МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по развитию образования
_____Е.В.Сапир

"_____"_____2012 г.

Рабочая программа дисциплины послевузовского профессионального образования (аспирантура)

Использование сигнальных процессоров при выполнении научных исследований

по специальности научных работников

05.12.13 Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Ярославль 2012

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины **«Использование сигнальных процессоров при выполнении научных исследований»** в соответствии с общими целями основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (далее - образовательная программа послевузовского профессионального образования) являются:
- усвоение аспирантами знаний о возможностях современных цифровых сигнальных процессоров для обработки данных в режиме реального времени;
- изучение этапов создания приложения реального времени в интегрированной среде разработки;
- формирование у аспирантов представления об анализе характеристик исполняемого кода и критериев его эффективности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы послевузовского профессионального образования

Данная дисциплина относится к разделу обязательные дисциплины (подраздел дисциплины по выбору аспиранта) образовательной составляющей образовательной программы послевузовского профессионального образования по специальности научных работников 05.12.13 Системы, сети и устройства телекоммуникаций.
Общей тенденцией современных телекоммуникационных систем является переход к устройствам и системам, осуществляющим передачу, прием и обработку информации на основе методов и средств цифровой обработки сигналов.
Изучение дисциплины «Использование сигнальных процессоров при выполнении научных исследований» позволит аспиранту успешно вести исследования и разработки, направленные на создание и обеспечение функционирования радиоэлектронных устройств и систем различного назначения.
Для изучения данной дисциплины необходимы «входные» знания по основам программирования, основам цифровой обработки сигналов и архитектуре микропроцессорных систем. Освоение данной дисциплины необходимо для успешного выполнения научных работ, связанных с разработкой систем реального времени.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины «Использование сигнальных процессоров при выполнении научных исследований» обучающийся должен:

знать:
- физические и математические основы преобразования сигналов при цифровой обработке и связанные с ними искажения и погрешности;
- математические алгоритмы цифровой фильтрации и спектрально-корреляционного анализа сигналов;
- методы синтеза цифровых фильтров и оценки точности ЦОС;
- методы многоскоростной и многоканальной обработки сигналов;
- общие принципы и средства реализации ЦОС;

уметь:
- составить техническое задание на проектирование устройства или системы ЦОС;
- обосновать в процессе исследования и проектирования необходимые параметры дискретизации и квантования;
- выбрать наиболее эффективный алгоритм обработки сигнала;
- выполнить синтез цифрового фильтра на ЭВМ;
- определить необходимую разрядность процессора ЦОС исходя из требуемой точности обработки;

- провести моделирование обработки на ЭВМ;
- выбрать современную элементную базу ЦОС в соответствии с технико-экономическими критериями;
- реализовать ЦОС на современной элементной базе;

владеть:

- методами системного решения задач проектирования;
- методами автоматизированного проектирования программного обеспечения ЦОС.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы, **72** часа.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Курс	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость (в часах) Форма обуч.:очная/заочная					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям) Форма промежуточной аттестации
				Лекций	Лабораторных	Практических	Сам. Работа	работыКонтроль сам.	
1	Базовые методы и алгоритмы ЦОС.	1	1-3	2			9		реферат
2	Специальные методы и приложения ЦОС	1	4-6				17		реферат
3	Влияние конечной разрядности чисел в цифровых фильтрах	1	7-9				17		реферат
4	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	1	10-12				16		реферат
5	Задачи, способы, средства и принципы реализации ЦОС	1	13-15	2			9		реферат
		1		**4**			**68**		**Зачет**

Содержание дисциплины

Раздел 1.

Предмет, цели и задачи курса. Основная терминология. Определение ЦОС. Роль и место ЦОС в радиотехнике. Исторические аспекты ЦОС. Обзор методов и средств ЦОС. Логическая структура курса. Общая структура системы цифровой обработки аналоговых сигналов..

Раздел 2.

Задачи повышения-понижения частоты дискретизации в системах ЦОС. Классификация и применение многоскоростных систем ЦОС. Перенос и инверсия спектров дискретных сигналов. Метод цифрового гетеродинирования. Комплексные дискретные сигналы. Квадратурная обработка дискретных сигналов. Назначение многоканальных систем ЦОС с частотным разделением (уплотнением) каналов. Сигналы, действующие в многоканальных системах ЦОС с частотным разделением каналов. Задачи формирования и разделения групповых сигналов в

многоканальных системах ЦОС с частотным разделением каналов. Подсистемы формирования и разделения групповых сигналов на основе полосовых фильтров.

Раздел 3.

Задачи, связанные с конечной разрядностью чисел. Формы представления, форматы чисел, способы ограничения разрядности (квантования) чисел в цифровых фильтров. Масштабирование сигналов в цифровых фильтрах. Временной, спектральный и статистический методы расчета масштабных множителей. Расчет масштабных множителей для конкретных структур цифровых фильтров. Влияние масштабирования на собственные шумы цифровых фильтров. Детерминированный и вероятностный методы оценки точности цифровых фильтров. Шумовые эквивалентные схемы цифровых фильтров. Расчет шума квантования входного сигнала на выходе цифровых фильтров. Расчет шума квантования произведений. Колебания малого уровня в рекурсивных цифровых фильтрах. Расчет разрядности АЦП и арифметического устройства цифровых фильтров по допустимому отношению мощности (уровня) сигнала к шуму квантования. Задачи и методы моделирования цифровых фильтров на ЭВМ.

Раздел 4.

Классификация алгоритмов быстрого преобразования Фурье. Алгоритм быстрого преобразования Фурье по основанию 2 с прореживанием по времени. Алгоритм быстрого преобразования Фурье по основанию 2 с прореживание по частоте. Блок-схемы алгоритмов вычисления быстрого преобразования Фурье. Совместное использование алгоритмов быстрого преобразования Фурье с прореживанием по времени и прореживанием по частоте в цифровых фильтрах. Масштабирование и оценка точности вычисления быстрого преобразования Фурье.

Раздел 5.

Общие задачи и способы реализации ЦОС. Сравнение аппаратного, аппаратно-программного и программного способов реализации ЦОС. Принципы конвейерной обработки, распараллеливания и временного разделения при реализации ЦОС. Операционные устройства ЦОС на основе жесткой логики. Методы аппаратной реализации цифровых фильтров с последовательно-параллельной, параллельной и параллельно-последовательной обработкой на основе жесткой логики и программируемых логических интегральных схем. Задачи аппаратно-программной реализации ЦОС на основе программируемой логики (микропроцессорных средств). Способы и средства обеспечения режима реального времени в микропроцессорных системах ЦОС. Представление и форматирование чисел в микропроцессорных системах ЦОС. Реализационные алгоритмы рекурсивных и нерекурсивных цифровых фильтров на основе микропроцессорных средств. Технология программирования микропроцессорных систем ЦОС.

5. Образовательные технологии

В преподавании используются мультимедийные презентации, иллюстрации, таблицы, методические пособия.

В преподавании курса используются активные и интерактивные технологии проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В качестве средств текущего контроля используется – написание в течение семестра 1 реферата на выбранную тему (в соответствии с тематикой дисциплины). Итоговая форма контроля (зачет) дает возможность выявить уровень профессиональной подготовки аспиранта по данной дисциплине.

Темы рефератов

1. Системы ЦОС и источники искажений при цифровой обработке.

2. Математические модели и описания дискретных сигналов во временной и частотной области.
3. Алгоритмы квантования сигналов по уровню и цифрового кодирования.
4. Цифровые фильтры с бесконечной импульсной характеристикой.
5. Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой.
6. Синтез РЦФ по аналоговому прототипу.
7. Синтез НЦФ методом весовых функций.
8. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье.
9. Синтез НЦФ методом частотной выборки.
10. Способы масштабирования сигналов в цифровых фильтрах и расчета масштабных множителей.
11. Расчет необходимой разрядности чисел в цифровых фильтрах.
12. Нерекурсивные цифровые фильтры с линейной ФЧХ.
13. Анализ амплитудного и фазового спектров сигналов.
14. Применение весовых функций при спектральном анализе дискретных сигналов.
15. Корреляционный анализ дискретных случайных сигналов.
16. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье и их применение.
17. Многоскоростные системы ЦОС с повышением частоты дискретизации.
18. Многоскоростные системы ЦОС с понижением частоты дискретизации.
19. Методы переноса (смещения) спектров дискретных сигналов.
20. Комплексные дискретные сигналы.
21. Методы частотного разделения групповых сигналов.
22. Особенности и принципы реализации ЦОС на основе жесткой логики и программируемых логических интегральных схем.
23. Особенности и задачи микропроцессорной реализации ЦОС.
24. Общая архитектура и отличительные признаки цифровых сигнальных процессоров.
25. Особенности программирования и реализации ЦОС на основе сигнальных процессоров Texas Instruments.
26. Особенности программирования и реализации ЦОС на основе сигнальных процессоров Analog Devices.

Вопросы к аттестации (зачету)

27. Системы ЦОС: общая структура, элементы и сигналы. Источники искажений (погрешностей) при цифровой обработке.
28. Математические модели и описания дискретных сигналов во временной и частотной области. Искажения (погрешности), связанные с дискретизацией сигналов и способы их уменьшения.
29. Алгоритмы квантования сигналов по уровню и цифрового кодирования. Погрешности квантования и способы их уменьшения.
30. Искажения сигналов при цифро-аналоговом преобразовании и способы их уменьшения.
31. Цифровые фильтры с бесконечной импульсной характеристикой: методы математического описания во временной области, алгоритмы обработки и структуры.
32. Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой на основе дискретной временной свертки: алгоритмы обработки и структуры.
33. Нерекурсивные цифровые фильтры на основе дискретной временной свертки: методы математического описания и характеристики в частотной области.
34. Задачи синтеза рекурсивных цифровых фильтров (РЦФ). Синтез РЦФ по аналоговому прототипу.

35. Задачи синтеза нерекурсивных цифровых фильтров (НЦФ). Синтез НЦФ методом весовых функций.
36. Определение и свойства прямого и обратного дискретного преобразования Фурье.
37. Алгоритм цифровой фильтрации на основе дискретного преобразования Фурье.
38. Фильтрация последовательностей (сигналов) большой длины в соответствии с алгоритмом на основе дискретного преобразования Фурье.
39. Задачи синтеза нерекурсивных цифровых фильтров (НЦФ). Синтез НЦФ методом частотной выборки.
40. Алгоритм цифровой фильтрации на основе частотной выборки.
41. Способы масштабирования сигналов в цифровых фильтрах и расчета масштабных множителей.
42. Оценка и обеспечение точности цифровых фильтров.
43. Расчет необходимой разрядности чисел в цифровых фильтрах.
44. Нерекурсивные цифровые фильтры с линейной ФЧХ: методы синтеза и структурной реализации.
45. Анализ амплитудного и фазового спектров сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье.
46. Применение весовых функций при спектральном анализе дискретных сигналов.
47. Методы спектрального анализа дискретных случайных сигналов на основе ДПФ.
48. Корреляционный анализ дискретных случайных сигналов на основе ДПФ.
49. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье и их применение.
50. Многоскоростные системы ЦОС с повышением частоты дискретизации.
51. Многоскоростные системы ЦОС с понижением частоты дискретизации.
52. Методы переноса (смещения) спектров дискретных сигналов.
53. Комплексные дискретные сигналы.
54. Методы формирования дискретных сигналов с одной боковой полосой.
55. Методы формирования групповых сигналов с частотным уплотнением каналов.
56. Методы частотного разделения групповых сигналов.
57. Применение методов формирования и разделения групповых сигналов для сопряжения многоканальных систем связи типа ЧРК-ВРК.
58. Задачи и обоснование метода многоканального спектрального анализа сигналов на основе полосовой фильтрации.
59. Задачи и обоснование метода многоканального полосового анализа сигналов на основе кратковременного преобразования Фурье.
60. Особенности и принципы реализации ЦОС на основе жесткой логики и программируемых логических интегральных схем.
61. Особенности и задачи микропроцессорной реализации ЦОС.
62. Алгоритмы аппаратно-программной реализации рекурсивных цифровых фильтров.
63. Алгоритмы аппаратно-программной реализации нерекурсивных цифровых фильтров.
64. Общая архитектура и отличительные признаки цифровых сигнальных процессоров.
65. Особенности программирования и реализации ЦОС на основе сигнальных процессоров семейства TMS320C6000.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература*:*

1. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов : пер с англ. / М. : Техносфера, 2006. 856 с.
2. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов : пер с англ. / М. : Бином-Пресс, 2007. 656 с.

б) дополнительная литература:

1. Основы цифровой обработки сигналов : курс лекций / А. И. Солонина, Д. А. Улахович, С. М. Арбузов, Е. Б. Соловьева. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. 768 с.

2. Солонина, А. И. Улахович Д. А., Яковлев Л. А. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов / СПб. : БХВ-Петербург, 2001. 464 с.
3. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие / СПб. : Питер, 2006. 751 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:
- для демонстрации презентаций используются программы *Windows* и *MS Office*.
- в качестве вспомогательных **интернет-ресурсов** по дисциплине используются официальные сайты производителей сигнальных процессоров.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины
- компьютер и мультимедийный проектор.

Программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (приказ Минобрнауки от 16.03.2011 г. № 1365) с учетом рекомендаций, изложенных в письме Минобрнауки от 22.06.2011 г. № ИБ – 733/12.

Программа одобрена на заседании кафедры динамики электронных систем
_15_. _10_ .20_12_ (протокол № _2_)

Заведующий кафедрой Брюханов Ю.А., д.т.н., проф.

Автор Тараканов А.Н., к.т.н., доцент