

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан факультета радиотехники и
электроники  /В.А.Небольсин/
« 31 » августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Обнаружение сигналов»**

Направление подготовки (специальность) 11.03.01 «Радиотехника»

Профиль (специализация) «Радиотехнические средства передачи,
приема и обработки сигналов»

Квалификация выпускника бакалавр

Срок освоения образовательной программы 4 года / 4 года 11 месяцев

Форма обучения Очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы  / А.Б. Токарев /

Заведующий кафедрой
радиотехники  /А.В. Останков/

Руководитель ОПОП  /А.В. Останков/

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины – формирование у студентов базового объема знаний, позволяющего подходить к решению инженерных радиотехнических задач со статистических позиций; освоение типовых методов обнаружения радиосигналов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Для достижения цели ставятся задачи:

1.2.1. Изучение математического аппарата, применяемого при вероятностном описании случайных процессов.

1.2.2. Освоение базовых методов статистического анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем.

1.2.3. Получение навыка использования методов оптимального обнаружения и различения сигналов на фоне помех.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина (модуль) «Обнаружение сигналов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Обнаружение сигналов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 – способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

ПК-4 – способен учитывать современные тенденции развития радиоэлектроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности

Код компетенции	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знает специфику математического аппарата, применяемого при вероятностном описании явлений и процессов, а также соответствующие исследуемым радиотехническим цепям и сигналам статистические модели;

	умеет подбирать и оперировать со статистическими моделями радиотехнических цепей и сигналов, рассчитывать системы и устройства с оптимальными по разным критериям характеристиками;
	владеет базовыми методами статистического анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем, а также оптимального приема сигналов на фоне помех.
ПК-4	знает математические методы, применяемые при статистическом моделировании радиотехнических устройств и систем;
	умеет использовать современные пакеты прикладных программ для расчета и анализа радиотехнических цепей и систем;
	владеет методами использования вычислительной техники для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем, методами оптимизации приема сигналов на фоне помех.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Обнаружение сигналов» составляет 5 зачетных(е) единиц(ы).

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры		
		6		
Контактная работа по видам занятий (всего)	60	60		
В том числе:				
Лекции		40		
Практические занятия (ПЗ)		-		
Лабораторные работы (ЛР)		20		
Самостоятельная работа	84	84		
Часы на контроль	36	36		
Курсовой проект (работа) (есть, нет)	нет			
Контрольная работа (есть, нет)	нет			
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)		Экзам ен		
Общая трудоемкость	час	180	180	
	зач. ед.	5	5	

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры		
		6		
Контактная работа по видам занятий (всего)	20	20		
В том числе:				
Лекции	8	8		
Практические занятия (ПЗ)	-	-		
Лабораторные работы (ЛР)	12	12		
Самостоятельная работа	151	151		
Часы на контроль	9	9		
Курсовой проект (работа) (есть, нет)	нет			
Контрольная работа (есть, нет)	есть	есть		
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)		Экзамен		
Общая трудоемкость час	180	180		
зач. ед.	5	5		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
6 семестр			40	-	20	84	180
1	Оптимальный приём радиосигналов и потенциальная помехоустойчивость систем связи	Геометрическое пространство сигналов. Критерии качества приема сигналов. Потенциальная помехоустойчивость систем связи. Расчет потенциальной помехоустойчивости для ансамблей, состоящих из двух сигналов (полностью известной формы и радиоимпульсов со случайной начальной фазой)	16	-	4	20	40
2	Особенности практической реализации приема радиосигналов	Применение корреляционной обработки и согласованной фильтрации при приеме радиосигналов. Особенности приема сигналов с относительной фазовой манипуляцией. Особенности практической реализации приема радиосигналов	16	-	8	32	56

3	Сложные сигналы и их применение	Требования к корреляционным характеристикам сигналов в различных радиотехнических системах. Методы формирования сложных видеосигналов. Методы формирования сложных радиосигналов. Преимущества от использования в радиотехнических системах сложных сигналов	8		8	32	48
		Контроль					36
		Итого	40	-	20	84	180

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
6 семестр			8		12	151	180
1	Оптимальный приём радиосигналов и потенциальная помехоустойчивость систем связи	Геометрическое пространство сигналов. Критерии качества приема сигналов. Потенциальная помехоустойчивость систем связи. Расчет потенциальной помехоустойчивости для ансамблей, состоящих из двух сигналов (полностью известной формы и радиоимпульсов со случайной начальной фазой)	4	-	4	48	56
2	Особенности практической реализации приема радиосигналов	Применение корреляционной обработки и согласованной фильтрации при приеме радиосигналов. Особенности приема сигналов с относительной фазовой манипуляцией. Особенности практической реализации приема радиосигналов	2	-	8	48	58
3	Сложные сигналы и их применение	Требования к корреляционным характеристикам сигналов в различных радиотехнических системах. Методы формирования сложных видеосигналов. Методы формирования сложных радиосигналов. Преимущества от использования в радиотехнических системах сложных сигналов	2	-	-	55	57
		Контроль					9
		Итого	8	-	12	151	180

5.2 Перечень лабораторных работ

очная форма обучения

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы
6 семестр	
2-4	Моделирование сигналов и помех
6-8	Энергетическое обнаружение сигналов и многоканальный энергетический приемник
10-12	Обнаружение сигналов известной формы
14-16	Различение сигналов известной формы
17-18	Фильтрация сигналов неизвестной формы

заочная форма обучения

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы
6 семестр	
По расписанию занятий для з/о	Обнаружение сигналов известной формы
	Различение сигналов известной формы
	Фильтрация сигналов неизвестной формы

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Учебным планом по дисциплине «Обнаружение сигналов» не предусмотрено выполнение курсового проекта (работы).

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

- «аттестован»;
- «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знает специфику математического аппарата, применяемого при вероятностном описании явлений и процессов, а также соответствующие исследуемым радиотехническим цепям и сигналам статистические модели	Знание учебного материала и готовность к его обсуждению и применению в рамках выполнения заданий на практических занятиях	Готовность представить аргументированные рассуждения в области вероятностного описания явлений и процессов	Неспособность представить аргументированные рассуждения, относящиеся к вероятностному описанию явлений и процессов
	умеет подбирать и оперировать со статистическими моделями радиотехнических цепей и сигналов, рассчитывать системы и устройства с оптимальными по разным критериям характеристиками	Решение стандартных практических задач в соответствии с индивидуальным вариантом задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеет базовыми методами статистического анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем, а также оптимального приема сигналов на фоне помех	Решение прикладных задач из области статистического анализа радиотехнических устройств и систем	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знает математические методы, применяемые при статистическом моделировании радиотехнических устройств и систем	Знание учебного материала и готовность к его обсуждению и применению в рамках выполнения заданий на практических занятиях	Готовность представить аргументированные рассуждения в области моделирования систем и устройств	Неспособность представить аргументированные рассуждения по изучавшимся математическим методам
	умеет использовать современные пакеты прикладных программ для расчета и анализа радиотехнических цепей и систем	Решение стандартных практических задач в соответствии с индивидуальным вариантом задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеет методами использования вычислительной техники для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем, методами оптимизации приема сигналов на фоне помех	Решение прикладных задач из области статистического анализа радиотехнических устройств и систем	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-1	знает специфику математического аппарата, применяемого при вероятностном описании явлений и процессов, а также соответствующие исследуемым радиотехническим цепям и сигналам статистические модели	Знание учебного материала и готовность к его изложению на экзамене и применению в рамках выполнения заданий на практических и лабораторных занятиях	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала, ярко выраженную способность самостоятельно использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практических и лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене	Студент демонстрирует понимание большей части учебного материала, способность при незначительной помощи использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практических и лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене	Студент демонстрирует частичное понимание материала, способность при получении сторонней помощи к выполнению практических и лабораторных занятий. Попытки самостоятельного решения практических задач демонстрируют нестабильность результатов	Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоятельного решения практических задач оказываются у него малорезультативными
	умеет подбирать и оперировать со статистическими моделями радиотехнических цепей и сигналов, рассчитывать системы и устройства с оптимальными по разным критериям характеристиками	Умение использовать статистические модели при выполнении практических расчетов, проведении лабораторных работ и на экзамене				
	владеет базовыми методами статистического анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем, а также оптимального приема сигналов на фоне помех	Применение методов расчета р/т устройств и систем в рамках практических и лабораторных занятий и на экзамене				
ПК-4	знает специфику математического аппарата, применяемого при вероятностном описании явлений и процессов, а также соответствующие исследуемым радиотехническим цепям и сигналам статистические модели	Знание учебного материала и готовность к его изложению на экзамене и применению в рамках выполнения заданий на практических и лабораторных занятиях	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала, ярко выраженную способность	Студент демонстрирует понимание большей части учебного материала, способность при незначитель	Студент демонстрирует частичное понимание материала, способность при получении сторонней помощи к	Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоя-

	<p>умеет использовать современные пакеты прикладных программ для расчета и анализа радиотехнических цепей и систем</p>	<p>Умение производить расчет и анализ радиотехнических цепей в рамках практических и лабораторных занятий и на экзамене</p>	<p>ь самостоятельно использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения</p>	<p>ьной помощи использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения</p>	<p>выполнению практических и лабораторных занятий. Попытки самостоятельного решения практических задач демонстрируют нестабильность результатов</p>	<p>тельного решения практических задач оказываются у него малорезультативными</p>
	<p>владеет методами использования вычислительной техники для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем, методами оптимизации приема сигналов на фоне помех</p>	<p>Применение методов расчета р/т устройств и систем в рамках практических и лабораторных занятий и на экзамене</p>	<p>практических и лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене</p>	<p>практических и лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене</p>		

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Потенциальной помехоустойчивостью называется ...

- A. минимально возможная в конкретных условиях вероятность ошибочного приёма символа сообщения.
- B. вероятность правильного приёма сообщения в условиях отсутствия шумов.
- C. способность системы связи передавать данные при наличии помех.
- D* максимально возможная в конкретных условиях вероятность правильного приёма символа сообщения.

2. Идеальным приемником называется...

- A. радиоприёмник, ориентированный на приём сигналов в условиях отсутствия помех.
- B* устройство, обеспечивающее максимально возможную в конкретных условиях вероятность правильного приёма символа сообщения
- C. устройство, способное к безошибочному приему сообщений на фоне сколь угодно сильных помех.
- D. радиоприёмник, состоящий из идеально откалиброванных элементов и блоков.

3. В соответствии с критерием идеального наблюдателя качество приема символов сообщения определяется...

- A* безусловной вероятностью правильного приёма символов сообщения.

- В. только отношением сигнал-шум на входе радиоприёмного устройства.
- С. устройство, способное к безошибочному приему сообщений на фоне сколь угодно сильных помех.
- Д. способностью опытного оператора безошибочно настраивать параметры обработки частотной фильтрации помех при приеме сообщений.

4. При передаче двоичного сообщения с использованием противоположных сигналов, характеризуемых одинаковой энергией E на фоне шума со односторонней спектральной плотностью мощности N_0 вероятность ошибки определяется выражением

А* $0,5 \cdot \left[1 - \Phi \left(\sqrt{\frac{2E}{N_0}} \right) \right]$. В. $0,5 \cdot \left[1 - \Phi \left(\sqrt{\frac{N_0}{E}} \right) \right]$ С. $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \exp[E \cdot N_0]$
 Д. $\frac{N_0}{E + N_0}$. Е. $0,5 \cdot \left[1 - \Phi(\sqrt{E \cdot N_0}) \right]$,

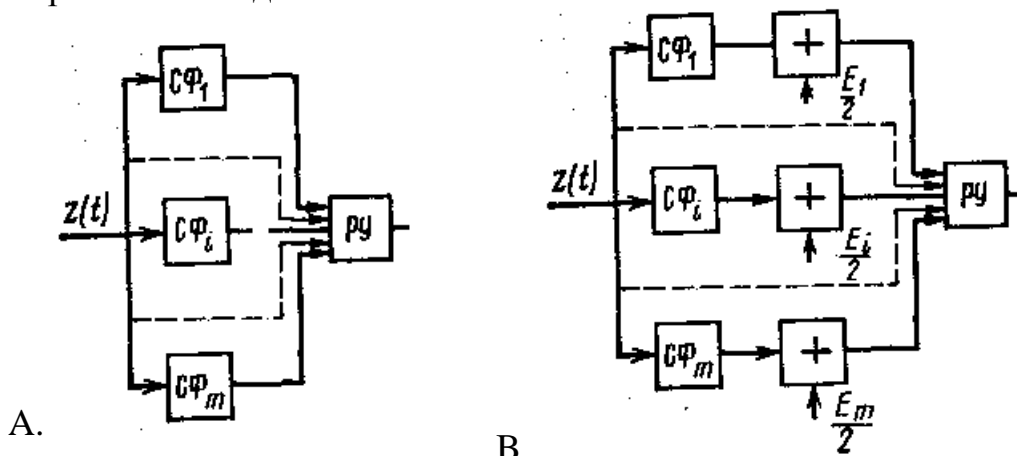
где $\Phi(x)$ - функция Крампа.

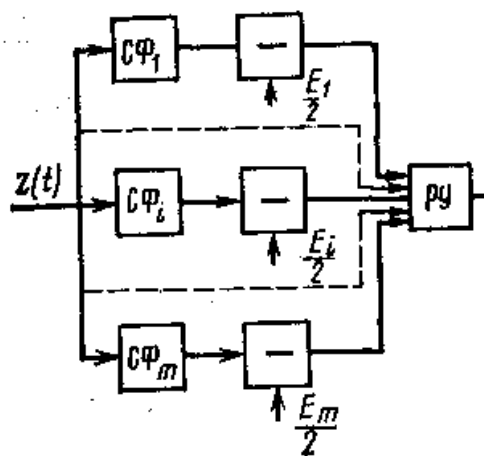
5. При передаче двоичного сообщения с использованием ортогональных сигналов, характеризуемых одинаковой энергией E на фоне шума со односторонней спектральной плотностью мощности N_0 вероятность ошибки определяется выражением

А. $0,5 \cdot \left[1 - \Phi \left(\sqrt{\frac{N_0}{2E}} \right) \right]$. В* $0,5 \cdot \left[1 - \Phi \left(\sqrt{\frac{E}{N_0}} \right) \right]$ С. $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[\frac{N_0}{E} \right]$
 Д. $\frac{E}{E + N_0}$. Е. $0,5 \cdot \left[1 - \Phi(\sqrt{E \cdot N_0}) \right]$,

где $\Phi(x)$ - функция Крампа.

6. Схема оптимального демодулятора сигналов на основе согласованных фильтров имеет вид...





C*

7. При передаче двоичного сообщения в системе с пассивной паузой (т.е. в случае, когда один из двух сигналов имеет энергию E , а другой – $s_2(t) = 0$) при передаче информации на фоне шума со односторонней спектральной плотностью мощности N_0 вероятность ошибки определяется выражением

A. $0,5 \cdot [1 - \Phi(\sqrt{E \cdot N_0})]$. B. $0,5 \cdot [1 - \hat{O}\left(\sqrt{\frac{N_0}{E}}\right)]$ C. $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left[-\frac{N_0}{E}\right]$

D. $\frac{E}{E + N_0}$. E* $0,5 \cdot [1 - \hat{O}\left(\sqrt{\frac{E}{2N_0}}\right)]$, где $\Phi(x)$ - функция Крампа.

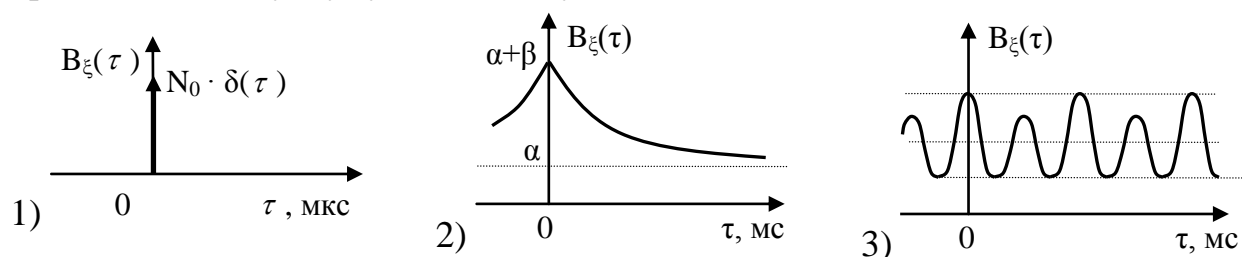
8. Некогерентный прием сигналов отличается от когерентного...

- A. наличием в системе высокоточной синхронизации.
- B* включением в каждую ветвь схемы приемника амплитудного детектора для принятия решения по величине огибающей сигнала.
- C. принятием решения в произвольно выбираемый момент времени.
- D. существенным увеличением вероятности правильного приема символов.

9. Белым шумом называют случайный процесс, обладающий ...

- A. линейно нарастающей спектральной плотностью мощности.
- B. прямоугольной формой корреляционной функции.
- C. постоянной для всех τ корреляционной функцией.
- D* постоянной на всех частотах спектральной плотностью мощности.

10. Среди представленных на рисунках корреляционных функций случайных процессов белому шуму соответствует...



- А* только первая. В. только вторая. С. только третья.
D. первая и вторая. E. вторая и третья. F. первая и третья.

11. Сложными называют сигналы...

- A. которые невозможно сгенерировать генератором гармонических колебаний.
B* с большой базой, у которых произведение длительности на ширину спектра составляет не менее 10.
C. обладающие трудно предсказуемой (случайной) формой.
D. имеющие ширину спектра, существенно превышающую ширину спектра традиционных узкополосных радиотехнических систем.

12. Форма корреляционной функции шума на выходе согласованного фильтра ...

- A* определяется автокорреляционной функции сигнала, с которым согласован этот фильтр.
B. совпадает с формой сигнала, на прием которого настроен этот фильтр.
C. идентична корреляционной функции белого шума.
D. имеет форму квадрата сигнала, с которым этот фильтр согласован.

13. Форма отклика согласованного фильтра на воздействие на его вход сигнала, с которым фильтр согласован определяется ...

- A. формой сигнала, на прием которого настроен этот фильтр.
B. квадратом сигнала, с которым этот фильтр согласован.
C* автокорреляционной функции сигнала, с которым согласован этот фильтр.
D. формой сигнала при условии инвертирования направления оси времени.

14. К числу сравнительно просто формируемых сложных сигналов можно отнести M-последовательности, сформировать которую можно с использованием

- A. генератора гармонических колебаний.
B. усилителя, охваченного петлей положительной обратной связи.
C* регистра сдвига, охваченного петлями обратной связи.
D. аналоговой линии задержки.

15. Критерием оптимальности обработки сигналов в аналоговых системах связи является обеспечение...

- A. точное совпадение сигнала, получаемого в результате фильтрации, с исходным сигналом, формируемым передатчиком системы.
B. максимально достижимой вероятности обнаружения сигнала, излучавшегося передатчиком, на приёмной стороне канала связи.

С* минимизация среднеквадратической погрешности, характеризующей отличие принятого сигнала от сигнала, излучавшегося передатчиком.
D. равенства нулю интенсивности шумовой составляющей обрабатываемой смеси принятого полезного сигнала и шума.

16. Оптимальный фильтр обеспечивает минимум среднеквадратической погрешности приёма сигнала за счет...

A. за счет полного подавления шумовой составляющей обрабатываемой смеси принятого полезного сигнала и шума.

B. за счет максимально возможного усиления наибольших спектральных составляющих полезного сигнала.

C. за счет синфазного сложения спектральных составляющих, относящихся к полезному сигналу.

D* за счет нулевой или линейной ФЧХ фильтра и за счет повышения АЧХ для частот, где отношение сигнал-шум велико, и понижения АЧХ на частотах, где отношение сигнал-шум мало.

17. При приёме случайного полезного сигнала, характеризуемого спектральной плотностью мощности $S(\omega)$, на фоне аддитивного шума, характеризуемого спектральной плотностью мощности $N(\omega)$, комплексный коэффициент передачи оптимального фильтра Колмогорова-Винера определяется выражением

$$\begin{aligned} \text{A. } \dot{K}(\omega) &= S(\omega) / N(\omega). & \text{B* } \dot{K}(\omega) &= \frac{S(\omega)}{S(\omega) + N(\omega)}. & \text{C. } \dot{K}(\omega) &= \frac{N(\omega)}{S(\omega) + N(\omega)}. \\ \text{D. } \dot{K}(\omega) &= \frac{S(\omega) \cdot N(\omega)}{S(\omega) + N(\omega)}. & \text{E. } \dot{K}(\omega) &= \frac{S(\omega) + N(\omega)}{S(\omega) \cdot N(\omega)}. \end{aligned}$$

18. Критерием оптимальности обработки сигналов при цифровой передаче информации в системах связи...

A. минимизация среднеквадратической погрешности отличия принятого сигнала от сигнала, излучавшегося передатчиком.

B* обеспечение максимально возможного отношения сигнал-шум q на выходе оптимального фильтра и, соответственно, на входе порогового устройства в заранее выбранный момент времени

C. максимизация отклика на полезный сигнал на выходе обрабатывающего линейного фильтра.

D. равенства нулю интенсивности шумовой составляющей обрабатываемой смеси принятого полезного сигнала и шума.

19. При обнаружении полностью известного сигнала $u(t)$ на фоне аддитивного белого шума решение следует принимать на основе сравнения в момент времени t_0 с порогом отклика согласованного фильтра, импульсная характеристика которого определяется выражением

$$A^* \quad g_{\dot{N}\dot{O}}(t) = A \cdot u(t_0 - t). \quad B. \quad g_{\dot{N}\dot{O}}(t) = A \cdot u(t). \quad C. \quad g_{\dot{N}\dot{O}}(t) = A \cdot u(t_0). \\ D. \quad g_{\dot{N}\dot{O}}(t) = 1 / u(t_0 - t). \quad E. \quad g_{\dot{N}\dot{O}}(t) = t_0 - u(t)$$

20. При обнаружении на фоне аддитивного белого шума полностью известного сигнала, характеризуемого комплексной спектральной плотностью $\dot{G}_u(\omega)$, решение следует принимать на основе сравнения в момент времени t_0 с порогом отклика согласованного фильтра, комплексный коэффициент передачи которого определяется выражением

$$A. \quad \dot{K}_{\dot{N}\dot{O}}(\omega) = A \cdot |\dot{G}_u(\omega)|^2. \quad B. \quad \dot{K}_{\dot{N}\dot{O}}(\omega) = A / \dot{G}_u(\omega). \\ C. \quad \dot{K}_{\dot{N}\dot{O}}(\omega) = |\dot{G}_u(\omega)|^2 \cdot e^{+j\omega t_0} \quad D^* \quad \dot{K}_{\dot{N}\dot{O}}(\omega) = A \cdot \dot{G}_u(\omega) \cdot e^{-j\omega t_0}$$

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач
Не предусмотрено учебным планом

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач
Не предусмотрено учебным планом

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету
Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Предельно достижимое отношение сигнал/шум на выходе линейной цепи при оптимальном обнаружении сигнала известной формы в условиях действия белого шума (согласованная фильтрация).
2. Согласованный фильтр; импульсная характеристика и комплексный коэффициент передачи согласованного фильтра.
3. Проблема синхронизации при когерентном обнаружении сигнала известной формы. Некогерентное обнаружение сигналов, его достоинства и недостатки.
4. Оптимальное обнаружение сигналов известной формы в условиях действия помехи с произвольной формой спектральной плотности мощности. Оптимальный фильтр и его комплексный коэффициент передачи.
5. Квазиоптимальные фильтры; их достоинства и недостатки в сравнении с согласованными фильтрами.
6. Потенциальная помехоустойчивость при точно известном ансамбле сигналов.
7. Прием радиосигналов в каналах с замираниями
8. Прием сигналов в условиях сосредоточенных и импульсных помех
9. Обнаружение сверхширокополосных радиолокационных сигналов
10. Оптимальное выделение сигналов неизвестной формы в условиях действия помехи с произвольной формой спектральной плотности мощности. Коэффициент передачи оптимального фильтра.

11. Оптимальная фильтрация сигнала неизвестной формы в условиях действия помехи с произвольной формой спектральной плотности мощности. Минимально достижимая среднеквадратическая ошибка фильтрации сигнала.
12. Векторное представление сигнала. Основные характеристики сигнала в функциональном пространстве (расстояние между двумя разными сигналами, угол между векторами этих сигналов, удаление сигнала от начала координат).
13. Функциональное пространство сигналов; размерность пространства. Понятие базы сигнала (ансамбля сигналов).
14. Простые и сложные сигналы. База простого и сложного сигналов. Преимущества и недостатки сложного сигнала по сравнению с простым.
15. Простые и сложные сигналы. Методы формирования сложных сигналов.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен поводится по билетам, каждый из которых содержит два теоретических вопроса, подкрепленных двумя задачами. Каждый из вопросов и задач оценивается в 1 балл.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 1 или 0 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 2 балла.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал 3 балла.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал 4 балла.

7.2.3 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Оптимальный приём радиосигналов и потенциальная помехоустойчивость систем связи	ПК-1, ПК-4	Устный опрос, экзамен
2	Особенности практической реализации приема радиосигналов	ПК-1, ПК-4	Устный опрос, экзамен
3	Сложные сигналы и их применение	ПК-1, ПК-4	Устный опрос, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При преподавании дисциплины «Обнаружение сигналов» в качестве формы оценки знаний студентов используются индивидуальные варианты

заданий на практические и лабораторные занятия, а также задания на зачет/экзамен на бумажном носителе.

Экзаменационный билет включают теоретический вопрос и не менее 2 расчетных задач малой/средней сложности, относящихся к области знаний, определяемой перечнем вопросов к зачету (см. п. 7.2.2).

При проведении экзамена разрешается использование:

- настольных микрокалькуляторов;
- приложения «Инженерный калькулятор» на ПЭВМ (при проведении зачета в аудитории, содержащей вычислительную технику)

Использование конспектов лекций или учебной литературы в любой форме, а также мобильных телефонов, планшетов, ноутбуков и/или иных устройств, предоставляющих беспроводную связь, не допускается.

Время подготовки к ответу по заданию составляет 45 мин. Затем осуществляется проверка уровня подготовки в ходе устной беседы с экзаменатором, на которую отводится до 15 минут, и выставляется оценка в соответствии с требованиями из п. 7.1.2.

8. УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Токарев А.Б. Теория вероятностей и случайные процессы в радиотехнике. Часть 2: учеб. пособие. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
2. Лебедько Е.Г. Теоретические основы передачи информации / Е.Г. Лебедько – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 352 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1543
3. Методические указания по курсу "Обнаружение сигналов" для студентов специальности 210400 "Радиотехника" заочной формы обучения / Каф. радиотехники; Сост.: А.Б.Токарев. - Воронеж: ВГТУ, 2014.291-2014

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Специализированное ПО, разработанное на кафедре радиотехники ВГТУ, для проведения комплекса лабораторных работ по курсам «Теория вероятностей и случайные процессы в радиотехнике» и «Обнаружение сигналов».

Офисный пакет приложений MicroSoftOffice, Веб-браузер Internet Explorer; Open Office Text; Open Office Calc. Свободно распространяемое ПО. Научная электронная библиотека eLibrary (www.elibrary.ru)

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Дисплейный класс № 219, оснащенный 12 персональными компьютерами со специализированными программными средствами для проведения лабораторных работ, разработанными на кафедре радиотехники ВГТУ.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Обнаружение сигналов» читаются лекции и проводятся лабораторные занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные занятия проводятся в режиме моделирования на ПЭВМ процессов приема различных по характеристикам сигналов, действующих на фоне типовых шумов, наблюдаемых в радиотехнических цепях. Лабораторные работы направлены на наглядное изучение методов фильтрации и приёма сигналов в цифровых и аналоговых системах передачи информации.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой индивидуальных контрольных работ, устным опросом при защите результатов лабораторных работ. Освоение дисциплины оценивается на экзамене (6 семестр).

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью словарей и справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, практическом или лабораторном занятии.
Лабораторные занятия	Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение теоретических материалов и подготовка домашних заданий к лабораторным работам. Выполнение исследований; при этом особое внимание следует уделить выявлению взаимосвязей между изменением параметров случайных процессов и/или обрабатывающих их цепей и статистическими характеристиками наблюдаемых СП.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, решение задач на практических занятиях и исследование случайных процессов на лабораторных занятиях.

При наличии среди обучающихся студентов-инвалидов и лиц с ОВЗ особенности изучения ими дисциплины согласуются с преподавателем в индивидуальном порядке.