

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Информационно-аналитические и диагностические интеллектуальные технологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОБНАРУЖЕНИЕ И ОБРАБОТКА НЕДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ
СИГНАЛОВ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06.05.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	3 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 43,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Коллоквиум Реферат	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Слесарев Д.А.
	Идентификатор	R58ec799e-SlesarevDA-37858136

(подпись)


Д.А. Слесарев

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Барат В.А.
	Идентификатор	Rb173df8d-BaratVA-106e228a


(подпись)

В.А. Барат

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIGN-f73624c

(подпись)

И.Н. Желбаков

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение методов обработки и анализа сигналов с целью обнаружение полезных сигналов на фоне помех, методов оценки параметров полезных сигналов, методов построения и оптимизации алгоритмов обработки сигналов, характерных для систем неразрушающего контроля и технической диагностики.

Задачи дисциплины

- изучение моделей сигналов, используемых в системах неразрушающего контроля и технической диагностики, и параметров, описывающих эти модели;
- изучение и освоение методов обнаружения полезных сигналов на фоне помех;
- изучение и освоение методов оценки параметров полезных сигналов;
- получение информации о методах обработки сигналов, используемых для решения типовых задач различных методов неразрушающего контроля;
- изучение методов оптимизации алгоритмов обработки сигналов с целью выделения информативной составляющей.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен осуществлять руководство проектированием информационно-измерительных систем	ИД-10 _{ПК-1} Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием	знать: - основные модели сигналов, используемые в системах неразрушающего контроля и технической диагностики; основные характеристики детерминированных и случайных сигналов; основы теории обнаружения полезных сигналов на фоне помех и принципы синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения;; - методы обработки стационарных и нестационарных диагностических сигналов. уметь: - выбирать правильную модель для описания полезной составляющей сигнала и оценивать основные параметры этой модели; - оценивать соотношение полезной составляющей и помехи в исследуемом сигнале и выбирать тип и параметры фильтра для улучшения этого соотношения; - синтезировать оптимальный фильтр для обнаружения полезного сигнала на фоне помех и оценивать ожидаемую достоверность обнаружения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационно-аналитические и диагностические интеллектуальные технологии (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы теории вероятности и математической статистики
- знать Основные разделы электротехники
- знать Основы цифровой обработки сигналов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Основные задачи и понятия теории сигналов	26	3	4	4	10	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные задачи и понятия теории сигналов". Слесарев Д.А. Обработка и анализ сигналов в неразрушающем контроле. Учебное пособие. М.: Издательство МЭИ, 2013. - стр. 4-20</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тесту "Основные модели сигналов".</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 5-17 [7], 9-17 [8], 11-26</p>	
1.1	Задачи анализа сигналов, модели сигналов, пространство сигналов	5		1	-	2	-	-	-	-	-	-	2		-
1.2	Обобщенные характеристики сигналов	7		1	-	4	-	-	-	-	-	-	2		-
1.3	Обработка сигналов в частотной области	14		2	4	4	-	-	-	-	-	-	4		-
2	Обнаружение сигналов на фоне помех	45.7		6	4	10	-	-	-	-	-	-	25.7		-
2.1	Основы теории случайных процессов	8	2	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-		
2.2	Обнаружение сигналов на фоне помех	18	2	4	4	-	-	-	-	-	-	8	-		
2.3	Оптимальная фильтрация сигналов	19.7	2	-	4	-	-	-	-	-	-	13.7	-		
3	Методы обработки нестационарных	14	2	4	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 30-49 [2], 64-72 [3], 42-64 [4], 119-164</p>	

	сигналов												[1], 49-71
3.1	Методы обработки нестационарных сигналов	14	2	4	4	-	-	-	-	-	4	-	
4	Использование вейвлет-преобразования для обнаружения сигналов	14	2	4	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 74-87 [6], 18-30, 31-38
4.1	Использование вейвлет-преобразования для обнаружения сигналов	14	2	4	4	-	-	-	-	-	4	-	
5	Скрытые марковские модели	8	2	-	4	-	-	-	-	-	2	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
5.1	Случайные процессы с дискретным временем. Марковские цепи. Скрытые марковские модели.	8	2	-	4	-	-	-	-	-	2	-	[5], 101-120
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	16	16	32	-	-	-	-	0.3	43.7	-	
	Итого за семестр	108.0	16	16	32	-	-	-	-	0.3	43.7	-	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные задачи и понятия теории сигналов

1.1. Задачи анализа сигналов, модели сигналов, пространство сигналов

Задачи анализа сигналов, классификация сигналов, модели сигналов (гармонический, полигармонический, амплитудно-модулированный, фазомодулированный, импульсный). Пространство сигналов, представление произвольных сигналов с помощью простых сигналов. Обработка сигналов во временной области. Пороговое детектирование сигнала. Временное разрешение сигнала..

1.2. Обобщенные характеристики сигналов

Энергетический спектр сигнала. Преобразование Фурье и его свойства. Спектральная плотность мощности, пример расчета спектральной плотности мощности. Обобщенные характеристики сигналов (энергия сигнала, длительность сигнала, ширина спектра). Информативные признаки диагностических сигналов..

1.3. Обработка сигналов в частотной области

Временное и частотное представление сигналов. Обработка сигналов в частотной области. Расчет спектральной плотности реального сигнала, оконная функция. Частотное разрешение. ВЧ-, НЧ-фильтр, полосовой фильтр. Аналитический сигнал и комплексная огибающая. Преобразование Гильберта. Детектирование амплитудно-модулированного сигнала..

2. Обнаружение сигналов на фоне помех

2.1. Основы теории случайных процессов

Случайные процессы. Характеристики случайных процессов. Ковариационная функция гармонического процесса. Пример расчета автоковариационной функции. Взаимноковариационная функция. Функция спектральной плотности случайного сигнала, соотношение Винера-Хинчина. Корреляционный анализ. Узкополосные случайные процессы. Законы распределения огибающей и фазы узкополосного процесса. Корреляционная функция и спектральная плотность узкополосного процесса..

2.2. Обнаружение сигналов на фоне помех

Задача обнаружения как задача проверки статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Байесовская стратегия выбора решения. Принцип минимакса. Критерий максимального правдоподобия..

2.3. Оптимальная фильтрация сигналов

Оптимальная фильтрация сигналов. Оптимальный фильтр Винера. Синтез оптимального фильтра. Согласованный линейный фильтр. Прохождение суммы сигнала и шума через согласованный фильтр..

3. Методы обработки нестационарных сигналов

3.1. Методы обработки нестационарных сигналов

Модели нестационарных сигналов. Применение традиционных методов анализа к нестационарным сигналам. Общие теоретические аспекты частотно-временных распределений. Фурье-спектрограмма. Распределение Вигнера и его свойства. Псевдораспределение Вигнера. Сглаженное распределение Вигнера. Сглаженное распределение

Вигнера для некоторых типичных нестационарных сигналов. Распределение Чой-Вильямса. Задача выбора ядра распределения частотно-временного распределения..

4. Использование вейвлет-преобразования для обнаружения сигналов

4.1. Использование вейвлет-преобразования для обнаружения сигналов

Элементы теории вейвлет-преобразования. Свойства вейвлет-преобразования. Вейвлет Хаара, вейвлет Морле. Вейвлет-функции как базис дискретного разложения сигналов. Временное и частотное разрешения вейвлет-преобразования. Разложение сигнала с использованием вейвлет-пакетов. Применение вейвлет-пакетов для фильтрации сигнала от шума..

5. Скрытые марковские модели

5.1. Случайные процессы с дискретным временем. Марковские цепи. Скрытые марковские модели.

Случайные процессы с дискретным временем. Марковские цепи. Скрытые марковские модели. Алгоритм прямого хода. Алгоритм обратного хода. Алгоритм Виттерби. Алгоритм Баума-Уэлша. Пример применения скрытых марковских моделей для распознавания сигналов..

3.3. Темы практических занятий

1. Использование вейвлет-преобразования для обнаружения сигналов. Разложение сигнала с использованием вейвлет-пакетов. Применение вейвлет-пакетов для фильтрации сигнала от шума;
2. Анализ свойств частотно-временных распределений (распределения Вигнера, псевдо-распределения Вигнера, распределения Чой-Вильямса). Выбор ядра распределения частотно-временного распределения.;
3. Выбор параметров оптимального фильтра для заданных полезного сигнала и помехи.;
4. Расчет параметров аналитических моделей некоторых сигналов.;
5. Расчет дисперсии, автокорреляции и спектральной плотности мощности некоторых случайных процессов.;
6. Расчет соотношения сигнал/шум на входе и выходе фильтра. Определение параметров фильтра для улучшения соотношения сигнал/шум на заданную величину.;
7. Расчет обобщенных характеристик сигналов основных моделей.;
8. Выбор порога обнаружения дефекта при заданной достоверности обнаружения и вероятности ошибки.;
9. Скрытые марковские модели. Построение марковской цепи для описания процесса появления дефектов. Применение скрытых марковских моделей для описания диагностических сигналов.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение возможности использования НЧ- и ВЧ-фильтрации для разделения близких составляющих полигармонического сигнала, изучение влияния параметров рекурсивного фильтра на результат обработки при конечной длительности сигнала;
2. Изучение методов обработки нестационарных сигналов на примере Фурье-спектрограммы, сглаженного распределения Вигнера и распределения Чой-Вильямса.;
3. Изучение вейвлет-преобразования. Применение вейвлет преобразования для формирования информативных признаков сигналов. Применение вейвлет-

преобразования для фильтрации шума и подавления помех;
4. Изучение согласованной фильтрации и возможности ее применения для обнаружения полезного сигнала на фоне помехи на примере измерительных сигналов магнитной и вихретоковой дефектоскопии.

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
методы обработки стационарных и нестационарных диагностических сигналов	ИД-10ПК-1	+		+	+		Коллоквиум/защита л/р №3, №4
основные модели сигналов, используемые в системах неразрушающего контроля и технической диагностики; основные характеристики детерминированных и случайных сигналов; основы теории обнаружения полезных сигналов на фоне помех и принципы синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения;	ИД-10ПК-1	+	+			+	Контрольная работа/Разложение произвольного сигнала на простые Контрольная работа/Расчет параметров частотных фильтров
Уметь:							
синтезировать оптимальный фильтр для обнаружения полезного сигнала на фоне помех и оценивать ожидаемую достоверность обнаружения	ИД-10ПК-1		+				Контрольная работа/Расчет вероятности обнаружения сигнала Реферат/Расчет оптимального фильтра
оценивать соотношение полезной составляющей и помехи в исследуемом сигнале и выбирать тип и параметры фильтра для улучшения этого соотношения	ИД-10ПК-1		+				Коллоквиум/защита л/р №1, №2
выбирать правильную модель для описания полезной составляющей сигнала и оценивать основные параметры этой модели	ИД-10ПК-1					+	Контрольная работа/Определение параметров марковской цепи

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Расчёт оптимального фильтра (Реферат)

Форма реализации: Защита задания

1. защита л/р №1, №2 (Коллоквиум)
2. защита л/р №3, №4 (Коллоквиум)

Форма реализации: Письменная работа

1. Определение параметров марковской цепи (Контрольная работа)
2. Разложение произвольного сигнала на простые (Контрольная работа)
3. Расчет вероятности обнаружения сигнала (Контрольная работа)
4. Расчет параметров частотных фильтров (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Слесарев, Д. А. Обработка и анализ сигналов в неразрушающем контроле : учебное пособие по курсу "Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле" по специальности "Приборы и методы контроля качества и диагностики" / Д. А. Слесарев ; ред. В. П. Лунин ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 100 с. - ISBN 978-5-7046-1394-7 .
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5012;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5012)
2. Неразрушающий контроль : В 5 кн. Кн.5. Интроскопия и автоматизация контроля / В. В. Сухоруков, и др. – М. : Высшая школа, 1993 . – 328 с. - ISBN 5-06-002166-1 : 960.00 .;
3. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов по специальности "Радиотехника" / С. И. Баскаков . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1988 . – 448 с. - ISBN 5-06-001409-6 .;
4. Бендат, Дж. Прикладной анализ случайных данных : пер. с англ. / Дж. Бендат, А. Пирсол . – М. : Мир, 1989 . – 540 с.;
5. Моттль, В. В. Скрытые марковские модели в структурном анализе сигналов / В. В. Моттль, И. Б. Мучник . – М. : Физматлит, 1999 . – 352 с. - ISBN 5-922100-40-8 .;

6. Щукис, Е. Г. Вейвлет-анализ в неразрушающем контроле : учебное пособие по курсу "Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле" по направлению "Приборы и методы контроля качества и диагностики" / Е. Г. Щукис, Д. А. Слесарев, Е. А. Бородкин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 52 с. - ISBN 978-5-7046-2130-0 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10824;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10824)

7. Теория обнаружения сигналов / П. С. Акимов, [и др.] ; Ред. П. А. Бакут . – М. : Радио и связь, 1984 . – 440 с.;

8. К. Хелстром- "Статистическая теория обнаружения сигналов", Издательство: "Изд-во иностр. лит.", Москва, 1963 - (431 с.)

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228213.](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228213)

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Майнд Видеоконференции;
2. Scilab;
3. GNU Octave.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-400/1, Учебная аудитория каф. "ЭИ"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, стенд лабораторный, сменные запчасти для ЭВМ
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-400/1, Учебная аудитория каф. "ЭИ"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, стенд лабораторный, сменные запчасти для ЭВМ
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-400/1, Учебная аудитория каф. "ЭИ"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, стенд

		лабораторный, сменные запчасти для ЭВМ
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-400/1, Учебная аудитория каф. "ЭИ"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, стенд лабораторный, сменные запчасти для ЭВМ
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-500/5, Кабинет сотрудников каф. "ЭИ"	кресло рабочее, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, экран, доска маркерная передвижная, оборудование специализированное, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-308/1, Кладовая	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обнаружение и обработка недетерминированных сигналов

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Разложение произвольного сигнала на простые (Контрольная работа)
- КМ-2 Расчет параметров частотных фильтров (Контрольная работа)
- КМ-3 защита л/р №1, №2 (Коллоквиум)
- КМ-4 Расчет вероятности обнаружения сигнала (Контрольная работа)
- КМ-5 Расчёт оптимального фильтра (Реферат)
- КМ-6 защита л/р №3, №4 (Коллоквиум)
- КМ-7 Определение параметров марковской цепи (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	3	5	6	10	12	13	14
1	Основные задачи и понятия теории сигналов								
1.1	Задачи анализа сигналов, модели сигналов, пространство сигналов		+	+					
1.2	Обобщенные характеристики сигналов		+	+					
1.3	Обработка сигналов в частотной области							+	
2	Обнаружение сигналов на фоне помех								
2.1	Основы теории случайных процессов		+	+					
2.2	Обнаружение сигналов на фоне помех				+				
2.3	Оптимальная фильтрация сигналов					+	+		
3	Методы обработки нестационарных сигналов								
3.1	Методы обработки нестационарных сигналов							+	
4	Использование вейвлет-преобразования для обнаружения сигналов								
4.1	Использование вейвлет-преобразования для обнаружения сигналов							+	

5	Скрытые марковские модели							
5.1	Случайные процессы с дискретным временем. Марковские цепи. Скрытые марковские модели.	+	+					+
Вес КМ, %:		10	10	10	10	30	20	10