

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
В. А. Небольсин
« 31 » августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«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 2021 г.

Автор программы _____ / Астахов Н.В. /

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

Руководитель ОПОП _____ / Турецкий А.В. /

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины

Состоит в изучении методов обработки и анализа сигналов с целью их обнаружения 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 части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) 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 критический анализ по синтезу и исследованию датчикообразую-

	щей 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 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	63	63
Курсовая работа	+	+
Контроль	27	27
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+	+
Общая трудоемкость час	180	180
зач. ед.	5	5

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		10
Аудиторные занятия (всего)	14	14
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	8	8

Самостоятельная работа	157	157
Курсовая работа	5	5
Контроль	9	9
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+	+
Общая трудоемкость	час	180
	зач. ед.	5
		180
		5

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 сигнала, 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	7	17
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	7	17
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	7	17
4	Помехи и их классификация.	Шумовые помехи. Белый шум. Узкополосные случайные процессы. Корреляционные функции и спектральные плотности шумов различных видов.	4	2	4	7	17
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	7	17
6	Корреляционный прием типовых сигналов.	Характеристики обнаружения в зависимости от априорной информации о сигнале. Корреляционный прием сигналов со случайными параметрами. Реализация основных узлов корреляционных приемников.	4	2	4	7	17
7	Приемники обнаружения	Постановка задачи фильтрации. Опти-	4	2	4	7	17

	ружения с оптимальным фильтром	мальные 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.					
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	7	17
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	7	17
Итого:			36	18	36	63	153

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	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.	1	1	2	18	22
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.	0	0	0	18	18
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.	0	0	0	18	18
4	Помехи и их классификация.	Шумовые помехи. Белый шум. Узкополосные случайные процессы. Корреляционные функции и спектральные плотности шумов различных видов.	0	0	0	18	18
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.	1	1	2	18	22
6	Корреляционный прием типовых сигналов.	Характеристики обнаружения в зависимости от априорной информации о сигнале. Корреляционный прием сигналов со случай-	0	0	0	18	18

		ными 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.	1	0	2	18	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.	0	0	0	13	13
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.	1	0	2	18	21
Итого:			4	2	8	157	171

5.2 Перечень лабораторных работ

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.

5.3 Перечень практических работ

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

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 6 семестре для очной формы обучения и 6 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы:

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).

При выполнении курсовой работы студенты должны научиться правильно и творчески использовать знания, полученные ими при прохождении теоретических и практических дисциплин.

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- осуществлять обзор литературных источников по заданной теме;
- осуществлять поиск необходимой справочной информации по теме работы;
- выбрать наиболее подходящий принцип измерения исходя из требований технического задания;
- выбирать необходимые измерительные преобразователи;
- проводить необходимые при проектировании расчеты;

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

Контрольные работы по данной дисциплине не предусмотрены.

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-4	Знать: 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.	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
	Уметь: организовывать собственную деятельность, определять методы решения профессиональных задач; оценивать их эффективность и качество; использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.	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> проведения компьютерного моделирования; обработки и представления полученных результатов исследования; библиографической работы, с привлечением современных информационных технологий; анализа научной информации	Решение стандартных прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	<u>Знать:</u> методы обнаружения и фильтрации сигналов	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	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 и фильтрации сигналов	Решение стандартных прикладных задач в конкретной предметной области	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 и 10 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 датчикопреобразующей 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 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных 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 (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 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 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.
- 2 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.
- 3 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.
- 4 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.**
- 5 От чего не зависит энергия сигнала?
 - а) от спектральной плотности сигнала;
 - б) от фазового спектра сигнала;**
 - в) от энергетического спектра сигнала.
- 6 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.

- 7 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.
- 8 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
- 9 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.
- 10 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.
- 11 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
- 12 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.
- 13 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.
- 14 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. 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.
3. 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.
4. 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).
5. 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).
6. 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.
7. Какие из перечисленных устройств не используются в устройствах оптимального суммирования?
а) рециркулятор;
б) гребенчатый фильтр;
в) линия задержки;
г) дифференциатор.
8. 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.
9. Как изменяется вероятность правильного обнаружения сигнала с увеличением отношения сигнал/шум?
а) возрастает;
б) убывает;
в) не изменяется.
10. 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.
11. Для каких целей не используют дифференциальные преобразователи?
а) для компенсации влияния температуры на результат преобразования;
б) для линеаризации характеристики;
в) для дифференцирования сигналов.
12. По какому признаку сигналы разделяются на простые и сложные?
а) по ширине спектра;
б) по соотношению ширины спектра и длительности;

- в) по наличию модуляции.
13. Что такое база сигнала?
а) произведение длительности сигнала на ширину его спектра;
 б) длительность сигнала;
 в) вид модуляции сигнала.
14. 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.
15. 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

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

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

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков в 6/10 семестре по дисциплине является экзамен. Вопросы предполагают контроль общих методических знаний и умений, способность студентов проиллюстрировать их примерами, индивидуальными материалами, составленными студентами в течение семестра. Каждый студент имеет право воспользоваться лекционными материалами, методическими разработками.

Критерии оценки по дисциплине

При выявлении уровня знаний, умений, навыков, опыта деятельности по дисциплине применяется рейтинговая технология:

- по виду деятельности студента – учебный рейтинг;
- по периоду – семестровый рейтинг;
- по объёму учебной информации – рейтинг освоения ООП по учебной дисциплине;
- по способу расчёта – накопительный рейтинг.

Оценка знаний студентов производится по следующим критериям.

- участие в лекциях и лабораторных занятиях 18 баллов;
- оценка по результатам тестирования, 12 баллов
- своевременная защита лабораторных работ, 12 баллов

Всего: 42 балла

Оценка при проведении зачета выставляется согласно следующей таблице.

Итоговый балл	0÷19	20÷29	30÷34	35÷42
Оценка	Неудовл	Удовл	Хорошо	Отлично

7.2.7 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, устный опрос
2	Методы и средства обнаружения и фильтрации сигналов при неразрушающем контроле	ПК-4	Тест, устный опрос
3	Моделирование корреляционно-	ПК-5	Тест, экза-

	го приемника обнаружения пачки видеоимпульсов. Применение сигналов с линейной частотной модуляцией и фазоманипулированных сигналов.		мен,устный опрос
4	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, экзамен

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 методике 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. **GoogleScholar**[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-овых академических журналах и материалах, прошедших экспертную оценку).

2. Библиофонд/[Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.bibliofond.ru> свободный. – Загл. с экрана. (Электронная библиотека).

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

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer.

Современная профессиональная база данных

Бесплатная база данных ГОСТ <https://docplan.ru/>

Электронная библиотека www.elibrary.ru/

Электронная библиотечные системы <https://www.iprbookshop.ru/>
<https://e.lanbook.com/>

Информационные справочные системы и сайты

ChipFindДокументация<http://www.allcomponents.ru/>

Группа компаний «Промэлектроника» <https://www.promelec.ru/>

«Чип-Дип»<https://www.chipdip.ru/>

Электронная информационно-обучающая система ВГТУ
<https://old.education.cchgeu.ru/>

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.

- Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, выполнить упражнения по представленной методике, отрабатывая навыки 3D моделирования.

- 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).

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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - 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 промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	-------------------------	--