

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В.В. Пелись, С.А. Маврин, С.Н. Девицына

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Сборник лабораторных заданий
для студентов очной формы обучения
по направлению подготовки
10.03.01 «Информационная безопасность»

Севастополь
СевГУ
2025

УДК 004.056.5(076.5)
ББК 32.973-018.2я73
П24

Р е ц е н з е н т:

Д.В. Моисеев – д-р техн. наук, доцент,
декан факультета информационных технологий
Высшей технологической школы
«Севастопольский приборостроительный институт»
Севастопольского государственного университета

Пелись, В.В.

П24 Физические основы защиты информации: сборник лабораторных заданий для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность» / В.В. Пелись, С.А. Маврин, С.Н. Девицына; Севастопольский государственный университет. – Севастополь: СевГУ, 2025. – 55 с.; ил. – Текст : электронный.

Пособие содержит задания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Физические основы защиты информации» для студентов направления подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность». Состоит из 6-ти лабораторных работ, которые необходимы для формирования навыков и умений у студентов специальности «Информационная безопасность». В каждой из них имеются задания для самостоятельной работы студентов в учебной лаборатории.

Данное пособие позволяет студентам за время обучения ознакомиться с физическими основами формирования и блокирования технических каналов утечки информации и уверенно владеть навыками применения специальной техники выявления и блокирования технических каналов утечки информации.

УДК 004.056.5(076.5)
ББК 32.973-018.2я73

Рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Информационная безопасность», протокол № 4 от 20 октября 2025 г.

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Основные рекомендации по выполнению лабораторных работ.....	6
Требования по оформлению отчета по лабораторной работе.....	6
Лабораторная работа № 1. Исследование акустических свойств помещений, их элементов, строительных и отделочных материалов с использованием специального стенда.....	8
Контрольные вопросы к ЛР № 1.....	17
Лабораторная работа № 2. Работа с комбинированным подавителем радиоэлектронных устройств «Тайфун-3» ДК.....	19
Контрольные вопросы к ЛР № 2.....	27
Лабораторная работа № 3. Работа со скоростным поисковым приемником радиосигналов «Скорпион».....	28
Контрольные вопросы к ЛР № 3.....	33
Лабораторная работа № 4. Работа с прибором нелинейной локации «Родник -23К».....	34
Контрольные вопросы к ЛР № 4.....	38
Лабораторная работа № 5. Работа с многофункциональным поисковым прибором «SPYDER».....	40
Контрольные вопросы к ЛР № 5.....	43
Лабораторная работа № 6. Измерение уровня ПЭМИ типового АРМ на базе ПЭВМ и расчет радиуса R2.....	44
Контрольные вопросы к ЛР № 6.....	49
Библиографический список.....	51
Приложение 1.....	52
Приложение 2.....	53

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время более 80 % информации, получаемой различными разведками, добывается с помощью радиоэлектронных средств. В этих условиях повышается роль мероприятий по защите сведений составляющих государственную, военную, коммерческую или иную тайну.

Основная задача получения информации – добывание сведений путем обнаружения и перехвата открытых или кодированных передач из каналов связи.

Технические средства получения информации по принципу действия делятся на 2 группы:

1. Пассивные средства, которые добывают информацию благодаря приему сигналов, излучаемых радиоэлектронными средствами противника (радио, радиотехническая, телевизионная, акустическая).

2. Активные средства, которые используя свои собственные источники радиоизлучения получают информацию путем приема и фиксации сигналов, отраженных от объектов съема информации.

Средства защиты информации – это устройства, создающие препятствия или сами являющиеся препятствиями для нарушителей на пути к защищаемым данным.

Средства ЗИ выполняют функции:

- 1) охраны территорий и зданий;
- 2) охраны внутренних помещений;
- 3) охраны оборудования и наблюдение за ним;
- 4) контроля доступа;
- 5) нейтрализации излучения и наводок;
- 6) создания препятствий визуальному наблюдению;
- 7) противопожарной защиты;
- 8) блокировки действий нарушителя.

Технические каналы утечки информации – совокупность источника информации, линии связи (физической среды), по которой распространяется информационный сигнал, шумов, препятствующих передаче сигнала в линии связи, и технических средств перехвата информации.

В основе утечки информации лежит неконтролируемый перенос конфиденциальной информации посредством акустических, световых, электромагнитных, радиационных и других полей и материальных объектов.

Защита информации от утечки по техническим каналам – это комплекс организационных, организационно-технических и технических мероприятий, исключающих или ослабляющих бесконтрольный выход конфиденциальной информации за пределы контролируемой зоны.

Источниками информации могут быть непосредственно голосовой аппарат человека, вычислительная техника, излучатели систем звукоусиления, печатный текст, радиопередающие устройства и др.

Сигналы являются материальными носителями информации. По своей природе сигналы могут быть электрическими, электромагнитными, акустическими, оптическими и т.д.

В зависимости от природы сигналы распространяются в определенных физических средах.

Шумы сопровождают все физические процессы и присутствуют на входе средств перехвата информации.

Средства перехвата информации служат для приема и преобразования сигналов с целью получения информации.

К техническим средствам приема информации (ТСПИ), а также ее обработки, хранения и передачи относят технические средства, непосредственно обрабатывающие конфиденциальную информацию. В их число входят электронно-вычислительная техника, АТС для ведения секретных переговоров, системы оперативно-командной и громкоговорящей связи, системы звукоусиления, звукового сопровождения и звукозаписи и т.д.

При выявлении технических каналов утечки информации ТСПИ необходимо рассматривать как систему, включающую основное оборудование, оконечные устройства, соединительные линии (совокупность проводов и кабелей, прокладываемых между отдельными ТСПИ и их элементами), распределительные и коммутационные устройства, системы электропитания, системы заземления. Перечисленные технические средства называют основными техническими средствами.

Наряду с ТСПИ в помещениях устанавливаются технические средства и системы, непосредственно не участвующие в обработке конфиденциальной информации, но использующиеся совместно с ТСПИ и находящиеся в зоне электромагнитного и других полей, создаваемых ТСПИ. Такие технические средства и системы называют вспомогательными техническими средствами и системами (ВТСС). Это технические средства открытой телефонной, громкоговорящей связи, системы пожарной и охранной сигнализации, средства и системы кондиционирования, электрификации, радиофикации, часофикации, электробытовые приборы и т.д.

В качестве канала утечки информации наибольшую опасность представляют ВТСС, имеющие выход за пределы контролируемой зоны (КЗ).

Контролируемая зона (КЗ) – территория (здание, группа помещений, помещение), на которой исключено неконтролируемое перемещение лиц и транспортных средств, не имеющих постоянного или разового допуска. В контролируемой зоне посредством проведения технических и режимных мероприятий должны быть созданы условия, предотвращающие возможность утечки из нее конфиденциальной информации. Контролируемая зона определяется руководством организации, исходя из конкретной обстановки в месте расположения объекта и возможностей использования средств для съема информации.

Кроме соединительных линий ТСПИ и ВТСС за пределы контролируемой зоны могут выходить провода и кабели, к ним не относящиеся, но проходящие через помещения, где установлены технические средства, а также металлические трубы систем отопления, водоснабжения и другие токопроводящие металлоконструкции. Такие провода, кабели и токопроводящие элементы называются посторонними проводниками.

В зависимости от физической природы образования каналов утечки информации их можно разделить на следующие группы:

- визуально-оптические;
- акустические;
- электромагнитные;
- материально-вещественные.

Целью лабораторных заданий является формирование целостных знаний в области формирования, выявления и блокирования технических каналов утечки информации.

Задачи: изучение физических процессов, происходящих при распространении физических полей – носителей информации, приобретение навыков анализа защищенности информации на объекте информатизации от утечек по техническим каналам, применения технических средств выявления и блокирования технических каналов утечки информации и применение полученных навыков при проектировании и систем защиты информации.

Сборник рассчитан на учащихся, успешно освоивших курсы физики и математики уровня средней школы.

Основные рекомендации по выполнению лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются расчетами в количестве 2 - 4 человек с обязательным выполнением индивидуальных заданий согласно данному сборнику и указаниям преподавателя.

До начала занятий внимательно ознакомиться с методическими указаниями по выполнению лабораторной работы и изучить рекомендуемые теоретические материалы, необходимые для успешного выполнения работы, и порядок выполнения лабораторной работы, при необходимости подготовить черновики для внесения данных измерений.

До начала выполнения лабораторной работы уточнить у преподавателя все неясные вопросы.

При выполнении лабораторных работ строго соблюдать требования мер безопасности при работах с приборами под электрическим напряжением, излучающих электромагнитное и лазерное излучение, строго придерживаться требований настоящего сборника и руководств и инструкций по эксплуатации к используемой аппаратуре.

По окончании занятия привести рабочее место в исходное состояние, аппаратуру обесточить, разобрать собранные схемы, уложить комплектующие в укладочную тару, доложить преподавателю о выполненных действиях.

Требования по оформлению отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен соответствовать следующей структуре:

- титульный лист (пример оформления в приложении 1);
- ответы на контрольные вопросы;

– словесная постановка задачи: в этом подразделе проводится полное описание задачи; описывается суть задачи, анализ входящих в нее физических величин, область их допустимых значений, единицы их измерения, возможные ограничения, анализ условий при которых задача имеет решение (не имеет решения), анализ ожидаемых результатов;

– описание действий, выполняемые в процессе выполнения работы, а также получаемые результаты (обязательно привести фотографии или скриншоты выполненных действий);

– выполненные расчеты;

– выводы по полученным результатам и работе в целом.

Оформление основного текста. Все приводимые требования относятся к оформлению работ путем компьютерного набора.

Отчет о выполненной лабораторной работе оформляется в электронном формате текстового редактора в стандартном формате А4 (210 × 297 мм) с одной стороны листа.

По краям листа должны быть оставлены поля: левое – 25 мм: верхнее и нижнее – по 20 мм; правое – 15 мм.

Абзацы в тексте начинают с отступа 12,5 мм и применяют выравнивание по ширине. На рисунках и в таблицах можно отступ не использовать.

Основной текст оформляется шрифтом Times New Roman. Размер шрифта 14, междустрочный интервал одинарный.

Допускается использовать выделение важных слов или фраз средствами редактора текстов (полужирный шрифт, курсив, разрядка и т.п.).

Ведется сквозной счет страниц, начиная с титульного листа. Все страницы, кроме титульного листа, нумеруют в правом верхнем углу арабскими цифрами без каких-либо дополнительных знаков.

Для выделения заголовков или подзаголовков допускается использовать выделения жирным шрифтом и изменения отступов или выравнивания.

Оформление рисунков. Все рисунки должны быть пронумерованы, в конце номера точку не ставят.

Перед рисунком в тексте обязательно должна быть ссылка на него, где слово «рисунок» можно сокращать, как показано на рисунке 1.



020-120 dB / 3			Lp		
25.0	31.7	250	25.8	2500	10.4
31.5	31.4	315	23.5	3150	11.1
40.0	30.2	400	21.5	4000	11.7
50.0	32.5	500	19.8	5000	14.2
63.0	30.8	630	17.6	6300	13.8
80.0	30.8	800	15.3	8000	14.2
100	29.8	1000	13.1	10.0k	15.3
125	29.9	1250	11.8	12.5k	16.2
160	28.0	1600	10.6	16.0k	17.1
200	27.0	2000	10.3	20.0k	18.1

15:25 ► 00:00:09

Рисунок 1 – Скриншот экрана прибора в режиме отображения таблицы

Лабораторная работа № 1
ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОМЕЩЕНИЙ,
ИХ ЭЛЕМЕНТОВ, СТРОИТЕЛЬНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО СТЕНДА

Время: 6 часов.

Цель работы: Получить представление о спектральных характеристиках поглощения акустических сигналов стандартными строительными и отделочными материалами и конструкциями с использованием специального стенда, оценить возможность существования акустического и акусто-вибрационного каналов утечки информации.

Задачи:

- приобрести навыки работы с прибором «Ассистент»;
- закрепить навыки планирования и проведения научного эксперимента;
- получить спектрограммы сигналов до и после прохождения преград;
- рассчитать спектр поглощения акустического сигнала сменными панелями из состава стенда;
- рассчитать спектр акустического и вибрационного сигнала для уровня громкости речи внутри бокса стенда 60 дБ;
- рассчитать уровни разборчивости речи и сделать выводы о возможности существования акустических и акусто-вибрационных каналов утечки информации, используя методику, изложенную в [1] и приложении;
- оформить лабораторную работу в соответствии с предъявляемыми требованиями.

До начала лабораторной работы повторить (самостоятельно изучить) теоретический материал по темам:

- преобразование Фурье;
- быстрое преобразование Фурье (БПФ);
- дискретное преобразование Фурье (ДПФ);
- понятие спектра;
- акустика;
- акустический спектр;
- свойства волновых процессов;
- акустические колебания;
- децибел;
- уровни громкости акустического сигнала;
- разборчивость речи и её расчёт.

Порядок выполнения лабораторной работы.

1 этап. Ознакомление с шумомером «Ассистент».

Используя руководство по эксплуатации, самостоятельно изучить состав, основные характеристики и порядок работы с прибором.

Под руководством преподавателя включить прибор и выполнить работы согласно п. 1 табл. 1.

II этап. Выполнить измерения спектров акустических сигналов.

Выполнить работы по получению спектрограмм акустических и вибрационных сигналов согласно п. 2 табл. 1.

III этап. Провести расчёты спектров акустических и вибрационных сигналов, спектров поглощения исследуемых панелей, разборчивости речи.

Выполнить расчеты согласно п.3 табл. 1.

IV этап. Оформить отчет в электронной форме и загрузить в ЭОС Moodle.

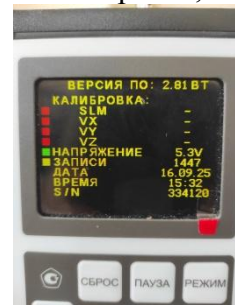
Т а б л и ц а 1

№ п/п	Выполняемые действия	Результаты
1.	<i>Ознакомление с шумомером «Ассистент»</i>	
1.1.	Изучить руководство по эксплуатации шумомера.	 Слева направо: - прибор «Ассистент»; - кабель подключения микрофона; - тренога для микрофона; - направленный микрофон; - акселерометр (датчик вибрации).
1.2.	Изучение основных настроек и порядка выполнения замеров.	
1.2.1.	Подключить микрофон из состава прибора к шумомеру для измерения спектра акустического шума. Установить микрофон на треногу из состава прибора.	
1.2.2.	Включить питание шумомера коротким нажатием кнопки  .	На экране прибора появится сообщение о загрузке

Дождаться окончания загрузки.

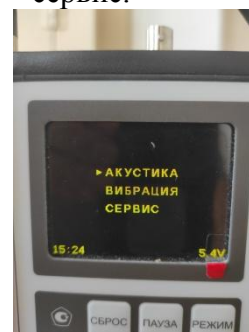


и калибровке,



после чего будет выведено меню выбора режима работы:

- акустика;
- вибрация;
- сервис.



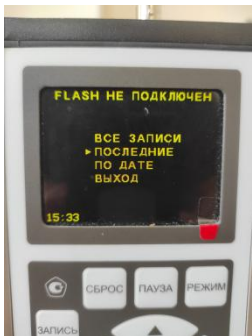
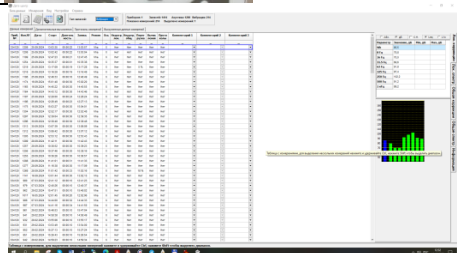
- 1.2.3. Выбрать режим «Акустика», перемещая курсор стрелками, и нажать кнопку «ВВОД».
Дождаться окончания загрузки.

Прибор перейдет в режим «Акустика», окно примет вид:



1.2.4.	С помощью кнопки «Режим» менять режимы отображения информации на экране шумомера. Внимательно изучить отображаемую информацию в каждом режиме.	
1.2.5.	Выполнить замер спектра акустического шума для чего: 1) установить тишину; 2) на шумомере нажать кнопку «Сброс»; 3) через 30 сек по секундомеру на экране шумомера нажать кнопку «Запись»; 4) записать ID записи.	Секундомер на экране шумомера начнет отсчет времени с 0. На экране будет выведена надпись в рамке: «Записано. ID=01354» 
1.2.6.	Выключить шумомер.	
1.2.7.	Включить шумомер в режиме «Вибрация», для чего: 1) отключить микрофон и подключить акселерометр; 2) включить питание шумомера коротким нажатием кнопки «ВКЛ» и дождаться окончания загрузки и вывода меню выбора режима; 3) установить режим «Вибрация»; 4) дождаться окончания загрузки.	  Прибор перейдет в режим «Вибрация», окно примет вид:

		
1.2.8.	Выполнить замер спектра вибрационного сигнала, для чего: 1) прижать акселерометр рабочей поверхностью (показан на фото красной стрелкой) к середине контролируемой площади; 2) установить тишину; 3) на шумомере нажать кнопку «Сброс»; 4) через 30 сек по секундомеру на экране шумомера нажать кнопку «Запись»; 5) записать ID записи.	 Секундомер на экране шумомера начнет отсчет времени с 0. На экране будет выведена в рамке надпись: «Записано. ID=01355».
1.2.9.	Выключить шумомер.	
1.2.10.	Просмотреть полученные результаты для чего: 1) включить питание шумомера коротким нажатием кнопки «ВКЛ» и дождаться окончания загрузки и вывода меню выбора режима; 2) установить режим «Сервис»; 3) в открывшемся меню выбрать пункт «Память»; 4) выбрать из списка запись с нужным ID; 5) просмотреть запись; 6) для выхода из режима просмотра записи нажать кнопку «СБРОС»; 7) при необходимости повторить п.п. 4-6 для других записей;	 

	8) выключить шумомер.	
1.2.11.	Сохранить выполненные измерения на USB флэш-накопитель для чего: 1) подключить USB флэш-накопитель к разъему «FLASH» шумомера; 2) включить шумомер; 3) выбрать режим «Сервис»; 4) выбрать пункт меню «Связь»; 5) выбрать пункт меню «Flash-диск»; 6) выбрать объем сохраняемой на накопитель информации (все, последние N записей, за выбранную дату); 6) сохранить выбранные записи; 7) выключить шумомер; 8) извлечь накопитель.	   
1.2.11.	Перекодировать информацию из формата *.nmt в формат *.xlsx для чего: 1) запустить на компьютере приложение «Ассистент» - AssistantDataCentre (скачать установочный файл можно на сайте nmt.ru);	

	2) в меню «База данных» выбрать пункт «Импорт данных...»; 3) указать «Импорт из файла» и нажать кнопку «Далее»; 4) выбрать сохраненный ранее файл с расширением *.nmt и нажать кнопку «Импорт»; 5) выбрать «Тип записей» - «Акустика»; 6) выделить интересующие записи; 7) в меню «Измерения» выбрать пункт «Выгрузить в офис», предварительно определив какой офис у вас используется в окне «Настройки» - закладка «Экспорт»; 8) выбрать «Тип записей» - «Вибрация» и повторить действия согласно п.п. 6-7.	Дождаться окончания процесса импорта данных и закрыть окно «Импорт». Данные будут сохранены в файле и открыты в выбранном приложении. Данные будут сохранены в файле и открыты в выбранном приложении.
2.	Выполнить работы по получению спектрограмм акустических и вибрационных сигналов	
2.1.	Выбрать две панели из состава стенда для проведения исследования.	Допускается совпадение у двух обучающихся не более 1 панели.
2.2.	Установить на стенд первую из выбранных панелей, для чего открутить 4 барашка на заменяемой панели и, при необходимости, ослабить 4 ближайших барашка на прилегающих боковых панелях, сменить панель и закрутить снятые и ослабленные крепления.	Примечание. Панели имеют два типовых размера и панели не взаимозаменяемы.
2.3.	Выполнить работы по получению спектрограмм акустических и вибрационных сигналов для чего: 1) подключить к шумомеру микрофон; 2) включить питание шумомера коротким нажатием кнопки «ВКЛ» и дождаться окончания загрузки и вывода меню выбора режима; 3) выбрать режим «Акустика»; 4) измерить спектр фоновых акустического шума B_{nai} внутри короба стенда, для чего установить микрофон на треноге внутрь короба как можно ближе к исследуемой панели, направив его на противоположную стенку бокса, закрыть крышку короба и выполнить измерение согласно п. 1.2.5.; 5) измерить спектр фоновых шума B_{nao} снаружи короба стенда, для чего установить микрофон на треноге на подставку (стул) напротив середины установленной панели, на расстоянии примерно 1 м, направив его на середину панели, выполнить измерение согласно п. 1.2.5.; 6) установить органы управления генератора шума в требуемые положения: регуляторы BASS и TREBLE – до упора по часовой стрелке; регулятор VOLUME – 25...50%; 7) установить генератор шума внутрь короба стенда к дальней от исследуемой панели стенке, направив его на исследуемую панель;	 

	8) установить микрофон шумомера на треноге внутрь короба стенда как можно ближе к исследуемой панели, направив его на генератор шума, и оставив сам шумомер снаружи бокса стенда; 9) включить питание генератора шума кнопкой «POWER»; 10) закрыть крышку короба стенда; 11) измерить спектр акустического сигнала B_{sai} внутри короба согласно п. 1.2.5; 12) измерить спектр акустического сигнала B_{sao} снаружи короба стенда, для чего установить микрофон на треноге на подставку (стул) напротив середины установленной панели, на расстоянии примерно 1 м, направив его на середину панели, выполнить измерение согласно п. 1.2.5; 13) выключить генератор шума и шумомер; 14) отключить микрофон и подключить акселерометр; 15) включить шумомер в режиме «Вибрация»; 16) произвести измерение фоновых уровней вибраций B_{nvo} на внешней части исследуемой панели стенда, для чего прижать акселерометр к исследуемому объекту и выполнить измерение согласно п. 1.2.7; 17) включить генератор шума; 18) произвести измерение уровня вибраций B_{svo} на внешней части исследуемой панели стенда, для чего прижать акселерометр к исследуемому объекту и выполнить измерение согласно п. 1.2.7; 19) выключить генератор шума и шумомер.	<i>Примечание.</i> Измеряется сумма сигнала от генератора шума и фонового шума внутри и снаружи короба.  <i>Примечание.</i> Прижимать акселерометр можно любым пальцем, кроме большого, т.к. посередине подушки этого пальца пролегает большой кровеносный сосуд, который будет добавлять дополнительные шумы.
2.4.	Установить на стенд вторую из выбранных панелей, для чего открутить 4 барашка на заменяемой панели и, при необходимости, ослабить 4 ближайших барашка на прилегающих боковых панелях, сменить панель и закрутить снятые и ослабленные крепления.	Примечание. Панели имеют два типовых размера и панели не взаимозаменяемы.
2.5.	Выполнить работы по получению спектрограмм акустических и вибрационных сигналов согласно п. 2.3.	
3.	Провести расчёты с целью оценки вероятности существования акустического или акустовибрационного каналов утечки информации через исследованные панели.	
3.1.	Провести расчёты уровней спектральных составляющих акустического и вибрационного сигналов без шума по формулам $B_{ai} = B_{sai} - B_{nai}$ $B_{ao} = B_{sao} - B_{nao}$	<i>Примечание.</i> (см. Приложение 2) В качестве измеренного спектра акустического сигнала использовать данные из столбца «Eq - > Значение, дБ» в таблице «1/3 октавы, Гц» измерения «Акустика»

	$B_{vo} = B_{svo} - B_{nvo}$	(рис.1 в Приложении 2), а в качестве измеренного спектра вибрационного сигнала – данные из столбца «Eq - > Значение, дБ» в таблице «1/3 октавы, Гц - Локальная» измерения «Вибрация» (рис. 2 из Приложения 2). При анализе акустовибрационного канала утечки информации ввиду того, что количество анализируемых полос частот отличается для акустики и для вибрации, рекомендуется для акустики оставить те полосы частот, которые есть и для вибрации (рис. 3 из Приложения 2).						
3.2.	Рассчитать <i>спектры поглощения акустического и вибрационного сигналов проверяемыми панелями</i> по формулам $K_a = B_{ai} - B_{ao}$ $K_v = B_{ai} - B_{vo}$							
3.3.	Оценить вероятность существования акустического (АКУИ) и акустовибрационного (АВКУИ) каналов утечки информации для обеих исследуемых панелей стенда, для чего: 1) предположить, что случае громкого разговора в контролируемом помещении уровень акустического сигнала на всех частотах будет равен B_{ai}=60 дБА (вектор-столбец у которого все ячейки будут заполнены значениями 60 дБА); 2) рассчитать <i>спектральные уровни речевого сигнала в контрольной точке вне контролируемого помещения</i> по формулам $B_{pao} = B_{ai} - K_a$ $B_{pvo} = B_{ai} - K_v$ 3) рассчитать отдельно для АКУИ и АВКУИ <i>средний уровень ощущения формант</i> по формулам: $E_a = B_{pao} - B_{nao}$ $E_v = B_{pvo} - B_{nvo}$ 4) рассчитать <i>коэффициенты частотной разборчивости w</i> по формулам <table><tr><td>Значение частотной разборчивости</td><td>Формула для расчета коэффициента</td></tr><tr><td>$E < -12\text{дБ}$</td><td>$w = 0$</td></tr><tr><td>$-12\text{дБ} \leq E < 0\text{дБ}$</td><td>$w = \frac{E + 6}{30} + 0,06 * \left(-\frac{E}{6}\right)^x$, где $x=1,807$</td></tr></table>	Значение частотной разборчивости	Формула для расчета коэффициента	$E < -12\text{дБ}$	$w = 0$	$-12\text{дБ} \leq E < 0\text{дБ}$	$w = \frac{E + 6}{30} + 0,06 * \left(-\frac{E}{6}\right)^x$, где $x=1,807$	
Значение частотной разборчивости	Формула для расчета коэффициента							
$E < -12\text{дБ}$	$w = 0$							
$-12\text{дБ} \leq E < 0\text{дБ}$	$w = \frac{E + 6}{30} + 0,06 * \left(-\frac{E}{6}\right)^x$, где $x=1,807$							

	$0 \leq E \leq 18\text{дБ}$	$w = \frac{E + 6}{30}$	
	$18\text{дБ} < E \leq 36\text{дБ}$	$w = \frac{E + 6}{30} - 0,06 * \left(\frac{E - 18}{6} \right)^x,$ где $x=1,807$	
	$E > 36\text{дБ}$	$w = 1$	
Здесь вместо E необходимо подставить E_a или E_v соответственно для АКУИ или АВКУИ. 5) рассчитать формантную разборчивость по формуле: $A_\phi = \frac{1}{n} * \sum_{k=1}^n w_k ,$ где n – количество полос спектра. 6) по графикам или таблицам осуществить пересчет форматной разборчивости A_ϕ в слоговую S (рис. 10.7 [1]), затем слоговой S в словесную W разборчивость речи (табл. 10.6 или рис. 10.5а [1]), и наконец в понятность речи в целом A (табл. 10.2 [1]); 7) сделать выводы о вероятности существования АКУИ или АВКУИ.			
4.	Оформить отчет в электронной форме и загрузить в ЭОС Moodle.		Примечание: Считается, что акустический или акустовибрационный канал утечки информации существует, если разборчивость речи в целом выше либо равна предельно допустимой.

Контрольные вопросы к ЛР № 1

1. Что такое акустический сигнал?
2. Назовите диапазоны спектра акустических сигналов.
3. Перечислите свойства волновых процессов.
4. Дайте определение свойства отражения.
5. Дайте определение свойства преломления.
6. Дайте определение свойства дифракции.
7. Дайте определение свойства дисперсии.
8. Дайте определение свойства интерференции.
9. Какие волны называют когерентными?
10. Дайте определение явлению поглощения энергии волн веществом.
11. Что такое спектр?
12. Что такое преобразование Фурье?
13. Что такое вибрация?
14. Дайте определение продольных волн.
15. Дайте определение поперечных волн.
16. Что такое громкость?
17. Назовите уровни громкости.
18. Что такое децибел?
19. Приведите формулу для перевода уровня звукового давления в децибелы.
20. Что обозначают символами дБА?

21. Какому уровню акустического давления соответствует уровень громкости 0 дБА?
22. Какой уровень громкости звука называется «болевым порогом»?
23. Дайте определение разборчивости речи.
24. Какие виды разборчивости речи выделяют?
25. Что такое шум?
26. Дайте определение понятию «белый шум».
27. Перечислите виды «цветных» шумов и их отличительные особенности.
28. Что такое октава?
29. Как соотносятся верхняя и нижняя границы частот для полосы частот в $1/3$ октавы?
30. Что такое форманта?
31. Для чего предназначен прибор «Ассистент»?

Лабораторная работа № 2
РАБОТА С КОМБИНИРОВАННЫМ ПОДАВИТЕЛЕМ
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ «ТАЙФУН-3» ДК

Время: 6 часов.

Цель работы: Получить представление об особенностях использования частотного ресурса стандартами связи GSM, WiFi, Bluetooth и методах подавления радиоэлектронных устройств, использующих данные виды связи. Сравнить возможности личного сотового телефона (мобильное телефонное устройство - Mobile Phone Tools (далее МТУ или МРТ)) и комбинированного подавителя радиоэлектронных устройств «Тайфун-3» ДК (далее КПРЭУ). Научиться работать с портативным анализатором спектра R&S FSH20.

Задачи:

- приобрести навыки работы с КПРЭУ «Тайфун-3» ДК;
- приобрести навыки работы с портативным анализатором спектра R&S FSH20;
- закрепить навыки планирования и проведения научного эксперимента;
- получить спектрограммы сигналов GSM, WiFi и Bluetooth, а также спектр сигнала КПРЭУ;
- сравнить функциональные возможности личного МТУ и КПРЭУ;
- оформить лабораторную работу в соответствии с предъявляемыми требованиями.

До начала лабораторной работы повторить (самостоятельно изучить) теоретический материал по темам:

- преобразование Фурье;
- быстрое преобразование Фурье (БПФ);
- дискретное преобразование Фурье (ДПФ);
- понятие спектра;
- спектр ЭМВ;
- свойства волновых процессов;
- ЭМВ;
- поляризация ЭМВ;
- понятие ближней и дальней зон ЭМП;
- полосы частот, используемые стандартами связи GSM, WiFi, Bluetooth;
- особенности использования частотного ресурса стандартами связи GSM, WiFi, Bluetooth;
- децибел;
- технические характеристики и порядок управления режимами работы сотовой связи МТУ.

До начала лабораторной работы установить на личное МТУ приложение WiFi Analyser и ознакомиться с его возможностями.

Порядок выполнения лабораторной работы.

I этап. Ознакомление с портативным анализатором спектра R&S FSH20.

Используя руководство по эксплуатации, самостоятельно изучить состав, основные характеристики и порядок работы с прибором.

Под руководством преподавателя включить прибор и выполнить действия согласно п. 1 табл. 2.

II этап. Ознакомление с КПРЭУ «Тайфун-3» ДК.

Используя руководство по эксплуатации, самостоятельно изучить состав, основные характеристики и порядок работы с прибором.

Под руководством преподавателя включить прибор и выполнить действия согласно п. 2 табл. 2.

III этап. Проверка использования частотных диапазонов GSM операторами сотовой связи в г. Севастополе.

Выполнить действия согласно п. 3 табл. 2.

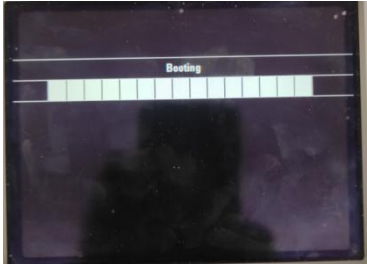
IV этап. Сравнение функциональных возможностей личного МТУ и КПРЭУ «Тайфун-3» ДК.

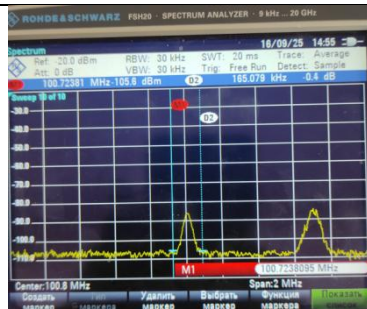
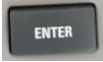
Выполнить действия по согласно п. 4 табл. 2.

V этап. Оформить отчет в электронной форме и загрузить в ЭОС Moodle.

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Выполняемые действия	Результаты и примечания
1.	<i>Ознакомление с портативным анализатором спектра R&S FSH20</i>	
1.1.	Изучение основных настроек.	
1.1.1.	Подготовить прибор к работе, для чего: 1) подключить антенну R&S HE300CE диапазона 0,5...7,5 ГГц к рукоятке R&S HE300UK с антенным усилителем и компасом; 2) подключить рукоятку R&S HE300UK к ВЧ-входу анализатора спектра R&S FSH20; 3) подключить блок питания к анализатору спектра R&S FSH20.	

1.1.2.	Включить блок питания в сеть 220 В 50 Гц. Включить питание спектроанализатора коротким нажатием кнопки . Дождаться окончания загрузки.	На экране прибора появится сообщение о загрузке.  
1.1.3.	Сбросить оперативные настройки прибора до заводских, для чего коротко нажать кнопку  PRESET	
1.1.4.	Установить значение центральной частоты 100 МГц, для чего: - нажать кнопку «FREQ»; - ввести цифровыми кнопками желаемую частоту и нажать кнопку размерности «MHz»	В нижней части экрана появится строка с текстом «Center: _____» и мигающим курсором.
1.1.5.	Установить значение ширины полосы частот (40 МГц), отображаемой на экране, для чего: - нажать кнопку «SPAN»; - ввести цифровыми кнопками желаемую ширину полосы частот и нажать кнопку размерности «MHz»	В нижней части экрана появится строка с текстом «SPAN: _____» и мигающим курсором.
1.1.6.	Установить режим трассировки, для чего нажать последовательно кнопки «TRACE», F1 и выбрать режим «Усреднение 10...»	Сравнить вид спектра при различных режимах трассировки.
1.2.	Измерение ширины полосы сигнала УКВ ЧМ радиостанции.	
1.2.1.	Активировать маркер, для чего нажать кнопку «MARKER»	На экране появится маркер в виде вертикальной голубой линии с именем M1.

			
1.2.2.	Установить маркер на частоту 100,8 МГц, используя цифровые кнопки и кнопку «MHz»  или вращающееся колесико		
1.2.3.	Установить режим маркера «ЧМ», для чего нажать кнопку F5 «Функции маркера», выбрать функцию «ЧМ» и нажать кнопку Enter  или кнопку в центре вращающегося  нимба	Через динамик прибора начнется трансляция радиопередачи радио «Европа-плюс» (возможны паузы)	
1.2.4.	Выключить режим маркера «ЧМ»		
1.2.5.	Определить ширину полосы сигнала УКВ ЧМ радиостанции «Европа+», для чего: 1) установить маркер M1 на левую границу спектра сигнала; 2) добавить еще один маркер кнопкой F4 («Добавить маркер»); 3) установить маркер D1 на правую границу спектра сигнала; 4) Ширина полосы между двумя маркерами соответствует смещению маркера D1 относительно маркера M1 и выводится в параметрах маркера D1 в голубой строке вверху.	Появится маркер с именем D1. 	
2.	Ознакомление с КПРЭУ «Тайфун-3» ДК.		

		
2.1.	Включить питание КПРЭУ, для чего: 1) подключить шнур питания к разъему кейса; 2) включить вилку шнура питания в сеть 220 В 50 Гц; 3) включить красный тумблер под крышкой кейса. 	Включится подсветка красного тумблера.  Примечание. Красный тумблер – включение питания. Зеленый тумблер – блокировка диктофонов. Синий тумблер – комбинированная блокировка диктофонов, блокировка РЭУ стандартов CDMA, NMT, GSM, 3G, 4G, LTE, WiMax. Желтый тумблер – блокировка РЭУ стандартов WiFi, BT, ZigBee.
2.2.	Работа КПРЭУ в режиме подавления радиоэлектронных устройств (далее – РЭУ), работающих в стандарте GSM.	ВНИМАНИЕ! 1. КПРЭУ необходимо расположить на рабочем столе, направив максимум диаграммы направленности на портативный анализатор спектра. 2. Рекомендуемое расстояние между КПРЭУ и портативным анализатором спектра 2-3 метра.
2.2.1.	Включить режим подавления РЭУ, работающих в стандарте GSM, для чего включить тумблер синего цвета. 	Включится подсветка синего тумблера.

2.2.2.	Включить КПРЭУ в режим «Работа», для чего выполнить одно из двух действий: 1) нажать кнопку «Работа-Вкл» (кнопка с коротким толкателем под ручкой кейса); 2) на брелоке РДУ: сдвинуть вниз крышку, выдвинуть полностью антенну, коротко нажать кнопку .	 Загорится зеленый индикатор «Работа» под ручкой кейса.   Мигнет подсветка брелока.  Загорится зеленый индикатор «Работа» под ручкой кейса. 
2.2.3.	Наблюдать на экране портативного анализатора спектра FSH20 спектр помехи, генерируемой КПРЭУ.	Сделать скриншоты экрана портативного анализатора спектра.
2.2.4.	Отключить режим «Работа» КПРЭУ, для чего выполнить одно из двух действий: 1) нажать кнопку «Работа-Выкл» (кнопка с длинным толкателем под ручкой кейса); 2) на брелоке РДУ: сдвинуть вниз крышку, выдвинуть полностью антенну, коротко нажать кнопку .	 Погаснет зеленый индикатор «Работа» под ручкой кейса.   Мигнет подсветка брелока.  Погаснет зеленый индикатор «Работа» под ручкой кейса.  Примечание. При выключении радиус действия брелока не превышает 1 м.

2.2.5.	Отключить режим подавления РЭУ, работающих в стандарте GSM, для чего выключить тумблер синего цвета  .	Выключится подсветка синего тумблера.
2.3.	Работа КППЭУ в режиме подавления РЭУ, работающих в стандартах WiFi или Bluetooth.	
2.3.1.	Включить режим подавления РЭУ, работающих в стандартах WiFi или Bluetooth, для чего включить тумблер желтого цвета  .	Включится подсветка желтого тумблера.
2.3.2.	Включить КППЭУ в режим «Работа», для чего выполнить одно из двух действий: 1) нажать кнопку «Работа-Вкл» (кнопка с коротким толкателем под ручкой кейса); 2) сдвинуть вниз крышку брелока РДУ, выдвинуть полностью антенну на брелоке РДУ, коротко нажать на брелоке кнопку «В».	Загорится зеленый индикатор «Работа» под ручкой кейса. Мигнет подсветка брелока. Загорится зеленый индикатор «Работа» под ручкой кейса.
2.3.3.	Наблюдать на экране портативного анализатора спектра FSH20 спектр помехи, генерируемой КППЭУ.	Сделать скриншоты экрана портативного анализатора спектра.
2.3.4.	Отключить режим «Работа» КППЭУ, для чего выполнить п.2.2.4.	
2.4.	Отключить КППЭУ в обратном пункте 2.1. порядке.	
3.	Проверка использования частотных диапазонов GSM операторами сотовой связи в г. Севастополе	
3.1.	Используя портативный анализатор спектра FSH20 в комплекте с активной антенной R&S HE300CE на диапазон частот 0,5-7,5 ГГц и ручкой R&S HE300UK, проверить использование частотных диапазонов GSM (2G, 3G, 4G, LTE) операторами сотовой связи в г. Севастополе.	Сделать скриншоты экрана портативного анализатора спектра.
4.	Сравнение функциональных возможностей личного МТУ и КППЭУ «Тайфун-3» ДК.	ВНИМАНИЕ! 1. КППЭУ необходимо расположить на рабочем столе, направив максимум диаграммы направленности на МТУ. 2. Рекомендуемое расстояние между КППЭУ и МТУ 2-3 метра.
4.1.	Перевести личное МТУ в режим работы 2G, для чего в настройках: - в разделе «Предпочтительный тип сети» - установить «Только 2G»; - в разделе «Мобильные сети» - отключить функцию «Выбирать сеть автоматически», подтвердив выбор, и после окончания поиска сетей выбрать из разрешенных сетей сеть с символами «2G», например, «25032 2G».	При отключенном WiFi будет индцироваться режим мобильного интернета: - в режиме «2G» – «Е» (Edge); - в режиме «3G» – нет мобильного интернета; - в режиме «4G/LTE» – «4G».

		Обязательно сделать скриншоты! <i>Примечания.</i> 1) Если в МТУ используется 2 или более сим-карт, необходимо оставить активной только одну сим-карту. 2) Названия пунктов меню и результаты выполнения действий приведены для МТУ Xiaomi Redmi Note 9 Pro.
4.2.	Включить КПРЭУ в режиме подавления РЭУ, работающих в стандарте GSM согласно п. 2.2.	
4.3.	Проверить состояние МТУ (наличие связи).	Сделать скриншоты экрана МТУ.
4.4.	Проверить все диапазоны частот, используемые операторами сотовой связи в г. Севастополе для данного типа сети, используя портативный анализатор спектра FSH20.	Сделать скриншоты экрана портативного анализатора спектра.
4.5.	Повторить п.п. 4.1.-4.4. для 3G, 4G/LTE.	
4.6.	Проверить эффективность подавления КПРЭУ сетей WiFi, для чего: 1) запустить на личном МТУ приложение WiFi Analyser; 2) включить в приложении режим отображения сетей WiFi диапазона 2,4 ГГц; 3) включить в приложении режим отображения сетей WiFi диапазона 5 ГГц; 4) включить в приложении режим отображения сетей WiFi диапазона 6 ГГц (при наличии функционала); 5) включить КПРЭУ в режиме подавления сетей WiFi; 6) проверить качество подавления сетей WiFi, для чего повторить п.п. 2-4; 7) проконтролировать подавление частотных диапазонов сетей WiFi, используя портативный анализатор спектра FSH20; 8) выключить КПРЭУ.	Сделать скриншот экрана МТУ. Сделать скриншот экрана МТУ. Сделать скриншот экрана МТУ. Сделать скриншоты экрана МТУ. Сделать скриншоты экрана портативного анализатора спектра FSH20.
4.7.	Проверить эффективность подавления КПРЭУ РЭУ, работающих в стандарте Bluetooth, для чего: 1) в настройках на личном МТУ включить Bluetooth; 2) обновить список видимых устройств, нажав кнопку «Доступные устройства»; 3) включить КПРЭУ в режиме подавления Bluetooth; 4) проверить качество подавления устройств Bluetooth, для чего повторить п. 2; 5) проконтролировать подавление частотного диапазона стандарта Bluetooth, используя портативный анализатор спектра FSH20; 6) выключить КПРЭУ.	Сделать скриншот экрана МТУ. Сделать скриншот экрана МТУ. Сделать скриншоты экрана портативного анализатора спектра FSH20.
5.	Оформить отчет в электронной форме и загрузить в ЭОС Moodle.	

Контрольные вопросы к ЛР № 2

1. Что такое электромагнитная волна (ЭМВ)?
2. Какой формулой связаны частота и длина волны?
3. Что такое «соотношение сигнал/шум»?
4. Перечислите диапазоны спектра ЭМВ.
5. Что такое поляризация ЭМВ?
6. Особенности использования полосы частот стандарта GSM.
7. Особенности использования полосы частот стандарта WiFi.
8. Особенности использования полосы частот стандарта Bluetooth.
9. Что обозначают символами дБм (dBm)?
10. Что такое диаграмма направленности антенны?
11. Какая диаграмма направленности элементарного полуволнового вибратора?
12. Какую поляризацию имеет ЭМВ сформированная вертикальным полуволновым вибратором?
13. Как называется кнопка портативного спектроанализатора R&S FSH20, которая переводит прибор в режим установки центральной частоты?
14. Как называется кнопка портативного спектроанализатора R&S FSH20, которая переводит прибор в режим установки ширины выводимого на экран окна частот?
15. В каком диапазоне частот работает портативный анализатор спектра R&S FSH20?
16. Назначение КПРЭУ «Тайфун-3» ДК.
17. Как включить выносные ультразвуковые излучатели (вспомогательные модули)?
18. Опишите диаграмму направленности генератора СВЧ-диапазона КПРЭУ «Тайфун-3» ДК.
19. Каков максимальный радиус действия КПРЭУ «Тайфун-3» ДК при блокировании работы телефонов мобильной связи?

Лабораторная работа № 3
РАБОТА СО СКОРОСТНЫМ ПОИСКОВЫМ ПРИЕМНИКОМ
РАДИОСИГНАЛОВ «СКОРПИОН»

Время: 2 часа.

Цель работы: Получить представление об использовании частотного ресурса в г. Севастополе, изучить скоростной поисковый приемник радиосигналов «Скорпион» (далее - СППРС), научиться осуществлять поиск и идентификацию по частоте источников радиосигналов, выделять сигналы нелегальных передатчиков и подавлять каналы приема их сигналов.

Задачи:

- приобрести навыки работы с прибором «Скорпион»;
- закрепить навыки планирования и проведения научного эксперимента;
- ознакомиться с Постановлением Правительства РФ от 18.09.2019 № 1203-47 «Об утверждении Таблицы распределения полос радиочастот между радиослуж-бами Российской Федерации» (далее - ТРПРЧ);
- составить список частот, используемых в г. Севастополе, и провести их идентификацию по информации из открытых источников или из ТРПРЧ;
- определить примерный радиус подавления каналов приема;
- оформить лабораторную работу в соответствии с предъявляемыми требованиями.

До начала лабораторной работы повторить (самостоятельно изучить) теоретический материал по темам:

- преобразование Фурье;
- быстрое преобразование Фурье (БПФ);
- дискретное преобразование Фурье (ДПФ);
- понятие спектра;
- спектр ЭМВ;
- свойства волновых процессов;
- ЭМВ;
- поляризация ЭМВ;
- изучить ТРПРЧ;
- децибел.

Порядок выполнения лабораторной работы.

1 этап. Ознакомление с прибором «Скорпион».

Используя руководство по эксплуатации, самостоятельно изучить состав, основные характеристики и порядок работы с прибором.

Под руководством преподавателя включить прибор и выполнить работы согласно п. 1 табл. 3.

II этап. Составление списка частот, используемых в г. Севастополе, с использованием СППРС и их идентификация.

Выполнить работы по составлению списка частот, используемых в г. Севастополе, с использованием СППРС и провести их идентификацию по информации из открытых источников или из ТРПРЧ согласно п. 2 табл. 3.

III этап. Установить примерный радиус подавления каналов приема СППРС «Скорпион».

Выполнить работы по установлению примерного радиуса подавления каналов приема согласно п. 3 табл. 3.

IV этап. Оформить отчет в электронной форме и загрузить в ЭОС Moodle.

Т а б л и ц а 3

№ п/п	Выполняемые действия	Результаты
1.	Ознакомление с прибором «Скорпион»	
1.1.	Изучить руководство по эксплуатации прибора.	
1.2.	Включить приемник и подготовить его к работе, для чего: 1) перевести антенны в рабочее положение (вытянуть на максимум) и включить приемник, повернув ручку регулировки громкости по часовой стрелке; 2) нажать кнопку «Поиск»;	В левом верхнем углу ЖКИ отображается значок Y или YY, обозначающий количество задействованных приемных антенн. Если активна 1 антенна, на экране появится информация о количестве исключенных каналов приема и обнаруженных сигналов по трем буферам а, b, с последовательно, а затем 1-е меню выбора режима (Стирание памяти – Сканирование – Набор частоты – Просмотр). Если активны 2 антенны, сначала на

		экране появится меню выбора порога обнаружения по разности уровней в пределах 0...7 (0...20 дБ). Установить порог равным 0 и нажать кнопку «Поиск». Прибор последовательно выведет информацию о наполненности буферов а, б, с (Исключено, Обнаружено). Прибор перейдет в 1-е меню выбора режима.
1.3.	Очистить память СППРС, для чего: 1) выбрать режим «Стирание памяти»; 2) стереть все буферы.	Последовательно предлагается стереть память исключенных частот (ИСКЛ.) и обнаруженных частот (ОБН.) буферов а, б, с. По окончании будет выведена информация о наполненности буферов и прибор снова перейдет в 1-е меню выбора режима.
1.4.	Настроить СППРС на частоту 100,8 МГц и прослушать сигнал, для чего: 1) установить минимальное значение порога, для чего повернуть ручку «Порог» до упора против часовой стрелки; 2) установить ручкой «ВКЛ/ГР» уровень громкости 50%; 3) выбрать режим «Набор частоты» (кнопка «Память»); 4) набрать частоту 100,8 МГц; 5) прослушать сигнал радиостанции УКВ ЧМ «Европа+».	Для набора частоты выбрать курсором необходимый разряд значения частоты и подождать пока он не сменится на необходимое значение, затем сместить курсор вправо (кнопка «Поиск») или влево (кнопка «Память») и повторить действия. После установки всех разрядов значения частоты и смещения курсора правее младшего разряда СППРС настроится на указанную частоту, можно будет услышать звук станции, прибор перейдет в режим ручной точной подстройки частоты с шагом в 0,01 МГц («+» кнопка «Поиск», «-» кнопка «Память»).
2.	<i>Выполнить работы по составлению списка частот, используемых в г. Севастополе, с использованием СППРС и провести их идентификацию по информации из открытых источников или из ТРПРЧ.</i>	

2.1.	Произвести сканирование частотного диапазона с записью обнаруженных частот в буфер «а» «Исключаемые», для чего: 1) установить приемник вертикально; 2) дважды нажать кнопку «Сброс» для выхода в 1-е меню выбора режима; 3) в 1-м меню выбора режима выбрать режим «Сканирование»; 4) во 2-м меню выбрать режим «Автоисключение»; 5) после прохождения 10 циклов сканирования расположить приемник горизонтально и продолжить сканирование; 6) после прохождения 10 циклов сканирования повернуть приемник в горизонтальной плоскости на 90° и продолжить сканирование еще 10 циклов; 7) остановить сканирование, нажав кнопку «Сброс».	Антенны приемника должны находиться в вертикальном положении. Прибор перейдет в 1-е меню выбора режима. Прибор перейдет в следующее меню (Автоисключение – Автонастройка – Автозапись – Поиск). Прибор перейдет в режим сканирования с записью обнаруженных частот в буфер «с», пописывая при обнаружении несущей частоты. Процесс сканирования выполняется непрерывно по кругу и отображается на ЖКИ. Примечание. Режим «Автоисключение» рекомендуется для быстрого анализа обстановки в диапазоне частот 108...2000 МГц. Сигналы с высоким уровнем гармоник записываются в буфер «с» «Обнаруженные», остальные – в буфер «с» «Исключенные». Примечание. 10 циклов сканирования необходимы для того, чтобы увеличить вероятность обнаружения сигналов источников радиосигналов, которые излучают не постоянно, а изредка. Сканирование при разных положениях антенн необходимо для обнаружения радиоволн как с вертикальной, так и с горизонтальной поляризацией, а также для охвата по кругу на все 360° при приеме ЭМВ с горизонтальной поляризацией. Приемник перейдет в состояние, как после включения. Теперь можно просмотреть наполненность буфера «с».
2.2.	Перенести информацию об обнаруженных частотах из СППРС в таблицу отчета, для чего: 1) дважды нажать кнопку «Поиск» для выхода в 1-е меню выбора режима; 2) перейти в режим «Просмотр» для чего нажать кнопку «Поиск»; 3) выбрать просмотр исключенных – «И» (кнопка «Память»);	Будет предложено выбрать режим просмотра: «И» (кнопка «Память») – исключенные, «О» (кнопка «Поиск») – обнаруженные. Откроется меню выбора буфера (а, б, с).

	4) выбрать буфер с (кнопка «Поиск»); 5) нажимая кнопку «Поиск», перемещаться по списку и переносить показания в таблицу отчета; 6) после переноса всех данных выйти из режима просмотра кнопкой «Сброс»; 7) выйти из режима выбора буфера кнопкой «Сброс»; 8) выбрать просмотр обнаруженных – «О» (кнопка «Поиск»); 9) повторить действия согласно п.п. 4-7; 10) выйти в 1-е меню выбора режима кнопкой «Сброс»; 11) провести идентификацию выписанных частот по информации из открытых источников или из ТРПРЧ.	Будет выведено первое в списке значение частоты и начнет транслироваться звук передачи. Над кнопкой «Поиск» будет выводиться стрелка, направленная то вверх, то вниз, что позволяет двигаться по списку частот. ВНИМАНИЕ! При просмотре списка обязательно следите за направлением перемещения по списку. Прибор вернется в меню выбора буфера. Прибор вернется в меню выбора исключенные/обнаруженные.
3.	<i>Выполнить работы по установлению примерного радиуса подавления каналов приема.</i>	
3.1.	Установить на СППРС частоту УКВ ЧМ радиостанции, например, 100,8 МГц, согласно п. 1.4.	
3.2.	Настроить УКВ ЧМ приемник персонального сотового телефона на частоту 100,8 МГц.	Убедиться в идентичности настройки приемников.
3.3.	СППРС установить вертикально.	
3.4.	Расположить провод наушников вертикально.	
3.5.	Включить на СППРС подавление канала работы радиостанции, для чего нажмите кнопку «Режим».	На ЖКИ появится надпись «генератор». Контролировать пропадание вещания по приемнику сотового телефона.
3.6.	Измерить примерный радиус подавления канала приема, для чего отойти с сотовым телефоном от СППРС, работающего в режиме подавления, до момента появления сигнала вещания УКВ ЧМ радиостанции, считая шаги.	Предполагая, что средний шаг равен 0,75 м, рассчитать расстояние, на котором еще происходит подавление канала приема.
3.7.	Выключить режим подавления канала приема.	
3.8.	Повторить п.п. 3.5-3.7 для горизонтального расположения провода наушников.	<i>Примечание. В процессе выполнения задания поворачивать горизонтально расположенный провод наушников в горизонтальной плоскости. Прокомментировать наблюдаемые эффекты.</i>
3.9.	Повторить п.п. 3.4-3.8 для горизонтального расположения СППРС.	
3.10.	Выключить СППРС, повернув ручку «Вкл/Гр» против часовой стрелки до щелчка.	
4.	<i>Оформить отчет в электронной форме и загрузить в ЭОС Moodle</i>	

Контрольные вопросы к ЛР № 3

1. Что такое электромагнитная волна (ЭМВ)?
2. Какой формулой связаны частота и длина волны?
3. Что такое «соотношение сигнал/шум»?
4. Перечислите диапазоны спектра ЭМВ.
5. Что такое поляризация ЭМВ?
6. Особенности использования полосы частот стандарта GSM.
7. Особенности использования полосы частот стандарта WiFi.
8. Особенности использования полосы частот стандарта Bluetooth.
9. Что обозначают символами дБм (dBm)?
10. Что такое диаграмма направленности антенны?
11. Какая форма диаграммы направленности в горизонтальной плоскости у вертикального полуволнового вибратора?
12. Какая форма диаграммы направленности в горизонтальной плоскости у горизонтального полуволнового вибратора?
13. Какая форма диаграммы направленности полуволнового вибратора в объеме?
14. Какую поляризацию имеет ЭМВ сформированная вертикальным полуволновым вибратором?
15. Что такое чувствительность приемника?
16. В каком диапазоне частот работает СППРС «Скорпион»?
17. Сколько буферов для записи частот имеет СППРС «Скорпион»?
18. Какая кнопка СППРС «Скорпион» переводит приемник в режим генерации помехи?
19. Какая функция закреплена за кнопкой «АТ»?
20. Для чего в СППРС «Скорпион» применяется прием на две антенны?

Лабораторная работа № 4
РАБОТА С ПРИБОРОМ НЕЛИНЕЙНОЙ ЛОКАЦИИ «РОДНИК -23К»

Время: 2 часа.

Цель работы: Получить представление о нелинейной локации и ее применении для поиска радиоэлектронных и иных устройств, содержащих в составе полупроводниковые элементы. Познакомиться с прибором нелинейной локации (далее - ПНЛ) «Родник -23К» и научиться использовать его для поиска радиоэлектронных и иных устройств, содержащих в составе полупроводниковые элементы.

Задачи:

- приобрести навыки работы с ПНЛ «Родник-23К»;
- закрепить навыки планирования и проведения научного эксперимента;
- определить примерный радиус обнаружения различных полупроводниковых элементов и радиоэлектронных устройств;
- оформить лабораторную работу в соответствии с предъявляемыми требованиями.

До начала лабораторной работы повторить (самостоятельно изучить) теоретический материал по темам:

- полупроводники;
- р-п-переход и его ВАХ;
- виды полупроводниковых устройств;
- понятие спектра;
- спектр ЭМВ;
- гармоники;
- свойства ЭМВ;
- поляризация ЭМВ;
- механизм отражения ЭМВ;
- особенности протекания переменного тока в материалах с линейной и нелинейной ВАХ (формирование гармоник);
- нелинейная локация;
- особенности формирования гармоник р-п-переходом и переходом металл-окисел.

Порядок выполнения лабораторной работы.

1 этап. Ознакомление с ПНЛ «Родник-23К».

Используя руководство по эксплуатации, самостоятельно изучить состав, основные характеристики и порядок работы с прибором.

Под руководством преподавателя включить прибор и выполнить работы согласно п. 1 табл. 4.

II этап. Измерить параметры диаграмм направленности антенн с линейной и круговой поляризацией из состава ПНЛ «Родник-23К» и оценить чувствительность (дальность обнаружения) ПНЛ при работе с различными антеннами.

Выполнить работы по изучению диаграмм направленности антенн с линейной и круговой поляризацией из состава ПНЛ «Родник-23К» и чувствительности (дальности обнаружения) ПНЛ при работе с различными антеннами согласно п. 2 табл. 4.

III этап. Практический поиск радиоэлектронных устройств.

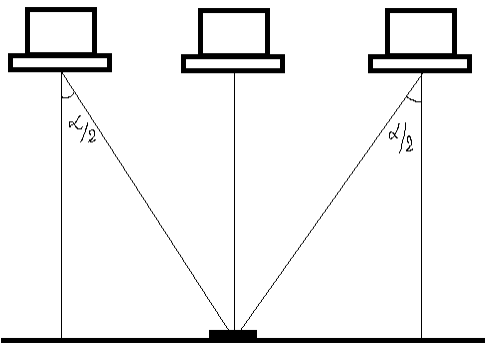
Выполнить работы по поиску спрятанных полупроводниковых приборов и радиоэлектронных устройств согласно п. 3 табл. 4.

IV этап. Оформить отчет в электронной форме и загрузить в ЭОС Moodle.

Т а б л и ц а 4

№ п/п	Выполняемые действия	Результаты
1.	Ознакомление с ПНЛ «Родник-23К»	   
1.1.	Изучить руководство по эксплуатации прибора.	
1.2.	Собрать прибор, для чего: 1) присоединить антенну с круговой поляризацией АНТ2 к кронштейну пульта управления с удлинителем при помощи накидной гайки, зафиксировать в нужном положении, завернуть накидную гайку до упора; 2) подключить разъем ВЧ-кабеля к антенне и затянуть гаечным ключом до упора с минимальным усилием; 3) подсоединить к ВЧ и НЧ разъемам станции «ДАТЧИК» соединительный жгут от пульта	

	управления (гайка ВЧ разъема заворачивается гаечным ключом до упора с минимальным усилием); 4) подключить к разъему «ТЛФ» головные телефоны; 5) подключить блок питания к разъему питания станции.	
1.3.	Включить прибор и подготовить к работе, для чего: 1) включить блок питания в сеть 220 В 50 Гц; 2) кнопку включения питания на станции установить в положение «Вкл»; 3) кнопкой «МОД» установить режим «М»; 4) потенциометр «ЧАСТОТА» установить в среднее положение; 5) потенциометром «ЯРКОСТЬ» установить необходимую яркость экрана; 6) кнопками «ЧУВСТВ» установить чувствительность «145»; 7) кнопками «МОЩН» установить мощность «2».	Загорится индикатор красного цвета.
1.4.	Проверить работоспособность, для чего: 1) убедиться, что в головных телефонах ровный шум, отсутствует тональный сигнал, нет "тресков" и нет свечения красного и зеленого столбцов «УРОВЕНЬ» на индикаторах пульта; 2) Извлеките из экранирующего зажима контрольное устройство и разместите его перед антенной датчика на расстоянии примерно 1 м.	Если в головных телефонах слышен тональный сигнал частотой 1,6 кГц и наблюдается свечение индикаторов «УРОВЕНЬ», то убедитесь, что: - СВЧ разъемы жгута затянуты до упора на датчике и станции; - отсутствуют электронные устройства в зоне обследования. Если влияние помеховых объектов устранить не удастся, то переключатель «ЧУВСТВ» на пульте управления следует перевести в положение, при котором прекращается свечение красного столбца «УРОВЕНЬ» на индикаторном устройстве пульта. Свечение только зеленого столбца «УРОВЕНЬ» означает, что в зоне обследования имеется помеховый контактный объект. Чувствительность не следует ухудшать более, чем это необходимо для исключения обнаружения помехового объекта на 2-й гармонике (красный столбец индикатора). 

	3) Измерьте максимальное расстояние, на котором обнаруживается контрольное устройство.	При этом должно наблюдаться свечение красного столбца УРОВЕНЬ на индикаторах пульта, а в головных телефонах должен быть слышен тональный сигнал в течение всего времени нахождения контрольного устройства в зоне антенны датчика. При меньших дальностях в данном случае могут светиться оба столбца индикаторов. Расстояние должно составлять не менее 1 м. (Для случая проверки работоспособности аппаратуры при пониженной чувствительности и мощности аппаратуры дальность обнаружения контрольного устройства может быть значительно меньше).
2.	Выполнить работы по изучению диаграмм направленности антенн с линейной и круговой поляризацией из состава ПНЛ «Родник-23К» и чувствительности (дальности обнаружения) ПНЛ при работе с различными антеннами.	
2.1.	Измерьте максимальное расстояние, на котором обнаруживается контрольное устройство, для различных значений «ЧУВСТВ» и «МОЩН» для различных антенн и для различных взаимных ориентаций антенн и контрольного устройства (на контрольном устройстве нанесена стрелка для удобства ориентации).	Величина мощности на выходном разъеме в зависимости от положения переключателя «МОЩН» составляет: 1 положение 2,0 - 4,0 Вт; 2 положение 1,0 - 2,0 Вт; 3 положение 400 - 900 мВт; 4 положение 200 - 500 мВт; 5 положение 100 - 300 мВт; 6 положение 30 - 90 мВт. 9.8. Величина изменения чувствительности в зависимости от положения переключателя ЧУВСТВ: 1 положение наилучшая; 2 положение плюс 5 дБ ± 2 дБ; 3 положение плюс 15 дБ ± 3 дБ; 4 положение плюс 25 дБ ± 3 дБ; 5 положение плюс 35 дБ ± 4 дБ; 6 положение плюс 45 дБ ± 4 дБ.
2.2.	Измерить примерную ширину диаграммы направленности антенн, для чего: 1) расположить контрольное устройство на полу; 2) расположить антенну прибора на высоте примерно 2/3 от максимального расстояния, на котором обнаруживается контрольное устройство; 3) не проворачивая антенну, переместить ее параллельно полу влево до момента уменьшения сигнала на индикаторе до уровня шумов и отметить расстояние смещения;	

	4) не проворачивая антенну, переместить ее параллельно полу вправо до момента уменьшения сигнала на индикаторе до уровня шумов и отметить расстояние смещения; 5) используя тригонометрические формулы рассчитать примерный угол раскрыва диаграммы направленности антенны α .	
3.	<i>Выполнить работы по поиску спрятанных полупроводниковых приборов и радиоэлектронных устройств согласно п. 3.</i>	
3.1.	Разделиться на две группы.	
3.2.	Первая группа временно покидает аудиторию. В это время вторая группа, используя скотч, закрепляет полупроводниковые приборы, предложенные преподавателем на мебели таким образом, чтобы их нельзя было сразу обнаружить.	
3.3.	Вторая группа возвращается в аудиторию и с помощью ПНЛ ищет спрятанные полупроводниковые приборы.	
3.4.	Группы меняются местами и повторяют п.п.3.2-3.3.	
4.	<i>Оформить отчет в электронной форме и загрузить в ЭОС Moodle.</i>	

Контрольные вопросы к ЛР № 4

1. Что такое полупроводник?
2. Что такое р-п-переход?
3. Что такое ВАХ?
4. Какую ВАХ имеет р-п-переход?
5. Перечислите основные виды полупроводниковых приборов.
6. Что такое гармоника колебания?
7. Опишите механизм отражения ЭМВ от проводящей поверхности.
8. В чем особенности протекания переменного тока в материалах с линейной и нелинейной ВАХ?
9. Что такое нелинейная локация?
10. В чем особенности формирования гармоник р-п-переходом и переходом металл-окисел?
11. Что такое круговая поляризация?
12. Что такое линейная поляризация?
13. Почему нельзя включать передатчик при отключенной передающей антенне или отключать передающую антенну при работающем передатчике?
14. Какая мощность СВЧ-сигнала на выходе «ДАТЧИК» ПНЛ «Родник-23К»?
15. На каком расстоянии от передающей антенны ПНЛ «Родник-23К» допускается находиться человеку?

16. Какое максимально допустимое время непрерывной работы одного оператора с аппаратурой ПНЛ «Родник-23К»?

17. Какая частота излучаемого СВЧ-сигнала ПНЛ «Родник-23К»?

Лабораторная работа № 5 **РАБОТА С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ** **ПОИСКОВЫМ ПРИБОРОМ «SPYDER»**

Время: 2 часа.

Цель работы: Познакомиться с многофункциональным поисковым прибором (далее - МПП) «SPYDER» и научиться использовать его для поиска и обнаружения различных каналов утечки информации и прослушивающих устройств, передающих информацию по радиоканалу, проводным линиям под напряжением до 400 В, ИК-каналу, для оценки вероятности утечки информации по виброакустическому и акустическому каналам, для обнаружения источников магнитных полей.

Задачи:

- приобрести навыки работы с МПП «SPYDER»;
- закрепить навыки планирования и проведения научного эксперимента;
- оформить лабораторную работу в соответствии с предъявляемыми требованиями.

До начала лабораторной работы повторить (самостоятельно изучить) теоретический материал по темам:

- преобразование Фурье;
- быстрое преобразование Фурье (БПФ);
- дискретное преобразование Фурье (ДПФ);
- понятие спектра;
- акустика;
- акустический спектр;
- свойства волновых процессов;
- акустические колебания;
- децибел;
- уровни громкости акустического сигнала;
- разборчивость речи и её расчёт;
- спектр ЭМВ;
- гармоники;
- свойства ЭМВ;
- поляризация ЭМВ;
- механизм отражения ЭМВ.

Порядок выполнения лабораторной работы.

I этап. Ознакомление с МПП «SPYDER».

Используя руководство по эксплуатации, самостоятельно изучить состав, основные характеристики и порядок работы с прибором.

Под руководством преподавателя включить прибор и выполнить работы согласно п. 1 табл. 5.

II этап. Поиск имитатора радиопередающего прослушивающего устройства.

Выполнить работы по поиску имитатора радиопередающего прослушивающего устройства согласно п. 2 табл. 5.

III этап. Оформить отчет в электронной форме и загрузить в ЭОС Moodle.

Т а б л и ц а 5

№ п/п	Выполняемые действия	Результаты
1.	Ознакомление с МПП «SPYDER»	
1.1.	Изучить руководство по эксплуатации прибора.	
1.2.	Познакомиться с работой прибора в режиме «Поиска радиопередающих прослушивающих устройств».	ВНИМАНИЕ!!! Режимы МПП переключаются автоматически при подключении соответствующих датчиков. <i>Примечание.</i> В данном режиме МПП выполняет функции индикатора частотомера.
1.2.1.	Подключить к МПП ВЧ-антенну.	
1.2.2.	Включить питание МПП тумблером. 	МПП автоматически выставит «нулевой» порог. 
1.2.3.	По индикации на дисплее определить режимы функционирования и измеряемые параметры.	Зафиксировать в отчет индицируемые на дисплее режимы функционирования МПП, частоту обнаруженного сигнала и уровни его пиковой (D) и усредненной (A) мощностей.
1.2.4.	Перевести МПП в режим ручного определения уровня фоновых шума кнопкой «FM/AM» и установить кнопками < или > уровень фонового шума +7 дБ.	В левом верхнем углу дисплея индикация AZ сменится на MZ. Зафиксировать уровни пиковой (D) и усредненной (A) мощностей обнаруженного сигнала.

1.2.5.	Перевести МПП в режим автоматического определения уровня фонового шума кнопкой «FM/AM».	В левом верхнем углу дисплея индикация MZ сменится на AZ.
1.2.6.	Включить СППРС «Скорпион».	
1.2.7.	Установить частоту приема СППРС равной 100,00 МГц и включить режим подавления.	
1.2.8.	Перевести МПП кнопкой «AUDIO/TONE» в режим TONE.	
1.2.9.	Перемещаясь по помещению (приближаясь к СППРС и удаляясь от него) контролировать частоту щелчков на МПП.	Выписать частоту сигнала, обнаруженного МПП. Сделать выводы.
1.2.10.	Выключить режим подавления СППРС.	
1.2.11.	Нажимая кнопку «START/STOP», выписать частоты обнаруживаемых МПП сигналов. Идентифицировать обнаруженные сигналы.	
1.2.12.	Выключить МПП.	
1.2.13.	Отключить ВЧ-антенну.	
1.3.	Познакомиться с работой прибора в режиме «Детектора ИК-излучений».	
1.3.1.	Подключить ИК-датчик к МПП.	
1.3.2.	Включить МПП.	
1.3.3.	Направить друг на друга источник ИК-излучения (пульт ДУ, ИК-порт мобильного телефона и т.п.) и детектор ИК-излучения.	Наблюдать увеличение детектируемого уровня ИК-излучения.
1.3.4.	Выключить МПП.	
1.3.5.	Отключить ИК-датчик.	
1.4.	Познакомиться с работой прибора в режиме «Магнитный датчик».	
1.4.1.	Подключить магнитный датчик.	

1.4.2.	Включить МПП.		
1.4.3.	Положить на стол мобильный телефон и, перемещая над ним магнитный датчик, определить места, где имеет место повышенное магнитное поле. Зафиксировать показания. Определить максимальное расстояние, на котором обнаруживаются источники магнитного поля в мобильном телефоне.	Сделать выводы.	
1.4.4.	Повторить п. 1.4.3. для смарт-карты и идентификатора типа iButton.	Сделать выводы.	
1.4.5.	Выключить МПП.		
1.4.6.	Отключить магнитный датчик.		
2.	<i>Оформить отчет в электронной форме и загрузить в ЭОС Moodle.</i>		

Контрольные вопросы к ЛР № 5

1. Для чего предназначен МПП «SPYDER»?
2. Какие режимы работы реализованы в МПП «SPYDER»?
3. Как установить режим работы МПП «SPYDER»?
4. Какова дальность обнаружения радиопередающих прослушивающих устройств МПП «SPYDER»?
5. Для чего используется шкала пиковых уровней?
6. Для чего используется шкала усредненных уровней?
7. Каков диапазон принимаемых частот индикатора поля-частотомера МПП «SPYDER»?
8. Что такое «акустозавязка»?
9. Какие датчики входят в комплект поставки МПП «SPYDER»?
10. Какое допускается максимальное напряжение в сети для работы МПП «SPYDER» в режиме сканирующего анализатора проводных линий?
11. Каков угол приема ИК-сигналов ИК-датчиком?
12. Для чего нужен дифференциальный фильтр в составе МПП «SPYDER»?

Лабораторная работа № 6
ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ПЭМИ ТИПОВОГО АРМ
НА БАЗЕ ПЭВМ И РАСЧЕТ РАДИУСА R2

Время: 2 часа.

Цель работы: Получить представление о спектральных характеристиках побочных электромагнитных излучений составных частей типового автоматизированного рабочего места (далее – АРМ) на базе персональной электронно-вычислительной машины (далее – ПЭВМ), приобрести практические навыки измерения спектральных характеристик ПЭМИ, расчета радиуса R2 и оценки вероятности существования канала утечки информации по ПЭМИ.

Задачи:

- углубить и закрепить навыки работы с портативным анализатором спектра R&S FSH20;
- закрепить навыки планирования и проведения научного эксперимента;
- получить спектрограммы сигналов ПЭМИ от различных составных частей типового АРМ, установленного в экранированном помещении;
- оценить источники ПЭМИ с точки зрения потенциальной ценности переносимой информации;
- составить таблицу участков спектра обнаруженных ПЭМИ;
- оценить уровень фоновых ЭМ-шума в областях частот обнаруженных ПЭМИ вне экранированного помещения;
- рассчитать радиус зоны R2;
- оценить вероятность существования канала утечки информации по каналу ПЭМИ;
- оформить лабораторную работу в соответствии с предъявляемыми требованиями.

До начала лабораторной работы повторить (самостоятельно изучить) теоретический материал по темам:

- преобразование Фурье;
- быстрое преобразование Фурье (БПФ);
- дискретное преобразование Фурье (ДПФ);
- понятие спектра;
- спектр ЭМВ;
- свойства ЭМВ;
- поляризация ЭМВ;
- децибел;
- механизм излучения ЭМВ.

Порядок выполнения лабораторной работы.

I этап. Выполнить измерения спектров сигналов ПЭМИ составных частей и полного комплекта типового АРМ.

Выполнить работы по получению спектрограмм ПЭМИ составных частей и полного комплекта типового АРМ согласно п. 1 табл. 6.

II этап. Выполнить измерения спектров фоновго ЭМ-шума в областях частот обнаруженных ПЭМИ вне экранированного помещения.

Выполнить работы по получению спектрограмм фоновго ЭМ-шума в областях частот обнаруженных ПЭМИ вне экранированного помещения согласно п. 2 табл. 6.

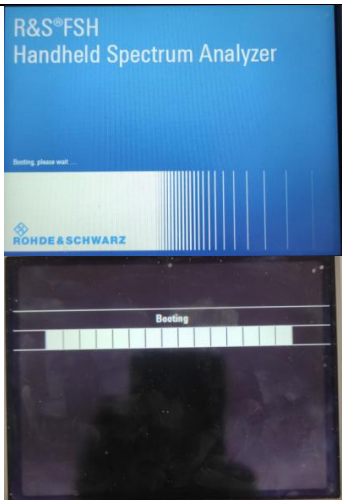
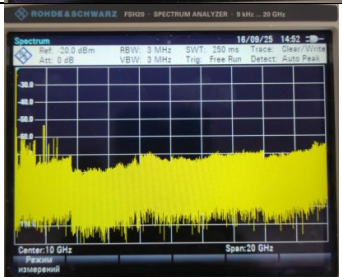
III этап. Провести расчёт размера зоны R2 для полученных спектров ПЭМИ.

Выполнить расчеты согласно п.3 табл. 6.

IV этап. Оформить отчет в электронной форме и загрузить в ЭОС Moodle.

Т а б л и ц а 6

№ п/п	Выполняемые действия	Результаты
1.	Выполнить измерения спектров сигналов ПЭМИ составных частей и полного комплекта типового АРМ	<i>Примечание. Все работы данного пункта выполняются в специальной лаборатории (экранированном помещении) № 400.</i>
1.1.	Уточнить рабочие частоты CPU, RAM и GPU и GRAM графической подсистемы исследуемой ПЭВМ.	
1.2.	Выполнить измерение спектров сигналов ПЭМИ системного блока ПЭВМ из состава типового АРМ.	<i>Примечание. Измерение спектров ПЭМИ проводить для вертикальной и горизонтальной поляризации ЭМИ.</i>
1.2.1.	Отключить от системного блока ПЭВМ монитор, клавиатуру, графический манипулятор типа «мышь» и иные периферийные устройства, а также все кабели, кроме кабеля подключения к промышленной сети 220 В 50 Гц.	
1.2.2.	Включить кабель питания в розетку.	
1.2.3.	Включить компьютер кнопкой «Питание» на системном блоке.	
1.2.4.	Подключить к портативному анализатору спектра R&S FSH20 рукоятку R&S HE300UK с присоединенной антенной R&S HE300CE диапазона 0,5...7,5 ГГц и блок питания.	
1.2.5.	Включить блок питания портативного анализатора спектра в сеть 220 В 50 Гц. Включить питание спектроанализатора коротким нажатием кнопки  . Дождаться окончания загрузки.	На экране прибора появится сообщение о загрузке.

			
1.2.6.	Сбросить оперативные настройки прибора до заводских, для чего коротко нажать кнопку  PRESET		
1.2.7.	Установить значение центральной частоты равным половине значения максимальной из рабочих частот, определенных в п. 1.1. (рекомендуется округление полученного значения до сотен МГц в большую сторону), для чего: - нажать кнопку «FREQ»; - ввести цифровыми кнопками желаемую частоту и нажать кнопку размерности «MHz»	В нижней части экрана появится строка с текстом «Center:_____» и мигающим курсором.	
1.2.8.	Установить значение ширины полосы частот, отображаемой на экране, равным значению максимальной из рабочих частот, определенных в п. 1.1. (рекомендуется округление полученного значения до единиц ГГц в большую сторону), для чего: - нажать кнопку «SPAN»; - ввести цифровыми кнопками желаемую ширину полосы частот и нажать кнопку размерности «MHz» или «ГГц».	В нижней части экрана появится строка с текстом «SPAN:_____» и мигающим курсором.	
1.2.9.	Установить режим трассировки, для чего нажать последовательно кнопки «TRACE», F1 и выбрать режим «Запись/Очистка...»		
1.2.10.	Отметить участки спектра с повышенным уровнем ЭМИ.	Данные выписать на листок или сохранить в электронном виде.	
1.2.11.	Просмотреть отдельные участки спектра с повышенными уровнями ЭМИ и выписать значения амплитуд и частот сигналов с максимальными уровнями, для чего:		

	1) установить центральную частоту на центр первого рассматриваемого участка спектра согласно п. 1.2.7; 2) установить значение ширины полосы частот, отображаемой на экране, равным значению ширины рассматриваемого участка спектра согласно п. 1.2.8; 3) определить амплитуду и частоту максимального сигнала, используя инструмент «MARKER»; 4) если рассматриваемый участок спектра явно разделяется еще на несколько отдельных участков, повторить п.п. 1)-3) данного пункта; 5) повторить п.п. 1)-4) для остальных участков спектра.	Сделать скриншот экрана портативного анализатора спектра.
1.2.12.	Выключить компьютер кнопкой «Питание» на системном блоке.	
1.3.	Выполнить измерение спектров сигналов ПЭМИ клавиатуры ПЭВМ из состава типового АРМ.	
1.3.1.	Подключить к системному блоку ПЭВМ клавиатуру.	
1.3.2.	Включить компьютер кнопкой «Питание» на системном блоке.	
1.3.3.	Повторить действия согласно п.п. 1.2.6.-1.2.12.	Обратить внимание на новые появившиеся сигналы.
1.3.4.	Выключить компьютер кнопкой «Питание» на системном блоке.	
1.3.5.	Отключить от системного блока ПЭВМ клавиатуру.	
1.4.	Выполнить измерение спектров сигналов ПЭМИ клавиатуры ПЭВМ из состава типового АРМ.	
1.4.1.	Подключить к системному блоку ПЭВМ графический манипулятор типа «мышь».	
1.4.2.	Включить компьютер кнопкой «Питание» на системном блоке.	
1.4.3.	Повторить действия согласно п.п. 1.2.6.-1.2.12.	Обратить внимание на новые появившиеся сигналы (по сравнению с ПЭМИ отдельного системного блока ПЭВМ).
1.4.4.	Выключить компьютер кнопкой «Питание» на системном блоке.	
1.4.5.	Отключить от системного блока ПЭВМ графический манипулятор типа «мышь».	
1.5.	Выполнить измерение спектров сигналов ПЭМИ сигнального кабеля монитора ПЭВМ из состава типового АРМ.	
1.5.1.	Подключить к системному блоку ПЭВМ сигнальный провод монитора.	
1.5.2.	Включить компьютер кнопкой «Питание» на системном блоке.	

1.5.3.	Повторить действия согласно п.п. 1.2.6.-1.2.12.	Обратить внимание на новые появившиеся сигналы (по сравнению с ПЭМИ отдельного системного блока ПЭВМ).
1.5.4.	Выключить компьютер кнопкой «Питание» на системном блоке.	
1.6.	Выполнить измерение спектров сигналов ПЭМИ монитора ПЭВМ из состава типового АРМ.	
1.6.1.	Включить в розетку питающий кабель монитора.	
1.6.2.	Включить компьютер кнопкой «Питание» на системном блоке.	
1.6.3.	Повторить действия согласно п.п. 1.2.6.-1.2.12.	Обратить внимание на новые появившиеся сигналы (по сравнению с ПЭМИ отдельного системного блока ПЭВМ).
1.6.4.	Выключить компьютер кнопкой «Питание» на системном блоке.	
1.7.	Выполнить измерение спектров сигналов ПЭМИ ПЭВМ в целом из состава типового АРМ.	
1.7.1.	Подключить к системному блоку ПЭВМ клавиатуру и графический манипулятор типа «мышь».	
1.7.2.	Включить компьютер кнопкой «Питание» на системном блоке.	
1.7.3.	Повторить действия согласно п.п. 1.2.6.-1.2.12.	Обратить внимание на новые появившиеся сигналы (по сравнению с ПЭМИ отдельного системного блока ПЭВМ).
1.7.4.	Выключить компьютер кнопкой «Питание» на системном блоке.	
2.	Выполнить измерения спектров фоновго ЭМ-шума в областях частот обнаруженных ПЭМИ вне экранированного помещения	
2.1.	Вынести портативный анализатор спектра из экранированного помещения.	
2.2.	Включить портативный спектроанализатор и дождаться окончания загрузки.	
2.3.	Выполнить измерения спектров фоновго ЭМ-шума в областях частот обнаруженных ПЭМИ вне экранированного помещения согласно п.п. 1.2.6.-1.2.8. и зафиксировать средний уровень шума для каждой частотной области.	Сделать скриншоты.
3.	Провести расчёт размера зоны R2 для полученных спектров ПЭМИ и оценить вероятность существования канала утечки по ПЭМИ	
3.1.	Проанализировать уровни сигналов ПЭМИ и средние уровни шумов для каждой частотной области. Исключить из рассмотрения частот-	

	ные области, в которых отношение сигнал/шум более 1.	
3.2.	Из оставшихся частотных областей выбрать две частотные области: 1) с максимальным уровнем сигнала; 2) с максимальным соотношением сигнал/шум.	
3.3.	Рассчитать размер зоны R2 для различных приемных антенн по формуле дальности связи (см. формула (9.1) на стр. 215 в [11]): $D_{max} = \sqrt{\frac{P_n G_n G_p \lambda_n^2}{(4\pi)^2 P_{cmin}}}$	<i>Примечания:</i> 1) считать, что антенны, излучающие ПЭМИ – изотропны ($G_u=1$); 2) G_n взять из таблицы 7; 3) считать, что зона R2 ограничена виртуальной линией, на которой отношение $S/N=1$, т.е. $P_{cmin}=P_n$, где P_n – мощность шума в точке приема.
3.4.	Измерить расстояние от места проведения занятия до ближайшей границы контролируемой зоны.	<i>Примечание. Считать контролируемой зоной территорию локации университета по ул. Курчатова, 7, ограниченную забором.</i>
3.5.	Оценить вероятность существования канала утечки по ПЭМИ.	<i>Примечание. Считать, что канал утечки может существовать, если радиус R2 больше расстояния до границы контролируемой зоны.</i>
4.	Оформить отчет в электронной форме и загрузить в ЭОС Moodle.	

Т а б л и ц а 7

Тип антенны	Эффективная площадь A_e , м ²	Коэффициент усиления мощности (относительно изотропной антенны)
Изотропная	$\lambda^2/4\pi$	1
Бесконечно малый диполь или контур	$1,5*\lambda^2/4\pi$	1,5
Полуволновой диполь	$1,64*\lambda^2/4\pi$	1,64
Рупорная антенна, площадь раструба A_e	$0,81*A_e$	$10*A_e/\lambda^2$
Параболическая, площадь лицевой поверхности A_e	$0,56*A_e$	$7*A_e/\lambda^2$
Турникетная (два перпендикулярно пересекающихся диполя)	$1,15*\lambda^2/4\pi$	1,15

Контрольные вопросы к ЛР № 6

1. Что такое электромагнитная волна (ЭМВ)?
2. Какой формулой связаны частота и длина волны?
3. Что такое «соотношение сигнал/шум»?
4. Перечислите диапазоны спектра ЭМВ.
5. Что такое поляризация ЭМВ?
6. Понятия ближней и дальней зон электромагнитного поля (ЭМП).

7. Что обозначают символами дБм (dBm)?
8. Что такое диаграмма направленности антенны?
9. Какая диаграмма направленности элементарного полуволнового вибратора?
10. Какая диаграмма направленности рупорной антенны?
11. Какая диаграмма направленности параболической антенны?
12. Какую поляризацию имеет ЭМВ сформированная горизонтальным полуволновым вибратором?
13. Что такое чувствительность приемника?
14. Расшифруйте аббревиатуру ПЭМИН.
15. Поясните процесс образования ПЭМИ.
16. Что такое радиус R2?
17. В каком диапазоне частот работает портативный анализатор спектра R&S FSH20?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акустика: справочник / А. П. Ефимов; ред. М. А. Сапожков. - 2-е издание, переработанное и дополненное. - Москва: Радио и связь, 1989. – 336 с.: ил.
2. Анализатор шума и вибрации «Ассистент». Руководство по эксплуатации. БВЕК.438150-005РЭ. г. Москва.
3. Комбинированный подавитель радиоэлектронных устройств «Тайфун-3» ДК. Паспорт изделия, техническое описание и инструкция по эксплуатации.
4. Портативный анализатор спектра R&S FSH4/8/13/20. Краткое руководство.1309.6269.15-06.
5. Активная направленная антенна от 9 кГц до 7,5 ГГц R&S HE300. Техническая информация.
6. Активная направленная антенна R&S HE300CE. Руководство по эксплуатации.
7. Скоростной поисковый приемник радиосигналов «Скорпион». Паспорт, техническое описание и инструкция по эксплуатации. в. 3.5. 2006 г.
8. Портативная аппаратура «Родник-23К». Руководство по эксплуатации.
9. Многофункциональный поисковый прибор «Спайдер». Руководство пользователя. в. 1.3. Москва. 2020 г.
10. «Об утверждении Таблицы распределения полос радиочастот между радиослужбами Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства РФ»: Постановление Правительства РФ от 18.09.2019 № 1203-47 (с изм. от 04.05.2021, 26.02.2022, 14.09.2023, 30.01.2024).
11. Радиотехнические системы: учебник / ред. Ю. М. Казаринов. - Москва: Высшая школа, 1990. - 495 с.
12. Материалы по ФОЗИ. Уфимский ГАТУ. URL: <https://studfile.net/preview/994563/>.
13. Физические основы защиты информации. Лекция №1. Северо-Кавказский федеральный университет. URL: <https://studfile.net/preview/4604115/>.

Титульный лист

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Высшая технологическая школа
«Севастопольский приборостроительный институт»
Факультет информационных технологий



Кафедра «Информационная безопасность»

ОТЧЁТ
по лабораторной работе № []

по дисциплине «Физические основы защиты информации»
на тему:

[]

Выполнил: студент гр. ИБ/б-хх-х-о
Ф.И.О. полностью

Принял: старший преподаватель
кафедры «Информационная
безопасность»

Пелись Василий Васильевич
« [] » [] 2025 г.

Севастополь
2025 г.

Приложение 2

1/3 октавы		Eq			Slow		
		Значение, дБ	Min, дБ	Max, дБ	Значение, дБ	Min, дБ	Max, дБ
I	1,6						
	2,0						
	2,5						
	3,15	50,3	51,1	0,0	52,6	42,5	56,5
	4,0	46,3	37,9	0,0	42,7	37,8	53,4
	5,0	40,7	41,6	0,0	40,7	36,4	44,5
	6,3	37,3	40,5	0,0	41,7	29,5	41,9
	8,0	38,1	36,2	0,0	39,2	34,2	43,6
	10,0	44,3	54,0	0,0	53,4	34,3	53,4
	12,5	46,0	52,3	0,0	48,2	34,7	51,6
	16,0	46,7	43,7	0,0	45,9	36,3	52,2
	20,0	46,5	49,8	0,0	46,9	35,3	54,2
S	25,0	43,5	41,9	0,0	45,7	29,6	51,2
	31,5	38,9	35,2	0,0	40,6	28,0	45,4
	40,0	38,8	41,1	0,0	43,9	30,6	45,9
	50,0	41,9	43,3	0,0	45,3	36,0	48,9
	63,0	45,1	48,6	0,0	50,0	39,5	51,4
	80,0	43,5	45,4	0,0	49,3	38,5	49,3
	100,0	49,2	51,4	0,0	50,7	47,4	52,1
	125,0	51,3	51,5	0,0	53,0	49,9	53,2
	160,0	49,3	49,4	0,0	50,4	48,4	50,7
	200,0	50,4	51,0	0,0	52,1	49,6	52,2
	250,0	49,1	49,4	0,0	51,6	48,2	51,6
	315,0	47,3	48,4	0,0	53,0	45,8	53,0
	400,0	44,9	47,5	0,0	51,3	42,8	51,3
	500,0	44,6	43,8	0,0	52,5	42,4	52,6
	630,0	45,3	45,0	0,0	52,3	43,4	52,4
	800,0	42,0	42,0	0,0	48,5	39,4	48,5
	1000,0	44,0	44,4	0,0	46,3	42,8	47,6
	1250,0	48,9	48,8	0,0	50,2	48,3	50,9
	1600,0	48,7	48,6	0,0	49,3	48,3	49,5
	2000,0	50,0	50,1	0,0	50,5	49,6	50,6
	2500,0	52,2	52,1	0,0	52,6	51,8	52,7
	3150,0	46,8	47,0	0,0	47,8	46,3	47,8
	4000,0	48,7	49,0	0,0	49,8	48,3	49,9
	5000,0	48,8	48,8	0,0	49,4	48,4	49,4
	6300,0	48,9	49,2	0,0	49,5	48,8	49,5
	8000,0	51,8	51,6	0,0	51,8	51,6	52,0
	10000,0	45,2	45,2	0,0	45,5	44,9	45,6
U	12500,0	34,1	35,3	0,0	35,8	33,7	36,1
	16000,0	25,2	27,1	0,0	28,4	24,6	28,8
	20000,0	20,7	14,4	0,0	22,3	20,2	22,6
	25000,0						
	31500,0						
	40000,0						

Рис. 1. Выборка по акустике

1/3 октавы, Гц		E _q	L1 _c		
		Значение, дБ	Значение, дБ	Min, дБ	Max, дБ
Локальная	6,3	76,4	74,6	60,0	82,7
	8	74,2	73,2	68,4	79,2
	10	71,1	71,1	60,0	76,2
	12,5	66,8	63,7	61,2	71,3
	16	64,7	61,1	57,3	69,3
	20	63,0	62,1	57,1	68,8
	25	59,3	58,5	52,9	63,3
	31,5	59,8	59,3	53,8	63,1
	40	66,1	66,3	63,0	68,0
	50	87,7	89,0	84,7	89,4
	63	88,4	90,0	86,3	90,2
	80	84,8	86,1	82,8	86,2
	100	87,6	88,6	85,3	88,9
	125	86,9	86,9	85,1	88,2
	160	93,9	95,4	92,2	95,7
	200	102,7	104,5	100,3	104,6
	250	83,0	84,0	81,7	84,6
	315	72,5	74,1	69,4	77,7
	400	82,9	85,7	80,6	85,8
	500	77,9	77,0	75,9	83,8
	630	90,4	89,6	88,7	95,7
	800	80,0	79,1	78,0	85,9
	1000	84,2	84,5	82,1	87,6
	1250	86,0	86,1	84,8	88,8

Рис. 2. Выборка по вибрации

1/3 октавы		Eq	
		Значение, дБ	Min, дБ
I	1,6		
	2,0		
	2,5		
	3,15	50,3	51,1
	4,0	46,3	37,9
	5,0	40,7	41,6
	6,3	37,3	40,5
	8,0	38,1	36,2
	10,0	44,3	54,0
	12,5	46,0	52,3
	16,0	46,7	43,7
	20,0	46,5	49,8
	25,0	43,5	41,9
S	31,5	38,9	35,2
	40,0	38,8	41,1
	50,0	41,9	43,3
	63,0	45,1	48,6
	80,0	43,5	45,4
	100,0	49,2	51,4
	125,0	51,3	51,5
	160,0	49,3	49,4
	200,0	50,4	51,0
	250,0	49,1	49,4
	315,0	47,3	48,4
	400,0	44,9	47,5
	500,0	44,6	43,8
	630,0	45,3	45,0
	800,0	42,0	42,0
	1000,0	44,0	44,4
	1250,0	48,9	48,8
	1600,0	48,7	48,6
	2000,0	50,0	50,1
	2500,0	52,2	52,1

Рис. 3. Выборка по акустике для АВКУИ

Учебное издание

**Пелись Василий Васильевич
Маврин Сергей Анатольевич
Девыцына Светлана Николаевна**

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

*Сборник лабораторных заданий
для студентов очной формы обучения
по направлению подготовки
10.03.01 «Информационная безопасность»*

В авторской редакции

Изд. № 146/2025. Объем 3,5 п. л. Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 3,43.
Издательский центр ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»