

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования, первый
проректор

* Т.А. Хагуров

подпись

«31» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 Математические основы цифровой обработки сигналов

Направление подготовки: 01.05.01 Фундаментальная математика и механика

Специализация: Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг,

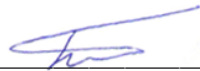
Форма обучения: очная

Квалификация: Математик. Механик. Преподаватель

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.О.02 УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Программу составил:
Голуб М. В., зав. кафедрой,
д. ф.-м. н., доцент



Рабочая программа дисциплины Б1.О.23 КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ утверждена на заседании кафедры теории функций протокол № 12 от 07.05.2024 г.
Заведующий кафедрой Голуб М. В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 3 от 14 .05.2024 г.
Председатель УМК факультета/института Шмалько С. П.



Рецензенты:

Фоменко Сергей Иванович, канд. физ. - мат. наук,
старший научный сотрудник лаборатории волновых процессов

Анопко Михаил Викторович,
генеральный директор ООО «УК АЙСТРИМ»

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.04.02 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ составлена в соответствии с
федеральным государственным образовательным стандартом высшего
образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.05.01
Фундаментальные математика и механика

Программу составил(и):
Голуб М. В., зав. кафедрой,
д. ф.-м. н., доцент

Еремин А. А., к. ф.-м. н.
вед. науч. сотр. лаборатории
волновой диагностики ИММИ КубГУ

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.04.02 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ утверждена на заседании
кафедры ТЕОРИЯ ФУНКЦИИ
протокол № 10 «18» апреля 2023 г.
Заведующий кафедрой (разработчик) Голуб М. В. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
математики и компьютерных наук
протокол № 8 «27» апреля 2023 г.
Председатель УМК факультета/института Шмалько С. П. _____

Рецензенты:

Фоменко Сергей Иванович, канд. физ. - мат. наук,
старший научный сотрудник лаборатории волновых процессов

Анопко Михаил Викторович,
Генеральный директор ООО «УК АЙСТРИМ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины.

Цель дисциплины «Алгоритмы анализа цифровых сигналов и изображений» заключается в освоении ключевых понятий и методов обработки и анализа цифровых сигналов, а также их применения в частотно-временном анализе нестационарных сигналов и для обработки цифровых данных и изображений.

1.2 Задачи дисциплины.

– изучение возможностей основных методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов на основе интегральных преобразований, а также методов обработки пространственных данных;

– применение этих методов и алгоритмов в решении конкретных научно-технических задач обработки сигналов;

– получение знаний о практике использования вейвлет-преобразования и интегральных распределений.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Алгоритмы анализа цифровых сигналов и изображений» относится к вариативной части профессионального цикла Блока1 "Дисциплины (модули)" учебного плана (Б1.В.ДВ). Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками по программе дисциплин Б1.О.16 «Математический анализ», Б1.О.17 «Функциональный анализ», Б1.О.23 «Дифференциальные уравнения», Б1.О.14 «Технология программирования и работа на электронно-вычислительной машине (ЭВМ)», Б1.О.13 «Численные методы».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ПК-2 Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках | |
| ИПК-2.3. Владеет навыками математической обработки результатов экспериментальных исследований составленных математических моделей | Знает фундаментальные математические основы современных методов анализа сигналов и изображений; основные приемы обработки результатов экспериментальных исследований на основе спектрального и вейвлет-анализа. |
| | Умеет выбирать методы обработки цифровых сигналов и изображений для решения задач в области профессиональной деятельности; применять знания современного математического аппарата для решения математических и прикладных задач, связанных с обработкой сигналов различной природы. |
| | Владеет навыками реализации алгоритмов анализа сигналов и их оценки с точки зрения адекватности их применения к решению прикладной задачи обработки результатов экспериментальных исследований. |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Виды работ | Всего часов | Форма обучения | | | |
|---|--------------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|
| | | очная | | очно-заочная | заочная |
| | | 9 семестр (часы) | – семестр (часы) | – семестр (часы) | – курс (часы) |
| Контактная работа, в том числе: | 58,2 | 58,2 | | | |
| Аудиторные занятия (всего): | 52 | 52 | | | |
| занятия лекционного типа | 18 | 18 | | | |
| лабораторные занятия | 34 | 34 | | | |
| Иная контактная работа: | 6,2 | 6,2 | | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | 6 | 6 | | | |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,2 | 0,2 | | | |
| Самостоятельная работа, в том числе: | 37,8 | 37,8 | | | |
| <i>Контрольная работа</i> | 12 | 12 | | | |
| <i>Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т. д.)</i> | 49,8 | 49,8 | | | |
| Подготовка к текущему контролю | – | – | | | |
| Контроль: | – | – | | | |
| Подготовка к экзамену | – | – | | | |
| Общая трудоёмкость | час. | 108 | 108 | | |
| | в том числе контактная работа | 58,2 | 58,2 | | |
| | зач. ед | 3 | 3 | | |

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма обучения)

| № | Наименование разделов (тем) | Количество часов | | | | |
|----|--|------------------|-------------------|----|----------------------|-------------|
| | | Всего | Аудиторная работа | | Внеаудиторная работа | |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | СРС |
| 1. | Основные понятия теории сигналов | 9 | 2 | | 4 | 5 |
| 2. | Методы спектрального анализа непрерывных и дискретных сигналов | 22 | 4 | | 8 | 10 |
| 3. | Оконные функции и фильтры | 22,4 | 4 | | 8 | 10,4 |
| 4. | Частотно-временной анализ сигналов | 22,4 | 4 | | 8 | 10,4 |
| 5. | Спектральный анализ и фильтрация изображений | 26 | 4 | | 8 | 14 |
| | ИТОГО по разделам дисциплины | 101,8 | 18 | | 34 | 49,8 |
| | Контроль самостоятельной работы (КСР) | 6 | | | | |
| | Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,2 | | | | |
| | Подготовка к текущему контролю | – | | | | |
| | Общая трудоёмкость по дисциплине | 108 | | | | |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

| № | Наименование раздела (темы) | Содержание раздела (темы) | Форма текущего контроля |
|----|--|--|-------------------------|
| 1. | Основные понятия теории сигналов | Классификация сигналов. Энергия и мощность сигнала. Процесс квантования. Основные статистические характеристики сигнала. Обобщённые функции и теория распределений. Дельта-функция Дирака. Свёртка. | <i>T</i> |
| 2. | Методы спектрального анализа непрерывных и дискретных сигналов | Ортогональные сигналы и обобщённые ряды Фурье. Преобразование Фурье и спектр сигнала. Теорема Котельникова. Частотно-временная локализация. Дискретизация. Дискретное преобразование Фурье. Теорема Найквиста. Реконструкция дискретно заданных сигналов. Z-преобразование. Быстрое преобразование Фурье. | <i>T</i> |
| 3. | Оконные функции и фильтры | Типы оконных функций. Особенности их реализации в непрерывном и дискретном случаях. Классификация фильтров. Полосовые фильтры. Децибел. Фильтр «скользящее среднее». Sinc-фильтры. Конструирование фильтров с помощью интегральных преобразований. Рекурсивные фильтры. Фильтры Чебышева, Баттерворта и эллиптический фильтр. Эллиптический фильтр и фильтр Бесселя. | <i>T</i> |
| 4. | Частотно-временной анализ сигналов | Преобразование Фурье с оконной функцией. Особенности выбора окна. Преобразование Габора. Дискретное оконное преобразование Фурье. Основные определения вейвлет-анализа. Свойства вейвлет-преобразования как функции вещественных переменных. Основные материнские вейвлеты, используемые в приложениях. Программная реализация непрерывного вейвлет-преобразования. | <i>T</i> |
| 5. | Спектральный анализ и фильтрация изображений | Спектральное представление изображений. Сглаживающие частотные фильтры. Частотные фильтры повышающей резкости. Гомоморфная фильтрация. Подавление периодического шума. Инверсная и винеровская фильтрация. | <i>T</i> |

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

| № | Наименование раздела (темы) | Тематика занятий/разбор | Форма текущего контроля |
|----|--|---|-------------------------|
| 1. | Основные понятия теории сигналов | Представление и визуализация сигналов. Общие числовые характеристики сигналов. | РГЗ |
| 2. | Методы спектрального анализа непрерывных и дискретных сигналов | Фурье-анализ непрерывных сигналов. Спектр сигнала. Фурье-анализ дискретных сигналов. Быстрое преобразование Фурье. Z-преобразование | РГЗ |
| 3. | Оконные функции и фильтры | Оконные функции: основные виды, способы задания, спектральные свойства. Полосовые фильтры. Фильтр «скользящее среднее». Sinc-фильтры. Применение фильтров, полученных с помощью интегральных преобразований. | РГЗ |
| 4. | Частотно-временной анализ сигналов | Прямое и обратное оконное преобразование Фурье. Дискретный аналог оконного преобразования Фурье. Частотно-временной анализ сигналов на основе непрерывного вейвлет-преобразования. Фильтрация и обработка сигналов с использованием вейвлет-преобразования. | РГЗ |
| 5. | Спектральный анализ и фильтрация изображений | Спектральный анализ изображений. Фильтрация изображений на основе Фурье-анализа | РГЗ |

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и выполнение контрольной работы (КР).

При изучении дисциплины применяется электронное обучение (проектор и ЭВМ), дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|---|---|--|
| 1 | Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий | Онлайн-курс «Цифровая обработка сигналов. Часть 1. Сигналы и системы дискретного времени». – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – URL: https://www.coursera.org/learn/cifrovaya-obrabotka-signalov-chast1 Онлайн-курс «Цифровая обработка сигналов. Часть 2. Дискретные и цифровые фильтры». – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – URL: https://www.coursera.org/learn/cifrovaya-obrabotka-signalov-chast2 |
| 2 | Подготовка к лабораторным занятиям | Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры теории функций факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2019 г. |
| 3 | Подготовка к коллоквиуму | Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 29.06.2017 г. Режим доступа: https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya |
| 4 | Выполнение расчетно-графических заданий и контрольных работ | Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий, утвержденные на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 29.06.2017 г. Режим доступа: http://docspace.kubsu.ru/docspace/handle/1/1125 |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, разбора конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Математические основы цифровой обработки сигналов».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий, разноуровневых заданий, отчетов по индивидуальным и расчетно-графическим заданиям* и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4) | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4) | Наименование оценочного средства | |
|-------|--|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| | | | Текущий контроль | Промежуточная аттестация |
| 1 | <i>ИПК-2.3. Владеет навыками математической обработки результатов экспериментальных исследований составленных математических моделей</i> | Знает фундаментальные математические основы современных методов анализа сигналов и изображений; основные приемы обработки результатов экспериментальных исследований на основе спектрального и вейвлет-анализа. | <i>Тест №1 РГЗ №1</i> | <i>Вопрос на зачете 1-10</i> |
| 2 | <i>ИПК-2.3. Владеет навыками математической обработки результатов экспериментальных исследований составленных математических моделей</i> | Умеет выбирать методы обработки цифровых сигналов и изображений для решения задач в области профессиональной деятельности; применять знания современного математического аппарата для решения математических и прикладных задач, связанных с обработкой сигналов различной природы | <i>Тест №2 РГЗ №2</i> | <i>Вопрос на зачете 10-22</i> |

| | | | | |
|---|--|--|---------------------------|-----------------------------------|
| 3 | <i>ИПК-2.3. Владеет навыками математической обработки результатов экспериментальных исследований составленных математических моделей</i> | Владеет навыками реализации алгоритмов анализа сигналов и их оценки с точки зрения адекватности их применения к решению прикладной задачи обработки результатов экспериментальных исследований | <i>Тест №3 РГЗ №3</i> | <i>Вопрос на зачете 22–28</i> |
|---|--|--|---------------------------|-----------------------------------|

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный перечень вопросов и заданий

Расчетно-графическая работа

Тип 1

Разработать программный комплекс, осуществляющий спектральный анализ и фильтрацию заданного сигнала, содержащего шум. Входными параметрами должны являться: непосредственно сам сигнал, частотный диапазон для спектра сигнала, тип фильтра. Необходимо предусмотреть возможность визуализации получаемых результатов и сопоставления вида сигнала до и после применения фильтра.

Тип 2

Разработать программный комплекс, осуществляющий частотно-временной анализ заданного сигнала с использованием вейвлет-преобразования. Входными параметрами должны являться: непосредственно сам сигнал, тип материнского вейвлета, диапазоны по времени и частоте. Необходимо предусмотреть возможность визуализации получаемых результатов.

Тип 3

Разработать программный комплекс, осуществляющий спектральное представление изображения и применение к нему различных фильтров на основе Фурье-анализа. Входными параметрами должны являться: непосредственно само изображение, тип применимого фильтра. Необходимо предусмотреть возможность визуализации получаемых результатов.

Контрольная работа

№ 1. Сохраните звуковой потока в WAV-файл. Преобразуйте записанные данные в десятичный формат, пригодный для последующего анализа с использованием высокоуровневого языка программирования (по выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab.

№ 2. 1) Найти аналитические представления для спектров заданных модельных сигналов. Результаты визуализировать. 2) Осуществите программную реализацию воздействия дискретного и быстрого преобразования Фурье заданного сигнала с использованием высокоуровневого языка программирования (по выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab.

№ 3. Найти спектральные плотности заданных оконных функций. Результаты визуализировать. Используя прямое и обратное дискретное преобразование Фурье, оценить воздействие указанных окон на заданный сигнал. Осуществить программную реализацию воздействия фильтров на заданный сигнал с использованием высокоуровневого языка программирования (по выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab.

№ 4. Осуществить программную реализацию прямого и обратного оконного преобразования Фурье с использованием высокоуровневого языка программирования (по

выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab. Вид окна является индивидуальным для каждого студента. В качестве примеров можно рассматривать окна Ханна, Хэмминга, Блэкмана, Гаусса.

№ 5. Осуществить программную реализацию непрерывного вейвлет-преобразования с использованием высокоуровневого языка программирования (по выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab. В качестве материнских вейвлетов предлагается использовать вейвлеты Хаара, Морле, Габора, «мексиканскую шляпу» и др. Проверить применимость разработанных программ для частотно-временного анализа элементарных сигналов: набор синусоид, -импульс, прямоугольный импульс, радиоимпульс с линейной частотной модуляцией и др.

№ 6. Фильтрация и обработка сигналов с использованием вейвлет-преобразования.

Осуществить фильтрацию заданного сигнала с использованием программной реализации непрерывного вейвлет-преобразования из лабораторной работы № 5.

№ 7. Осуществить программное построение спектрального представления изображения с использованием высокоуровневого языка программирования (по выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab. Осуществить программную реализацию фильтрации изображений на основе Фурье-анализа (различные подходы) с использованием высокоуровневого языка программирования (по выбору студента) или пакета прикладных программ Matlab.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

- 1) Сигналы и системы.
- 2) Обобщённые функции и теория распределений.
- 3) Свёртка.
- 4) Ортогональные сигналы и обобщённые ряды Фурье.
- 5) Преобразование Фурье и спектр сигнала.
- 6) Теорема Котельникова.
- 7) Частотно-временная локализация.
- 8) Дискретное преобразование Фурье.
- 9) Реконструкция дискретно заданных сигналов.
- 10) Z-преобразование.
- 11) Быстрое преобразование Фурье.
- 12) Классификация фильтров. Полосовые фильтры.
- 13) Фильтр “скользящее среднее”.
- 14) Sinc-фильтры.
- 15) Конструирование фильтров с помощью интегральных преобразований.
- 16) Рекурсивные фильтры.
- 17) Фильтры Чебышева, Баттерворта и эллиптический фильтр.
- 18) Эллиптический фильтр и фильтр Бесселя.
- 19) Принцип неопределенности Гейзенберга. Частотно-временная локализация.
- 20) Оконное преобразование Фурье. Основные свойства.
- 21) Непрерывное вейвлет-преобразование. Определение и основные свойства.
- 22) Формула Планшереля для вейвлет-преобразования.
- 23) Обращение вейвлет-преобразования.
- 24) Приложения вейвлетов: фильтрация сигналов.
- 25) Приложения вейвлетов: частотно-временной анализ сигналов.
- 26) Сглаживающие частотные фильтры.
- 27) Частотные фильтры повышенной резкости.
- 28) Подавление периодического шума.

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает вопросы основного учебно-программного материала, допускает незначительные ошибки; студент умеет обоснованно применять и правильно реализовывать методы обработки цифровых сигналов и изображений; справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется реализовывать базовые методы обработки цифровых сигналов и изображений, довольно ограниченный объем выполненных заданий, предусмотренных программой дисциплины.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Матвеев, Ю. Н. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / Ю. Н. Матвеев. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. — 166 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/43698>

2. Умняшкин, С. В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов : учебное пособие / С. В. Умняшкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Техносфера, 2012. — 368 с. — ISBN 978-5-94836-318-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73526>

3. Немирко, А. П. Математический анализ биомедицинских сигналов и данных / А. П. Немирко, Л. А. Манило, А. Н. Калиниченко. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 248 с. — ISBN 978-5-9221-1720-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104986>

4. Федотов, А. А. Введение в цифровую обработку биомедицинских изображений: учебное пособие / А. А. Федотов. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 108 с. — ISBN 978-5-8114-3458-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112697>

5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
7. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
2. Курсы ведущих вузов России" <http://www.openedu.ru/>;
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
4. Онлайн-курсы и сертификаты от ведущих вузов мира <https://ru.coursera.org/>.

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

– *Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся.*

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных

занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99б/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение о самостоятельной работе студентов (утверждено приказом № 272 КубГУ от 03 марта 2016 г.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | Microsoft Windows Microsoft Office Professional Plus |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: Компьютеры | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к | |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p> | |
| <p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ИС 6, ИС 7)</p> | <p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p> | |