

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Электрорадиоизмерения при проведении специальных исследований»
для студентов направления подготовки
10.03.01 «Информационная безопасность»
Направленность (профиль)
«Организация и технологии защиты информации (по отрасли или в сфере профессиональной
деятельности)»

Ставрополь,
2026

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение

Тема 1-2: Информация и каналы утечки информации. Понятие информационного сигнала.

Лабораторная работа №1-2. Физические величины и их единицы

Тема 3-4: Переносчики информации, виды модуляций и условия передачи информации по каналам связи. Электромагнитные волны и условия их распространения.

Лабораторная работа №3-4. Технические средства для измерений

Тема 5-6: Закладные устройства и способы борьбы с ними. Средства и методы обнаружения технических каналов утечки информации. Индикаторы (детекторы) поля.

Лабораторная работа №5-6. Измерение физической величины

Тема 7: Широкополосные приёмные устройства.

Лабораторная работа №7. Измерение силы тока, напряжения и мощности

Тема 8: Сканирующие радиоприёмные устройства.

Лабораторная работа №8. Измерение нелинейных искажений

ВВЕДЕНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Целью изучения дисциплины «Электрорадиоизмерения при проведении специальных исследований» является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 10.03.01. «Информационная безопасность», позволяющих сформировать необходимые знания для измерения параметров сигналов в обнаруженных каналах утечки информации с использованием различных специальных технических средств, решения задач практической защиты информации в конкретных условиях, а так же развитие в процессе обучения системного мышления по обеспечению защиты информации техническими средствами на основе требований государственных стандартов и руководящих документов по защите информации.

Дисциплина призвана содействовать закреплению теоретических знаний и усилению практической направленности образования, формированию и укреплению технической и нормативно-методической культуры студентов

Задачи освоения дисциплины:

- формирование системы знаний в области электрорадиоизмерений при использовании специальных технических средств защиты, их принципов построения и работы, а также освоение основных документов, регламентирующих порядок их использования, эксплуатации и технического надзора;
- развитие умений, навыков и способности использовать специальные технические средства электрорадио-измерений в каналах утечки информации;
- организация учебной деятельности, направленной на развитие системного технического мышления, способности проводить практические исследования по заданной методике, обрабатывать и оценивать достоверность результатов;
- мотивация деятельности исследовательского характера для развития творческих способностей студентов, а также инициирование самообразовательной деятельности в освоении предметной области, касающейся вопросов технической эксплуатации специальных технических средств электрорадиоизмерений.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-6 Способен проводить контроль защищённости информации	ИД-2 проводит контроль защищённости информации от несанкционированного доступа	Знает устройство, режимы работы и основные характеристики технических средств контроля защищённости информации, умеет проводить контроль защищённости информации во всех режимах работы технических средств контроля

ПЛАНЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа №1-2

Тема: Информация и каналы утечки информации. Понятие информационного сигнала

Наименование занятия: Физические величины и их единицы

Цель:

1. Общие сведения об измерении электрического сигнала.
2. Физические величины, шкалы физических величин.
3. Системы единиц физических величин.
4. Измерение физических величин, структурная схема измерения.
5. Элементы измерения, этапы измерения.
6. Характеристики качества измерений.
7. Классификация измерений.

Формируемые компетенции: ПК-6

Теоретическое введение:

Любая форма движения материи исследуется и познается путем измерения физических свойств или физических величин. О значении измерений Д.И. Менделеев сказал следующее: «В природе мера и вес суть главные орудия познания. Наука начинается тогда, когда начинают измерять».

Современное естествознание стало системой точных наук благодаря возможности установления точных количественных отношений между физическими величинами, отражающими объективные законы природы.

Физической величиной называют свойство, общее в качественном отношении для многих веществ, фаз и систем, но индивидуальное в количественном отношении для конкретного вещества, конкретной фазы или системы.

Например, вещества обладают плотностью $[\text{г/см}^3, \text{кг/м}^3]$, но у золота (Au) плотность равна $19,3 \text{ г/см}^3$, а у водорода (H_2) – $0,09 \text{ г/см}^3$. Из приведенного примера следует, что одна и та же физическая величина, как вполне определенная характеристика, будет при равных единицах измерения для разных веществ, фаз и систем отличаться размером.

Размером физической величины конкретного вещества, фазы или системы называют количественное содержание в ней свойства, соответствующего понятию физической величины.

Измерить любую физическую величину – значит опытным путем установить, сколько раз в ней содержится некоторая элементарная порция, называемая **единицей измеряемой величины**.

Выбор такой единицы произволен и закрепляется соответствующими международными соглашениями или государственными стандартами (ГОСТ).

Единицей физической величины является заданная по размеру физическая величина, принятая в качестве основы для количественной оценки всех аналогичных величин.

Совокупность единиц физических величин принято называть **системой единиц**.

Система единиц физических величин – совокупность основных и производных единиц физических величин, образованная в соответствии с установленными принципами, когда одни величины принимаются за независимые (основные), а другие являются их функциями.

Число основных (независимых) единиц может быть любым.

Научное знание основано на теоретическом и эмпирическом методах исследования. В современном естествознании знание считается научным, если оно подлежит (рано или поздно) эмпирической проверке. Эксперимент, в свою очередь, включает три этапа познания – наблюдение, измерение и обработку результатов.

Большое значение в современной науке приобрели статистические методы, которые позволяют определять средние значения, характеризующие всю совокупность изучаемых предметов.

В свое время (1832 г.) Гауссом была предложена система, включающая только три физические величины: длину, время и массу. Гаусс исходил из того, что формой

существования всех видов материи являются *пространство* и *время*, а важной характеристикой вещества является *масса*.

С 1 января 1982 г. в нашей стране в виде ГОСТ 8.417-81 введена Международная Система единиц (System International) – СИ, включающая семь основных единиц (табл. 1).

Таблица 1 - Основные единицы СИ

✖

Система физических величин состоит из *основных* и *производных* физических величин, определяемых через основные величины этой системы. Каждой основной физической величине системы величин присвоен символ в виде строчной буквы латинского или греческого алфавита (табл. 2). Связь производной величины с основными величинами системы передает **формула размерности физической величины**.

Размерность физической величины (dim) – производная от dimension – размер, размерность (англ.) как и сама величина, не зависит от выбора единиц измерения.

Размерность физической величины – выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных физических величин в различных степенях, и отражающее связь данной физической величины с физическими величинами, принятыми в данной системе величин за основные и с коэффициентом пропорциональности, принятым за единицу. Так, формула размерности скорости равномерного движения: $\dim v = LT^{-1}$; ускорения: $\dim a = LT^{-2}$. Зная размерность ускорения, по определяющему уравнению силы $F = ma$ получим $\dim F = LMT^{-2}$ (в формулах размерностей символы следуют в порядке L, M, T, I, q, N, J).

Международная система единиц является универсальной, то есть охватывает все области измерений и когерентной, позволяющей упростить расчетные формулы, освобождая их от переводных коэффициентов.

Значение физической величины – это оценка ее размера в виде некоторого числа, принятых для ее измерения единиц.

Значение любой физической величины – Q одного рода величин может быть выражено произведением числового значения величины (n) на выраженную для этой величины единицу [Q]: $Q = n[Q]$.

Между физическими величинами существуют определенные связи и зависимости, которые могут быть выражены формулами и уравнениями. Различают два вида уравнений: **уравнения связи между величинами и уравнения связи между числовыми значениями**.

В уравнении связи между величинами (уравнении величин), отражающем закон природы, под буквенными символами понимают физические величины. **В уравнениях связи между числовыми значениями** под буквенными обозначениями величин подразумеваются **значения величин**, т. е. произведение числового значения на единицу величины.

Например, уравнение $S = vt$ отражает зависимость длины пути S, пройденного телом при равномерном движении, от скорости v тела и времени t его движения. Уравнение $a = F/m$ отражает зависимость ускорения – a, сообщаемого телу определенной массы – m от

действующей на тело силы F . **Форма уравнения величин не зависит от выбора единиц**, в которых могут быть выражены входящие в уравнение физические величины.

Уравнения связи между числовыми значениями (уравнения числовых значений) – уравнения, в которых под буквенными символами понимают числовые значения величин, соответствующие выбранным единицам.

Например, в формуле скорости равномерного движения $v = l/t$ при выражении скорости $\text{км/ч} \times \text{км/ч}$, $l = l_m \times \text{м}$, $t = t_c \times \text{с}$, получим уравнение $\text{км/ч} \times \text{км/ч} = l_m \times \text{м/}$
 $\times \text{с}$ или $\text{км/ч} \times \text{км/ч} = l_m \times \text{м/с}$. Учитывая, что $1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$ и $1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$, получим следующее

уравнение связи между числовыми значениями: $\text{км/ч} = \text{м/с}$.

Если длину выразить в ярдах ($1 \text{ ярд} = 0,9144 \text{ м}$), время в секундах, а скорость в милях в час ($1 \text{ миля} = 852 \text{ м}$), то уравнение связи между числовыми значениями примет вид: миль/ч

$= \text{с}$

Следовательно, **вид уравнений связи** между числовыми значениями **зависит от выбранных единиц**.

Физическая величина, в размерности которой хотя бы одна из основных физических величин возведена в степень, не равную нулю, называется размерной физической величиной.

Безразмерной физической величиной называется физическая величина, в размерности которой основные физические величины входят в степени, равной нулю.

Безразмерными величинами являются относительная деформация, коэффициент полезного действия и вообще любая величина, равная отношению двух однородных величин.

Размерности очень удобны для проверки правильности выводов различных производимых математических расчетов. Над размерностями можно производить действия умножения, деления, возведения в степень.

Пример: плотность вещества ρ , выражается в кг/м^3 . Определите плотность раствора, если масса 1 дм^3 этого раствора равна 1115 г . Выразите плотность через размерность величин.

Решение. Формула, выражающая зависимость плотности от массы и объема вещества

$\rho = \frac{m}{V}$, где ρ – плотность вещества; m – масса вещества; V – объем вещества (раствора).

Размерность плотности $\dim \rho = L^{-3} M$. Значение величины:

$\rho = \frac{m}{V}$; $1 \text{ дм}^3 = 0,001 \text{ м}^3$; $1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг}$.

Внесистемными единицами называются единицы физических величин, которые не входят в системы единиц ни как основные, ни как производные (см. прил. 1, табл. 1).

К внесистемным единицам относятся:

- единицы величин, характеризующих отношение одноименных физических величин (процент, промилле, миллионная доля, бел, децибел);
- единицы различного происхождения, находящиеся в десятичном отношении к единицам СИ: тонна (10^3 кг), центнер (10^2 кг), гектар (10^4 м^2), литр (10^{-3} м^3);
- кратные, но не десятичные единицы времени: год ($3,156 \times 10^7 \text{ с}$), минута (60 с), час (3600 с), сутки (86400 с) и другие;
- применяемые в астрономии единицы длины: астрономическая единица длины (а.е.), световой год, парсек.

Отдельные внесистемные единицы, удобные для ряда областей науки и техники, их взаимосвязь с единицами СИ приведена в прил. 1, табл. 2–5.

Большое значение в метрологии имеет представление результата наблюдений и измерений. Одно и то же число может быть представлено в двух формах, например: 0,0235 или $2,35 \times 10^{-2}$. Последний способ дает более четкое представление о количестве значащих цифр. Нули в середине и последние, стоящие после запятой, всегда являются значащими: 100,0 или $1,000 \times 10^2$. Правильной является такая форма записи численного значения величины, при которой только одна последняя значащая цифра является недостоверной. Например, масса 1,05 г указана правильно до десятых долей грамма.

Вопросы для самопроверки

1. Что подразумевает понятие физическая величина?
2. Что такое размер физической величины?
3. Как образуется система единиц?
4. Как определить значение физической величины?
5. Какие единицы относят к основным единицам СИ?
6. Что отражают формулы размерности?
7. Что означает термин «размерность физической величины»?
8. Что такое размерная физическая величина, безразмерная физическая величина?
9. Что такое внесистемные единицы физических величин?
10. Что такое значащие цифры? Каковы способы представления результатов измерений?

Практическая часть

Задание: определите значение физической величины вашего варианта и выведите для нее формулу размерности (см. табл. 3). Используйте материалы приложения и ряд расчетных формул, отражающих физические законы: $E = F \cdot l$; $F = m \cdot a$; $P = F/S$.

Примите к сведению: $1 \text{ Дж} = 1 \text{ кг} \times \text{м}^2 \times \text{с}^{-2}$, $1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \times \text{м} \times \text{с}^{-2}$,

$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н} \times \text{м}^{-2} = 1 \text{ кг} \times \text{м}^{-1} \times \text{с}^{-2}$, $T \text{ К} = 273 + t \text{ } ^\circ \text{C}$,

×

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-2

Дополнительная: 1-3

Лабораторная работа №3-4

Тема: Переносчики информации, виды модуляций и условия передачи информации по каналам связи. Электромагнитные волны и условия их распространения

Наименование занятия: Технические средства для измерений

Цель: изучение электроизмерительных приборов, используемых в лабораторных работах, выполняемых на стенде.

Получение представлений о пределе измерения и цене деления, абсолютной и относительной погрешности, условиях эксплуатации и других характеристиках стрелочных электроизмерительных приборов, получение навыков работы с цифровыми измерительными приборами.

Формируемые компетенции: ПК-6

Теоретическое введение:

Контроль работы электрооборудования осуществляется с помощью разнообразных электроизмерительных приборов. Наиболее распространенными электроизмерительными приборами являются приборы непосредственного отсчета. По виду отсчетного устройства различают аналоговые (стрелочные) и цифровые измерительные приборы.

На лицевой стороне стрелочных приборов изображены условные обозначения, определяющие классификационную группу прибора. Они позволяют правильно выбрать приборы и дают некоторые указания по их эксплуатации.

В цепях постоянного тока для измерений токов и напряжений применяются в основном приборы магнитоэлектрической системы. Принцип действия таких приборов основан на взаимодействии магнитного поля постоянного магнита и измеряемого тока, протекающего по катушке. Угол поворота стрелки α прямо пропорционален измеряемому току I : $\alpha = K \cdot I$. Шкалы магнитоэлектрических приборов равномерные.

В измерительных механизмах электромагнитной системы, применяемых для измерений в цепях переменного и постоянного тока, вращающий момент обусловлен действием магнитного поля измеряемого тока в неподвижной катушке прибора на подвижный ферромагнитный якорь. Угол поворота

Изучение электроизмерительных приборов, используемых в лабораторных работах, выполняемых на стенде. Получение представлений о пределе измерения и цене деления, абсолютной и относительной погрешности, условиях эксплуатации и других характеристиках стрелочных электроизмерительных приборов, получение навыков работы с цифровыми измерительными приборами.

Изучение электроизмерительных приборов, используемых в лабораторных работах, выполняемых на стенде. Получение представлений о пределе измерения и цене деления, абсолютной и относительной погрешности, условиях эксплуатации и других характеристиках стрелочных электроизмерительных приборов, получение навыков работы с цифровыми измерительными приборами.

$$C = A_{\text{ном}} / N.$$

Изучение электроизмерительных приборов, используемых в лабораторных работах, выполняемых на стенде. Получение представлений о пределе измерения и цене деления, абсолютной и относительной погрешности, условиях эксплуатации и других характеристиках стрелочных электроизмерительных приборов, получение навыков работы с цифровыми измерительными приборами.

Приведенная относительная погрешность прибора – это выраженное в процентах отношение максимальной для данного прибора абсолютной погрешности ΔA к номинальному значению прибора (пределу измерений) $A_{\text{ном}}$:



Промышленность в соответствии с ГОСТ выпускает приборы с различными классами точности (0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,5; 2,5; 4,0).

Зная класс точности прибора, можно определить абсолютную ΔA и относительную погрешности измерения $\gamma_{изм}$, а также действительное значение измеряемой величины A_d :

✗

Изучение электроизмерительных приборов, используемых в лабораторных работах, выполняемых на стенде. Получение представлений о пределе измерения и цене деления, абсолютной и относительной погрешности, условиях эксплуатации и других характеристиках стрелочных электроизмерительных приборов, получение навыков работы с цифровыми измерительными приборами.

✗

где $A_{изм}$ – условное измеренное значение величины, задаваемое в пределах шкалы прибора от минимального значения до номинального значения данного прибора. Обратить внимание на значение относительной погрешности измерения, соответствующее предельному значению измеряемой величины, и сравнить его с классом точности прибора.

Изучение электроизмерительных приборов, используемых в лабораторных работах, выполняемых на стенде. Получение представлений о пределе измерения и цене деления, абсолютной и относительной погрешности, условиях эксплуатации и других характеристиках стрелочных электроизмерительных приборов, получение навыков работы с цифровыми измерительными приборами. Цифровой измеритель мощности предназначен для измерения параметров электрической цепи:

- действующего значения напряжения U (True RMS) в диапазоне 0...30 В;
- действующего значения тока I (True RMS) в диапазоне 0...300 мА;
- активной мощности P в диапазоне 0...600 Вт;
- частоты f в диапазоне 35...400 Гц;
- $\cos \phi$;
- угла сдвига фаз ϕ (Φ_i) между током и напряжением.

Таблица 1

Условное графическое обозначение	Содержание условного обозначения
A, V, W, Ω , Hz, $\cos \phi$, F, H	Наименование измеряемой величины (ампер, вольт, ватт, ом, герц, коэффициент мощности, фарада, генри)
✗	Магнитоэлектрический измерительный механизм
✗	Электромагнитный измерительный механизм
✗	Магнитоэлектрический измерительный механизм с выпрямителем

0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,5; 2,5; 4,0	Класс точности прибора
	Рабочее положение шкалы прибора: горизонтальное; вертикальное; под углом, например 60°
	Прибор предназначен для работы в цепи постоянного тока; переменного тока; постоянного и переменного; в трехфазной цепи переменного тока
А Б В1; В2; В3	А (или отсутствие буквы) – прибор для сухих отапливаемых помещений с температурой +10°C ...+35°C и влажности до 80% при 30°C; Б – прибор для закрытых не отапливаемых помещений с температурой - 30°C ...+40°C и влажности до 90% при 30°C; В – приборы для полевых и морских условий: В1 – при температуре -40°C ... +50°C и В2 – при температуре -50°C ... +60°C и влажности до 95% при 35°C; В3 – при температуре -40°C ... +50°C и влажности до 98% при 40°C
	Измерительная цепь прибора изолирована от корпуса и испытана напряжением, например, 2 кВ
30 – 200 Hz	Рабочий частотный диапазон прибора

Прибор содержит:

- клеммы подачи входного измеряемого сигнала (генератора): клемму «Вх» и общую клемму, клеммы подключения потребителя (нагрузки): клемму «Вых» и общую клемму. Шунт для измерения тока нагрузки подключен между клеммами «Вх» и «Вых»;
- жидкокристаллический четырехстрочный индикатор для вывода информации;
- кнопку «f/cosφ/φ» изменения вывода информации в четвертой строке индикатора (соответственно, частоты, коэффициента мощности cosφ или угла сдвига фаз φ между током и напряжением).

С задней стороны прибора установлены розетка для подключения питания сети и колодка предохранителя.

С помощью кнопки «f/cosφ/φ» можно изменять вывод информации в четвертой строке индикатора. Для вывода требуемого параметра в четвертой строке индикатора кнопку необходимо нажать на 1...2 секунды.

Изменения схемы подключения прибора и лабораторной установки выполнять при выключенном питании прибора. В противном случае возможны изменения показаний прибора, а также возникновение нарушений в работе индикатора прибора.

3. Порядок выполнения работы.

3.1. Изучение паспортных характеристик стрелочных электроизмерительных приборов. Для этого внимательно рассмотреть лицевые панели стрелочных амперметров и заполнить табл. 2.

Таблица 2

Характеристика электроизмерительного прибора		
Наименование прибора	Вольтметр №1	Вольтметр №2
Система измерительного механизма		
Предел измерения		
Цена деления		
Минимальное значение измеряемой величины		
Класс точности		
Допустимая максимальная абсолютная погрешность		
Род тока		
Нормальное положение шкалы		
Прочие характеристики		

3.2. Построить график зависимости относительной погрешности измерения от измеряемой величины $\gamma_{\text{изм}} = f(A_{\text{изм}})$ для прибора, указанного преподавателем. Сделать вывод о величине относительной погрешности измерения в начальной и конечной части шкалы, о характере изменения погрешности вдоль шкалы прибора.

3.3. Измерить величину сопротивления, заданного преподавателем, методом амперметра и вольтметра. Для этого собрать электрическую цепь по рис. 1. Установить тумблер режима работы измерителя тока в позицию «=».

После проверки схемы, включить электропитание и занести полученные данные в табл. 3. Выключить электропитание. Рассчитать, используя закон Ома, величину заданного сопротивления R . Результат занести в табл. 3.

Таблица 3

U, В	I, мА	R, Ом

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- технические данные измерительных приборов;
- график зависимости относительной погрешности измерений $\gamma_{\text{изм}} = f(A_{\text{изм}})$;
- результаты измерений;
- выводы по работе.

Контрольные вопросы

- Каков принцип действия приборов магнитоэлектрической и электромагнитной систем?
- Что такое предел измерения?
- Как определяется цена деления прибора?
- Что такое абсолютная и относительная погрешности измерения?
- Что характеризует класс точности прибора?
- В какой части шкалы прибора измерение точнее и почему?
- Каковы основные достоинства цифровых измерительных приборов?
- Как можно измерить величину сопротивления резистора?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-2

Дополнительная: 1-3

Лабораторная работа №5-6

Тема: Закладные устройства и способы борьбы с ними. Средства и методы обнаружения технических каналов утечки информации. Индикаторы (детекторы) поля

Наименование занятия: Измерение физической величины

Цель: Ознакомление с источниками возникновения и классификацией ошибок измерений физических величин и математическими методами оценки влияния ошибок на значение физических величин

Формируемые компетенции: ПК-6

Теоретическое введение

Для точного описания исследуемого объекта необходимо определить количественные характеристики ряда свойств, путем сравнения их с соответствующей величиной эталона.

Измерение – совокупность действий, выполняемых при помощи средств измерений, с целью нахождения числового значения измеряемой величины в принятых единицах измерения.

Средства измерений – приборы и инструменты, тем или иным способом, должны быть сравнены с эталонами, которые хранятся в государственных метрологических учреждениях (см. прил. 2).

Измерения могут быть прямыми и косвенными. **Прямыми** измерениями называют измерения, в ходе которых численное значение физической величины фиксируется по шкале средств измерений. При **косвенных** измерениях определяемое числовое значение физической величины рассчитывают по формулам, включающим результаты прямых измерений.

Независимо от способа измерений определение той или иной величины сопровождается ошибкой, т. к. никакое измерение нельзя выполнить абсолютно точно. Такой вывод следует из относительности научного знания. Основные причины недостижимости истинного значения измеряемой величины заложены в ограниченной возможности измерительных приборов, несовершенстве органов чувств, неоднородности измеряемых объектов, влиянии различных внешних и внутренних факторов.

Одной из важных целей эксперимента является максимальное приближение измеряемой величины к ее истинному значению, что достигается подбором метода измерения, увеличением чувствительности и разрешающей способности приборов, высоким уровнем квалификации экспериментатора.

Ошибкой измерения называется разность $X - X_0$ между результатом измерения X и истинным значением измеряемой величины X_0 (табл. 1).

Таблица 1

Классификация ошибок измерений

Типы ошибок	Причины возникновения
Грубые (промахи)	Нарушение основных условий измерения или недосмотр экспериментатора: неисправность средств измерений, ошибки при измерениях или записи экспериментальных данных
Систематические	Неправильная регулировки прибора, несовершенство измерительной техники, квалификация исследователя и его способности
Случайные	Суммарный эффект влияния многих неустраняемых факторов, внешних условий (температура, изменение напряжения в электросети, изменение атм. давления и т. п.)

Грубые ошибки не подчиняются какому-либо закону и могут быть устранены при промежуточной оценке результатов измерений. Внешним признаком результата с грубой ошибкой является его резкое отличие по значению от остальных результатов измерений.

Систематические ошибки можно выявить, измерив значение одной и той же величины различными методами. При выявлении систематических ошибок они легко устраняются путем введения соответствующих поправок в результаты измерения.

Случайные ошибки являются неустраняемыми, но их влияние на оценку истинного значения измеряемой величины оценивают с помощью законов теории вероятности установленным для случайных явлений. Теория случайных ошибок позволяет определить наиболее вероятные значения измеряемых величин и возможные отклонения от них. Выводы теории вероятности справедливы только для большого числа случайных событий, подчиняющихся закону нормального распределения Гаусса. Из закона нормального распределения следуют важные выводы:

- малые по модулю ошибки встречаются чаще;
- равные по модулю случайные ошибки разных знаков встречаются одинаково часто;
- с увеличением точности измерения (уменьшением интервала разброса измеренных значений) плотность случайных ошибок возрастает.

Плотность распределения вероятности попадания в интервал случайных ошибок характеризует кривая Гаусса (рис. 1).

Параметр σ характеризует точность измерений, является линейной мерой рассеивания ошибок и называется средним квадратичным отклонением. Кривая нормального распределения характеризует плотность распределения вероятности попадания в интервал случайных ошибок $(-Z\sigma; Z\sigma)$. Чем меньше σ , тем меньше разброс ошибок около нуля.



Рис. 1. Кривые нормального распределения при различных значениях параметра σ

Вероятность попадания случайной величины в определенный интервал значений характеризует число P , которое задают из ряда 0,90; 0,95; 0,99; 0,999; 0,9997, что означает долю риска α , соответственно: 0,10; 0,05; 0,01; 0,001 и т. д. При интегрировании функций Гаусса определено, что в интервале $X_0 \pm \sigma$ где X_0 – истинное значение измеряемой величины находится примерно 68 % всех результатов измерений; в пределах $X_0 \pm 2\sigma$ – 95 % всех результатов, а в пределах $X_0 \pm 3\sigma$ находится 99,73%, то есть практически все значения случайной величины X_i . Поэтому, при обработке результатов измерений широко используют правило **трех сигм**.

Случайные ошибки измерения ограничены по абсолютной величине значениями 3σ . Отклонения от X_0 , превосходящие критерий 3σ , рассматриваются как *промахи*. Квадрат величины σ называется **дисперсией ошибки**. Определение величины σ требует очень большого числа измерений, поэтому вместо него используется его выборочная оценка S , которую рассчитывают по формуле

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

если X_0 известно или используют среднее значение измеряемых величин $\bar{x}$;

×

, если X_0 неизвестно.

Величина S отражает **точность результатов измерений** и является оценкой меры их рассеивания по отношению к неизвестной величине X_0 при реально осуществимом числе измерений n .

Для более точной оценки воспроизводимости определяют случайную ошибку среднего значения –

×

, называемую средней квадратичной ошибкой среднего арифметического

×

:

×

Следовательно, случайная ошибка среднего арифметического

×

 меньше ошибки отдельного результата S в

×

 раз.

Для того, чтобы оценить возможное расхождение

×

 и X_0 , в теории ошибок используют доверительный интервал:

×

, где

×

 – статистический коэффициент Стьюдента, величина которого зависит от числа степеней свободы и от выбранной доли риска P (табл. 5). Коэффициент Стьюдента определяет симметричные **границы доверительного интервала**.

Таблица 5

Значения t для расчета доверительного интервала

Число измерений n	Степени свободы $f = n - 1$	Доля риска (доверительная вероятность, % P)		
		0,10 (90)	0,05 (95)	0,01 (99)
2	1	6,314	12,706	63,6
3	2	2,920	4,303	9,925
5	4	2,132	2,776	4,604
7	6	1,943	2,447	3,707
10	9	1,833	2,262	3,250
15	14	1,761	2,145	2,977
21	20	1,725	2,086	2,845
26	25	1,708	2,060	2,787
31	30	1,697	2,042	2,750
41	40	1,687	2,021	2,707
61	60	1,671	2,000	2,660
× + 1	×	1,645	1,960	2,276

Методика обработки результатов измерений

1. После проведения измерений и получения значения измеряемой величины $X_1, X_2, X_3, \dots$,

×

, приступают к следующей стадии экспериментальной работы – математической обработке результатов измерений.

В качестве наиболее вероятного значения измеряемой величины (если неизвестно X_0) обычно принимают среднее арифметическое

×

:

✖

2. Определяют абсолютную ошибку. Абсолютной ошибкой отдельного определения является разность между средним арифметическим

✖

 и каждым отдельным результатом измерений:

✖

.

3. Определяют относительную ошибку среднего или истинного значения как:

✖

 или

✖

4. При выполнении большого числа измерений ($n > 5$), когда результаты подчиняются закону статистического распределения, определяют среднюю квадратичную ошибку:

✖

, относительную среднюю квадратичную ошибку

✖

 и среднюю квадратичную ошибку среднего арифметического

✖

.

5. Определяют доверительный интервал:

✖

 или

✖

Вопросы для самоконтроля

1. Как классифицируют измерения по способу получения результатов?
2. Как возникают ошибки измерения?
3. Как классифицируют ошибки измерения?
4. Как определяют абсолютные и относительные ошибки?
5. Что такое закон нормального распределения?
6. В чем суть правила «трех сигм»?
7. Что такое среднеквадратичная ошибка? Средняя квадратичная ошибка среднего арифметического?
8. Что такое доверительный интервал?
9. Что такое доверительная вероятность?
10. Что такое дисперсия ошибки? Как влияет число измерений на дисперсию?

Экспериментальная часть

Опыт 1. *Определение объема объекта цилиндрической формы.*

Определение объема V объекта цилиндрической формы – пример простейших косвенных измерений: с учетом результатов прямых измерений диаметра D и длины L цилиндрического тела, объем вычисляют по формуле $V = 1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot L$.

Методика измерений и вычислений

Приборы и объекты измерения: штангенциркуль, микрометр, цилиндрическое тело, термометр.

Диаметр измерить микрометром в разных частях цилиндрического тела, длину – штангенциркулем. Произвести не менее 10 измерений (см. прил. 3). Результаты измерений оформить в виде табл. 6.

Таблица 6

Результаты линейных измерений				
№ измерения	, мм	, мм	, мм	D , мм
Среднее значение				

Точность прибора для измерения диаметра = мм

Точность прибора для измерения длины = мм

и L_i – результаты измерения диаметра и длины.

и – абсолютные ошибки измерений и .

Средние абсолютные ошибки: и . Вычислить значения

объемов V_i и среднее значение объема . Вычислить средние относительные ошибки измерений диаметра и длины и среднюю относительную ошибку объема вычислить по формуле:

Абсолютную ошибку среднего значения объема вычислить по формуле

Результаты измерений представить в форме:

мм³,

Определить доверительный интервал значений V методом математической статистики (табл. 7).

Таблица 7

Данные для определения стандартного отклонения						
№ пп	, мм ³	, мм ³	D , мм ³	D	S D	S =
1						
2						
3						
...						
10						

Найти значение t для $n = 10$ и = 95 % по табл. 5. Определить доверительный интервал

значений объема: ±

Сделать вывод.

Опыт 2. Измерение плотности твердого тела

Плотность вещества равна отношению его массы m к объему V , т. е. = m/V .

Объем тела (цилиндрической формы) измерен в опыте 1. Массу тела определяют взвешиванием. Для выполнения опыта выбирают тела с известной массой.

Объем тела линейно возрастает с увеличением температуры, поэтому при определении объема фиксируют температуру окружающей среды. Объем твердых тел неправильной формы определяют по закону Архимеда, погружением в воду, находящуюся в мерном сосуде. Объем вытесненной телом жидкости, и есть объем тела.

Методика измерений



Рис. 2. Измерение объема жидкости в мерной пробирке

Приборы и объекты измерения: мерные пробирки (10 шт.), вместимостью 10,00 см³, дистиллированная вода, тело цилиндрической формы известной массы, пинцет, фильтровальная бумага.

Налить в пробирку или мерный цилиндр $V_1 = 5,00$ см³ дистиллированной воды. Отсчет объема вести по нижнему мениску жидкости (см. рис. 2).

Опустить в первую пробирку пинцетом цилиндрическое тело, зафиксировать объем V_2 с точностью до 0,5 деления. Вынуть пинцетом цилиндрическое тело и, осушив его фильтровальной бумагой, поместить во вторую пробирку, измерив объем V_2 , и так далее.

Проведя 10 измерений, внести результаты в табл. 8. Рассчитав по этим данным



значения плотности (), определить относительную ошибку плотности по формуле



где — относительная ошибка измерения диаметра микрометром (см. опыт 1); —

относительная ошибка измерения длины штангенциркулем (см. опыт 1); — относительная ошибка определения массы (дана вместе со значением m).

Провести статистическую обработку результатов расчета и оформить расчеты в виде таблицы (табл. 8).

Таблица 8

Результаты измерений V и расчетов

№	V_i см ³					
1						
2						
...						
10						
Среднее значение						

Примечание. Точность прибора для измерения объема $\Delta V = 0,01$ см³.

Определить доверительный интервал значений плотности при доверительной вероятности 0,95 (см. величину t в табл. 5).

Сделать вывод.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-2

Дополнительная: 1-3



Лабораторная работа №7.

Тема: Широкополосные приёмные устройства

Наименование занятия: Измерение силы тока, напряжения и мощности

Цель: Экспериментальная проверка результатов аналитического расчета линейной электрической цепи с двумя источниками электропитания.

Формируемые компетенции: ПК-6

Теоретическое введение:

Ток в цепи, состоящей из двух источников с ЭДС E_1 и E_2 (Рис. 1) и внутренними сопротивлениями r_{01} и r_{02} и резистора с сопротивлением R , можно определить по принципу наложения токов. Согласно этому принципу ток в цепи равен алгебраической сумме токов, создаваемых в ней двумя источниками питания (или несколькими) действующими независимо друг от друга, если сопротивления всех участков цепи постоянны, т. е не зависят от тока (линейная цепь).

При действии только первого источника ЭДС E_1 ток в цепи:

Направление этого тока в первом источнике совпадает с направлением ЭДС E_1 .

При действии только второго источника ЭДС E_2 ток в цепи:

Направление этого тока во втором источнике совпадает с направлением ЭДС E_2 .

Так как ЭДС E_1 и E_2 в контуре, образованном элементами цепи, направлены встречно, то ток I при действии обеих ЭДС равен разности токов I_1 и I_2 :

При равенстве ЭДС E_1 и E_2 ток в цепи равен нулю. Следовательно, ток в цепи возникает только при $E_1 \neq E_2$. Направление тока I совпадает с направлением большей ЭДС. При $E_1 > E_2$ направление тока совпадает с направлением E_1 и противоположно направлению E_2 , как принято на рис. 1 и в формуле. Электродвижущая сила E_2 , направленная встречно току, называется встречной или противо-ЭДС.



Рисунок 1 - Электрическая цепь с двумя источниками питания

На участке цепи АВ с сопротивлением R электрическая энергия преобразуется в тепловую, мощность которой:

а напряжение, или, как часто говорят, падение напряжения на этом участке

На участке БВ с сопротивлением r_{02} действует встречная ЭДС E_2 . В этом участке кроме мощности потерь (нагрев) $r_{02} \cdot I^2$ развивается еще электрическая мощность $E_2 \cdot I$, так как электрическими силами совершается работа по преодолению действия встречной ЭДС, в зависимости от происхождения которой электрическая энергия преобразуется в химическую (аккумулятор) или механическую (электрическая машина в режиме двигателя); таким образом, источник с противо-ЭДС E_2 работает в режиме потребителя (приемника).

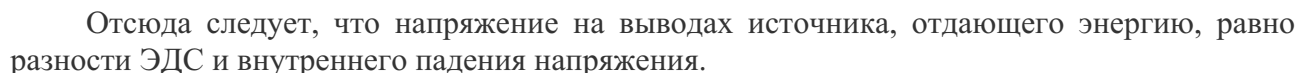
Мощность участка БВ

а напряжение на нем

Итак, напряжение на выводах источника, работающего в режиме потребителя, равно сумме ЭДС и внутреннего падения напряжения.

На участке АВ с сопротивлением r_{01} действует ЭДС E_1 одного направления с током I . Электрическая машина или аккумулятор с ЭДС E_1 работает в режиме источника энергии (в режиме генератора). Поэтому ЭДС равна сумме напряжения на выводах и внутреннего падения напряжения аналогично:

а напряжение на выводах этого источника

[illegible]

3.1. Ознакомиться с лабораторной установкой.

3.2. Включить электропитание стенда и источники E1 и E2. Измерить значения эдс источника E1 и установить заданное значение эдс источника E2 (табл. 1). Результаты измерений занести в табл. 4. Выключить электропитание.

3.2. Собрать цепь с двумя источниками электропитания (рис. 2), выбрав элементы цепи в соответствии с заданным вариантом (табл. 1).

Варианты	1	2	3	4	5	6
E2, B	12	10	8	6	10	12
R1	R1-2	R1-1	R1-3	R1-1	R1-2	R1-3
R2	R3	R3	R3	R3	R3	R3
R3	R9	R8	R9	R9	R8	R8

A large, empty rectangular frame with a black border, representing a missing image or a placeholder for a drawing. In the top-left corner of the frame, there is a small square icon containing a red 'X', which typically signifies a missing or broken image link.

Рисунок 2 - Схема исследования.

3.3. Включить источник питания E1 и измерить напряжения U1, U2 на источниках E1, E2, напряжения на резисторах R1*, R2* и R3*, и токи I1, I2 и I3 в ветвях. Результаты измерений занести в табл. 2.

3.4. По результатам измерений вычислить значения сопротивлений $R1^*$, $R2^*$ и $R3^*$. Результаты вычислений занести в табл. 3.

[illegible]

Таблица 3.

№ опыта	R_1	R_2	R_3	U_{AB}
	Ом	Ом	Ом	В
1				
2				

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- в) результаты расчетов;
- г) выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Сколько уравнений по законам Кирхгофа необходимо записать для исследуемой цепи для её расчета? Сколько из них надо записать по второму закону Кирхгофа?
2. Запишите для исследуемой цепи необходимые для анализа исследуемой цепи уравнения по законам Кирхгофа.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-2

Дополнительная: 1-3

Лабораторная работа №8.

Тема: Сканирующие радиоприёмные устройства

Наименование занятия: Измерение нелинейных искажений

Цель: Экспериментальное получение вольтамперных характеристик линейных и нелинейных резистивных элементов, графический расчет неразветвленной нелинейной электрической цепи постоянного тока и экспериментальная проверка результатов расчета.

Формируемые компетенции: ПК-6

Теоретическая часть:

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.

2. Собрать трехфазную электрическую цепь (рис. 1), выбрав элементы цепи в соответствии с заданием. Представить схему для проверки преподавателю. Собрать электрическую цепь для снятия вольтамперных характеристик элементов цепи (рис. 1) и предъявить её для проверки преподавателю. В качестве регулируемого источника постоянного напряжения использовать источник E2, выходное напряжение которого регулируется потенциометром. В качестве резистора R1 использовать резистор R5 стенда. Предъявить схему для проверки преподавателю.

3. Снять вольтамперные характеристики лампы накаливания HL, резистора R1 и всей цепи. Для этого установить выходное напряжение источника питания E2 равное нулю (ручку потенциометра в крайнее левое положение). Включить стенд и источник E2. Увеличивая плавно выходное напряжение потенциометра RP1 провести необходимые измерения при изменении тока от 0 до 80...100 мА. Результаты измерений занести в табл. 1. Выключить источник питания. В одной координатной системе построить вольтамперные характеристики цепи, лампы накаливания HL и резистора R1.

Таблица 1.

I, A 0

U, B 0

U_л, B 0

U_р, B 0

4. Записать уравнение второго закона Кирхгофа для исследуемой цепи.

Используя экспериментальные вольтамперные характеристики резистора и лампы накаливания, построить в той же системе координат расчетную вольтамперную характеристику всей цепи $U_{расч}=f(I)$ и сравнить её с полученной экспериментально вольтамперной характеристикой цепи $U_{эксп}=f(I)$.

5. Для указанного преподавателем значения входного напряжения выполнить графический расчет тока и напряжений на отдельных участках цепи по рис. 1. Результаты расчета занести в табл. 2.

Таблица 2

U, B U_{hl}, B U_р, B I, A

Расчет

Эксперимент

6. Для проверки расчета нелинейной цепи включить источник и установить заданное (расчетное) значение входного напряжения U. Измерить ток I и напряжения U_R и U_{HL} на отдельных участках цепи. Результаты занести в табл. 2.

7. Сделать вывод об особенностях применения законов Кирхгофа в нелинейной цепи постоянного тока.

8. По указанию преподавателя рассчитать статическое и дифференциальное сопротивления лампы накаливания.

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование и цель работы;
- б) схемы экспериментов и таблицы с результатами измерений;
- в) расчетные и экспериментальные вольтамперные характеристики;
- г) сравнение результатов расчета с экспериментальными данными;
- д) выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое «нелинейный элемент» в электрической цепи?
2. Привести примеры нелинейных элементов электрических цепей и их вольтамперных характеристик.
3. Почему для нелинейной цепи удобен графический способ анализа?
4. Справедливы ли для нелинейных цепей законы Кирхгофа?
5. Как построить вольтамперную характеристику последовательного соединения нелинейных элементов?
6. Как построить вольтамперную характеристику параллельного соединения нелинейных элементов?

×

3. Снять вольтамперные характеристики лампы накаливания HL, резистора R1 и всей цепи. Для этого установить выходное напряжение источника питания E2 равное нулю (ручку потенциометра в крайнее левое положение). Включить стенд и источник E2. Увеличивая плавно выходное напряжение потенциометра RP1 провести необходимые измерения при изменении тока от 0 до 80...100 мА. Результаты измерений занести в табл. 1. Выключить источник питания. В одной координатной системе построить вольтамперные характеристики цепи, лампы накаливания HL и резистора R1.

Таблица 1.

I, A	0								
U, B	0								
U _л , B	0								
U _р , B	0								

4. Записать уравнение второго закона Кирхгофа для исследуемой цепи.

Используя экспериментальные вольтамперные характеристики резистора и лампы накаливания, построить в той же системе координат расчетную вольтамперную характеристику всей цепи $U_{расч}=f(I)$ и сравнить её с полученной экспериментально вольтамперной характеристикой цепи $U_{эксп}=f(I)$.

5. Для указанного преподавателем значения входного напряжения выполнить графический расчет тока и напряжений на отдельных участках цепи по рис. 1. Результаты расчета занести в табл. 2.

Таблица 2

	U, В	U _{hl} , В	U _r , В	I, А
Расчет				
Эксперимент				

6. Для проверки расчета нелинейной цепи включить источник и установить заданное (расчетное) значение входного напряжения U. Измерить ток I и напряжения U_R и U_{HL} на отдельных участках цепи. Результаты занести в табл. 2.

7. Сделать вывод об особенностях применения законов Кирхгофа в нелинейной цепи постоянного тока.

8. По указанию преподавателя рассчитать статическое и дифференциальное сопротивления лампы накаливания.

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование и цель работы;
- б) схемы экспериментов и таблицы с результатами измерений;
- в) расчетные и экспериментальные вольтамперные характеристики;
- г) сравнение результатов расчета с экспериментальными данными;
- д) выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое «нелинейный элемент» в электрической цепи?
2. Привести примеры нелинейных элементов электрических цепей и их вольтамперных характеристик.
3. Почему для нелинейной цепи удобен графический способ анализа?
4. Справедливы ли для нелинейных цепей законы Кирхгофа?
5. Как построить вольтамперную характеристику последовательного соединения нелинейных элементов?
6. Как построить вольтамперную характеристику параллельного соединения нелинейных элементов?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-2

Дополнительная: 1-3

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению самостоятельных работ
по дисциплине «Электрорадиоизмерения при проведении специальных исследований»
для студентов направления подготовки
10.03.01 «Информационная безопасность»
Направленность (профиль)
«Организация и технологии защиты информации (по отрасли или в сфере профессиональной
деятельности)»

Ставрополь,
2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Общая характеристика самостоятельной работы студента

Технологическая карта самостоятельной работы студента

Самостоятельное изучение тем лекций

Паспорт фонда оценочных средств для проверки самостоятельной работы

Список рекомендуемой литературы

ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплины «Электрорадиоизмерения при проведении специальных исследований» является обучение работе с базовой измерительной аппаратурой, используемой в технической защите информации основными принципам и методам проведения электрорадиоизмерений, а также приобретение набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность».

Задачами дисциплины являются:

1. Подготовка обучающихся в области теории и практики электрорадиоизмерений;
2. Формирование знаний, необходимых для изучения специальных дисциплин.

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента

Основными видами учебной работы по достижению результатов освоения дисциплины являются лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа студентов (СРС).

На лекциях раскрываются основные положения и понятия курса, формируются знания в области электрорадиоизмерений при проведении специальных исследований. На лабораторных работах формируются умения и навыки, необходимые для решения задач профессиональной деятельности.

Приступая к изучению учебной дисциплины, необходимо ознакомиться с учебной программой, получить в библиотеке рекомендованные учебные пособия, а также получить у ведущего преподавателя в электронном виде конспекты лекций, методические рекомендации к лабораторным работам и тестовые, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и выполнения лабораторных работ.

Для изучения дисциплины предлагается список основной и дополнительной литературы. Основная литература предназначена для обязательного изучения, дополнительная – поможет более глубоко освоить отдельные вопросы, подготовить исследовательские задания и выполнить задания для самостоятельной работы.

В ходе лекционных занятий студент обязан осуществлять конспектирование учебного материала, особое внимание, обращая на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных понятий, физических явлений, процессов, эффектов. В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых следует делать пометки из рекомендованной литературы, дополнять материал прослушанной лекции, формулировать научные выводы и практические рекомендации. Студент имеет право задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Самостоятельная работа студентов над материалом учебной дисциплины является неотъемлемой частью учебного процесса и должна предполагать углубление знания учебного материала, излагаемого на аудиторных занятиях, и приобретение дополнительных знаний по отдельным вопросам самостоятельно.

Основными видами самостоятельной работы курсантов по учебной дисциплине являются:

- самостоятельное изучение учебного материала по заданным темам;
- подготовка к лабораторным работам, оформление отчета по решенным задачам лабораторных работ и подготовка к собеседованию по результатам работы.

Основными методами самостоятельной работы студентов являются:

- 1) для овладения знаниями:
 - чтение текста (конспекта лекций, учебника, дополнительной литературы) и конспектирование текста;
 - работа с нормативными документами;
 - поиск информации в Интернет;
- 2) для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекции (обработка текста);
 - повторная работа над учебным материалом (учебника, дополнительной литературы, слайдами);
 - составление плана и тезисов ответа или графическое изображение структуры ответа;
 - составление таблиц для систематизации учебного материала;
 - изучение нормативных документов;
 - ответы на контрольные вопросы;
- 3) для формирования умений:
- подготовка к лабораторным работам;
 - решение задач и заданий;
 - подготовка отчетов по лабораторным работам;
 - рефлексивный анализ профессиональных умений.

В случае пропуска учебного занятия студент может воспользоваться содержанием различных блоков учебно-методического комплекса (лекции, лабораторные работы, контрольные вопросы и тесты) для самоподготовки и освоения темы. Для самоконтроля необходимо использовать вопросы и задания, предлагаемые к лабораторным работам, а также варианты тестовых заданий.

2. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
6 семестр					
ПК-6 ИД-2	Подготовка к лабораторной работе	Собеседование	6.00	2.00	8.00
ПК-6 ИД-2	Подготовка к лекции	Конспект	6.00	2.00	8.00
ПК-6 ИД-2	Подготовка доклада	Доклад	6.00	2.00	8.00
ПК-6 ИД-2	Самостоятельное изучение литературы	Конспект	6.00	2.00	8.00
ПК-6 ИД-2	Самостоятельное выполнение заданий по заданным темам.	Конспект. Письменный отчет	6.00	2.00	8.00
Итого за семестр			30.00	10.00	40.00
Итого			30.00	10.00	40.00

3. Порядок выполнения самостоятельной работы

3.1 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Комплексное изучение предлагаемой студентам учебной дисциплины «Электрорадиоизмерения при проведении специальных исследований» предполагает овладение материалами лекций, учебников, программы, творческую работу студентов в ходе проведения лабораторных работ, а также систематическое выполнение заданий для самостоятельной работы.

В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемых тем, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студентов к лабораторным работам.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий. Отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попробуйте найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам.

Выполнение лабораторных работ по дисциплине «Электрорадиоизмерения при проведении специальных исследований»

На первом занятии получите у преподавателя задания по курсу, планы подготовки к лабораторным работам. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением.

Перед лабораторными работами изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с опытом других исследователей в этом направлении.

Целью лабораторных работ является:

- закрепление методов приложения теории к решению практических задач анализа и синтеза психологического знания;
- проверка уровня понимания студентами вопросов, рассмотренных на лекциях и по учебной литературе, степени и качества усвоения материала;
- обучение навыкам освоения методики эксперимента и работы с нормативно-справочной литературой;
- восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказание помощи в его усвоении.

3.2 Методические рекомендации по написанию и оформлению доклада

1. Общие положения

1.1. Доклад, как вид самостоятельной работы в учебном процессе, способствует формированию навыков исследовательской работы, расширяет познавательные интересы, учит критически мыслить.

1.2. При написании доклада по заданной теме студент составляет план, подбирает основные источники.

1.3. В процессе работы с источниками систематизирует полученные сведения, делает выводы и обобщения.

1.4. К докладу по крупной теме могут привлекать несколько студентов, между которыми распределяются вопросы выступления.

2. Выбор темы доклада

2.1. Тематика доклада обычно определяется преподавателем, но в определении темы инициативу может проявить и студент.

2.2. Прежде чем выбрать тему доклада, автору необходимо выявить свой интерес, определить, над какой проблемой он хотел бы поработать, более глубоко ее изучить.

3. Этапы работы над докладом

3.1. Формулирование темы, причем она должна быть не только актуальной по своему значению, но и оригинальной, интересной по содержанию.

3.2. Подбор и изучение основных источников по теме (как правильно, при разработке доклада используется не менее 8-10 различных источников).

3.3. Составление списка использованных источников.

3.4. Обработка и систематизация информации

3.5. Разработка плана доклада.

3.6. Написание доклада.

3.7. Публичное выступление с результатами исследования.

4. Структура доклада:

- титульный лист

- оглавление (в нем последовательно излагаются названия пунктов доклада, указываются страницы, с которых начинается каждый пункт);

- введение (формулирует суть исследуемой проблемы, обосновывается выбор темы, определяются ее значимость и актуальность, указываются цель и задачи доклада, дается характеристика используемой литературы);

- основная часть (каждый раздел ее, доказательно раскрывая отдельную проблему или одну из ее сторон, логически является продолжением предыдущего; в основной части могут быть представлены таблицы, графики, схемы);

- заключение (подводятся итоги или дается обобщенный вывод по теме доклада, предлагаются рекомендации);

- список использованных источников

5. Структура и содержание доклада

5.1. Введение - это вступительная часть научно-исследовательской работы. Автор должен приложить все усилия, чтобы в этом небольшом по объему разделе показать актуальность темы, раскрыть практическую значимость ее, определить цели и задачи эксперимента или его фрагмента.

5.2. Основная часть. В ней раскрывается содержание доклада. Как правило, основная часть состоит из теоретического и практического разделов. В теоретическом разделе раскрываются история и теория исследуемой проблемы, дается критический анализ литературы и показываются позиции автора. В практическом разделе излагаются методы, ход, и результаты самостоятельно проведенного эксперимента или фрагмента.

В основной части могут быть также представлены схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и т.д.

5.3. В заключении содержатся итоги работы, выводы, к которым пришел автор, и рекомендации. Заключение должно быть кратким, обязательным и соответствовать поставленным задачам.

5.4. Список использованных источников представляет собой перечень использованных книг, статей, фамилии авторов приводятся в алфавитном порядке, при этом все источники даются под общей нумерацией литературы. В исходных данных источника указываются фамилия и инициалы автора, название работы, место и год издания.

5.5. Приложение к докладу оформляются на отдельных листах, причем каждое должно иметь свой тематический заголовок и номер, который пишется в правом верхнем углу, например: «Приложение 1»

6. Требования к оформлению доклада

6.1. Объем доклада может колебаться в пределах 5-15 печатных страниц; все приложения к работе не входят в ее объем.

- 6.2. Доклад должен быть выполнен грамотно, с соблюдением культуры изложения.
6.3. Обязательно должны иметься ссылки на используемую литературу.
6.4. Должна быть соблюдена последовательность написания библиографического аппарата.

7. Критерии оценки доклада

- актуальность темы исследования;
- соответствие содержания теме;
- глубина проработки материала; правильность и полнота использования источников;
- соответствие оформления доклада стандартам.

По усмотрению преподавателя доклады могут быть представлены на семинарах, научно-практических конференциях, а также использоваться как зачетные работы по пройденным темам.

3.3 Методические рекомендации по конспектированию первоисточников

Изучение и анализ литературных источников является обязательным видом самостоятельной работы студентов. Изучение литературы по избранной теме имеет своей задачей проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, аргументацию их выводов и обобщений, провести анализ и систематизировать полученный материал на основе собственного осмысления с целью выяснения современного состояния вопроса.

Проработка отобранного материала обязательно должна идти с одновременным ведением записей прочитанного и своих замечаний. Запись может иметь как форму конспекта, так и выписок, а также картотеку положений, тезисов, идей, методик, что в дальнейшем облегчит классификацию и систематизацию полученного материала. Такого рода записи являются лучшим способом накопления и первичной обработки материал, одной из обязательных форм организации умственного труда.

Планом удобно пользоваться при подготовке к устному выступлению по выбранной теме. Каждый пункт плана должен раскрывать одну из сторон избранной темы, а весь план должен охватывать ее целиком.

Тезисы предполагают сжатое изложение основных положений текста в форме утверждения или отрицания. Они являются более совершенной формой записей и представляют основу для дискуссии. К тому же их легко запомнить.

Конспектирование – процесс мысленной переработки и письменной фиксации информации, в виде краткого изложения основного содержания, смысла какого-либо текста.

Результат конспектирования – запись, позволяющая конспектирующему немедленно или через некоторый срок с нужной полнотой восстановить полученную информацию. Конспект в переводе с латыни означает «обзор». По существу его и составлять надо как обзор, содержащий основные мысли текста без подробностей и второстепенных деталей. Конспект носит индивидуализированный характер: он рассчитан на самого автора и поэтому может оказаться малопонятным для других.

Для того чтобы осуществлять этот вид работы, в каждом конкретном случае необходимо грамотно решить следующие задачи:

1. Сориентироваться в общей композиции текста (уметь определить вступление, основную часть, заключение).
2. Увидеть логико-смысловую канву сообщения, понять систему изложения автором информации в целом, а также ход развития каждой отдельной мысли.
3. Выявить «ключевые» мысли, т. е. основные смысловые вехи, на которые «нанизано» все содержание текста.
4. Определить детализирующую информацию.
5. Лаконично сформулировать основную информацию, не перенося на письмо все целиком и дословно.

Во всяком научном тексте содержится информация 2-х видов: основная и вспомогательная. Основной является информация, имеющая наиболее существенное значение для раскрытия

содержания темы или вопроса. К ней относятся: определения научных понятий, формулировки законов, теоретических принципов и т. д. Назначение вспомогательной информации – помочь читателю лучше усвоить предлагаемый материал. К этому типу информации относятся разного рода комментарии. Основную – записываем как можно полнее, вспомогательную, как правило, опускаем. Содержание конспектирования составляет переработка основной информации в целях ее обобщения и сокращения. Обобщить – значит представить ее в более общей, схематической форме, в виде тезисов, выводов, отдельных заголовков, изложения основных результатов и т. п. Читая, мы интуитивно используем некоторые слова и фразы в качестве опорных. Такие опорные слова и фразы называются ключевыми. Ключевые слова и фразы несут основную смысловую и эмоциональную нагрузку содержания текста.

Выбор ключевых слов – это первый этап смыслового свертывания, смыслового сжатия материала.

Важными требованиями к конспекту являются наглядность и обозримость записей и такое их расположение, которое давало бы возможность уяснить логические связи и иерархию понятий.

По форме конспекты подразделяются на формализованные и графические.

1. Формализованные (все записи вносятся в заранее подготовленные таблицы).

Это удобно, во-первых, при конспектировании материалов, когда перечень характеристик описываемых предметов или явлений более или менее постоянен, во-вторых, при подготовке единого конспекта по нескольким источникам. Особенно если есть необходимость сравнения отдельных данных. Разновидностью формализованного конспекта является запись, составленная в форме ответов на заранее подготовленные вопросы, обеспечивающие исчерпывающие характеристики однотипных предметов или явлений.

2. Графические (элементы конспектируемой работы располагаются в таком виде, при котором видна иерархия понятий и взаимосвязь между ними).

По каждой работе может быть не один, а несколько графических конспектов, отображающих книгу в целом и отдельные ее части. Ведение графического конспекта – наиболее совершенный способ изображения внутренней структуры книги, а сам этот процесс помогает усвоению ее содержания.

Можно выделить следующие основные **типы конспектов: плановый, текстуальный, сводный, тематический.**

Плановый – легко получить с помощью предварительно сделанного плана произведения, каждому вопросу плана отвечает определенная часть конспекта:

а) вопросно-ответный (на пункты плана, выраженные в вопросительной форме, конспект дает точные ответы);

б) схематичный плановый конспект (отражает логическую структуру и взаимосвязь отдельных положений).

Текстуальный – это конспект, созданный в основном из цитат.

Сводный конспект – сочетает выписки, цитаты, иногда тезисы; часть его текста может быть снабжена планом.

Тематический – дает более или менее исчерпывающий ответ (в зависимости из числа привлеченных источников и другого материала, например, своих же записей) на поставленный вопрос – тему: обзорный; хронологический.

Роль конспекта – чисто учебная: он помогает зафиксировать основные понятия и положения первичного текста и в нужный момент их воспроизвести, например, при написании реферата или подготовке к экзамену.

Способы конспектирования.

- **Тезисы** – это кратко сформулированные основные мысли, положения изучаемого материала. Тезисы лаконично выражают суть читаемого, дают возможность раскрыть содержание. Приступая к освоению записи в виде тезисов, полезно в самом тексте отмечать места, наиболее четко формулирующие основную мысль, которую автор доказывает (если,

конечно, это не библиотечная книга). Часто такой отбор облегчается шрифтовым выделением, сделанным в самом тексте.

- **Линейно-последовательная запись текста.** При конспектировании линейно – последовательным способом целесообразно использование плакатно-оформительских средств, которые включают в себя следующие:

- сдвиг текста конспекта по горизонтали, по вертикали;
- выделение жирным (или другим) шрифтом особо значимых слов;
- использование различных цветов;
- подчеркивание;
- заключение в рамку главной информации.

- **Способ «вопросов – ответов».** Он заключается в том, что, поделив страницу тетради пополам вертикальной чертой, конспектирующий в левой части страницы самостоятельно формулирует вопросы или проблемы, затронутые в данном тексте, а в правой части дает ответы на них.

Одна из модификаций способа «вопросов – ответов» - таблица, где место вопроса занимает формулировка проблемы, поднятой автором (лектором), а место ответа – решение данной проблемы. Иногда в таблице могут появиться и дополнительные графы: например, «мое мнение» и т. п.

- **Схема с фрагментами** – способ конспектирования, позволяющий ярче выявить структуру текста, - при этом фрагменты текста (опорные слова, словосочетания, пояснения всякого рода) в сочетании с графикой помогают созданию рационально - лаконичного конспекта.

- **Простая схема** – способ конспектирования, близкий к схеме с фрагментами, объяснений к которой конспектирующий не пишет, но должен уметь давать их устно. Этот способ требует высокой квалификации конспектирующего. В противном случае такой конспект нельзя будет использовать.

- **Параллельный способ** конспектирования. Конспект оформляется на двух листах параллельно или один лист делится вертикальной чертой пополам и записи делаются в правой и в левой части листа.

Однако лучше использовать разные способы конспектирования для записи одного и того же материала.

Комбинированный конспект – вершина овладения рациональным конспектированием. При этом умело используются все перечисленные способы, сочетая их в одном конспекте (один из видов конспекта свободно перетекает в другой в зависимости от конспектируемого текста, от желания и умения конспектирующего). Именно при комбинированном конспекте более всего проявляется уровень подготовки и индивидуальность студента.

Принципы составления конспекта прочитанного.

1. Записать все выходные данные источника: автор, название, год и место издания. Если текст взят из периодического издания (газеты или журнала), то записать его название, год, месяц, номер, число, место издания.

2. Выделить поля слева или справа, можно с обеих сторон. Слева на полях отмечаются страницы оригинала, структурные разделы статьи или книги (названия параграфов, подзаголовки и т. п.), формулируются основные проблемы. Справа – способы фиксации прочитанной информации.

Один из видов чтения – углубленное – предполагает глубокое усвоение прочитанного и часто сохранение информации в целях последующего обращения к ней. Эффективность такого чтения повышается, если прочитанное зафиксировано не только в памяти, но и на бумаге. Психологи утверждают, что записанное лучше и полнее усваивается, прочнее откладывается в памяти. Установлено, что если прочитать 1000 слов и затем записать 50, подытоживающих прочитанное, то коэффициент усвоения будет выше, чем, если прочитать 10000 слов, не записав ни одного. Кроме того, при записи прочитанного формируется навык свертывания

информации. И, наконец, чередование чтения и записывания уменьшает усталость, повышает работоспособность и производительность умственного труда.

1. Резюмирование.

Резюме – краткий итог прочитанного, содержащий его оценку. Резюме характеризует основные выводы книги, главные итоги.

Выбор языковых средств для построения резюме-выводов подчинен основной задаче свертывания информации: минимум языковых средств – максимум информации. Это обычно одно – три четких, кратких, выразительных предложения, раскрывающих, по мнению автора, самую суть описываемого объекта.

2. Аннотация.

Аннотация – краткая обобщенная характеристика печатной работы (книги, статьи), включающая иногда и его оценку. Это наикратчайшее изложение содержания первичного документа, дающее общее представление о теме.

Основное ее назначение – дать некоторое представление о книге (статье, научной работе) с тем, чтобы рекомендовать ее определенному кругу читателей или воспользоваться своими записями при выполнении работы исследовательского, реферативного характера. Поэтому аннотации не требуется изложения содержания произведения, в ней лишь перечисляются вопросы, которые освещены в первоисточнике (содержание этих вопросов не раскрывается). Аннотация отвечает на вопрос: «О чем говорится в первичном тексте?», дает представление только о главной теме и перечне вопросов, затрагиваемых в тексте первоисточника.

Текст аннотации не стандартизирован. В научной литературе можно встретить различные требования к составлению аннотаций. Например, текст справочной аннотации может включать следующие сведения:

- тип и название аннотируемого документа (монография, диссертация, сборник, статья и т. п.)
- задачи, поставленные автором аннотируемого документа
- метод, которым пользовался автор (эксперимент, сравнительный анализ, компиляция других источников)
- принадлежность автора к определенной научной школе или направлению
- структуру аннотируемого документа
- предмет и тему произведения, основные положения и выводы автора
- характеристику вспомогательных иллюстративных материалов, дополнений, приложений, справочного аппарата, включая указатели и библиографию.

4.1 Вопросы для собеседования по самостоятельному изучению тем дисциплины

Раздел 1. Основы метрологии

Самостоятельное изучение литературы по теме 1: «Измерение физических величин»

1. Изложите виды измерений
2. Перечислите и дайте определения методов измерений
3. Дайте определение средств измерений

Самостоятельное изучение литературы по теме 7: «Основы теории погрешностей и обработка результатов измерения»

4. Перечислите погрешности средств измерений (формулы)
5. Перечислите погрешности измерений: (формулы)
6. Как измеряют коэффициент нелинейных искажений сигналов?

Раздел 2. Измерительные приборы и источники сигналов

Самостоятельное изучение литературы по теме 9: «Аналоговые и цифровые измерительные приборы»

7. Для чего предназначены аналоговые электромеханические измерительные приборы?
8. Укажите принцип действия, достоинства и недостатки магнитноэлектрического измерительного механизма
9. Для чего предназначены электронные приборы? Приведите классификацию.

Самостоятельное изучение литературы по теме 12: «Измерительные генераторы и их особенности»

10. Для чего предназначены измерительные генераторы? Укажите классификацию и основные параметры.

11. Изложите основные характеристики измерительных генераторов

12. Дайте определение, зарисуйте структурную схему и объясните принцип действия низкочастотных генераторов.

Глава 3. Методы и средства измерения параметров электрического сигнала и параметров компонентов радиотехнических цепей

Самостоятельное изучение литературы по теме 14: «Измерение параметров электрического сигнала»

13. Изложите принцип действия измерительного моста постоянного тока. Выведите условия равновесия.

14. Для чего предназначены измерительные мосты переменного тока?

15. Как измеряют сопротивления методом амперметра и вольтметра?

Самостоятельное изучение литературы по теме 21: «Современные измерительные средства в телекоммуникациях»

16. Измерения мощности в цепях постоянного тока. Схемы включения.

17. Объясните принцип измерения активной мощности методом двух приборов.

18. Укажите классификацию и назначение приборов для измерения параметров элементов электрических цепей с сосредоточенными постоянными.

Глава 4. Средства измерений и вспомогательное оборудование, используемое для оценки защищенности конфиденциальной информации

Самостоятельное изучение литературы по теме 23: «Полосовые октавные фильтры, селективные вольтметры, измерительные пробники, методики оценки защищенности»

19. Какие параметры полупроводниковых приборов измеряют?

20. Укажите основные направления автоматизации измерений

21. Приведите классификацию средств измерений по уровню автоматизации.

Повышенный уровень:

Раздел 1. Основы метрологии

Самостоятельное изучение литературы по теме 1: «Измерение физических величин»

1. Государственная система стандартизации и сертификации в телекоммуникационных системах.

2. Для чего предназначены измерительные мосты?

Самостоятельное изучение литературы по теме 7: «Основы теории погрешностей и обработка результатов измерения»

3. Теория погрешностей и обработки результатов измерений.

4. Измерение вероятностных характеристик случайных процессов.

Раздел 2. Измерительные приборы и источники сигналов

Самостоятельное изучение литературы по теме 9: «Аналоговые и цифровые измерительные приборы»

5. Изложите принцип действия цифрового измерительного прибора кодоимпульсного метода преобразования.

6. Изложите принцип действия цифрового измерительного прибора частотно-импульсного метода преобразования. Приведите структурную схему и диаграмму работы.

Самостоятельное изучение литературы по теме 12: «Измерительные генераторы и их особенности»

7. Дайте определение, зарисуйте структурную схему и объясните принцип действия шумовых генераторов.

8. Дайте определение, зарисуйте структурную схему и объясните принцип действия генераторов сигналов специальной формы.

Глава 3. Методы и средства измерения параметров электрического сигнала и параметров компонентов радиотехнических цепей

Самостоятельное изучение литературы по теме 14: «Измерение параметров электрического сигнала»

9. Виртуальные приборы фирмы АКТАКОМ.

10. Виртуальные приборы компании National Instruments

Самостоятельное изучение литературы по теме 21: «Современные измерительные средства в телекоммуникациях»

11. Метрология защищенных волоконно-оптических систем передачи данных.

12. Обзор зарубежного рынка и российского рынка измерительной техники.

Глава 4. Средства измерений и вспомогательное оборудование, используемое для оценки защищенности конфиденциальной информации

Самостоятельное изучение литературы по теме 23: «Полосовые октавные фильтры, селективные вольтметры, измерительные пробники, методики оценки защищенности»

13. Измерение параметров цепей с сосредоточенными и распределенными постоянными.

14. Метрология защищенных цифровых радиорелейных линий связи.

4.2 Комплект разноуровневых задач и заданий

1. Тема 2. Физические величины и их единицы.

Задания базового уровня:

- 1) Распознавать явление по его определению, описанию, характерным признакам.
- 2) Различать для данного явления основные свойства или условия протекания явления.
- 3) Объяснять на основе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания явления.

4) Описывать изученные явления, используя физические величины, различая физический смысл используемой величины, ее обозначения и единицы измерения.

5) Использовать для выявления свойств тел, явлений и процессов физические величины и формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами.

6) Вычислять значение величины при анализе явлений.

7) Различать словесную формулировку и математическое выражение закона.

Задания повышенного уровня:

1) Распознавать механические явления и объяснять на основе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания этих явлений.

2) Описывать изученные свойства тел и механические явления, используя физические величины, различая физический смысл используемой величины, ее обозначения и единицы измерения.

2. Тема 10. Погрешности измерений и обработка результатов измерений.

Задания базового уровня:

- 1) Классифицировать виды погрешностей по признакам.
- 2) Использовать для вычисления погрешностей формулы.
- 3) Анализировать методы и средства и обработать результаты измерений для повышения точности измерений.

4) Вычислить случайную погрешность среднего значения из результатов измерений, повторенных n раз.

5) Оценить инструментальную (приборную) стандартную погрешность.

Задания повышенного уровня:

1) Определить с помощью статистической обработки результатов измерений случайную погрешность.

2) Определить и уменьшить систематическую погрешность системы.

3) Определить по формуле интегральный закон распределения случайной величины.

3. Тема 11. Основные характеристики аналоговых и цифровых измерительных приборов.

Задания базового уровня:

- 1) Определить вид влияющего вредного условия и применить средство измерения в зависимости от требуемой точности.
- 2) Освоить основные характеристики мультиметра: назначение, способы измерения и принципы функционирования при работе мультиметром.
- 3) Определить тип присутствующего сигнала и различить по основным параметрам сигналы.
- 4) Согласно характеристикам выбрать мультиметр, подключить вольтметр и выбирать вольтметр (по точности, цене деления, диапазону).
- 5) Освоить назначение и способы применения электроннолучевых осциллографов, виды осциллографов и устройство осциллографа и подключение.
- 6) Освоить устройство цифровых средств измерений.
- 7) Освоить устройство цифровых вольтметров, термометров.
- 8) Освоить назначение компьютерных измерительных устройств.

Задания повышенного уровня:

- 1) Самостоятельно проектировать автоматизацию средств измерения, выбрать необходимое устройство и подключить к схеме.
- 2) Использовать аналоговые измерительные приборы, регистрирующие приборы, самопишущие приборы.
- 3) Подключить осциллограф, выбрать осциллограф по точности, цене деления, диапазону.

4. Тема 12. Измерение электрического сигнала аналоговыми и цифровыми приборами.

Задания базового уровня:

- 1) Измерить ток, напряжение, мощность в электрической цепи постоянного тока.
- 2) Измерить с использованием электромеханического амперметра и вольтметра.
- 3) Измерить с использованием генератора Г3-109 и собрать лабораторную установку.
- 4) Измерить с использованием генератора Г4-102 и собрать лабораторную установку.
- 5) Измерить с использованием генератора Г5-54 и собрать лабораторную установку.
- 6) Измерить с использованием генератора Г2-37 и собрать лабораторную установку.

Задания повышенного уровня:

- 1) Измерить амплитудный спектр синусоидального напряжения.
- 2) Измерить амплитудный спектр однотонального амплитудно-модулированного напряжения.

5. Тема 13. Изучение работы генератора стандартных сигналов.

Задания базового уровня:

- 1) Освоить и изучить генераторы сигналов низкочастотные Г3-109, Г3-118.
- 2) Освоить и изучить генератор импульсов Г5-54.
- 3) Освоить и изучить частотомер электронно-счетный ЧЗ-34.
- 4) Освоить и изучить измеритель разности фаз Ф2-34.

Задания повышенного уровня:

- 1) Измерить с использованием частотомера ЧЗ-34 и собрать лабораторную установку.
- 2) Измерить с использованием измерителя разности фаз Ф2-34 и собрать лабораторную установку.
- 3) Измерить сопротивления резисторов постоянному току с использованием прибора Щ 4313.

6. Тема 14. Измерение силы тока, напряжения и мощности.

Задания базового уровня:

- 1) Назвать основные режимы работы электрических цепей и указать на их особенности.
- 2) Пояснить, что такое активный и пассивный двухполюсники.
- 3) Определить параметры эквивалентного генератора (активного двухполюсника)

расчетным и экспериментальным путем.

Задания повышенного уровня:

- 1) Сформулировать закон Ома для участка и для замкнутого контура.
- 2) Нарисовать схемы с последовательным и параллельным соединением пассивных элементов, указать основные свойства этих соединений, схему со смешанным соединением пассивных элементов; дать порядок расчета этих схем.
- 3) Сформулировать первый и второй законы Кирхгофа, объяснить правила знаков.

7. Тема 15. Измерение параметров электрического сигнала с помощью электронного осциллографа.

Задания базового уровня:

- 1) Изучить основные блоки универсального электронного осциллографа.
- 2) Осуществить временную развертку в осциллографе.
- 3) Определить полосу пропускания канала вертикального отклонения.
- 4) Измерить амплитуду сигнала при помощи осциллографа.
- 5) Измерить постоянную составляющую сигнала.

Задания повышенного уровня:

- 1) Измерить частоту, период и фазовый сдвиг при помощи осциллографа.
- 2) Измерить переходную характеристику канала вертикального отклонения.

8. Тема 17. Измерение амплитудно-частотных характеристик сигнала.

Задания базового уровня:

- 1) Измерить амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) по одному или двум каналам.
- 2) Исследовать амплитудные характеристики четырехполюсников.
- 3) Измерить относительное ослабление точек АЧХ.
- 4) Произвести запись АЧХ на двухкоординатном самописце.

Задания повышенного уровня:

- 1) Измерить частоты отдельных точек, наблюдаемых АЧХ.
- 2) Определить коэффициент передачи четырехполюсника.

9. Тема 20. Измерение нелинейных искажений.

Задания базового уровня:

- 1) Определить изменения синусоидальных монохроматических сигналов, прошедшие через нелинейный преобразователь.
- 2) Измерить коэффициент гармоник.
- 3) Перечислить преобразования входного сигнала в вольтметре С6-7.
- 4) Установить зависимость K_r по второй (n-й) гармонике от уровня входного сигнала.
- 5) Установить для заданной НЦ уровень комбинационных составляющих и соответствующий уровень K_r .

Задания повышенного уровня:

- 1) Рассчитать коэффициент гармоник K_r заданной нелинейной цепи (НЦ).
- 2) Измерить значение коэффициента гармоник на выходе четырёхполюсника на различных частотах при различных уровнях выходного сигнала четырёхполюсника.

10. Тема 22. Изучение средств измерений для оценки защищенности конфиденциальной информации.

Задания базового уровня:

- 1) Принципы и способы добывания информации.
- 2) Технические каналы утечки информации.
- 3) Аттестация объектов информатизации. Планирование работ по защите информации.
- 4) Средства активной защиты: акустика, виброакустика, слаботочные линии, сотовые телефоны, диктофоны, постановщики помех.

Задания повышенного уровня:

- 1) Средства защиты от утечки по каналам ПЭМИН.
- 2) Средства защиты сети питания.

11. Тема 24. Изучение работы цифрового вольтметра и цифрового измерителя уровня.

Задания базового уровня:

- 1) Измерить с использованием электромеханического вольтметра и цифрового измерительного уровня.
- 2) Измерить с использованием электронного цифрового вольтметра и цифрового измерительного уровня.
- 3) Измерить с использованием электронного аналогового вольтметра и цифрового измерительного уровня.

Задания повышенного уровня:

- 1) Определить уровни передач по данным значениям тока, напряжения, мощности.
- 2) Определить абсолютные уровни по напряжению по показаниям вольтметра.

Перечень литературы необходимый для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация, сертификация: учебник для бакалавров / А.Г. Сергеев, В.В. Терегеря. – М.: Юрайт, 2012. – 820 с. Гриф: Доп. МО
2. Арсёнов А.В., Тутов Е.А., Лукин А.Н. Основы электрорадиоизмерений. Пособие – Воронеж: ВГУ, 2013 – 69с.
3. Борицько С.О., Дементьев Н.В. и др. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. Учебное пособие / Под общей редакцией Б. Н. Тихонова – М.: Горячая линия-Телеком. 2013. – 374 с.
4. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов / В. И. Нефёдов, В. И. Хахин, Е. В. Федорова и др.; Под ред. В. И. Нефёдова. - М.: Высш. шк. 2011.

Дополнительная литература:

1. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: учебник для вузов / под ред. В.И. Нефедова и А.С. Сигова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2005. – 588 с.
2. Винокуров В.И. Электрорадиоизмерения: учеб. пособие для вузов / В.И. Винокуров, С.И. Каплин, И.Г. Петелин; под ред. В. И. Винокурова. – Изд. 2-е ,перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1986. – 351 с.
3. Кушнир Ф.В. Электрорадиоизмерения: учеб. пособие для вузов / Ф.В. Кушнир, В.Г. Савенко. – Л.: Энергия, 1975. – 368 с.
4. Кушнир Ф.В., Савенков В.Т. «Электрорадиоизмерения» 1985г.
5. Павлов С. П. «Охрана труда радиоэлектронной промышленности» М. 1973г.
6. Техническое описание и инструкция по эксплуатации прибора Л2-54.

Методическая литература:

1. электронный курс лекций;
2. электронные методические рекомендации для выполнения практических заданий.

Интернет-ресурсы:

1. <http://mirknig.com/2009/07/06/yelektorradioizmereniya.html>;
2. <http://dogend.ru/docs/index-395300.html>;
3. <http://www.toroid.ru/vinokurov.html>;
4. <http://libtm.ucoz.ru/ld/0/39METR.pdf>.