ Ом}$ и падением напряжения на ней $U_0 = 10 \text{ мВ}$ при включении добавочного резистора $R_d = 100000 \text{ Ом}$?

Лабораторная работа 2. Измерение омических сопротивлений и индуктивностей косвенным методом

Что понимают под измерением сопротивления?

Почему при определении сопротивления по методу амперметра и вольтметра следует применять различные схемы включения измерительных приборов?

Какие сопротивления при определении по методу вольтметра и амперметра принято считать «большими» и какие «малыми»?

В чем суть косвенного метода измерения?

Зависит ли схема включения амперметра, вольтметра, ваттметра от значения неизвестного сопротивления катушки индуктивности?

Определите суммарное сопротивление двух последовательно соединенных образцовых катушек сопротивления при: а) $R = (10 \pm 0,05)$; б) $R = (1 \pm 0,02) \text{ Ом}$.

Какова относительная погрешность измерения напряжения переменного тока электромагнитным вольтметром при положении переключателя рода работы на постоянном токе, если прибор показывает 128 В при напряжении 127 В.

Проведены три группы измерений сопротивления одной и той же образцовой катушки и получены следующие результаты, Ом: а) $x = 100,145 \pm 0,005$; б) $x = 100,115 \pm 0,20$; в) $x = 100,165 \pm 0,010$. Путем дальнейшей обработки результатов найдите погрешность средневзвешенного.

Для измерения напряжения от 80 В до 120 В с относительной погрешностью, не превышающей 4 %, был заказан вольтметр, имеющий класс точности 0,5 и верхний предел измерений 150 В Удовлетворяет ли от поставленным условиям?

Лабораторная работа 3. Стандартная обработка результатов многократных измерений

В каких случаях проводят измерения с многократными независимыми наблюдениями? Что принимают за результат таких измерений?

Дайте определение следующих понятий: доверительная вероятность, доверительная граница случайной погрешности измерения, промах, неисключенный остаток систематической погрешности измерения.

Что такое доверительный интервал?

Назовите основные числовые характеристики ряда наблюдений.

Когда проводится стандартная процедура обработки результатов измерений с многократными наблюдениями, в чем она заключается?

Чем отличается дисперсия ряда наблюдений от дисперсии результата измерений?

Лабораторная работа 4. Проверка однофазного счетчика электрической энергии индукционной системы

Как создается вращающий момент в измерительном механизме индукционного типа. Объясните физику процесса, дайте математическое выражение момента.

Чему должен быть пропорционален вращающий момент в счетчиках индукционного типа и как это обеспечивается.

Каким образом и, с какой целью создается компенсационный момент. Объясните физику его возникновения.

Поясните, почему число оборотов диска счетчика пропорционально учитываемой энергии.

С какой целью магнитный поток катушки напряжения разделен на два потока рабочих и нерабочих.

Какие условия необходимо выполнить, чтобы вращающий момент в измерительном механизме индукционного типа был пропорционален активной мощности.

Лабораторная работа 5. Измерение коэффициента мощности при различных видах нагрузок

Запишите уравнение шкалы фазометра

Каким образом можно произвести расчет $\cos\phi$ по значениям P , U , I ?

В каких случаях, и по каким схемам можно измерить активную мощность 3-х фазной системы одним однофазным ваттметром?

Когда для измерения активной мощности 3-х фазной системы можно пользоваться схемой двух ваттметров?

Устройство и принцип действия 3-х фазного ваттметра.

Лабораторная работа 6. (Реализуется в форме практической подготовки) Проверка электроизмерительных показывающих приборов

Каким должно быть соотношение классов точности образцового и поверяемого амперметров?

Что понимается под поверкой средств измерений?

Прибор какого класса точности следует выбрать для поверки амперметра класса 1,5; 2,5?

Что такое класс точности измерительного прибора?

Какие варианты способа сличения показаний поверяемого и образцового приборов Вам известны?

Как проверяют соответствие поверяемого прибора указанному на шкале классу точности?

Возможно ли проведение поверки вольтметра класса 0,5 с помощью вольтметра класса 0,2?

Определите цену деления ваттметра при: $U_n = 300$ В, $I_n = 1$ А,

$A_n = 150$; $U_n = 450$ В, $I_n = 5$ А, $A_n = 150$; $U_n = 150$ В, $I_n = 2$ А, $A_n = 300$.

Показания вольтметра с диапазоном измерений от 0 В до 150 В равны 51,5 В. Показания образцового вольтметра, включенного параллельно с первым – 50,0 В. Определить относительную и приведенную погрешности рабочего вольтметра.

Расчетно-графическая работа

Задание 1. Для выборки экспериментальных данных, порченных при измерении выходного напряжения генератора, определить границы доверительного интервала при заданной доверительной вероятности P_D . В таблице для вариантов приведены номер выборки, класс точности вольтметра c/d и предел измерения U_k . Числовые данные конкретной выборки необходимо взять из таблицы:

Вариант	Выборка	P_D	U_k , В	c/d	Вариант	Выборка	P_D	U_k , В	c/d
1	1	0,5	1	0,1/0,05	2	3	0,6	10	0,5/0,05
3	1	0,6	1	0,2/0,1	4	3	0,7	10	0,2/0,1
5	1	0,7	1	0,2/0,05	6	3	0,8	10	4,0/1,5
7	1	0,8	1	0,5/0,005	8	3	0,9	10	0,1/0,05
9	1	0,9	1	1,0/0,1	10	3	0,95	10	0,2/0,1
11	2	0,95	1	1,5/0,1	12	4	0,98	100	0,5/0,05
13	2	0,98	1	4,0/1,5	14	4	0,99	100	4,0/1,5
15	2	0,99	1	0,1/0,05	16	4	0,997	100	0,5/0,005
17	2	0,997	1	0,2/0,1	18	4	0,5	100	4,0/1,5
19	2	0,5	1	1,1/0,05	20	4	0,6	100	0,2/0,05

Выборка	Единица измерения	$\{U_i\}, i = 1 \dots 10$
1	мВ	952,5; 957,0; 955,5; 953,0; 954,5; 954,9; 955,1; 956,8; 955,2; 952,5
2	мВ	852,5; 857,0; 855,5; 853,0; 854,5; 854,9; 854,8; 855,1; 855,2; 852,5
3	В	7,551; 7,562; 7,549; 7,538; 7,525; 7,555; 7,545; 7,545; 7,555; 7,525
4	В	85,61; 85,52; 85,39; 85,48; 85,25; 85,55; 85,45; 85,45; 85,55; 85,22

Задание 2. Определение доверительной вероятности при заданном доверительном интервале. Для выборки случайных величин задания 1 определить значение доверительной вероятности, если заданы граничные значения погрешностей в процентном отношении к среднему арифметическому: ε_1 – нижняя граница, ε_2 – верхняя граница. Значения ε_1 и ε_2 приведены в таблице:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ε_1 , %	-0,1	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,05	-0,02	0	0	-0,1
ε_2 , %	0,2	0,2	0,1	0,1	0	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ε_1 , %	-0,01	-0,05	-0,05	-0,1	-0,02	-0,02	-0,015	-0,1	-0,1	-0,05
ε_2 , %	0,01	0,02	0,1	0,05	0,02	0,01	0,02	0,15	0,2	0,05

Задание 3. Построить графики распределения относительной и абсолютной погрешностей по диапазону измерения для цифрового вольтметра. Рассчитать значения относительной и абсолютной погрешностей, которые соответствуют среднему арифметическому

скому значению выборки «А», определенному в задании 1. найти относительную погрешность среднего арифметического $\delta(A)$. Определить абсолютную максимальную погрешность в точке шкалы соответствующей значению «А»:

$$Q = \delta(A) \cdot A / 100 \%$$

Данные необходимо взять из таблицы для задания 1.

Задание 4. Определить доверительный интервал для заданной доверительной погрешности с учетом инструментальной погрешности, используя описанную методику. Данные своего варианта необходимо взять из таблицы для задания 1. Все расчеты произвести с использованием распределения Стьюдента. Результат записать в стандартной форме, указав границы доверительного интервала и доверительную вероятность.

Задание 5. Определить показания ниже перечисленных приборов, на которые поочередно подаются сигналы с одинаковой амплитудой, но имеющие различную форму.

- 1) Вольтметр, с преобразователем действующего значения (квадратичный детектор).
- 2) Вольтметр, с преобразователем средневыпрямленного значения (линейный детектор).
- 3) Вольтметр, с амплитудным преобразователем и конденсатором, включенным последовательно (амплитудный детектор с закрытым входом).

Все приборы отградуированы в действующих значениях синусоидального сигнала. Сигналы, которые следует подать, имеют одинаковую амплитуду $U_m = 10 \cdot N$, [В], где N – номер варианта. Рассматриваются три типа сигналов:

- 1) Гармонический сигнал.
- 2) Меандр.
- 3) Однополярные прямоугольные импульсы длительностью $\tau = 10 \cdot N$, [мкс] и частотой следования 5000 Гц.

