

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет физико-технический
Кафедра радиопизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ
проректор

Машаров
«29» марта 2024 г.

П.А. Машаров

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ»

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриат
Направление подготовки	03.03.03 Радиопизика
Профиль подготовки	Радиопизика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Цифровые методы обработки случайных сигналов**» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (Профиль: Радиофизика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 912 (с изм. и доп.). Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

Доцент
кафедры радиофизики
и инфокоммуникационных технологий



В.И. Тимченко

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой



В.В. Данилов

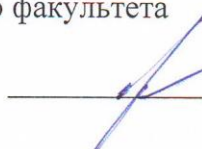
СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.



С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель



В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы
д-р тех. наук, проф.
26.03.2024 г.



В.В. Данилов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по математике в объеме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата: Основы теории сигналов и процессов, Электроника и схемотехника, История и философия науки.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Мобильные системы связи, Математические методы в радиофизике, Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины используются при написании квалификационной работы.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.03 Радиофизика (Программа бакалавриата: Радиофизика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.6.2. Цифровые методы обработки случайных сигналов
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная, всего	4	7	34	17	-	57	108	Экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение студентами современных методов обработки случайных сигналов их реализация с помощью цифровых процессоров с учетом особенностей обработки сигналов в радиотехнических системах и устройствах на основе; математических методов и алгоритмов, применяемых в цифровых системах обработки сигналов; ознакомления со средствами реализации алгоритмов ЦОС.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
-------------	------------	---------------------

ПК-1. Обладает достаточными знаниями в области математических и физических наук, основ цифровой техники и информационных технологий, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и по профилю подготовки.	ПК-1.3. Обладает достаточными знаниями основ цифровой техники и информационных технологий, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ по профилю подготовки.	<p>ПК-1.3.1. Способен использовать знания способов преобразования сигналов в профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-1.3.2. Может выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов предлагаемых решений, оценивает риски.</p> <p>ПК-1.3.3. Может разработать методику получения и обработки сигналов.</p> <p>ПК-1.3.4. Может разработать методику определения характеристик контролируемых сигналов.</p> <p>ПК-1.3.5. Может проводить сбор исходных данных, необходимых для разработки систем защиты.</p>
--	--	--

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1. Случайные сигналы.	<p>Введение в случайные сигналы и их характеристики.</p> <p>Методы генерации случайных сигналов.</p> <p>Анализ и обработка случайных сигналов с использованием цифровой обработки сигналов (ЦОС).</p> <p>Применение случайных сигналов в различных областях, таких как криптография, моделирование и тестирование систем.</p> <p>Примеры практических задач и приложений, использующих случайные сигналы в ЦОС.</p>
2. Дискретизация и квантование случайных сигналов.	<p>Теоретические основы дискретизации и квантования сигналов.</p> <p>Частотный подход к анализу сигналов.</p> <p>Дискретное представление непрерывного сигнала и теорема отсчётов.</p> <p>Влияние дискретизации и квантования на качество обработки сигналов.</p> <p>Практическое применение дискретизации и квантования в цифровой обработке сигналов.</p>
3. Анализ и преобразование случайных сигналов.	<p>Оценивание распределения вероятности и статистических моментов.</p> <p>Автокорреляционная функция.</p> <p>Спектральный анализ случайных сигналов.</p> <p>Теорема Котельникова.</p>
4. Комплексная огибающая узкополосного радиосигнала.	<p>Узкополосные сигналы: преобразование измерительных сигналов.</p> <p>Амплитудная огибающая сигнала: переменная во времени амплитуда $A(t)$.</p> <p>Фазовая функция сигнала: начальная фаза $\varphi(t)$.</p> <p>Аргумент косинуса: полная фаза сигнала.</p> <p>Амплитудные демодуляторы: восстановление формы амплитудной огибающей.</p>
5. Корреляционная функция узкополосного сигнала. Функция неопределенности.	<p>Корреляционная функция узкополосного сигнала: определение и формула.</p> <p>Взаимная корреляционная функция: определение и формула.</p> <p>Ширина корреляционной функции и степень связи двух сигналов.</p>

	<p>Функция неопределённости: определение и применение.</p> <p>Примеры использования корреляционного анализа и функции неопределённости в обработке сигналов.</p>
6. Методы спектрального анализа случайных сигналов.	<p>Фильтровые методы (методы полосового анализа).</p> <p>Бесфильтровые методы (основанные на дискретном преобразовании Фурье, ДПФ).</p> <p>Параметрические методы (на основе параметрических моделей случайных процессов).</p> <p>Текущий, скользящий и скачущий анализ.</p> <p>Параметры анализаторов спектра: число каналов анализа, время наблюдения или анализа (ширина окна), полоса анализа и разрешение по частоте.</p>
7. Линейная фильтрация случайных сигналов.	<p>Определение и роль линейного фильтра в математических моделях электромагнитной совместимости электроприёмников.</p> <p>Передачная функция фильтра и её описание в виде отношения многочленов степеней m и n.</p> <p>Амплитудно-частотная и фазочастотная функции фильтра, вычисление с использованием передачной функции.</p> <p>Метод парциальных реакций для определения характеристик «парциальных» реакций инерционных звеньев.</p> <p>Расчёт дисперсии реакции фильтра с учётом взаимной зависимости «парциальных» реакций и свойств входного случайного процесса.</p>
8. Свёртка случайных сигналов.	<p>Определение свёртки случайных сигналов.</p> <p>Линейная свёртка дискретных последовательностей.</p> <p>Циклическая свёртка.</p> <p>Алгоритм быстрого вычисления циклической свёртки на основе БПФ.</p> <p>Расчёт линейной свёртки через циклическую свёртку.</p>
9. Частотно-временной анализ случайных сигналов.	<p>Формулировки функций частотно-временного распределения.</p> <p>Идеальная функция распределения ТФ.</p> <p>Анализ ТФ и случайные процессы:</p> <ul style="list-style-type: none"> общие случайные процессы; стационарные случайные процессы; аддитивный белый шум; нестационарные случайные процессы. <p>Приложения частотно-временного анализа:</p> <ul style="list-style-type: none"> мгновенная оценка частоты; фильтрация ТФ и декомпозиция сигнала; теория выборки; модуляция и мультиплексирование; распространение электромагнитных волн; оптика, акустика и биомедицина.
10. Адаптивная фильтрация случайных сигналов. Согласованная фильтрация.	<p>Введение в адаптивную фильтрацию случайных сигналов.</p> <p>Согласованная фильтрация: принцип работы и применение.</p> <p>Методы адаптивной фильтрации: LMS, RLS и другие.</p> <p>Применение адаптивной фильтрации в различных областях, таких как связь, обработка речи и идентификация систем.</p> <p>Имитационное моделирование и оценка влияния параметров алгоритмов адаптации на точность оценивания и достоверность приёма данных.</p>

11. Обработка случайных сигналов с помощью цифровых сигнальных процессоров (DSP)	<p>Этапы обработки сигналов на DSP: приём электрического сигнала, усиление аналогового сигнала с помощью операционного усилителя и математическая обработка с помощью DSP.</p> <p>Применение DSP в различных областях: телекоммуникации, аудиообработка, обработка изображений, радиолокация, гидроакустика и управление.</p> <p>Преимущества цифровой обработки сигналов на DSP: высокая скорость вычислений, точность и гибкость в обработке различных типов сигналов.</p>
12. Обработка случайных сигналов с помощью цифровых сигнальных специализированных микропроцессоров.	<p>Основные особенности архитектуры процессоров цифровой обработки сигналов (ЦСП): поддержка базовых операций ЦОС, обеспечение реального масштаба времени (PMB).</p> <p>Преобразование Фурье: роль преобразования в цифровой обработке сигналов, дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его применение.</p> <p>Задачи цифровой обработки сигналов: распознавание речи, распознавание образов, цифровая фильтрация, спектральный анализ и другие.</p> <p>Производительность и энергоэффективность ЦСП: рост производительности до сотен миллионов операций в секунду, низкая потребляемая мощность (<1 Вт).</p>

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 7

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
1. Случайные сигналы.	3	1	-	5	9
2. Дискретизация и квантование случайных сигналов.	2	2	-	5	9
3. Анализ и преобразование случайных сигналов.	3	2	-	4	9
4. Комплексная огибающая узкополосного радиосигнала.	3	1	-	5	9
5. Корреляционная функция узкополосного сигнала. Функция неопределенности.	3	1	-	5	9
6. Методы спектрального анализа случайных сигналов.	3	1	-	5	9
7. Линейная фильтрация случайных сигналов.	3	1	-	5	9
8. Свёртка случайных сигналов.	3	1	-	5	9
9. Частотно-временной анализ случайных сигналов.	3	2	-	4	9
10. Адаптивная фильтрация случайных сигналов. Согласованная фильтрация.	3	2	-	4	9
11. Обработка случайных сигналов с помощью цифровых сигнальных процессоров (DSP)	3	2	-	5	9

12. Обработка случайных сигналов с помощью цифровых сигнальных специализированных микропроцессоров.	2	1	-	5	9
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	17	-	57	108

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

1. Что такое случайные сигналы и как они возникают?
2. Какие свойства имеют случайные сигналы?
3. В чём разница между дискретными и непрерывными случайными сигналами?
4. Как можно описать статистические характеристики случайных сигналов?
5. Приведите примеры применения случайных сигналов в различных областях науки и техники.
6. Что такое дискретизация и квантование случайных сигналов?
7. В чём разница между равномерной и неравномерной дискретизацией?
8. Как теорема отсчётов связана с дискретизацией случайных сигналов?
9. Что такое шаг квантования и как он влияет на точность представления сигнала?
10. Какие методы повышения точности квантования существуют и в каких случаях они применяются?
11. Какие характеристики определяют случайный сигнал?
12. В чём разница между одномерным и многомерным распределением случайного сигнала?
13. Как определяется корреляционная функция случайного сигнала?
14. Какие методы используются для анализа стационарных случайных сигналов?
15. В каких областях техники и науки применяется анализ и преобразование случайных сигналов?
16. Что такое комплексная огибающая узкополосного радиосигнала и как она связана с амплитудой и фазой сигнала?
17. Какие математические преобразования позволяют перейти от комплексной огибающей к исходному узкополосному радиосигналу?
18. В каких случаях используется комплексная огибающая для анализа и обработки узкополосных радиосигналов?
19. Как влияет ширина полосы пропускания на форму комплексной огибающей узкополосного радиосигнала?
20. Какие методы и алгоритмы используются для оценки параметров и характеристик комплексной огибающей узкополосного радиосигнала?
21. Что такое корреляционная функция узкополосного сигнала и как она связана с анализом временных зависимостей сигналов?
22. Объясните принцип работы функции неопределённости и её связь с корреляционной функцией.
23. Какие параметры влияют на форму корреляционной функции узкополосного сигнала?
24. В каких областях науки и техники используется анализ корреляционных функций?
25. Приведите примеры применения функции неопределённости для улучшения качества связи и обработки сигналов.
26. Какие основные методы спектрального анализа случайных сигналов существуют?
27. Что такое разрешение по частоте в спектральном анализе?
28. Как влияет ширина окна анализа на результаты спектрального анализа?
29. В чём разница между дискретными и непрерывными сигналами в спектральном анализе?

30. Какие параметры анализаторов спектра следует учитывать при выборе метода спектрального анализа?

31. Что такое линейная фильтрация случайных сигналов и каковы её основные принципы?

32. Какие типы линейных фильтров используются для обработки случайных сигналов?

33. Как определяется импульсная характеристика линейного фильтра?

34. В чём заключается теорема о свёртке и как она связана с линейной фильтрацией?

35. Какие методы оценки параметров и характеристик линейных фильтров существуют?

36. Что такое свёртка случайных сигналов и как она связана с корреляцией?

37. Какие свойства имеет свёртка случайных сигналов и как они влияют на точность представления сложных форм сигналов?

38. В чём разница между свёрткой и корреляцией и как они связаны друг с другом?

39. Какие методы вычисления свёртки используются в цифровой обработке сигналов?

40. Как свёртка случайных сигналов применяется в задачах распознавания образов и машинного обучения?

41. Что такое частотно-временной анализ случайных сигналов и какие задачи он решает?

42. Какие методы частотно-временного анализа используются для изучения случайных сигналов?

43. В чём разница между временным и частотным анализом случайных сигналов?

44. Как частотно-временной анализ помогает в обработке и анализе аудиосигналов?

45. Приведите пример применения частотно-временного анализа в телекоммуникациях или радиолокации.

46. В чём суть адаптивной фильтрации случайных сигналов и как она помогает анализировать сигналы в присутствии помех?

47. Как работает согласованный фильтр и какие задачи он решает?

48. Как определить наличие определённой составляющей в исходном сигнале с помощью адаптивного фильтра?

49. Как определить амплитуду и начальную фазу заданной составляющей в исходном сигнале с помощью адаптивного фильтра?

50. В каких случаях адаптивная фильтрация случайных сигналов может быть неэффективной или неприменимой?

51. Какие основные задачи выполняют цифровые сигнальные процессоры (DSP) при обработке случайных сигналов?

52. Как осуществляется аналого-цифровое преобразование случайных сигналов в DSP?

53. Какие алгоритмы используются для идентификации сигналов в DSP?

54. В чём заключается принцип работы быстрого преобразования Фурье (БПФ) в DSP?

55. Как осуществляется модуляция и демодуляция сигналов в DSP?

56. Какие преимущества и недостатки имеют цифровые сигнальные специализированные микропроцессоры (DSP) при обработке случайных сигналов?

57. Какие основные этапы обработки случайных сигналов с использованием DSP?

58. В чём заключается принцип работы быстрого преобразования Фурье (FFT) в DSP?

59. Как осуществляется выбор оптимального алгоритма обработки случайных сигналов с помощью DSP?

60. Какие перспективы развития технологии обработки случайных сигналов с использованием DSP?

7.2. Темы докладов

1. Применение цифровой обработки сигналов в аудиозаписи: шумоподавление и улучшение качества звука.
2. Использование цифровой обработки сигналов в видеонаблюдении: компенсация движения, стабилизация изображения и повышение чёткости.
3. Цифровая обработка изображений: выравнивание освещённости, подавление шумов и улучшение цвета.
4. Восстановление и улучшение качества старых фотографий и изображений с помощью цифровой обработки сигналов.
5. Компрессия изображений и видео с использованием цифровой обработки сигналов.
6. Цифровая обработка речевых сигналов: подавление шумов, улучшение разборчивости и синтез речи.
7. Применение цифровой обработки сигналов в спектральном анализе: определение гармоник и анализ звуковых частот.
8. Использование цифровой обработки сигналов в распознавании образов и машинном обучении.
9. Адаптивная фильтрация и шумоподавление в системах связи и телекоммуникаций с применением цифровой обработки сигналов.
10. Применение цифровой обработки сигналов в медицине и биологии: анализ электрокардиограмм, электроэнцефалограмм и других биомедицинских сигналов.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Донецкий государственный университет

Физико-технический факультет

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	03.03.03 Радиофизика
Профиль подготовки	Радиофизика
Форма обучения	Очная
Семестр	Седьмой
Дисциплина	Цифровые методы обработки случайных сигналов

Экзаменационный билет № 1

1. Как можно описать статистические характеристики случайных сигналов?
2. Какие характеристики определяют случайный сигнал?
3. Как влияет ширина полосы пропускания на форму комплексной огибающей узкополосного радиосигнала?
4. В чём разница между дискретными и непрерывными сигналами в спектральном анализе?
5. Как свёртка случайных сигналов применяется в задачах распознавания образов и машинного обучения?

Утверждено на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий,
протокол № __ от __.__.202__ г.

Заведующий кафедрой

В.В. Данилов

Экзаменатор

В.И. Тимченко

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-12	Контрольная работа	20
	Лабораторные работы	70
	Проверка конспектов	10
ИТОГО		100
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

- экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;

- в форме электронного документа;

2) для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа.

3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в корпусе №4 ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных и лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Давыдов А.В. ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ, ЕКАТЕРИНБУРГ, 2005

2. Гольденберг Л.М. и др. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1990. - 256 с

3. Хемминг Р.В. Цифровые фильтры. – М.: Недра, 1987. – 221 с.
4. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: В 2-х томах. – М.: Мир, 1983.
5. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 448 с.
6. Севостьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математической статистики. – М, Наука, 1982. – 256 с.
7. Вероятностные методы в вычислительной технике: Учебное пособие для вузов. / А.В.Крайников и др. – М.: Высшая школа, 1986. – 312 с.
8. Игнатов В.А. Теория информации и передачи сигналов. – М.: Советское радио, 1979.
9. Адаптивные фильтры. /Под ред. К.Ф.Н.Коузена и П.М.Гранта. – М.: Мир, 1988, 392 с
10. Корн Г., Корн Е. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1984.
11. Дьяконов В., Абраменкова И. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002, 608 с.
- 11.2. Дополнительная литература
1. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. – М.: Мир, 1989. 540 с.
2. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. – М.: СОЛОН-Р, 2002. – 448 с.
3. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: В 2-х томах. – М.:Мир, 1983.
4. Гурский Е.И. Теория вероятностей с элементами математической статистики: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1971.- 328 с.
5. Канасевич Э.Р. Анализ временных последовательностей в геофизике. – М.: Недра, 1985.- 300 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Научная электронная библиотека elibrary.ru : информ.-аналит. портал / ООО Научная электронная библиотека. – Москва : ООО Науч. электрон. б-ка, сор. 2000–2022. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.01.2023). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
2. Электронный каталог Научной библиотеки Донецкого государственного университета. – Донецк : НБ ДонГУ, 1999– . – URL: <http://catalog.donnu.education> (дата обращения: 01.01.2023). – Текст : электронный;
3. Учебники и другие книги по математике URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm> (дата обращения: 31.03.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный
4. Интернет-библиотека Виталия Арнольда URL: <http://ilib.mcsme.ru/> (дата обращения: 31.03.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный;
5. Техническая библиотека URL: <http://techlibrary.ru/> (дата обращения: 31.03.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный;
6. Научные журналы ФГБОУ ВО «ДонГУ» URL: <http://donnu.ru/science/journals> (дата обращения: 31.03.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).