

**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 /
« 19 » июня 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)**

Б1.В.ДВ.06.02 «Обнаруживание и фильтрация сигналов при неразрушающем контроле»

Направление подготовки (специальность) 12.03.01 – Приборостроение

Профиль (специализация) Приборостроение

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 месяцев

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2020 г.

Автор программы _____ / Астахов Н.В. /

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры _____ / Башкиров А.В. /

Руководитель ОПОП _____ / Муратов А.В. /

Воронеж 2020

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины

Состоит в изучении методов обработки и анализа сигналов с целью их обнаружение на фоне помех, методов оценки параметров полезных сигналов, методов построения и оптимизации алгоритмов обработки сигналов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучение методов обнаружения и фильтрации сигналов, изучение оптимальных фильтров для типовых одиночных сигналов и импульсных последовательностей, освоение теории электрических машин постоянного и переменного тока и их конструктивные исполнения, освоение методов построения и оптимизации алгоритмов обработки сигналов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Обнаруживание и фильтрация сигналов при неразрушающем контроле» относится к дисциплинам по выбору части блока Б.1 учебного плана.

В рамках дисциплины студенты изучают формы представления и модели детерминированных сигналов, методы и средства обнаружения и фильтрации сигналов при неразрушающем контроле, применение современных методов оптимального обнаружения в задачах измерения.

Важное место в курсе занимают лабораторные и практические работы студентов, в ходе которых исследуются магнитные цепи, двигатели постоянного тока.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Обнаруживание и фильтрация сигналов при неразрушающем контроле» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 – способность осуществлять технический контроль производства приборов, включая внедрение систем менеджмента качества;

ПК-5 – способность выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	<u>Знать:</u> методику проведения патентного поиска по ключевым словам, авторам; методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критиче-

	ский анализ по синтезу и исследованию датчикообразующей и измерительной аппаратуры.
	<u>Уметь:</u> организовывать собственную деятельность, определять методы решения профессиональных задач; оценивать их эффективность и качество; использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.
	<u>Владеть:</u> проведения компьютерного моделирования; обработки и представления полученных результатов исследования; библиографической работы, с привлечением современных информационных технологий; анализа научной информации
ПК-5	<u>Знать:</u> методы обнаружения и фильтрации сигналов
	<u>Уметь:</u> оценивать характеристики обнаружения
	<u>Владеть:</u> основами проектирования, расчета и компьютерного моделирования систем обнаружения и фильтрации сигналов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Обнаруживание и фильтрация сигналов при неразрушающем контроле» составляет 6 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	90		90
В том числе:			
Лекции	36		36
Практические занятия (ПЗ)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	36		36
Самостоятельная работа	99		99
Курсовая работа	6		6
Контроль	27		27
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой	-		-
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+	-	+
Общая трудоемкость час	216		189
экзамен. ед.			27

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	16		16
В том числе:			
Лекции	4		4

Практические занятия (ПЗ)	4		4
Лабораторные работы (ЛР)	8		8
Самостоятельная работа	191		191
Курсовая работа	4		4
Контроль	9		9
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой	-		-
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+		+
Общая трудоемкость	час	216	207
	зач. ед.	6	
	экзамен. ед.		9

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Описание и представление сигналов, шумов и помех	Введение. Предмет дисциплины и ее задачи. Структура, содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Формы представления и модели детерминированных сигналов. Типовые сигналы и помехи.	4	2	4	11	21
2	Описание детерминированных сигналов.	Методы описания детерминированных сигналов. Временное и частотное представление сигналов. Спектры типовых периодических и непериодических сигналов. Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова. Квантование. Шумы квантования. Основные модели сигналов. Корреляционная функция детерминированных сигналов.	4	2	4	11	21
3	Основные свойства случайных процессов	Случайные функции и процессы. Плотности распределения вероятностей и функции распределения. Характеристические функции. Моментные функции. Корреляционная функция случайного процесса и ее свойства. Стационарные и нестационарные случайные процессы. Эргодическая гипотеза. Комплексный спектр и спектральная плотность. Теорема Хинчина-Винера.	4	2	4	11	21
4	Помехи и их классификация.	Шумовые помехи. Белый шум. Узкополосные случайные процессы. Корреляционные функции и спектральные плотности шумов различных видов.	4	2	4	11	21
5	Корреляционные приемники обнаружения	Линейные и нелинейные системы. Методы описания систем. Комплексный коэффициент передачи, передаточная функция, импульсная и переходная характеристики. Характеристики нелинейных систем. Структура оптимального приемника обнаружения. Ошибки обнаружения. Функция и отношение правдоподобия. Характеристики обнаружения. Критерии оптимального обнаружения.	4	2	4	11	21
6	Корреляционный	Характеристики обнаружения в зависи-	4	2	4	11	21

	прием типовых сигналов.	мости от априорной информации о сигнале. Корреляционный прием сигналов со случайными параметрами. Реализация основных узлов корреляционных приемников.					
7	Приемники обнаружения с оптимальным фильтром	Постановка задачи фильтрации. Оптимальные фильтры устройств обнаружения. Оптимальный фильтр и корреляционный приемник. Оптимальная фильтрация по критерию минимума среднеквадратичной ошибки. Синтез оптимальных фильтров. Оптимальные фильтры для типовых одиночных сигналов и импульсных последовательностей.	4	2	4	11	21
8	Применение современных методов оптимального обнаружения в задачах измерения	Структура и разрешающая способность сигналов. База сигналов. Простые и сложные сигналы. Применение сигналов с линейной частотной модуляцией и фазоманипулированных сигналов.	4	2	4	11	21
9	Тенденции развития теории и техники обработки сигналов	Типовые двоичные и троичные последовательности для создания псевдослучайных зондирующих воздействий. Приемники обнаружения для псевдослучайных сигналов. Основные тенденции развития теории и техники обработки сигналов.	4	2	4	11	21
Итого:			36	18	36	99	189

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Описание и представление сигналов, шумов и помех Основные свойства случайных процессов	Введение. Предмет дисциплины и ее задачи. Структура, содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Формы представления и модели детерминированных сигналов. Типовые сигналы и помехи. Методы описания детерминированных сигналов. Временное и частотное представление сигналов. Спектры типовых периодических и непериодических сигналов. Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова. Квантование. Шумы квантования. Основные модели сигналов. Корреляционная функция детерминированных сигналов.	2	2	4	91	99
3	Приемники обнаружения с оптимальным фильтром. Применение современных методов оптимального обнаружения в задачах измерения.	Постановка задачи фильтрации. Оптимальные фильтры устройств обнаружения. Оптимальный фильтр и корреляционный приемник. Оптимальная фильтрация по критерию минимума среднеквадратичной ошибки. Синтез оптимальных фильтров. Оптимальные фильтры для типовых одиночных сигналов и импульсных последовательностей.	2	2	4	100	108
Итого:			4	4	8	191	207

5.2 Перечень лабораторных работ

Очная форма обучения

Лабораторная работа №1 Моделирование сигналов и помех, действующих в системах обнаружения и фильтрации.

Лабораторная работа №2 Моделирование корреляторов.

Лабораторная работа №3 Моделирование приемников обнаружения одиночных импульсов на основе согласованных фильтров.

Лабораторная работа №4 Моделирование согласованных фильтров.

Лабораторная работа №5 Моделирование приемников обнаружения одиночных импульсов на основе корреляторов.

Лабораторная работа №6 Моделирование системы анализа работы приемника обнаружения

Лабораторная работа №7 Моделирование устройств оптимального суммирования для приемников обнаружения пачки импульсов.

Заочная форма обучения

Лабораторная работа №1 Моделирование сигналов и помех, действующих в системах обнаружения и фильтрации.

Лабораторная работа №2 Моделирование корреляторов.

Лабораторная работа №3 Моделирование приемников обнаружения одиночных импульсов на основе согласованных фильтров.

Лабораторная работа №4 Моделирование согласованных фильтров.

Лабораторная работа №5 Моделирование приемников обнаружения одиночных импульсов на основе корреляторов.

Лабораторная работа №6 Моделирование системы анализа работы приемника обнаружения

5.2 Перечень практических работ

Очная форма обучения

Пр.р. №1. Моделирование корреляционного приемника обнаружения одиночного видеоимпульса

Пр.р.№2. Моделирование корреляционного приемника обнаружения пачки видеоимпульсов

Пр.р.№3. Моделирование приемника обнаружения для фазоманипулированных сигналов.

Пр.р.№4. Исследование вероятностей правильного решения и ошибок приемников обнаружения.

Пр.р.№5. Исследование характеристик обнаружения согласованного фильтра для пачки видеоимпульсов

Пр.р. №6. Исследование характеристик обнаружения согласованного фильтра для одиночного видеоимпульса

Пр.р. №7. Исследование характеристик обнаружения корреляционного приемника для одиночного радиоимпульса

Заочная форма обучения

Пр.р. №1. Моделирование корреляционного приемника обнаружения одиночного видеоимпульса

Пр.р. №2. Исследование характеристик обнаружения согласованного фильтра для одиночного видеоимпульса

Пр.р. №3. Исследование характеристик обнаружения корреляционного приемника для одиночного радиоимпульса

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

6.1 Темы курсовых работ

1. Моделирование корреляционного приемника обнаружения одиночного видеоимпульса (параметры импульса варьируются).
2. Моделирование корреляционного приемника обнаружения одиночного радиоимпульса (параметры импульса варьируются).
3. Моделирование корреляционного приемника обнаружения пачки видеоимпульсов (параметры сигнала варьируются).
4. Моделирование корреляционного приемника обнаружения пачки радиоимпульсов (параметры сигнала варьируются).
5. Моделирование приемника обнаружения с согласованным фильтром для одиночного видеоимпульса (параметры импульса варьируются).
6. Моделирование приемника обнаружения с согласованным фильтром для одиночного радиоимпульса (параметры импульса варьируются).
7. Моделирование приемника обнаружения с согласованным фильтром для пачки видеоимпульсов (параметры сигнала варьируются).
8. Моделирование приемника обнаружения с согласованным фильтром для фазоманипулированного сигнала (параметры сигнала варьируются).
9. Исследование характеристик обнаружения корреляционного приемника для одиночного видеоимпульса (параметры импульса варьируются).
10. Исследование характеристик обнаружения корреляционного приемника для одиночного радиоимпульса (параметры импульса варьируются).
11. Исследование характеристик обнаружения корреляционного приемника для пачки видеоимпульсов (параметры сигнала варьируются).
12. Исследование характеристик обнаружения корреляционного приемника для пачки радиоимпульсов (параметры сигнала варьируются).

13. Исследование характеристик обнаружения согласованного фильтра для одиночного видеоимпульса (параметры импульса варьируются).

14. Исследование характеристик обнаружения согласованного фильтра для одиночного радиоимпульса (параметры импульса варьируются).

15. Исследование характеристик обнаружения согласованного фильтра для пачки видеоимпульсов (параметры сигнала варьируются).

16. Исследование характеристик обнаружения согласованного фильтра для пачки радиоимпульсов (параметры сигнала варьируются).

17. Исследование характеристик обнаружения согласованного фильтра для фазоманипулированного сигнала (параметры сигнала варьируются).

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-3	<u>Знать</u> : методы обнаружения и фильтрации сигналов; методы анализа, фильтрации, обнаружения и оценки параметров сигналов в различных технических системах	Активная работа на лабораторных, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<u>Уметь</u> : оценивать характеристики обнаружения; выбирать оптимальные алгоритмы и рассчитывать характеристики обнаружения сигналов и дефектов, их порождающих, на фоне помех; оценивать достижимую точность измерения параметров сигналов	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<u>Владеть</u> : основами проектирования, расчета и компьютерного моделирования систем обнаружения	Решение стандартных прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	ружения и фильтрации сигналов; методами аппаратного и программного определения числовых характеристик случайных процессов; методами фильтрации сигналов и способами оценки качества фильтрации	ной области	ный в рабочих программах	ный в рабочих программах
--	--	-------------	--------------------------	--------------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 и 5 семестрах для очной и заочной форм обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-4	<u>Знать:</u> методику проведения патентного поиска по ключевым словам, авторам; методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критический анализ по синтезу и исследованию датчикообразующей и измерительной аппаратуры.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<u>Уметь:</u> организовывать собственную деятельность, определять методы решения профессиональных задач; оценивать их эффективность и качество; использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<u>Владеть:</u> проведения компьютерного моделирования; обработки и представления полученных результатов исследования; библиографической работы, с привлечением современных информационных технологий; анализа научной информации	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-5	<u>Знать:</u> методы обнаружения и фильтрации сигналов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<u>Уметь:</u> оценивать характеристики обнаружения	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% пра-

				80-90%		вильных ответов
	<u>Владеть</u> : основами проектирования, расчета и компьютерного моделирования систем обнаружения и фильтрации сигналов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные 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 Какие частоты содержатся в спектре периодического сигнала?
 - а) частоты определенного диапазона;
 - б) только частоты, кратные частоте повторения;
 - в) несущая частота и две боковые;
 - г) все частоты
- 2 Какие частоты содержатся в спектре непериодического сигнала?
 - а) все частоты в пределах определенного диапазона;
 - б) только частоты, кратные частоте повторения;
 - в) несущая частота и две боковые;
 - г) все частоты.
- 3 Какие частоты содержатся в спектре амплитудно-модулированного сигнала?
 - а) все частоты в пределах определенного диапазона;
 - б) только частоты, кратные частоте повторения;
 - в) несущая частота и две боковые; г) все частоты.
- 4 Какая функция обладает равномерным спектром?
 - а) функция включения;
 - б) дельта-функция;
 - в) сигма-функция;
 - г) периодическая функция
- 5 Какая последовательность сигналов называется некогерентной?
 - а) последовательность сигналов с переменной амплитудой;
 - б) последовательность сигналов с переменной энергией;
 - в) последовательность сигналов с переменной начальной фазой;
 - г) последовательность сигналов с переменной частотой.
- 6 Какой шум называется белым?
 - а) шум, не загрязненный сигналом;
 - б) шум, частоты которого располагаются в видимой части спектра;
 - в) шум с постоянной во всем диапазоне частот спектральной плотностью;
 - г) шум с постоянной в полосе пропускания приемника спектральной плотностью.
- 7 Какое из понятий «эргодичность» и «стационарность» более общее?
 - а) стационарность;
 - б) эргодичность;
 - в) понятия равноправные;
 - г) понятия не сопоставимые
- 8 Как изменяется взаимосвязь близких по времени значений случайного сигнала с уменьшением интервала корреляции?
 - а) возрастает;
 - б) убывает;

- в) не изменяется.
- 9 Как изменяется ширина спектра случайного сигнала с уменьшением интервала корреляции?
 а) возрастает;
 б) убывает;
 в) не изменяется.
- 10 Какой из принципов используется в приемниках обнаружения?
 а) вычисление корреляционной функции сигнала;
 б) вычисление автокорреляционной функции сигнала;
 в) вычисление спектра сигнала;
 г) вычисление спектральной плотности сигнала.
- 11 К чему приводит увеличение порога обнаружения?
 а) к увеличению вероятности пропуска сигнала;
 б) к увеличению вероятности правильного обнаружения сигнала;
 в) к увеличению вероятности правильного решения.
- 12 В каком случае целесообразно использовать корреляционный приемник с квадратурными каналами?
 а) для обнаружения сигнала с неизвестным временем прихода;
 б) для обнаружения сигнала с неизвестной начальной фазой несущего колебания;
 в) для обнаружения сигнала с неизвестной амплитудой;
 г) для обнаружения сигналов с известным во времени изменением параметров.
- 13 В каком случае целесообразно использовать корреляционный принцип обнаружения?
 а) для обнаружения сигнала с неизвестным временем прихода;
 б) для обнаружения сигнала с неизвестной начальной фазой несущего колебания;
 в) для обнаружения сигнала с неизвестной амплитудой;
 г) для обнаружения сигналов с известным во времени изменением параметров.
- 14 В какой момент времени реакция приемника обнаружения на входной сигнал максимальна?
 а) в конце действия сигнала;
 б) в начале действия сигнала;
 в) в середине действия сигнала.
- 15 Что называется переходной характеристикой системы?
 а) реакция системы на единичное возмущение;
 б) реакция системы на возмущение в виде функции выборки (δ -функция);
 в) реакция системы на гармоническое возмущение;
 г) отношение выходной величины системы к входной в операторной форме;
 д) отношение спектров выходной величины системы и входной в широком диапазоне частот;
 е) зависимость выходной величины системы от входной в статическом режиме;
 ж) зависимость выходной величины системы от входной в динамическом режиме.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

- 1 Что называется переходной характеристикой системы?
 а) реакция системы на единичное возмущение;
 б) реакция системы на возмущение в виде функции выборки (δ -функция);
 в) реакция системы на гармоническое возмущение;
 г) отношение выходной величины системы к входной в операторной форме;
 д) отношение спектров выходной величины системы и входной в широком диапазоне частот;
 е) зависимость выходной величины системы от входной в статическом режиме;
 ж) зависимость выходной величины системы от входной в динамическом режиме.
- 2 Что называется передаточной функцией?

- а) реакция системы на единичное возмущение;
б) реакция системы на возмущение в виде функции выборки (δ -функция);
в) реакция системы на гармоническое возмущение;
г) отношение выходной величины системы к входной в операторной форме;
д) отношение спектров выходной величины системы и входной в широком диапазоне частот;
е) зависимость выходной величины системы от входной в статическом режиме;
ж) зависимость выходной величины системы от входной в динамическом режиме.
- 3 Что называется функцией преобразования?
а) реакция системы на единичное возмущение;
б) реакция системы на возмущение в виде функции выборки (δ -функция);
в) реакция системы на гармоническое возмущение;
г) отношение выходной величины системы к входной в операторной форме;
д) отношение спектров выходной величины системы и входной в широком диапазоне частот;
е) зависимость выходной величины системы от входной в статическом режиме;
ж) зависимость выходной величины системы от входной в динамическом режиме.
- 4 Что называется импульсной характеристикой?
а) реакция системы на единичное возмущение;
б) реакция системы на возмущение в виде функции выборки (δ -функция);
в) реакция системы на гармоническое возмущение;
г) отношение выходной величины системы к входной в операторной форме;
д) отношение спектров выходной величины системы и входной в широком диапазоне частот;
е) зависимость выходной величины системы от входной в статическом режиме;
ж) зависимость выходной величины системы от входной в динамическом режиме.
- 5 Что называется комплексным коэффициентом передачи?
а) реакция системы на единичное возмущение;
б) реакция системы на возмущение в виде функции выборки (δ -функция);
в) реакция системы на гармоническое возмущение;
г) отношение выходной величины системы к входной в операторной форме;
д) отношение спектров выходной величины системы и входной в широком диапазоне частот;
е) зависимость выходной величины системы от входной в статическом режиме;
ж) зависимость выходной величины системы от входной в динамическом режиме.
- 6 От чего не зависит энергия сигнала?
а) от спектральной плотности сигнала;
б) от фазового спектра сигнала;
в) от энергетического спектра сигнала.
- 7 Что такое отношение сигнал/шум?
а) отношение амплитуды сигнала к амплитуде шума;
б) отношение спектральной плотности сигнала к дисперсии шума;
в) отношение энергии сигнала к спектральной плотности шума.
- 8 Сумма каких вероятностей равна единице?
а) вероятности правильного обнаружения и вероятности ложного обнаружения;
б) вероятности правильного обнаружения и вероятности пропуска;
в) вероятности правильного необнаружения и вероятности правильного обнаружения.
- 9 Что характеризует функция правдоподобия?
а) степень соответствия между принятым колебанием и всеми возможными сигналами;
б) вероятность правильного обнаружения сигнала;

- в) достоверность принятия решения о приеме сигнала
- 10 На что влияет выбор критерия обнаружения сигнала?
 а) на структуру оптимального приемника обнаружения;
 б) на допустимую степень искажения формы принятого сигнала;
 в) на значение порога обнаружения.
- 11 Какой из критериев обнаружения позволяет в среднем сократить время анализа?
 а) критерий Байеса;
 б) критерий минимума среднего риска;
 в) критерий идеального наблюдателя;
 г) критерий последовательного наблюдателя.
- 12 В каком случае целесообразно использовать для обнаружения принцип согласованной фильтрации?
 а) для обнаружения сигнала с неизвестным временем прихода;
 б) для обнаружения сигнала с неизвестной начальной фазой несущего колебания;
 в) для обнаружения сигнала с неизвестной амплитудой;
 г) для обнаружения сигналов с известным во времени изменением параметров
- 13 Какой должна быть форма импульсной характеристика согласованного фильтра?
 а) повторять форму спектра сигнала;
 б) повторять форму сигнала;
 в) быть зеркальной по отношению к форме сигнала;
 г) быть зеркальной по отношению к спектру сигнала.
- 14 Какой должна быть форма частотной характеристики согласованного фильтра?
 а) повторять форму спектра сигнала;
 б) повторять форму сигнала;
 в) быть зеркальной по отношению к форме сигнала;
 г) быть зеркальной по отношению к спектру сигнала.
- 15 Что позволяет обеспечить приемник обнаружения?
 а) максимальное отношение амплитуд сигнала и шума;
 б) максимальное отношение спектральных плотностей сигнала и шума;
 в) максимальное отношение энергий сигнала и шума;
 г) максимальное отношение спектральной плотности сигнала к энергии шума; д) максимальное отношение энергии сигнала к спектральной плотности шума; е) минимальное искажение формы сигнала.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- 1 Как соотносятся длительности реакции на сигнал у корреляционного приемника и согласованного фильтра?
 а) одинаковы;
 б) больше у корреляционного приемника;
 в) больше у фильтра.
- 2 Что обеспечивает приемник обнаружения?
 а) максимальное подавление шума;
 б) минимальное искажение сигнала;
 в) максимальное значение отношения сигнал шум на выходе приемника;
 г) максимальное значение отношения сигнал шум на входе приемника.
- 3 Какие частоты выделяет согласованный фильтр из принятого колебания?
 а) частоты характерные для спектра сигнала;
 б) частоты характерные для спектра шума;
 в) частоты отсутствующие в спектре сигнала;
 г) частоты отсутствующие в спектре шума.
- 4 Какой должна быть фазо-частотная характеристика согласованного фильтра?
 а) совпадать с фазовым спектром сигнала;

- б) быть зеркальным по отношению к фазовому спектру сигнала;
в) совпадать с фазовым спектром шума.
- 5 Каким должен быть комплексный коэффициент передачи согласованного фильтра?
а) совпадать со спектром сигнала;
б) быть зеркальным по отношению к форме спектра сигнала;
в) быть комплексно-сопряженным со спектром сигнала.
- 6 Какую задачу решает отбеливатель в приемнике обнаружения?
а) исключает из принятого колебания частоты сигнала;
б) исключает из принятого колебания частоты шума;
в) обеспечивает постоянную во всем диапазоне частот спектральную плотность шума;
г) обеспечивает постоянную в полосе пропускания приемника спектральную плотность шума.
- 7 В каких случаях применяют отбеливатель в приемнике обнаружения?
а) всегда;
б) при наличии шума с постоянной в диапазоне частот спектральной плотностью;
в) при наличии шума с переменной в диапазоне частот спектральной плотностью;
г) при сигнале с постоянной в диапазоне частот спектральной плотностью;
д) при сигнале с переменной в диапазоне частот спектральной плотностью.
- 8 Что эффективнее при приеме некогерентной пачки импульсов?
а) увеличение энергии каждого импульса;
б) увеличение числа импульсов в пачке при той же, что и в п.а) энергии всей пачки импульсов;
в) эффективность одинакова в случаях а) и б).
- 9 Что эффективнее при приеме когерентной пачки импульсов?
а) увеличение энергии каждого импульса;
б) увеличение числа импульсов в пачке при той же, что и в п.а) энергии всей пачки импульсов;
в) эффективность одинакова в случаях а) и б).
- 10 Что из ниже перечисленного не используется для декорреляции помех?
а) изменение частоты зондирующих колебаний;
б) сканирование;
в) многократное повторение процесса;
г) изменение режима воздействия на объект контроля.
- 11 Какие из перечисленных устройств не используются в устройствах оптимального суммирования?
а) рециркулятор;
б) гребенчатый фильтр;
в) линия задержки;
г) дифференциатор.
- 12 В каком случае необходимо применение накопителя в приемнике обнаружения?
а) при приеме пачки импульсов;
б) при приеме одиночного видеосигнала;
в) при приеме одиночного радиосигнала;
г) при приеме гармонического сигнала.
- 13 Как изменяется вероятность правильного обнаружения сигнала с увеличением отношения сигнал/шум?
а) возрастает;
б) убывает;
в) не изменяется.
- 14 Какой должна быть амплитудно-частотная характеристика квазиоптимального согласованного фильтра?

- а) повторять форму спектра сигнала;
 - б) быть зеркальной по отношению к спектру сигнала;
 - в) совпадать по ширине полосы частот со спектром сигнала.
- 15 Для каких целей не используют дифференциальные преобразователи?
- а) для компенсации влияния температуры на результат преобразования;
 - б) для линеаризации характеристики;
 - в) для дифференцирования сигналов.
- 16 По какому признаку сигналы разделяются на простые и сложные?
- а) по ширине спектра;
 - б) по соотношению ширины спектра и длительности;
 - в) по наличию модуляции.
- 17 Что такое база сигнала?
- а) произведение длительности сигнала на ширину его спектра;
 - б) длительность сигнала;
 - в) вид модуляции сигнала.
- 18 Какие из сигналов обеспечивают достижение наилучшего отношения сигнал/шум?
- а) сигналы с линейной частотной модуляцией;
 - б) фазоманипулированные сигналы;
 - в) сигналы с амплитудной модуляцией;
 - г) сигналы в виде пачки импульсов.
- 19 Как изменяется частота несущего колебания в импульсах фазоманипулированных сигналов?
- а) возрастает по линейному закону;
 - б) случайным образом;
 - в) убывает по линейному закону;
 - г) не изменяется.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Постановка задачи оптимального обнаружения. Помехоустойчивость
2. Зондирующие воздействия, сигналы и помехи в неразрушающем контроле
3. Обобщенная структурная схема дефектоскопа
4. Описание сигналов в частотной области. Спектры и энергия сигналов
5. Представление сигналов во временной области. Равенство Парсевала
6. Теорема Котельникова. Корреляционные функции сигналов
7. Характеристики случайных процессов, величин и событий
8. Стационарные и эргодические процессы и их характеристики
9. Частотные характеристики случайных процессов. Теорема Хинчина-Винера
10. Корреляционная и ковариационная функции. Интервал корреляции
11. Свойства белого шума
12. Бинарное обнаружение и его характеристики
13. Функция и отношение правдоподобия
14. Критерии оптимальности обнаружения
15. Особенности принятия решений о наличии или отсутствии дефектов при условии действия шумов и помех
16. Структурная схема приемника обнаружения и ее обоснование
17. Характеристики обнаружения
18. Обнаружение сигналов с полностью известными параметрами
19. Обнаружение сигналов со случайной начальной фазой несущего колебания
20. Обнаружение сигналов со случайной амплитудой
21. Обнаружение сигналов с неизвестным временем прихода
22. Общие свойства корреляционных приемников обнаружения
23. Частотные и временные динамические характеристики четырехполосников
24. Взаимосвязь частотных и временных характеристик четырехполосников
25. Частотные характеристики оптимальных фильтров
26. Временные характеристики оптимальных фильтров
27. Обнаружение сигналов на фоне небелого шума
28. Оптимальный фильтр для одиночного импульса
29. Обнаружение одиночного импульса на фоне низкочастотного шума
30. Обнаружение одиночного импульса на фоне высокочастотного шума.
31. Простые и сложные сигналы.
32. Обнаружение сигналов с линейной частотной модуляцией.
33. Виды фазоманипулированных сигналов.
34. Обнаружение фазоманипулированных сигналов.
- 35 Структурная схема дефектоскопа, использующего принципы оптимального обнаружения сигналов

7.2.5 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 15 вопросов, 15 вопросов для решения стандартных задач и 19 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 49.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 15 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 15 до 25 баллов.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 25 до 40 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 40 до 49 баллов.

7.2.6 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Описание и представление сигналов, шумов и помех	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
2	Методы и средства обнаружения и фильтрации сигналов при неразрушающем контроле	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
	Моделирование корреляционного приемника обнаружения пачки видеоимпульсов. Применение сигналов с линейной частотной модуляцией и фазоманипулированных сигналов.	ПК-5	Тест, зачет, устный опрос
	Моделирование устройств оптимального суммирования для приемников обнаружения пачки импульсов. Простые и сложные сигналы. Применение сигналов с линейной частотной модуляцией и фазоманипулированных сигналов.	ПК-5	Тест, зачет, устный опрос

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется

проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1. Основная литература

1. Федосов, В. П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW / В. П. Федосов, А. К. Нестеренко; Фесова В. П. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 472с.
2. Костров, Б. В. Основы цифровой передачи и кодирования информации / Б. В. Костров. - М.: ТехБук, 2007. - 192с.
3. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов : Учебник / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2007. - 751с. - (Учебник для вузов).
4. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. Учебник для вузов. - М.: Радиотехника, 2004. 320 с.

8.1.2. Дополнительная литература

1. Мишин В.А., Шишкин В.В., Крысин Ю.М., Цыпин Б.В., Ярушкина Н.Г. Диагностика измерительно-вычислительных и управляющих систем. Учебное пособие, рекомендовано УМО. Ульяновск: УлГТУ, 2005.
2. Нефедьев Д.И., Мясникова М.Г., Козлов В.В., Цыпин Б.В. Цифровая обработка измерительной информации. Методические указания. - Пенза: Издательство ПГУ, 2006.

8.1.3 Программное обеспечение и интернет ресурсы

1. **Google Scholar** [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://scholar.google.com>, свободный. – Загл. с экрана. (поисковая система, разработанная специально для студентов, ученых и исследователей, предназначена для поиска информации в онлайн-официальных журналах и материалах, прошедших экспертную оценку).
2. Библиофонд/[Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.bibliofond.ru> свободный. – Загл. с экрана. (Электронная библиотека).
3. **РИБК** [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.ribk.net>, свободный. – Загл. с экрана. (портал "Российского информационно-библиотечного консорциума" предоставляет возможность расширенного поиска библиографических данных и полнотекстовых ресурсов в электронных каталогах пяти крупнейших библиотек России: Всероссийской государственной библиотеке иностранной литературы им. М.И. Рудомино, Научной библиотеке МГУ им. Ломоносова, Парламентской библиотеке, Российской государственной библиотеке, Российской национальной библиотеке)

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

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением и видеопроектор с экраном, ауд. 226/3.

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

По дисциплине «Обнаруживание и фильтрация сигналов при неразрушающем контроле» читаются лекции, проводятся лабораторные и практические занятия.

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);

- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, 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 или на практическом занятии.
Подготовка к дифференцированному зачету и экзамену	При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины
«Обнаруживание и фильтрация сигналов при неразрушающем контроле»

Направление подготовки (специальность) 12.03.01 «Приборостроение»
Профиль (специализация) «Приборостроение»

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 месяцев

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2020 г.

Цель изучения дисциплины: и з у ч е н и е методов о б р а – б о т к и и анализа сигналов с целью их обнаружение на фоне помех, методов оценки параметров полезных сигналов, методов построения и оптимизации алгоритмов обработки сигналов

Задачи изучения дисциплины:

Изучение методов обнаружения и фильтрации сигналов, изучение оптимальных фильтров для типовых одиночных сигналов и импульсных последовательностей, освоение теории электрических машин постоянного и переменного тока и их конструктивные исполнения, освоение методов построения и оптимизации алгоритмов обработки сигналов.

Перечень формируемых компетенций:

ПК-4 – способность осуществлять технический контроль производства приборов, включая внедрение систем менеджмента качества;

ПК-5 – способность выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.

Общая трудоемкость дисциплины ЗЕТ: 6 з.е.

Форма итогового контроля по дисциплине: экзамен
(зачет, зачет с оценкой, экзамен)