

**Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»
Факультет математики, информационных и авиационных технологий**

Кафедра телекоммуникационных технологий и сетей

Булаев Алексей Александрович

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума
и самостоятельной работы
по дисциплине

**«Помехоустойчивость систем связи и электромагнитная
совместимость радиоэлектронных средств»**

для студентов направления

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи,



Ульяновск
2023

Методические рекомендации для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы по дисциплине «Помехоустойчивость систем связи и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств» / составитель: А.А. Булаев - Ульяновск: УлГУ, 2023 – 19 с.

Настоящие методические рекомендации предназначены для студентов направления обучения 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи. В работе приведены литература по дисциплине, темы дисциплины и вопросы в рамках каждой темы, рекомендации по изучению теоретического материала, контрольные вопросы для самоконтроля, задания для самостоятельной работы, задачи и упражнения для самостоятельной подготовки к семинарам или полностью самостоятельного освоения практических навыков, задания для лабораторного практикума и рекомендации по их выполнению.

Студентам всех форм обучения следует использовать данные методические рекомендации при подготовке к семинарам, самостоятельной подготовке, а также промежуточной аттестации по дисциплине «Помехоустойчивость систем связи и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств».

Рекомендованы к введению в образовательный процесс

Учёным советом факультета математики, информационных и авиационных технологий
УлГУ

протокол № 4/23 от «16» мая 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ.....	4
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
<i>Тема 1. Помехоустойчивость систем связи и радиосредств.....</i>	<i>6</i>
<i>Тема 2. Электромагнитная обстановка и возникающие проблемы ЭМС.....</i>	<i>8</i>
<i>Тема 3. Повышение помехоустойчивости в узлах и системах связи.....</i>	<i>9</i>
<i>Тема 4. Обеспечение электромагнитной совместимости средств и комплексов радиосвязи.....</i>	<i>10</i>
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ.....	11
<i>Лабораторная работа №1. Анализ помехоподавления при использовании экранирования и фильтрации.....</i>	<i>13</i>
<i>Лабораторная работа №2. Измерение кондуктивных помех и восприимчивости к ним.....</i>	<i>14</i>
<i>Лабораторная работа №3. Измерение помех излучения и восприимчивости к ним.....</i>	<i>15</i>
<i>Лабораторная работа №4. Изучение элементов и схем, влияющих на ЭМС РЭС.....</i>	<i>16</i>
<i>Лабораторная работа №5. Испытания на помехозащищенность имитатором помех.....</i>	<i>17</i>
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	18

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

В результате изучения дисциплины «Помехоустойчивость систем связи и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств» студенты:

должны знать:

- технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты
- логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; основные особенности научного метода познания; программно целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений в профессиональной деятельности;
- методики сбора, анализа и обработки статистической информации инфокоммуникационных систем;
- методы и подходы к формированию планов развития сети, рынок услуг связи, средства сбора и анализа исходных данных для развития и оптимизации сети связи.

должны уметь:

- осуществлять патентный поиск, проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи научно-исследовательских работ в области создания и проектирования радиоэлектронных устройств и систем, разрабатывать техническое задание, требования и условия на разработку и проектирование радиоэлектронных устройств и систем;
- применять логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, концепции, источники знания и приемы работы с ними ; основные метода научного познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные

модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений в профессиональной деятельности;

- проводить исследования характеристик телекоммуникационного оборудования и оценку качества предоставляемых услуг;
- составлять технико-экономические обоснования планов развития сети, применять современные методы исследований с целью создания перспективных сетей связи, осуществлять поиск, анализировать и оценивать информацию, необходимую для эффективного выполнения задачи планирования, анализировать перспективы технического развития и новые технологии.

должны владеть:

- навыками разработки и анализу вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и критического мышления; прогнозу последствий, поиск компромиссных решений в условиях многокритериальности;
- навыками использования логических методов и приемов научного исследования методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними, основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем в профессиональной деятельности;
- навыками анализа научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников;
- навыками проведения экспериментальных работ по проверке достижимости технических характеристик, радиоэлектронной аппаратуры;
- навыками определения стратегии жизненного цикла услуг связи, выбора технологий для предоставления различных услуг связи, расчет экономической эффективности принимаемых технических решений, навыками анализа качества работы каналов и технических средств связи.

Методические рекомендации предлагают указания по всем темам дисциплины. Методические рекомендации разбиты по темам и содержат набор вопросов для

систематизации теоретического материала, полученного на лекционных занятиях, и самостоятельного изучения теории, вопросы (тесты) для текущего контроля на практических занятиях (семинарах), задачи для усвоения практических навыков. Для лабораторного практикума приведены задания, варианты и рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Список литературы и информационного обеспечения, приведённый в конце методических указаний, может служить основой для изучения всех рассматриваемых тем. Дополнительная и учебно-методическая литература могут быть использованы обучающимися для закрепления изучаемого материала.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Помехоустойчивость систем связи и радиосредств.

Основные вопросы темы

1. Термины и определения. Структура системы связи.
2. Основная задача помехоустойчивого кодирования.
3. Основы электромагнитной совместимости.
4. Распространение радиоволн в свободном пространстве.
5. Стандартизация и международная кооперация в области ЭМС.
6. Регулирование использования РЧС в Российской Федерации.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1-3 в основном изложен в литературе [2] на с. 8-39.

Вопрос 4-6 в основном изложен в литературе [3] на с. 16-37.

Вопросы для самоподготовки

Рекомендуется после изучения материалов лекций, рекомендованной литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Основные определения.
2. Основная задача помехоустойчивого кодирования.
3. Основы электромагнитной совместимости.
4. Как распространяются радиоволны в свободном пространстве.
5. Стандарты в области ЭМС.
6. Как осуществляется регулирование использования РЧС в Российской Федерации

Тема 2. Электромагнитная обстановка и возникающие проблемы ЭМС.

Основные вопросы темы

1. Причины появления проблемы ЭМС.
2. Последствия отсутствия ЭМС и особенности изучения проблемы ЭМС РЭС.
3. Основные направления по решению проблемы ЭМС.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1 в основном изложен в литературе [2] на с. 50-74.

Вопрос 2 в основном изложен в литературе [3] на с. 20-43.

Вопрос 3 в основном изложен в литературе [3] на с. 44-60.

Вопросы для самоподготовки

Рекомендуется после изучения материалов лекций, рекомендованной литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Перечислить основные причины появления проблемы ЭМС.
2. Перечислить последствия отсутствия ЭМС.
3. Перечислить особенности изучения проблемы ЭМС РЭС.
4. Назвать основные направления по решению проблемы ЭМС.

Тема 3. Повышение помехоустойчивости в узлах и системах связи.

Основные вопросы темы

1. Классификация электромагнитных помех (ЭМП) по связям с источником помехи и некоторые их характеристики.
2. Требования к методам анализа ЭМС. ЭМС средств и комплексов связи.
3. Общий подход к анализу и обеспечению ЭМС.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1 в основном изложен в литературе [3] на с. 71-89.

Вопрос 2 в основном изложен в литературе [4] на с. 42-50.

Вопрос 3 в основном изложен в литературе [4] на с. 73-82

Вопросы для самоподготовки

Рекомендуется после изучения материалов лекций, рекомендованной литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Перечислить классификацию электромагнитных помех (ЭМП) по связям с источником помехи и некоторые их характеристики основные особенности построения защиты информации в АСУ.
2. Назвать требования к методам анализа ЭМС. ЭМС средств и комплексов связи.
3. Раскрыть общий подход к анализу и обеспечению ЭМС.

Тема 4. Обеспечение электромагнитной совместимости средств и комплексов радиосвязи.

Основные вопросы темы

1. Основные термины и определения по ЭМС РЭС.
2. Общие характеристики радиоприемных устройств, определяющие их совместимость с окружением.
3. Влияние поля ближней и дальней зоны на дальность распространения радиоволн.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1 в основном изложен в литературе [3] на с. 71-89.

Вопрос 2 в основном изложен в литературе [4] на с. 42-50.

Вопрос 3 в основном изложен в литературе [4] на с. 73-82

Вопросы для самоподготовки

Рекомендуется после изучения материалов лекций, рекомендованной литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Перечислить основные термины и определения по ЭМС РЭС.
2. Назвать общие характеристики радиоприемных устройств, определяющие их совместимость с окружением.
3. Раскрыть общий подход к влиянию поля ближней и дальней зоны на дальность распространения радиоволн.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Общие методические указания к лабораторным работам.

Представленный ниже порядок выполнения лабораторных работ является рекомендуемым, однако, на усмотрение обучающегося может быть изменен исходя из его индивидуальной траектории обучения.

При выполнении работы рекомендуется воспользоваться предлагаемой литературой из списка. Однако, в современных условиях обучения, характеризующихся взрывном ростом технологий дистанционного обучения и стремительным развитием образовательных ресурсов и сервисов, материалы с официальных сайтов информационно-коммуникационной сети Интернет всегда являются более предпочтительными.

Благодаря своей новизне, возможности открыто обсуждать недостатки изложенного материала и своевременному его обновлению предпочтение целесообразно отдавать именно ему. Также достоинством использования материала из Интернет, является возможность создания собственной библиотеки необходимого учебного материала и возможность делиться ею с коллегами в отсутствие оплаты за данные ресурсы.

При использовании библиотечных ресурсов, необходимо принимать во внимание отсутствие оффлайн доступа и период доступа к библиотечным сервисам, ограниченный необходимостью платной подписки. Подписка на конкретный ресурс не гарантируется на весь период обучения, а альтернативный вариант может не содержать необходимого литературного источника.

Так как современные поисковые сервисы осуществляют доставку ссылок на интересующий контент в режиме реального времени, студентам рекомендуется развивать в себе способности и формировать компетенции быстрого поиска интересующий их технической информации, реферативной выборки из найденной информации главной и изложение её в форме, способствующей её пониманию и усвоению с учетом индивидуальных особенностей каждого обучающегося. Тем более, что построение индивидуальной траектории обучения в современных условиях просто невозможно осуществить, опираясь только на изучение рекомендованных страниц из списка рекомендованной литературы с избранных библиотечных сайтов и сайтов отдельных издательств.

Так же, режим изучения материала по рекомендованным диапазонам страниц не предполагает альтернативных вариантов рассмотрения поставленных вопросов и задач,

что также снижает творческую активность, сужает кругозор студента и лишает его возможности тренировки критического инженерного мышления.

Таким образом, при оценке работы будет обязательно учитываться способность студента самостоятельно осуществлять поиск необходимой технической информации, включая инструкции к используемым программам, умение использовать навыки чтения технического текста на английском языке и усвоения материала с различных видео- и стриминговых хостингов, включая англоязычные ресурсы для специалистов в области информационных технологий.

Лабораторная работа №1. Анализ помехоподавления при использовании экранирования и фильтрации.

Цель работы: Получить практические навыки в анализе помехоподавления при использовании экранирования и фильтрации.

Задание:

- осуществить исследование помехоподавление при использовании экранирования
- осуществить исследование помехоподавление при использовании фильтрации.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Фамилию и номер группы учащегося, задание
2. Краткое описание порядка выполнения работы с подтверждением в виде фотографий или скриншотов.
3. Выводы, полученными в результате выполнения работы.
4. Отчёт должен быть размещен в Электронной информационно-образовательной среде УлГУ (<https://portal.ulsu.ru>).

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Для выполнения лабораторной работы студенту необходимо изучить материалы согласно предложенного списка литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет. Осуществить поиск по ключевым словам: анализ помехоподавления, использование экранирования и фильтрации. В отчёте по лабораторной работе должны описаны перечни работ, выполненных в ходе исследования.

Лабораторная работа №2. Измерение кондуктивных помех и восприимчивости к ним.

Цель работы: Получить практические навыки в кондуктивных помех и восприимчивости к ним.

Задание:

- осуществить исследование кондуктивных помех,
- осуществить исследование восприимчивости к кондуктивным помехам.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Фамилию и номер группы учащегося, задание
2. Краткое описание порядка выполнения работы с подтверждением в виде фотографий или скриншотов.
3. Выводы, полученными в результате выполнения работы.
4. Отчёт должен быть размещен в Электронной информационно-образовательной среде УлГУ (<https://portal.ulsu.ru>).

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Для выполнения лабораторной работы студенту необходимо изучить материалы согласно предложенного списка литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет. Осуществить поиск по ключевым словам: кондуктивные помехи и восприимчивости к кондуктивным помехам. В отчёте по лабораторной работе должны описаны перечни работ, выполненных в ходе исследования.

Лабораторная работа №3. Измерение помех излучения и восприимчивости к ним.

Цель работы: Получить практические навыки в измерении помех излучения и восприимчивости к ним.

Задание:

- осуществить исследование помех излучения,
- осуществить исследование восприимчивости к помехам излучения.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Фамилию и номер группы учащегося, задание
2. Краткое описание порядка выполнения работы с подтверждением в виде фотографий или скриншотов.
3. Выводы, полученными в результате выполнения работы.
4. Отчёт должен быть размещен в Электронной информационно-образовательной среде УлГУ (<https://portal.ulsu.ru>).

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Для выполнения лабораторной работы студенту необходимо изучить материалы согласно предложенного списка литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет. Осуществить поиск по ключевым словам: измерение помех излучения, восприимчивость к помехам излучения. В отчёте по лабораторной работе должны описаны перечни работ, выполненных в ходе исследования.

Лабораторная работа №4. Изучение элементов и схем, влияющих на ЭМС РЭС.

Цель работы: Получить практические навыки в исследовании элементов и схем, влияющих на ЭМС РЭС.

Задание:

- Изучить принцип тотальной пробы ключей.
- Исследовать элементы и схемы, влияющих на ЭМС РЭС.
- Сделать выводы об особенностях элементов и схем, влияющих на ЭМС РЭС.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Фамилию и номер группы учащегося, задание
2. Краткое описание порядка выполнения работы с подтверждением в виде фотографий или скриншотов.
3. Выводы, полученными в результате выполнения работы.
4. Отчёт должен быть размещен в Электронной информационно-образовательной среде УлГУ (<https://portal.ulsu.ru>).

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Для выполнения лабораторной работы студенту необходимо изучить материалы согласно предложенного списка литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет. Осуществить поиск по ключевым словам: ЭМС РЭС, исследование элементов и схем, влияющих на ЭМС РЭС.

В отчёте по лабораторной работе должны описаны действия по исследованию принципа тотальной пробы ключей и особенностях использования метода тотальной пробы ключей.

Выбор приложений для осуществления лабораторной работы должен быть осуществлён студентом самостоятельно. Рекомендуется в первую очередь использовать приложения из состава операционных систем (при их наличии).

Лабораторная работа №5. Испытания на помехозащищенность имитатором помех.

Цель работы: Испытание на помехозащищенность имитатором помех средств связи.

Задание:

- Провести испытания на помехозащищенность имитатором помех.
- Сделать выводы о помехозащищенности.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Фамилию и номер группы учащегося, задание
2. Краткое описание порядка выполнения работы с подтверждением в виде фотографий или скриншотов.
3. Выводы, полученными в результате выполнения работы.
4. Отчёт должен быть размещен в Электронной информационно-образовательной среде УлГУ (<https://portal.ulsu.ru>).

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Для выполнения лабораторной работы студенту необходимо изучить материалы согласно предложенного списка литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет. Осуществить поиск по ключевым словам: испытания на помехозащищенность, имитатор помех. В отчёте по лабораторной работе должны описаны перечни работ, выполненных в ходе исследования.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Список рекомендуемой литературы

основная

- 1) Кормановский. Яков Александрович. Радиоэлектронное подавление и радиоэлектронная защита РЭС [Текст] : учебное пособие : [для студентов радиотехнических специальностей] / Я. А. Кормановский; М-во образования и науки РФ. ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ. 2014. - 190 с. ISBN 978-5-8158-1424-0.
- 2) Помехоустойчивость и электромагнитная совместимость систем и средств связи [Текст] : учебное пособие : [для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»] / Я. А. Кормановский. А. В. Зуев; М-во образования и науки РФ. ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ. 2015. - 116 с. ISBN 978-5-8158-1466-0.

https://portal.volgatech.net/books/Kormanovskii_pomexoustoichivost_el_magnit_sov_mestimost_2015.pdf

дополнительная

- 3) Проектирование электронных средств [Текст] : [учебное пособие для студентов вузов по специальностям "Проектирование и технология радиоэлектронных средств". "Проектирование и технология ЭВС"] / В. Г. Сайткулов. В. Н. Леухин; М-во образования и науки РФ. ФГБОУ ВПО "Казан. нац. исслед. техн. ун-т им. А. Н. Туполева - КАИ". Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2013. - 494, [1] с. ISBN 987-5-7579-1850-1. Формирование стабильных частот и сигналов [Текст] : учебник для

бакалавриата и магистратуры / Л. А. Белов. 2-е изд., перераб. и доп.
Москва: Юрайт, 2018. - 240, [2] с. ISBN 978-5-534-05380-7.

- 4) <http://www.biblio-online.ru/book/AC78C05A-D763-4219-BB72-9D32F0100E6D>
- 5) деральный портал Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/library>
- 6) Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- 7) РГБ фонд диссертаций <http://diss.rsl.ru/>
- 8) Портал об управленческом менеджменте, консалтинге и маркетинге <http://www.cfin.ru>
- 9) Федеральный образовательный портал Экономика. Социология. Менеджмент <http://ecsocman.edu.ru/>
- 10) Портал по экономике <http://economicus.ru>
- 11) Научно-образовательный портал <http://eup.ru/>

учебно-методическая

- 12) Администрирование инфокоммуникационных сетей: лабораторный практикум/ В.А. Лукьянов, В.П. Смолеха. – Ульяновск: УлГУ, 2014 – 198 с.

Программное обеспечение

1. ОС Windows.
2. ОС Linux.
3. Sublime Text
4. Visual Studio
5. IDE Google Colaboratory (<https://colab.research.google.com/>) (open source).
6. Official repositories open source software.
7. Отечественные ОС и прикладное ПО с российских репозиториев.