


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра дискретного анализа

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

«18» мая 2020 г.

Рабочая программа дисциплины
«Цифровая обработка сигналов»

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)
«Прикладная математика и информатика»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 13 апреля 2020 г., протокол № 4

Программа одобрена НМК
факультета ИВТ
протокол № 7 от 17 мая 2020 г.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «цифровая обработка сигналов» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВПО, содействует формированию естественнонаучного мировоззрения и развитию способности понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат. Кроме того, дисциплина «цифровая обработка сигналов» должна обеспечивать развитие логического, эвристического и алгоритмического мышления и давать представление о месте и роли прикладной математики в естественных науках. Цель дисциплины – изучение основных понятий и методов цифровой обработки сигналов и изображений, объединяющих в себе различные спектральные методы, включая интегральное и дискретное преобразование Фурье, быстрое преобразование Фурье и вейвлетные спектральные преобразования.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» относится к вариативной части (дисциплина по выбору) ОП бакалавриата.

Основу курса составляет изучение основных понятий и методов спектральной теории, применительно к задачам спектрального анализа и синтеза фильтров. Начальные разделы курса естественным образом продолжают курс математического анализа, развивая технику рядов Фурье вплоть до перехода к интегральному преобразованию Фурье. В целом материал курса охватывает основные разделы цифровой обработки сигналов, включая интегральное и дискретное преобразование Фурье, алгоритм быстрого преобразования Фурье, теорию линейных неперекрывающихся фильтров и вейвлетное преобразование.

Студент четвертого курса, приступая к изучению курса «Цифровая обработка сигналов» должен иметь прочную базовую подготовку по курсам «Математический анализ» и «Численные методы». Особенно важными представляются знания, относящиеся к рядам Фурье и геометрии гильбертовых пространств. Одновременно такие личностные характеристики как общая образованность, организованность и трудолюбие, самостоятельность, настойчивость в достижении цели необходимы при освоении дисциплины «Цифровая обработка сигналов».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

| Формируемая компетенция (код и формулировка) | Индикатор достижения компетенции (код и формулировка) | Перечень планируемых результатов обучения |
|--|--|---|
| Профессиональные компетенции | | |
| ПК-1 Способен понимать, анализировать и совершенствовать данные современных научных исследований | ПК – 1.3 Владеет основными методами математического и алгоритмического моделирования | Знать: основные свойства интегрального и дискретного преобразования Фурье; теорему Найквиста-Шеннона о дискретизации; основные свойства оконных преобразований; основные свойства вейвлетных спектральных преобразований; строение и свойства неперекрывающихся цифровых фильтров. Уметь: правильно выбирать частоту дискретизации; производить операции интерполяции и децимации; |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>синтезировать нерекуррентные цифровые фильтры по частотной характеристике;</p> <p>Владеть: понятиями комплексного, амплитудного и фазового спектров; понятие окна во временной и спектральной области, современными методами построения и использования линейных и нелинейных алгоритмов фильтрации изображений.</p> |
|--|--|--|

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. ед., 180 акад. час.

| № п/п | Темы (разделы) дисциплины, их содержание | Семестр | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах) | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|----------|--|---------|---|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|---|
| | | | Контактная работа | | | | | | |
| | | | лекции | практические | лабораторные | консультации | аттестационные испытания | самостоятельная работа | |
| 1 | Спектральная теория сигналов | 7 | 4 | | 8 | | | 2 | |
| 2 | Теория дискретизации | 7 | 4 | | 8 | | | 2 | |
| 3 | Быстрое преобразование Фурье | 7 | 2 | | 4 | | | 2 | |
| 4 | Цифровые фильтры | 7 | 4 | | 8 | | | 2 | |
| 5 | Оконные преобразования | 7 | 4 | | 8 | | | 2,7 | |
| | Итого за 7 семестр | | 18 | | 36 | 7 | | 10,7 | зачет |
| 6 | Вейвлетные преобразования | 8 | | | 7 | | | 16 | |
| 7 | Спектральный анализ сигналов | 8 | | | 7 | | | 16 | |
| 8 | Приложения спектральных методов | 8 | | | 10 | | | 16 | |
| | Итого за 8 семестр | | | | 24 | | | 48 | экзамен |
| | Всего | | 18 | | 60 | 7 | | 58,7 | 180 |

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Спектральная теория сигналов.

1.1. Комплексный ряд Фурье и его физический смысл.

1.2. Дискретный спектр Фурье.

1.3. Преобразование Фурье. Теоремы Парсеваля, двойственности и подобия.

Раздел 2. Теория дискретизации.

2.1. Модель дискретизации и теорема о наложении.

2.2. Частота Найквиста и теорема Найквиста-Шеннона.

- 2.3. Дискретизация в спектральной области.
- Раздел 3. Быстрое преобразование Фурье.
- 3.1. Вычисление обратного ДПФ.
- 3.2. Рекуррентная формула Ланцоша-Даниэльсона.
- 3.3. БПФ вещественной последовательности.
- Раздел 4. Цифровые фильтры.
- 4.1. Принцип суперпозиции. Импульсная характеристика
- 4.2. Устойчивость фильтров.
- 4.3. Частотная характеристика.
- Раздел 5. Оконные преобразования.
- 5.1. Теорема о свертке.
- 5.2. Мультипликативные и сглаживающие окна
- 5.3. Свертка в спектральной области.
- Раздел 6. Вейвлетные преобразования.
- 6.1. Интегральное вейвлетное преобразование
- 6.2. Вычисление вейвлетного спектра. Обратное преобразование.
- 6.3. Дискретные вейвлеты.
- Раздел 7. Спектральный анализ сигналов.
- 7.1. Порядок отсчетов. Время и частота.
- 7.2. Предобработка данных.
- 7.3. Схема спектрального анализа.
- Раздел 8. Приложения спектральных методов.
- 8.1. Классификация спектральных представлений.
- 8.2. Фильтры в спектральной области.
- 8.3. Адаптивные фильтры.

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

1. Формы преподавания курса «Цифровая обработка сигналов» в основном традиционны. Это лекции, как наиболее эффективный по времени путь передачи большого объема материала большой группе обучаемых. Как правило, студенты записывают в свои конспекты излагаемый на доске материал. Составление конспекта лекций и дальнейшая работа с ним при подготовке к занятиям выступает как значительная часть процесса обучения. Вводная лекция дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.
2. Групповые консультации проводятся перед контрольными мероприятиями для большой группы студентов с целью систематизации знаний и устранению имеющихся сложностей с пониманием материала общего характера.
3. Индивидуальные консультации проводятся регулярно для желающих с целью устранения имеющихся у студентов проблем с материалом частного характера.
4. Самостоятельная работа реализуется:
 1. В аудиториях с доступом в интернет, дома, и т. д. при выполнении студентом учебных программ;

2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т. д.

5. Лабораторные работы выполняются студентами в течение семестра для закрепления полученных теоретических знаний и опробования применения изученных методов на практике путем написания программ, иллюстрирующих освоение знаний.

6. При приеме экзаменов используется методика «Теоретического минимума», которая сочетает лучшие качества классического устного экзамена и более современных методов письменного приема экзаменов. Преподавателем составляется комплект вопросов, равномерно покрывающих весь материал курса. Для каждого вопроса выбирается 1-3 задачи, решение которых требует понимания основных фактов, относящихся к этому вопросу. На экзамене каждый студент вместо теоретического вопроса получает две задачи, относящиеся к различным вопросам экзаменационной программы. На подготовку дается 1.5 часа, после чего начинается опрос. В процессе опроса каждый студент представляет решение полученных задач и получает дополнительные вопросы относящиеся к тем методам и фактам, которые он использовал при решении задачи. Экзаменационная оценка выставляется по результатам решения задач и с учетом ответов на дополнительные вопросы. Таким образом, процедура приема экзамена сконцентрирована вокруг полученных студентом задач, но одновременно позволяет составить представление о глубине его теоретических знаний.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В ходе проведения лабораторных занятий используются свободно распространяемые программы для работы с аудио данными audacity, бесплатные графические редакторы, среды и инструменты программирования Python, Java, C#, а также свободно распространяемая программа Octave.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная:

1. Мячин, М. Л., Введение в цифровую обработку сигналов : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению Прикладная математика и информатика / М. Л. Мячин, О. А. Дунаева; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2015, 147с

2. Мячин, М. Л., Введение в цифровую обработку сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению Прикладная математика и информатика / М. Л. Мячин, О. А. Дунаева; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2015, 147с

3. Мячин, М. Л., Дополнительные главы цифровой обработки сигналов. Вейвлетные преобразования : [метод. указания] / М. Л. Мячин, О. А. Дунаева ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2010, 37с

4. Мячин, М. Л., Дополнительные главы цифровой обработки сигналов. Вейвлетные преобразования [Электронный ресурс] : [метод. указания] / М. Л. Мячин, О. А. Дунаева ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2010, 37с

5. Мячин, М. Л., Дополнительные главы цифровой обработки сигналов. Корреляционные методы : [метод. указания] / М. Л. Мячин, О. А. Дунаева ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2011, 38с

6. Мячин, М. Л., Дополнительные главы цифровой обработки сигналов. Корреляционные методы [Электронный ресурс] : [метод. указания] / М. Л. Мячин, О. А. Дунаева ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2011, 38с

7. Новейшие методы обработки изображений / А. А. Потапов, Ю. В. Гуляев, С. А. Никитов и др.; под общ. ред. А. А. Потапова, М., Физматлит, 2008, 494с

б) дополнительная:

1. Блейхут, Р., Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов / пер. с англ., М., Мир, 1989, 448с

2. Приоров А.Л. Цифровая обработка изображений: учебное пособие / А.Л. Приоров, И.В. Апальков, В.В. Хрящев, Ярославль, ЯрГУ, 2007, 235с

2. Методы компьютерной обработки изображений : учеб. пособие / под ред. В. А. Сойфера, М., Физматлит, 2001, 784с

3. Гонсалес, Р., Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс ; пер. с англ., М., Техносфера, 2005, 1070с

4. Прэтт, У., Цифровая обработка изображений : пер. с англ. / под ред. Д. С. Лебедева. В 2 кн. Кн.1, М., Мир, 1982, 310с

5. Прэтт, У., Цифровая обработка изображений : пер. с англ. / под ред. Д. С. Лебедева. В 2 кн. Кн.2, М., Мир, 1982, 790с

в) ресурсы сети «Интернет»

<http://numerical.recipes/corporate/>

- <http://www.dspguide.com>

Электронно-библиотечная система «Юрайт»(<https://urait.ru/>).

Электронно-библиотечная система «Лань»(<https://e.lanbook.com/>).

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитории, оборудованные для проведения лекций, лабораторных работ и консультаций, фонд библиотеки, компьютерная техника.

Автор(ы) :

Ст. преподаватель кафедры дискретного анализа, к.т.н. Д.В. Матвеев.

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Цифровая обработка сигналов»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки
знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы
формирования компетенций**

1.1. Список заданий к зачету

1. Комплексный ряд Фурье. Дискретный спектр Фурье. Теорема Парсеваля. Теорема о скорости убывания спектра.
2. Преобразование Фурье. Теорема Парсеваля для преобразования Фурье. Формы записи преобразования Фурье.
3. Теорема двойственности. Теоремы подобия, запаздывания сигнала и сдвиг спектра. Принцип неопределенности.
4. Модель дискретизации. Теорема о наложении. Частота Найквиста. Теорема Найквиста-Шеннона.
5. Современные задачи в области обработки изображений.
6. Модели шумов на изображениях и их основные характеристики.
7. Линейные и нелинейные методы фильтрации и восстановления изображений. Медианные фильтры.
8. Преобразование Фурье дискретного спектра. Двойственная дискретизация в спектральной области.
9. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Взаимная однозначность ДПФ. Теорема Парсеваля ДПФ. Формы записи ДПФ.
10. Рекуррентная формула Ланцоша-Даниэльсона. Схема БПФ. Двоичная инверсия. Вычисление обратного БПФ.
11. Порядок отсчетов БПФ. Сдвиг нуля при БПФ. БПФ вещественного сигнала.

1.2 Темы лабораторных работ

1. Передискретизация сигнала.
2. Построение ФНЧ Баттерворта.
3. Синтез фильтров методом частотной выборки.
4. Фильтрация аудиосигнала.
5. Локальный спектральный анализ скользящим окном.
6. Спектральный анализ гребенкой полосовых фильтров.
7. Спектральный анализ изображений.
8. Фильтрация изображения в спектральной области.
9. Фильтрация изображений по координатным фильтрами
10. Нелинейные методы фильтрации изображений
11. Методы практической цифровой фильтрации аудиосигналов.

Критерии оценивания

| Оценка | Критерии |
|--------|----------|
|--------|----------|

| | |
|---------------------|---|
| Отлично | <p>ОПК-3: Правильно построено архитектурное решение задачи. Программа реализована и выполняется в соответствии с поставленной задачей. Знает принципы и методы разработки приложений по обработке данных, звуковых и графических файлов, видеопотока. Полностью реализован необходимый метод с возможностью изменения любых параметров, умеет ответить на доп. вопросы.</p> <p>ПК-4: Умеет применить имеющиеся знания для реализации необходимого метода в современной программной среде разработки с иллюстрацией полученных результатов с возможностью демонстрации работы программы с различными наборами входных данных</p> |
| Хорошо | <p>ОПК-3: Знает принципы разработки приложений по обработке данных, звуковых и графических файлов, видеопотока. Программа правильно выполняется для всех тестов, возможно после доработки программного кода.</p> <p>ПК-4: Умеет применить имеющиеся знания для реализации необходимого метода в современной программной среде разработки с иллюстрацией полученных результатов с возможностью демонстрации работы программы с различными наборами входных данных (возможны небольшие недочеты)</p> |
| Удовлетворительно | <p>ОПК-3: Умеет разработать приложение по обработке данных, звуковых и графических файлов, видеопотока. Программа правильно выполняется не для всех тестов, доработка программного кода не всегда приводит к желаемому результату.</p> <p>ПК-4: Умеет применить имеющиеся знания для реализации необходимого метода в современной программной среде разработки с иллюстрацией полученных результатов с возможностью демонстрации работы программы с различными наборами входных данных</p> |
| Неудовлетворительно | <p>ОПК-3: Не умеет разработать приложение по обработке данных, звуковых и графических файлов, видеопотока. Необходимый метод не реализован. Программа не выполняется или выполняется неверно для большинства тестов</p> <p>ПК-4: Обладает недостаточными знаниями для реализации программного комплекса.</p> |

1.3 Список тем для подготовки к экзамену

1. Принцип суперпозиции. Импульсная характеристика (ИХ) Цифрового Фильтра (ЦФ). Устойчивость ЦФ.
2. Современные задачи в области обработки изображений.
3. Модели шумов на изображениях и их основные характеристики.
4. Линейные и нелинейные методы фильтрации и восстановления изображений. Медианные фильтры.
5. Частотная характеристика (ЧХ) ЦФ. Задание амплитудной ЧХ ЦФ. Условие вещественности ЦФ. Задание фазовой ЧХ ЦФ.
6. Симметричные и асимметричные ЦФ. Синтез методом частотной выборки. Явление Гиббса.
7. Теорема о циклической свертке. Спектральная модель обрезания ИХ ЦФ. Дискретное окно Ханна.
8. Теорема о свертке. Мультипликативные и сглаживающие окна. Окно Ханна.
9. Эффект конечности времени наблюдения. Теорема о локализации сигнала и спектра.

10. Теорема о дискретной циклической свертке. Свертка в спектральной области.
11. Нормированная частота. Предобработка данных. Интерпретация спектра. Общая схема спектрального анализа.
12. Передискретизация. Фильтрация при децимации. Масштаб и частота.
13. Фильтры в спектральной области.
14. Спектральный анализ разностных схем.
15. Адаптивные фильтры. Двумерные спектральные методы. Двумерные фильтры. Покоординатные фильтры. Передискретизация изображений.
16. Схема JPEG сжатия изображения.

Пример экзаменационной работы:

1. Сформулировать и доказать теорему Парсеваля для непериодических сигналов.
2. Верно ли утверждение, что при сжатии сигнала в 3 раза вдоль оси времени частота каждой гармоники также увеличивается в 3 раза. Обосновать ответ.
3. Сформулируйте условие Найквиста о неналожении частот.
4. Дайте определение свертки функций $x(t)$ и $y(t)$.
5. Приведите примеры и основные характеристики масок для низкочастотной и высокочастотной фильтрации изображений, для выделения контуров.

Показатели и критерии, используемые при выставлении оценки:

| Номер вопроса | Критерии | Шкала оценивания |
|---------------|--|---|
| 1 | ОПК-3: Знать: Теоретические основы ЦОС, формулировку и доказательство основных теорем. Уметь: Использовать знание результатов при моделировании процессов и решении задач. | 0 баллов – студент полностью не верно решил задачу (теорема не сформулирована и не доказана); 1 балл – студент частично сформулировал, но не доказал или сделал это с ошибкой. 2 балла – Теорема правильно сформулирована и доказана. |
| 2 | ОПК-3: Знать: Теоретические основы ЦОС, формулировку и доказательство основных теорем. Уметь: Использовать знание результатов при моделировании процессов и решении задач. | 0 баллов – студент не верно ответил и не привел обоснование; 1 балл – студент правильно ответил или угадал, не приведя обоснования. 2 балла – Приведен правильный ответ и необходимое обоснование. |
| 3 | ОПК-3: Знать: Теоретические основы ЦОС, формулировку и доказательство основных теорем. Уметь: Использовать знание результатов при моделировании процессов и решении задач. | 0 баллов – студент не привел ответ или сформулировал не то утверждение; 1 балл – студент сформулировал ответ, с незначительными ошибками или помарками. 2 балла – Приведен полный правильный ответ. |
| 4 | ОПК-3: Знать: Теоретические основы ЦОС, формулировку и доказательство основных теорем. Уметь: Использовать знание результатов при моделировании процессов и решении задач. | 0 баллов – студент не привел ответ или сформулировал не то утверждение; 1 балл – студент привел неполный ответ, с незначительными ошибками или помарками. 2 балла – Приведен правильный ответ. |

| | | |
|---|--|--|
| 5 | ОПК-3: Знать: Теоретические основы ЦОС, формулировку и доказательство основных теорем. Уметь: Использовать знание результатов при моделировании процессов и решении задач. | 0 баллов – студент не привел ответ или сформулировал не то утверждение; 1 балл – студент сформулировал ответ, с незначительными ошибками или пометками. 2 балла – Приведен правильный ответ. |
| | ПК-3: Знать различные подходы к решению основных задач. Уметь: использовать эффективные алгоритмы для решения задач, а также полностью используемых методов и терминов. | 0 баллов – студент не привел ответ; 1 балл – студент сформулировал ответ, перечислены не все типы масок или их свойств. 2 балла – Приведен исчерпывающий ответ. |

Максимальное количество баллов по ОПК-3 – 10 баллов

Максимальное количество баллов по ПК-3 – 2 балла.

Набранное количество баллов соответствует оценке за выполнение экзаменационной работы:

- менее 4 баллов по ОПК-3 или менее 1 балла по ПК-3 — оценка «неудовлетворительно»,
- не менее 4 баллов по ОПК-3 и не менее 1 балла по ПК-3, в общей сумме от 5 до 7 баллов — оценка «удовлетворительно», пороговый уровень формирования компетенции,
- не менее 6 баллов по ОПК-3 и не менее 2 баллов по ПК-3, в общей сумме от 8 до 10 баллов — оценка «хорошо», продвинутый уровень формирования компетенции,
- от 8 до 10 баллов по ОПК-3 и не менее 2 баллов по ПК-3, в общей сумме от 10 до 12 баллов — оценка «отлично», высокий уровень формирования компетенции,.

Методические указания по выставлению итоговой оценки за экзамен

Итоговая оценка по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» формируется в два этапа.

Первый этап – оценивание работы студента в течение изучения курса на основе средней оценки за лабораторную работу, работу на лекциях, посещаемости лекционных занятий. Если на этом этапе все аттестационные задания выполнены в срок и средний балл за текущую аттестацию больше трех студенту может быть выставлена итоговая оценка «удовлетворительно» автоматом досрочно. Если все аттестационные задания выполнены в срок и средний балл за текущую аттестацию больше четырех студенту может быть выставлена итоговая оценка «хорошо» автоматом досрочно. Если все аттестационные задания выполнены в срок и средний балл за текущую аттестацию равен пяти студенту может быть выставлена итоговая оценка «отлично» автоматом досрочно.

Второй этап – проведение экзаменационной работы. Для получения положительной оценки за экзамен студент должен выполнить лабораторную работу на положительную оценку, возможно не полностью в срок. При выполнении этого условия оценка за экзаменационную работу считается итоговой.

2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

2.1. Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

Пороговый уровень - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

Продвинутый уровень - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

Высокий уровень - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

2.2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

| Код ком пе- тенц ии | Форма контроля | Этапы форми- рова- ния (№ темы раздела) | Показатели оценивания | Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования | | |
|----------------------------------|--|--|---|--|---|--|
| | | | | Пороговый уровень | Продвинутый уровень | Высокий уровень |
| Общепрофессиональные компетенции | | | | | | |
| ОПК -3 | Промежуточ- ная аттестация, лабораторные работы, зачет, экзамен. | 1-8 | Знать: постановка основных задач цифровой обработки сигналов; структуру алгоритма быстрого преобразования Фурье; основные приемы спектрального анализа временных рядов; основные схемы применения спектральных методов. Уметь: применять алгоритм быстрого преобразования Фурье; проводить спектральный анализ сигнала, заданного своими отсчетами. Владеть: основными методами спектрального анализа. | Знать: постановка основных задач цифровой обработки сигналов; структуру алгоритма быстрого преобразования Фурье; основные приемы спектрального анализа временных рядов; основные схемы применения спектральных методов. | Знать: постановка основных задач цифровой обработки сигналов; структуру алгоритма быстрого преобразования Фурье; основные приемы спектрального анализа временных рядов; основные схемы применения спектральных методов. Уметь: применять алгоритм быстрого преобразования Фурье; проводить спектральный анализ сигнала, заданного своими отсчетами. Владеть: основными методами спектрального анализа. | |
| Профессиональные компетенции | | | | | | |
| ПК-3 | Промежуточ- ная аттестация, лабораторные работы, зачет, экзамен. | 1-8 | Знать: основные свойства интегрального и дискретного преобразования Фурье; теорему Найквиста-Шеннона о дискретизации; основные свойства оконных преобразований; основные свойства вейвлетных | Знать: основные свойства интегрального и дискретного преобразования Фурье; теорему Найквиста-Шеннона о дискретизации; основные свойства оконных | Знать: основные свойства интегрального и дискретного преобразования Фурье; теорему Найквиста-Шеннона о дискретизации; основные свойства оконных преобразований; | Знать: основные свойства интегрального и дискретного преобразования Фурье; теорему Найквиста-Шеннона о дискретизации; основные свойства оконных преобразований; основные свойства вейвлетных спектральных преобразований; |

| | | | | | | |
|--|--|--|---|--|---|---|
| | | | <p>спектральных преобразований; строение и свойства нерекуррентных цифровых фильтров.</p> <p>Уметь: правильно выбирать частоту дискретизации; производить операции интерполяции и децимации; синтезировать нерекуррентные цифровые фильтры по частотной характеристике;</p> <p>Владеть: понятиями комплексного, амплитудного и фазового спектров; понятие окна во временной и спектральной области.</p> | <p>преобразований; основные свойства вейвлетных спектральных преобразований; строение и свойства нерекуррентных цифровых фильтров, основные методы восстановления изображений.</p> | <p>основные свойства вейвлетных спектральных преобразований; строение и свойства нерекуррентных цифровых фильтров.</p> <p>Уметь: правильно выбирать частоту дискретизации; производить операции интерполяции и децимации; синтезировать нерекуррентные цифровые фильтры по частотной характеристике.</p> | <p>строение и свойства нерекуррентных цифровых фильтров.</p> <p>Уметь: правильно выбирать частоту дискретизации; производить операции интерполяции и децимации; синтезировать нерекуррентные цифровые фильтры по частотной характеристике;</p> <p>Владеть: понятиями комплексного, амплитудного и фазового спектров; понятие окна во временной и спектральной области, методами восстановления и цифровой фильтрации изображений.</p> |
|--|--|--|---|--|---|---|

3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объёме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

3.2 Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Цифровая обработка сигналов»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» являются лекционные занятия. Это связано с тем, что в основе дисциплины лежит достаточно непростой математический аппарат, с помощью которого решаются довольно сложные и громоздкие задачи. По большому числу тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным задачам и отработка практических навыков программирования.

В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях, а также изучение интересных вопросов, которые подробно на лекциях не разбираются.

Как допуск к зачету рассматривается подготовка студентом доклада с созданием презентации на выбранную тему, которая отражает современные подходы к разным проблемам цифровой обработки сигналов и изображений в медицине, промышленности, специальных и других областях науки.

В качестве лабораторной работы студентам предлагается реализовать на практике один из методов обработки сигнала (аудиоданные или изображение). При реализации проекта перед студентами одновременно встает ряд задач: разобраться с форматом хранимой информации, придумать или выбрать алгоритм для решения задачи. В ходе выполнения лабораторной работы студенты сталкиваются с «подводными камнями» цифровой обработки сигналов. Решение такого рода проблем помогает освоить курс с практической точки зрения.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

- Яблокова С. И. Введение в быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов. / С. И. Яблокова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2009. - 136 с.
- Хемминг Р.В. Цифровые фильтры. М.: Советское радио. 1980. 224с.
- Залманзон Л.А. Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении связи и других областях. М.:Наука. 496с.
- Оппенгейм Э. Применение цифровой обработки сигналов. М.:Мир. 1980. 545с.
- Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Ижевск:РХД. 2001. 464с.
- Сато Ю. Обработка сигналов. Первое знакомство. М.: Додека XXI. 2009. 176с.
- Финк М. Сигналы. Помехи. Ошибки. М.: Радио и связь. 1984. 256с.
- Numerical Recipes in C. The Art of Scientific Computing. <http://www.nr.com>
- Smith S.W. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. <http://www.dspguide.com>
- Сато Ю. Без паники! Цифровая обработка сигналов. М.: Додека XXI. 2010. 176с
- Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов. Второе издание. М.: Бином. 2006. 656с

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню

«Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.