Министерство науки и  высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования   
«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

#### Кафедра .ВМ-1

#### 

|  |
| --- |
| УтверждЕН  на заседании Кафедры  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_201\_\_ г., протокол № \_\_  Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.А. Прокофьев  (подпись) |
|  |
|  |

**ФОНД**

**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ПОДКОМПЕТЕНЦИИ ПК-3.МОЦОС.** Способен применять современные математические методы и технологии цифровой обработки сигналов

**КОМПЕТЕНЦИИ ПК-3.** Способен применять современные математические методы и программные технологии обработки и анализа данных

**Дисциплина (Модуль)** «**Математические основы цифровой обработки сигналов»**

Направление подготовки — 01.03.04 «Прикладная математика»

Программа — «Применение математических методов к решению инженерных и естественнонаучных задач»

Квалификация (степень) выпускника — бакалавр

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Зав. кафедрой ВМ-1  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.А. Прокофьев  "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г. | СОГЛАСОВАНО  Начальник АНОК  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.М. Никулина  "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г. |
| СОГЛАСОВАНО  Представитель предприятия-партнера  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. |  |

Москва 2020

1. **ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ/ПОДКОМПЕТЕНЦИИ**

**Тип задач профессиональной деятельности выпускников:**

научно-исследовательский.

**Задачи профессиональной деятельности выпускников:**

математическое моделирование процессов и объектов, применение математических моделей и методов обработки и анализа данных, аналитических и научных пакетов прикладных программ при решении исследовательских и проектных задач;

**ПК-3.** Способен применять современные математические методы и программные технологии обработки и анализа данных.

**ПК-3.МОЦОС.** Способен применять современные математические методы и технологии цифровой обработки сигналов.

**Индикаторы достижения подкомпетенции/подкомпетенции:**

***Знания***: основы теории рядов и интеграла Фурье, спектральное представление дискретных сигналов и теорему Котельникова, быстрое преобразование Фурье, основы теории линейных дискретных систем (ЛДС), основы теории и методов статистического кодирования дискретных источников информации.

***Умения***: выбирать параметры дискретизации и квантования сигналов, анализировать характеристики ЛДС и находить их отклик на заданные воздействия, анализировать энтропию дискретных источников информации.

***Опыт деятельности***: реализации БПФ и его применения для вычисления дискретных свёрток, анализа и синтеза простейших частотных фильтров, построения эффективных кодов Хаффмана для дискретных источников сообщений.

1. **ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИИ**

| **Индикаторы достижения сформированности компетенции** | **Показатели**  **оценки** | **Название оценочного средства** |
| --- | --- | --- |
| ***Знает*** основы теории рядов и интеграла Фурье, спектральное представление дискретных сигналов и теорему Котельникова, быстрое преобразование Фурье, основы теории линейных дискретных систем (ЛДС), основы теории и методов статистического кодирования дискретных источников информации. | 1. Воспроизводит базовые факты теории в пределах содержания, определенного рабочей программой (РП): определения, термины, формулировки теоретических положений. | Список теоретических вопросов к экзамену |
| 2. Способен привести обоснования (доказательства) изученных в соответствии с РП теоретических положений и продемонстрировать их понимание в беседе с экзаменатором. | Список теоретических вопросов к экзамену |
| ***Умеет*** выбирать параметры дискретизации и квантования сигналов, анализировать характеристики ЛДС и находить их отклик на заданные воздействия, анализировать энтропию дискретных источников информации. | 1. Решает типовые задачи. | Набор экзаменационных задач |
| ***Имеет опыт деятельности*** по реализации БПФ и его применения для вычисления дискретных свёрток, анализа и синтеза простейших частотных фильтров, построения эффективных кодов Хаффмана для дискретных источников сообщений. | 1. Демонстрирует опыт применения полученных знаний и умений на практике. | Практико-ориентированное задание экзаменационного билета |

**3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ**

**3.1. Название оценочного средства:**

Список теоретических вопросов к экзамену.

**3.1.1.Описание типового задания:**Сформулировать основные теоретические положения (утверждения, определения), относящиеся к содержанию экзаменационного вопроса*.* Привести требуемые обоснования (доказательства) утверждений и необходимые примеры. Экзаменуемому задаются три вопроса из списка.

**Пример типового задания** (*список теоретических вопросов*)**.**

1. Эффект наложения частот. Теорема отсчетов.
2. Теорема об ортогональности функций ряда Котельникова. Частотный критерий выбора шага дискретизации (привести пример 2.3)
3. Спектр дискретного сигнала: определение, связь со спектром непрерывного сигнала, спектральная иллюстрация эффекта наложения частот.
4. Частотные искажения спектра дискретного сигнала, связанные с неидеальностью стробирующих импульсов. Пример для прямоугольного стробирующего импульса.
5. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ), связь со спектром дискретного сигнала, дискретного периодического сигнала.
6. Обратное ДПФ (вывод). Свойства 1-5 ДПФ.
7. Совмещенное ДПФ (Свойство 6). Матричная форма ДПФ. Дискретные унитарные, ортогональные преобразования.
8. Алгоритм БПФ с прореживанием по времени: рекуррентные формулы, оценка числа вычислительных операций, структура матриц факторизованных представлений (с перестановками, без перестановок).
9. Алгоритм БПФ с прореживанием по частоте: рекуррентные формулы, оценка числа вычислительных операций, структура матриц факторизованных представлений (с перестановками, без перестановок).
10. Дискретное преобразование Уолша (ДПУ), свойства матрицы ДПУ.
11. Дискретное преобразование Хаара. Вычисление свертки при помощи БПФ.
12. Равномерное квантование. Оптимальное квантование Ллойда-Макса.
13. Векторное квантование. Обобщенный квантователь Ллойда-Макса. Алгоритм LBG.
14. Z-преобразование: определение, свойства. Обращение Z-преобразования.
15. Разностные уравнения. Применение Z-преобразования для решения разностных уравнений, пример.
16. Линейные дискретные системы (ЛДС). Импульсная характеристика (ИХ), определение отклика фильтра на произвольное входное воздействие при помощи ИХ, пример.
17. Передаточная функция ЛДС. Определение отклика фильтра на произвольное входное воздействие при помощи передаточной функции, пример. Соединения фильтров.
18. Структурные схемы фильтров (прямая, прямая каноническая, транспонированная формы), примеры.
19. Устойчивость ЛДС. Критерии устойчивости (две теоремы с доказательствами).
20. Частотная характеристика ЛДС, физический смысл.
21. Симметричные нерекурсивные фильтры. Линейность ФЧХ.
22. Метод синтеза нерекурсивных фильтров на основе частотной выборки.
23. Использование БПФ для вычисления отклика ЛДС.
24. Дискретный источник без памяти, мера количества информации (Хартли, Шэннона).
25. Свойства энтропии дискретного источника без памяти.
26. Префиксные коды. Лемма Крафта.
27. Основные теоремы о кодировании (5.1-5.2)
28. Коды Шэннона-Фано. Коды Хаффмана.
29. Метод кодирования длин серий.
30. Условная энтропия (для ансамбля источников). Теорема 5.3.
31. Дискретный марковский процесс. Мера неопределенности для источника с памятью.
32. Энтропия источника с памятью, теорема 5.4 (без доказательства). Кодирование дискретного источника с памятью.
33. Статистическое моделирование источника при практической реализации методов эффективного кодирования.

**3.1.2. Условия выполнения задания:**

**Место выполнения** – учебная аудитория

**Время на выполнение задания** –40 минут

**Материально-техническое обеспечение:** бумага, ручка.

**Список литературы и информационных источников, доступных во время экзамена:** личный конспектсдающего экзамен.

**3.1.3. Условия начисления баллов по критериям оценивания:**

| **Показатель оценки** | **Критерий оценивания достижения показателя** | **Условия начисления баллов по критерию** | **Количество баллов** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. Воспроизводит базовые факты теории в пределах содержания, определенного рабочей программой (РП): определения, термины, формулировки теоретических положений. | Корректность определений, теоретических утверждений. | Необходимые базовые определения и формулировки даны верно. | 1 |
| Необходимые базовые определения и формулировки даны неверно | 0 |
| 2. Способен привести обоснования (доказательства) изученных в соответствии с РП теоретических положений и продемонстрировать их понимание в беседе с экзаменатором. | Понимание смыслового содержания приводимых теоретических обоснований (доказательств) и примеров. | Дан полный верный ответ на вопрос | 3 |
| В ответе присутствуют неточности, но экзаменуемый демонстрирует понимание излагаемого материала | 2 |
| В ответе присутствуют ошибки, но экзаменуемый демонстрирует понимание большей части излагаемого материала | 1 |
| Экзаменуемый не может привести и пояснить обоснования теоретических положений. | 0 |
| **Суммарный балл по показателю по всем трём теоретическим вопросам:** | | | **0-12** |

**3.2. Название оценочного средства**

Набор экзаменационных задач

**3.2.1.Описание типового задания:**Привести решение трёх задач из типового набора к экзамену.

**Пример типового задания.**

Задача 1. Последовательность получена в результате дискретизации аналогового сигнала с частотой дискретизации *Гц*. Найти две наименьших частоты и , при которых это возможно.

Задача 2. По заданной импульсной характеристике *h*(*n*) = *n*2-*n* синтезировать прямую, прямую каноническую и транспонированную формы структурной схемы дискретного фильтра. Является ли данный фильтр устойчивым?

Задача 3. Используя методику Хаффмана, построить эффективные коды для источника сообщений *Z*, который имеет следующее распределение вероятностей появления символов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *z*1 | *z*2 | *z*3 | *z*4 | *z*5 | *z*6 | *z*7 | *z*8 |
| 0,22 | 0,20 | 0,16 | 0,16 | 0,10 | 0,10 | 0,04 | 0,02 |

**3.2.2. Условия выполнения задания:**

**Место выполнения** – учебная аудитория

**Время на выполнение задания** –45 минут

**Материально-техническое обеспечение:** бумага, ручка.

**Список литературы и информационных источников, доступных во время экзамена:** личный конспектсдающего экзамен.

**3.2.3. Условия начисления баллов по критериям оценивания:**

| **Показатель оценки** | **Критерий оценивания достижения показателя** | **Условия начисления баллов по критерию** | **Количествобаллов** |
| --- | --- | --- | --- |
| Решает типовые задачи. | Правильность решения задачи. | Приведено верное решение, получен правильный ответ | 3 |
| Присутствуют незначительные ошибки (описки), вследствие чего полученный ответ верен частично. | 2 |
| Для решения был применен верный подход, однако из-за технических ошибок итоговый ответ оказался неверным. | 1 |
| Решение и ответ отсутствуют. | 0 |
| **Суммарный балл по показателю по всем трём задачам:** | | | **0-9** |

**4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРИОБРЕТЕНИЯ**

**ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**4.1. Название оценочного средства**

Практико-ориентированное задание экзаменационного билета

**4.1.1. Описание типового задания:** Кейс, включающий исследование практической проблемы на основе опыта, полученного при выполнении лабораторных работ, предусмотренных РП. Решение кейса предполагает рассмотрение различных вариантов решения с выбором оптимального для заданных условий.

**Пример типового задания:**

Для обработки вещественных дискретных сигналов по некоторой спецификации был синтезирован КИХ-фильтр порядка *N* с импульсной характеристикой , все отсчёты которой различны. Перед разработчиком стоит задача реализации данного фильтра на вычислительной платформе, для которой операции умножения чисел выполняются на порядок дольше операций сложения (вычитания), причём все арифметические операции проводятся в формате с плавающей запятой. Разработчику необходимо определить, какой способ реализации фильтра выбрать: непосредственное вычисление формулы дискретной свёртки, или же нахождение свёртки с помощью быстрого преобразования Фурье. Для указанной платформы необходимо сформулировать правило выбора способа реализации в зависимости от порядка фильтра *N*.

**4.1.2. Условия выполнения задания:**

**Место выполнения** – учебная аудитория

**Время на выполнение задания** –20 минут

**Материально-техническое обеспечение:** бумага, ручка.

**Список литературы и информационных источников, доступных во время экзамена:** личный конспектсдающего экзамен.

**4.1.3. Условия начисления баллов по критериям оценивания:**

| **Показатель оценки** | **Критерий оценивания достижения показателя** | **Условия начисления баллов по критерию** | **Количество баллов** |
| --- | --- | --- | --- |
| Демонстрирует опыт применения полученных знаний и умений на практике. | Выполнено практико-ориентированное задание экзаменационного билета | Получен верный результат, решение обосновано | 6 |
| Получен в целом верный результат, но при его обосновании экзаменуемый допустил незначительные технические ошибки | 4 |
| Решение основано на верных посылах, но итоговый полученный результат неверен из-за допущенных ошибок | 2 |
| В остальных случаях | 0 |
| **Суммарный балл по показателю:** | | | **0 - 6** |

**5. Методические указания по процедуре оценивания:**

1. Оценивание сформированности компетенции осуществляется преподавателями из числа научно-педагогических работников института, имеющих базовое образование и/или ученую степень, соответствующие профилю направления подготовки.

2. Оценивание осуществляется по описанным выше критериям.

3.Суммарный балл, выставляемый студенту, определяется простым суммированием баллов, полученных по показателям.

**6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ О СФОРМИРОВАННОСТИ ПОДКОМПЕТЕНЦИИ**

Подкомпетенция считается сформированной, если учащийся набрал не менее половины от максимального числа баллов.

**РАЗРАБОТЧИК ФОС:**

Профессор кафедры ВМ-1 /С.В. Умняшкин/