

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

03 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФТД.02 Цифровая обработка сигналов**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:

11.04.02 «Инфокоммуникационные  
технологии и системы связи»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль):

«Инфокоммуникационные технологии и  
системы связи»

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

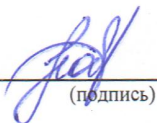
| Форма обучения                              | очная | заочная |
|---|-------|---------|
| Семестр(ы)                                  | 3     | 1       |
| Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах              | 4/144 | 4/144   |
| Контактная работа (час.), в том числе:      | 70    | 10      |
| лекции (час.)                               | 34    | 2       |
| лабораторные работы (час.)                  | 34    | 2       |
| практические (семинарские) занятия (час.)   | 0     | 0       |
| Самостоятельная работа (час.), в том числе: | 74    | 134     |
| курсовой проект (работа) (семестр/час.)     | 0     | 0       |
| Контроль (экзамен, час./зачёт)              | зачет | зачет   |

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Цифровая обработка сигналов» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (направленность (профиль) – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи») для 2023 года приёма по очной, очно-заочной и заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры автоматики  
и телекоммуникаций, к.т.н.

  
(подпись)

Павловская К.А.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций.

Протокол от «29» 03 2023 года № 4

Заведующий кафедрой

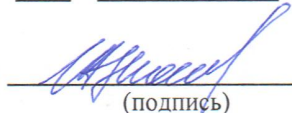
  
(подпись)

Турупалов В.В.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Протокол от «29» 03 2023 года № 2

Председатель

  
(подпись)

Молоковский И.А.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций.

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций.

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций.

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)



## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках курса рассматриваются вопросы изучения принципов построения и функционирования элементов систем цифровой обработки сигналов, ознакомления с основами анализа и синтеза подсистем получения и оцифровки сигналов, алгоритмами и подходами к их обработке и представлению результатов для дальнейшего анализа и принятия решений, согласования отдельных элементов системы с целью повышения качества получаемой информации.

Целью дисциплины является изучение теоретических основ и получение конкретных навыков по обработке и анализу сигналов в современных системах управления и автоматики.

Цель преподавания дисциплины является формирование у бакалавров знаний к современным подходами и решению задач получения в цифровом виде и обработки сигналов с помощью средств вычислительной техники в системах управления.

В результате освоения дисциплины магистрант должен **знать:**

- современное состояние научной дисциплины «Цифровая обработка сигналов», тенденции и перспективы ее развития;
- методологию решения задач получения, передачи и обработки сигналов с помощью средств вычислительной техники;
- типовые классы задач по обработке сигналов в системах управления и автоматики, классификации сигналов, методы и подходы к описанию, преобразованию и анализу сигналов, типовые структуры систем цифровой обработки сигналов.

**уметь:**

- использовать системный подход к анализу заданий, выбору методов и синтезу структур систем цифровой обработки сигналов;
- корректно представлять и трактовать сигналы и результаты их обработки;
- использовать средства вычислительной техники для обработки сигналов и определять параметры этой обработки в зависимости от исходных данных и ожидаемых результатов.

**владеть:**

- математическими и алгоритмическими методами проектирования систем цифровой обработки;
- практическими навыками по расчету основных характеристик систем цифровой обработки сигналов и, в частности, владеть практическими навыками работы с системами MATLAB и SIMULINK в задачах предобработки и тематической обработки сигналов;
- навыками решения задач цифрового спектрального и корреляционного анализа сигналов и разработки устройств с помощью средств автоматизации проектирования
- навыками методологического анализа научных исследований и их результатов.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования

следующих компетенций:

- способен осуществлять проектирование систем автоматизации и управления техническими объектами и процессами в соответствии с техническим заданием (ПК-2);
- способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления (ПК-7);
- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1).

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые бакалавр приобрел при освоении предшествующих дисциплин в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» :

- «Теория систем и системный анализ»;
- «Введение в специальность»;
- «Физика»

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении учебной и производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации, при изучении дисциплин:

- «Теория автоматического управления»;
- «Технические средства автоматизации и управления»;
- «Математические модели объектов и систем автоматизации».

| № темы | Наименование темы (содержательных модулей)                         | Количество часов (очная / заочная форма) |             |        |        |      |
|--------|--|--|-------------|--------|--------|------|
|        |  | Всего/                                   | В том числе |        |        |      |
|        |  |  | Лекции      | Лабор. | Практ. | СР   |
| 1      | Введение.  | 4/9                                      | 2/1         | 0/0    | 0/0    | 2/8  |
| 2      | Теория сигналов: определения, классификации и формы представления. | 10/14                                    | 2/0/0       | 0/0    | 0/0    | 8/14 |
| 3      | Характеристики сигналов.   | 14/18                                    | 2/0         | 4/0    | 0/0    | 8/14 |
| 4      | Представление сигналов в цифровой форме.                           | 16/15                                    | 4/1         | 4/0    | 0/0    | 8/14 |
| 5      | Спектральное представление и анализ сигналов.                      | 12/16                                    | 4/0         | 4/2    | 0/0    | 8/14 |
| 6      | Цифровая фильтрация сигналов.                                      | 18/15                                    | 4/1         | 6/0    | 0/0    | 8/14 |

|                                    |  |                |      |      |     |        |
|------------------------------------|--|----------------|------|------|-----|--------|
| 7                                  | Корреляционный анализ.                                     | 16/16          | 4/0  | 4/2  | 0/0 | 8/14   |
| 8                                  | Анализ нестационарных сигналов.                            | 18/14          | 4/0  | 6/0  | 0/0 | 8/14   |
| 9.                                 | Модуляция цифровых сигналов.                               | 16/14          | 4/0  | 0/0  | 0/0 | 8/14   |
| 10.                                | Структуры систем получения, передачи и обработки сигналов. | 12/14          | 4/0  | 6/0  | 0/0 | 8/14   |
| Контактная работа (дополнительная) |  | 2/6            |      |      |     |        |
| Курсовой проект                    |  | 0/0            |      |      |     | 0/0    |
| Итого по видам занятий             |  | 144/144        | 34/2 | 34/2 | 0/0 | 74/134 |
| Контроль                           |  |                |      |      |     |        |
| <b>ИТОГО</b>                       |  | <b>144/144</b> |      |      |     |        |

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

##### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

| Компетенции | Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции |
|-------------|---|
| ПК-2        | Темы 2, 3, 5, 6, 10                                     |
| ПК-7        | Темы 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9                                |
| УК-1        | Темы 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9                                |

#### 3.2 Лекции

Тема 1. Введение.

Содержание темы 1:

Задание и структура курса. Осмотр содержания лекций, лабораторных работ. Основная и дополнительная литература. Системный подход. Обобщенная структура системы получения данных. История возникновения и перспективы развития.

Литература к теме 1: [1,2,9]

Тема 2. Теория сигналов: определения, классификации и формы представления.

Содержание темы 2:

Понятия и примеры сигналов. Основные термины. Классификации сигналов. Формы представления и описания (непрерывная, кусочнонепрерывная, дифференциальные уравнения, графики, периодические сигналы, комплексная форма описания, в виде ряда).

Литература к теме 2: [1,3,4,9]

Тема 3. Характеристики сигналов.

### Содержание темы 3:

Характеристики формы(период, фаза, амплитуда, размах амплитуд, частота, огибающая и т. д.) Энергетические характеристики сигналов(энергия, мгновенная и средняя мощность, норма, пик фактор). Методика расчета и физический смысл.

Литература к теме 3: [1,2,5,9]

### Тема 4. Представление сигналов в цифровой форме.

#### Содержание темы 4:

Дискретизация по времени. Квантование по уровню. Цифровые сигналы. Математическое описание цифровых сигналов. Особенности применения операций к цифровым сигналам. АЦП и ЦАП( назначение, структура, параметры, методика расчета и анализа). Примеры использования.

Литература к теме 4: [1,4,6,9]

### Тема 5. Спектральное представление и анализ сигналов.

#### Содержание темы 5:

Ряды Фурье. Преобразования Фурье, его разновидности. Дискретное преобразование Фурье. Свойства преобразований Фурье. Спектры. Виды спектров. БПФ. Временные окна и их свойства. Алгоритм БПФ и гармонический анализ. Примеры спектрального анализа.

Литература к теме 5: [1,4,5,9]

### Тема 6. Цифровая фильтрация сигналов.

#### Содержание темы 6:

Понятие фильтра. АЧХ и ФЧХ, их физический смысл. Основные типы фильтров и их характеристики. Фильтр как система и виды математического описания его. Аппроксимирующие функции( Батерворта, Бесселя, Чебышева и т. д. ) их особенности. Порядок фильтра. КИХ и БИХ фильтры. Устойчивость. Алгоритм цифровой фильтрации. Компенсация фазового сдвига. Примеры расчета и применения.

Литература к теме 6: [1,2,4,9]

### Тема 7. Корреляционный анализ.

#### Содержание темы 7:

Понятие корреляции. Автокорреляционная и взаимокорреляционная функции. Коэффициент корреляции. Корреляционный анализ. Взаимный спектр. Порядок расчета. Особенности и примеры применения для анализа сигналов и определения структуры систем.

Литература к теме 7: [1,3,7,9]

### Тема 8. Анализ нестационарных сигналов.

#### Содержание темы 8:

Понятие нестационарного сигнала. Спектральные подходы к анализу нестационарных сигналов и их недостатки. Модальный анализ. Кратковременное преобразование Фурье. Спектрограмма. Частотно-временной анализ(ЧВА).

Методы вейвлет (wavelet) анализа. Примеры применения.

Литература к теме 8: [1,7,9]

Тема 9. Модуляция цифровых сигналов.

Содержание темы 9:

Понятие модуляции. Назначение. Виды модуляции. Параметры исходных и модулированного сигналов, их взаимосвязь. Особенности модуляции цифровых сигналов(манипуляции). Оценка качества при различных видах модуляции. Спектры модулированных сигналов.

Литература к теме 9: [2,3,9]

Тема 10. Структуры систем получения, передачи и обработки сигналов.

Содержание темы 10:

Примеры систем анализа радиосигналов, вибросигналов, аудио, визуальных образов и видеосигналов. Структура, особенности средств и методов цифровой обработки.

Литература к теме 10: [3,7,9]

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

### 3.4 Лабораторные работы

| №<br>п/п      | Тема занятия   | Объем,<br>час.<br>очн/заочн | Литература |
|---------------|--|-----------------------------|------------|
| 1             | Классификации и формы представления сигналов.                | 6/1/1                       | [2, 3, 6]  |
| 2             | Генерация сигналов и оценка их энергетических характеристик. | 6/1/1                       | [2, 3, 6]  |
| 3             | Спектральный анализ сигналов.                                | 7/2/1                       | [2, 3, 6]  |
| 4             | Цифровая фильтрация.   | 7/2/0                       | [2, 3, 6]  |
| 5             | Модуляция цифровых сигналов.                                 | 7/2/1                       | [2, 3, 6]  |
| <b>ИТОГО:</b> |  | <b>34/8/4</b>               |            |

### 3.5 Самостоятельная работа студента

| №<br>п/п      | Виды самостоятельной работы студента | Объем, час.<br>очн/очно-<br>заоч./заочн |
|---------------|--------------------------------------|---|
| 1             | Изучение лекционного материала       | 35/67                                   |
| 2             | Подготовка к практическим занятиям   | 0/0                                     |
| 3             | Подготовка к лабораторным занятиям   | 35/67                                   |
| 4             | Выполнение курсового проекта         | 0/0                                     |
| <b>ИТОГО:</b> |                                      | <b>70/134</b>                           |

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом курсовой проект не предусмотрен.

Учебным планом очно-заочной и заочной формы обучения в рамках освоения дисциплины предусмотрено выполнение студентами контрольной работы по форме **индивидуального задания**.

Тематика задания связана с изучением популярных пакетов научных и инженерных расчетов. Цель – усвоение принципов проведения научных и инженерных расчетов при помощи информационных технологий.

В результате выполнения работы студент должен:

- знать основы работы с пакетами научных и инженерных расчетов;
- основы спектрального анализа;
- уметь строить графические функции, решать уравнения в пакетах научных и инженерных расчетов;
- уметь анализировать полученные результаты.

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания (контрольной работы студента-заочника) – 9 часов. Задание на контрольную работу выбирается студентом-заочником в соответствии с методическими указаниями [7], согласовывается с преподавателем и выполняется по методическими рекомендациям [7].

Отчет о работе состоит из текстовой части на листах формата А4. Выполнение индивидуального задания осуществляется с применением специального программного обеспечения для научных и инженерных расчетов. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;



- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## 4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Учебным планом экзамен не предусмотрен.

## 4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Цифровая обработка сигналов» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

**Текущий контроль** знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам лабораторных работ; студента заочной формы обучения – по результатам выполнения индивидуального задания (контрольной работы).

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

| Форма контроля   | Возможное количество баллов | Примечание  |
|--|-----------------------------|---|
| Для студентов очной формы обучения   |                             |   |
| Отчёт по лабораторной работе<br>* для студентов очной<br>** * для студентов заочной формы, и очно-заочной формы. | 20*, 15**                   | Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата                                   |
|  | 15*, 10**                   | Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов |
| <b>Итого по практическим</b>   | <b>100*, 60</b>             | Из расчёта 17 аудиторных занятий для проведения практических занятий и  |

| Форма контроля   | Возможное количество баллов | Примечание   |
|--|-----------------------------|--|
| <b>занятиям и лабораторным работам (максимально возможное)</b> |                             | лабораторных работ. Оценивается каждое занятие.  |
| <b>ИТОГО:</b>  | <b>100*, 60</b>             | Максимально возможное  |
| Для студентов заочной формы, и очно-заочной формы.             |                             |  |
| Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)        | <b>40</b>                   | При выполнении задания приняты правильные проектные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена без замечаний |
|  | <b>20</b>                   | Задание выполнено в целом правильно, но проектные решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению.                                     |
| <b>ИТОГО:</b>  | <b>40</b>                   | Максимально возможное  |

**Аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме зачета, учитывается текущая успеваемость.

**Итоговая оценка** определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

| Сумма баллов по 100-балльной шкале | Оценка по шкале ECTS | Оценка по государственной шкале |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| 90-100                             | A                    | Отлично                         |
| 80-89                              | B                    | Хорошо                          |
| 75-79                              | C                    |                                 |
| 70-74                              | D                    | Удовлетворительно               |
| 60-69                              | E                    |                                 |
| 35-59                              | FX                   | Неудовлетворительно             |
| 0-34                               | F*                   |                                 |

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на лабораторных работах

На примере темы «Генерация сигналов в и оценка их энергетических характеристик»:

1. Дайте определение понятию «сигнал».
2. Приведите классификацию сигналов.
3. Перечислите и охарактеризуйте различные блоки Simulink для генерации сигналов.
4. Опишите основные энергетические характеристики сигналов.

#### 4.5 Курсовое проектирование

В учебном плане не запланировано.

## **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **I Основная литература**

1. Магазинникова А. Л. Основы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 132 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168952>
2. Борисов, Винокурова Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]:. - Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2010. - 100 - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/230215>
3. Нечес И. О. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Ростов-на-Дону: РГУПС, 2019. 84 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/140606>
4. Пасечников И. И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Тамбов: ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. - 156 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/137567>

### **II Дополнительная литература**

5. Стариковский А И., Солдатов Е. В., Унгер А. Ю. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: метод. указания. - М.: РТУ МИРЭА, 2019. - Режим доступа: <http://library.mirea.ru/secret/28082019/2122.iso>

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:**

6. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»: для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» / ГОУ ВПО "ДОННТУ", Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. К.А. Павловская, - Донецк : ДОННТУ, 2022. – 29 с. (Доступ через личный кабинет студента)
7. Методические указания для выполнения контрольных работ по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»: для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» / ГОУ ВПО "ДОННТУ", Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. К.А. Павловская, - Донецк : ДОННТУ, 2022. – 9 с. (Доступ через личный кабинет студента).
8. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»: для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» / ГОУ ВПО

"ДОННТУ", Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. К.А. Павловская,, - Донецк : ДОННТУ, 2022. – 11 с. (Доступ через личный кабинет студента)

**Электронно-информационные ресурсы**  
ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>.

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Учебная аудитория № 8.415, учебный корпус 8, для проведения лекционных и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютер с выходом в сеть и возможностью подключения к сети «Интернет» (P4-1.7 Ghz); проектор мультимедийный EPSON EMP-X5; экран проекционный ELIT SCREENS M113XWS1; коммутационный шкаф; switch TP-Link; Patchpanel; wi-fi точка доступа. Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0)).

2. Учебная аудитория № 8.801, учебный корпус 8, для проведения лекционных и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональные компьютеры с выходом в сеть (SCENIK; Celeron 2.8 GHz G1840/DDR3-4Gb/HDD-500GB SATA 3); экран проекционный ELIT SCREENS M113XWS1; wi-fi точка доступа. Демонстрационные материалы: стенд СКС витая пара; стенд Fider Optic. Лабораторное оборудование: сервер E220 R; сервер V10; switch Catalyst 4000; switch Catalyst 2900; мультиметр В 1025; измеритель индукционной емкости. UNI-T; прибор кабельный переносной ПКП-4; бухты телефонного кабеля типа ТПП; факс-аппарат PANASONIC KX-FT25 RS/PD; телефонные аппараты PANASONIC; телефон к станции SIEMENS Hicom 150E; бухты оптоволоконного кабеля. Специализированная мебель: столы, магнитно-маркерная доска.

Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0); GNU Octave-6.1.0 (общественная лицензия); Cisco Packet Tracer Student edition (академическая лицензия)).