

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Романчук Иван Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 28.02.2025 10:55:15  
Уникальный программный ключ:  
6319edc2b582ffdacea443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

## Приложение к рабочей программе дисциплины

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Наименование дисциплины	Практикум по электричеству и магнетизму
Направление подготовки / Специальность	для обучающихся по направлениям подготовки (специальностям), реализуемым по индивидуальным образовательным траекториям на основе модели «2+2»
Форма обучения	очная
Разработчик	Монтанари Сергей Георгиевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры прикладной и технической физики

**1. Темы дисциплины для самостоятельного освоения обучающимися**  
Отсутствуют.

**2. План самостоятельной работы**

№ п/п	Учебные встречи	Виды самостоятельной работы	Форма отчетности/ контроля	Количество баллов	Рекомендуемый бюджет времени на выполнение (ак.ч.)
1	2	3	4	5	6
1	Лабораторная работа №1. Учебный осциллограф	Заполнение лабораторного журнала и подготовка к допуску для выполнения работы; выполнение расчетов необходимых величин и погрешностей к ним в лабораторном журнале; подготовка отчета по конкретной лабораторной работе; подготовка к защите конкретной лабораторной работы	Лабораторный журнал; отчеты по лабораторным работам; защита лабораторной работы	8	6
2	Лабораторная работа №2. Определение постоянной Фарадея			8	8
3	Лабораторная работа №3. Определение полного сопротивления (импеданса) цепи, включающей индуктивное и емкостное реактивное сопротивления			8	8
4	Лабораторная работа №4. Определение зависимости индуктивного полного сопротивления от индуктивности и частоты			8	8
5	Лабораторная работа №5. Определение значений отдельных сопротивлений с помощью моста Уитстона			8	8
6	Лабораторная работа №6. Определение удельной электропроводности меди и алюминия			8	8
7	Лабораторная работа №7. Изучение процессов и определение времени зарядки и разрядки конденсатора			8	8
8	Лабораторная работа №8. Закон электромагнитной индукции Фарадея			8	8
9	Лабораторная работа №9. Определение магнитного поля цилиндрических катушек различной длины			8	8
10	Лабораторная работа №10. Определение сопротивления цепи переменного тока с емкостной и резистивной нагрузками			8	8
11	Лабораторная работа №11. Определение сопротивления цепи переменного тока с индуктивной и резистивной нагрузками			8	8
12	Лабораторная работа №12.			8	8

	Определение горизонтальной и вертикальной составляющих магнитного поля Земли				
	Итого			96	94

### 3. Требования и рекомендации по выполнению самостоятельных работ обучающихся, критерии оценивания

Для реализации практикума не требуется использование системы ТюмГУ.LXP.

Особенность выполнения студентами лабораторных работ заключается в предварительной самостоятельной теоретической подготовке по теме исследования. При подготовке от студентов потребуются умения и навыки работы с литературой и другими источниками информации. Кроме того, студенты должны изучить элементарные основы теории вероятности и математической статистики и применять их для обработки экспериментальных результатов.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к лабораторному занятию:

- проработка конспекта лекций дисциплины «Электричество и магнетизм» по тематике лабораторной работы;
- чтение рекомендованной литературы по тематике лабораторной работы;
- заполнение лабораторного журнала и подготовка к допуску для выполнения работы;
- выполнение расчетов необходимых величин и погрешностей к ним в лабораторном журнале;
- подготовка отчета по лабораторной работе.

Условия успешного выполнения лабораторных работ:

- самостоятельная подготовка студентов к каждому занятию;
- проверка преподавателем степени подготовленности каждого студента к выполнению лабораторных работ;
- активность студентов на занятиях;
- оформление и защита отчета в сроки, установленные преподавателем.

Для выполнения и защиты каждой лабораторной работы необходимы 2 документа – лабораторный журнал (черновик) и аккуратно оформленный отчет.

#### ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЖУРНАЛА

Подготовка журнала является необходимым условием для допуска к выполнению лабораторной работы. До начала занятия в журнале должны быть готовы: название лабораторной работы, цели работы, названия упражнений, схемы, заготовки таблиц, необходимые расчетные формулы.

В журнале должны быть следующие разделы:

**НАЗВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ, ДАТА ВЫПОЛНЕНИЯ.**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ.** В одном или двух предложениях сформулировать основную цель эксперимента.

**ПЕРЕЧЕНЬ ПРИБОРОВ И ОБОРУДОВАНИЯ, НОМЕР СТЕНДА.**

**НАЗВАНИЯ УПРАЖНЕНИЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ К НИМ.**

**ТАБЛИЦЫ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ.** Все первичные результаты записываются прямо в лабораторный журнал, а не на отдельные листочки или другие черновики.

**ВЫЧИСЛЕНИЯ.** Все вычисления должны быть записаны в лабораторном журнале, а метод расчета ясно указан, т.е. должны быть приведены все расчётные формулы и

выражения. Здесь же должен быть проведён расчет погрешностей. Результаты – представлены в стандартной форме с обозначением единиц измерения.

### Погрешности измерений

**Абсолютная приборная погрешность** (размерная величина):

$$\Delta A_{\text{пр}} = |A_{\text{ист}} - A_{\text{изм}}|,$$

$A_{\text{ист}}$  – истинное значение измеряемой величины;

$A_{\text{изм}}$  – показания прибора.

При учёте только приборной погрешности результат измерения величины  $A$  записывается, как:

$$A = A_{\text{изм}} \pm \Delta A_{\text{пр}}.$$

Если, кроме приборной погрешности, ещё учитывается дополнительная погрешность  $\Delta A_{\text{д}}$  (например, случайная), то результирующая погрешность  $\Delta A$  определяется как:

$$\Delta A = \sqrt{\Delta A_{\text{пр}}^2 + \Delta A_{\text{д}}^2}.$$

**Относительная приборная погрешность** (безразмерная):

$$\beta = \frac{\Delta A_{\text{пр}}}{A_{\text{ист}}} \approx \frac{\Delta A_{\text{пр}}}{A_{\text{изм}}} \text{ или } \beta = \frac{\Delta A_{\text{пр}}}{A_{\text{ист}}} \cdot 100\%,$$

**Приведённая относительная приборная погрешность** (класс точности прибора):

$$\gamma = \frac{\Delta A_{\text{пр}}}{A_{\text{пред}}} \cdot 100\%,$$

$A_{\text{пред}}$  – предел измерения прибора (максимальное значение измеряемой величины, на которое рассчитан прибор).

Классы точности аналоговых измерительных приборов: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

У цифровых измерительных приборов абсолютная погрешность определяется из выражения:

$$\Delta A_{\text{пр}} = C \cdot \frac{A_{\text{изм}}}{100\%} + B \cdot h,$$

$C$  – выраженное в процентах некоторое число;

$B$  – целое число;

$h$  – разрешение (единица младшего разряда, шаг квантования).

Величины  $C$ ,  $B$  и  $h$  приводятся в техническом паспорте прибора и могут отличаться для разных пределов измерения и в зависимости от рода измеряемой величины.

**Пример:** фрагмент таблицы для определения приборной погрешности цифрового мультиметра M890F:

	Предел	Разрешение	Погрешность
Постоянный ток	200 мА	100 мкА	$\pm(1,2\% + 1)$
Постоянный ток	20 А	10 мА	$\pm(2,0\% + 5)$
Переменное напряжение	20 В	10 мВ	$\pm(0,8\% + 3)$

Например, пусть  $I = 3,86$  А (постоянный ток, предел 20А).

Тогда  $\Delta I = 0,02 \cdot 3,86 \text{ А} + 5 \cdot 0,01 \text{ А} = 0,127 \text{ А}$ .

С учётом округления, окончательный результат:

$$I = 3,86 \pm 0,13 \text{ А или } I = 3,86 \text{ А} \pm 3\%.$$

Если отсутствует информация о точностных характеристиках измерительного прибора, то примерной (грубой) оценкой приборной погрешности является:

- для аналогового прибора – половина цены деления шкалы;
- для цифрового прибора – 2..3 единицы младшего разряда.

### Определение погрешности косвенных измерений.

Искомая величина:  $A = f(x_1, x_2, \dots)$ , где  $x_1, x_2, \dots$  – результаты прямых измерений.

В общем случае, абсолютная погрешность косвенного измерения:

$$\Delta A = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \Delta x_i^2},$$

где  $\Delta x_i$  – абсолютная приборная погрешность измерения  $i$ -й величины.

В частном случае, если формула содержит только произведения и отношения результатов прямых измерений, например:

$$A = \frac{xy}{z},$$

то абсолютная погрешность косвенного измерения вычисляется немного проще:

$$\Delta A = A \cdot \sqrt{\left( \frac{\Delta x}{x} \right)^2 + \left( \frac{\Delta y}{y} \right)^2 + \left( \frac{\Delta z}{z} \right)^2}.$$

**ГРАФИКИ.** В лабораторном журнале желательно выполнить черновые наброски графиков. В любом случае, на графиках должны быть чётко указаны названия осей координат, масштабные метки и размерности величин. Экспериментальные точки не должны сливаться друг с другом.

Следует помнить, что результат – это точки, полученные экспериментально, а кривая (линия тренда) – это субъективное истолкование результатов эксперимента.

Готовый график снабжается заголовком, который должен содержать точное описание того, что показывает график.

#### ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

Отчет является документом, который хранится на кафедре в течение года, свидетельствующим о выполнении студентом лабораторной работы, и должен включать:

– **ТИТУЛЬНЫЙ** лист с указанием названия работы, фамилии, имени, отчества (полностью) студента, выполнившего ее, номера академической группы, даты выполнения работы;

– **ЦЕЛИ** выполненной лабораторной работы;

– **КРАТКУЮ ТЕОРИЮ**;

– **НАЗВАНИЯ УПРАЖНЕНИЙ** (заданий), схемы эксперимента, расчетные формулы с расшифровкой величин;

– **ОКОНЧАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ** измерений (без промежуточных расчётов и вычислений), наблюдений и расчетов, представленные в форме таблиц, графиков, диаграмм и т.д.; Вычисленные величины – представлены в стандартной форме с погрешностями и с обозначением единиц измерения. Рекомендуется округлять численные значения погрешностей до 1..2-х значащих цифр, а самих результатов – до того же десятичного разряда, которым оканчивается округленное значение погрешности.

– **ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ** выполнения работы в виде кратких, но принципиально необходимых доказательств, обоснований, разъяснений, анализа, оценок, обобщений и выводов;

– **ВЫВОДЫ.** Вывод – это количественная и качественная оценка полученного результата. Если целью работы является проверка какой-нибудь теоретической закономерности, то следует указать, подтверждают ли Ваши данные теоретические расчеты, а если нет, то почему.

#### 4. Рекомендации по самоподготовке к промежуточной аттестации по дисциплине

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачет (с оценкой).

Соответствие оценок количеству набранных баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»,
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»,
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»,
- от 91 до 106 баллов – «отлично».