

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет автоматики и вычислительной техники

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан АВТФ

профессор, д.т.н. Гужов
Владимир Иванович

“ ___ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория и обработка сигналов

ООП: направление 200100.62 Приборостроение

Шифр по учебному плану: СД.Ф.1

Факультет: автоматики и вычислительной техники очная форма обучения

Курс: 3, семестр: 5 6

Лекции: 66

Практические работы: - Лабораторные работы: 50

Курсовой проект: - Курсовая работа: 6 РГЗ: 5

Самостоятельная работа: 80

Экзамен: 5 Зачет: 6

Всего: 204

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 551500 Приборостроение.(№ 5 тех/бак от 02.03.2000)

СД.Ф.1, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Систем сбора и обработки данных протокол № 12 от 06.06.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Щетинин Юрий Иванович

Заведующий кафедрой

доцент, д.т.н.

Белик Дмитрий Васильевич

Ответственный за основную образовательную программу

доцент, д.т.н.

Белик Дмитрий Васильевич

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
СД.Ф.1	<p>Утверждено решением Ученого совета АВТФ НГТУ, протокол № 4 от 21.04.2010.</p> <p>Краткое содержание курса:</p> <p>Понятия сигнала и системы, характеристики сигналов, преобразование Фурье и его свойства ,</p> <p>спектральные представления периодических и аperiodических сигналов,</p> <p>дискретное преобразование Фурье и быстрое преобразование Фурье (БПФ),</p> <p>методы анализа линейных непрерывных стационарных системы ,</p> <p>математические модели дискретизации сигналов и теорема отсчетов,</p> <p>Z - преобразование,</p> <p>линейные дискретные системы,</p> <p>методы проектирования фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ - фильтров),</p> <p>проектирование фильтров с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ - фильтров),</p> <p>случайные сигналы и их характеристики</p>	204

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	Решение Ученого совета №3 от 19.03.2008.
Адресат курса	Студенты 3 - го курса факультета автоматике и вычислительной техники НГТУ, обучающиеся по направлению 200100 (551500) "Приборостроение".
Основная цель (цели) дисциплины	Изучение математических моделей представления и анализа непрерывных и дискретных (цифровых) сигналов и их обработки линейными динамическими стационарными системами - непрерывными и дискретными по аргументу (времени).
Ядро дисциплины	<p>понятия сигнала и системы, характеристики сигналов, преобразование Фурье и его свойства, спектральные представления периодических и аperiodических сигналов, дискретное преобразование Фурье и быстрое преобразование Фурье (БПФ), методы анализа линейных непрерывных стационарных системы, математические модели дискретизации сигналов и теорема отсчетов, Z - преобразование, линейные дискретные системы, методы проектирования фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ - фильтров), проектирование фильтров с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ - фильтров), случайные сигналы и их характеристики</p>
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Знания и навыки, полученные в результате изучения дисциплины, необходимы для усвоения ряда последующих дисциплин учебного плана и используются в курсах "Основы проектирования приборов и систем", "Теоретические основы измерительных и информационных технологий", "Системы сбора и обработки данных", "Измерительные информационные системы".
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Для изучения дисциплины необходима предварительная подготовка по дисциплинам: "Математический анализ", "Линейная алгебра", "Теория вероятностей и математическая статистика", "Общая электротехника", "Электроника".
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	<p>Объем дисциплины 204 часа. Дисциплина изучается в 5-ом и 6-ом семестрах обучения.</p> <p>В 5 -ом семестре 34 часа лекций, 34 часа лабораторных занятий, 38 часов самостоятельной работы и одно расчетно-графическое задание (РГЗ). РГЗ предусматривает решение 10-</p>

	<p>12 задач по программе семестра. Семестр заканчивается проведением экзамена.</p> <p>В 6 -ом семестре предусмотрено 32 часа лекций, 16 часов лабораторных занятий, 42 часа самостоятельной работы и выполнение одной контрольной работы и курсовой работы (КР). 6-ой семестр заканчивается зачетом.</p> <p>Лабораторный практикум (52 часа, из них 34 часа в 5 семестре и 16 часов в 6 семестре обучения) направлен на получение практических навыков спектрального анализа сигналов, анализа линейных стационарных непрерывных и дискретных систем, синтеза фильтров. В качестве инструментальной среды для лабораторного практикума используется система MATLAB фирмы The MathWorks, Inc.</p> <p>В курсовой работе предусматривается проектирование цифрового фильтра по индивидуальному заданию для каждого студента.</p>
--	---

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	Об алгоритмах быстрого преобразования Фурье
2	Об основных характеристиках случайных сигналов.
3	Об основных методах аналоговой модуляции сигналов
знать	
4	Понятия сигнала и системы, их классификацию и разновидности
5	Представления периодических сигналов рядом Фурье
6	Преобразование Фурье и его свойства
7	Прямое и обратное дискретные преобразования Фурье, их свойства
8	Математические модели дискретизации сигналов во временной и частотной области.
9	Z - преобразование и способы вычисления прямого и обратного Z - преобразования.
10	Определения и взаимосвязи динамических характеристик линейных непрерывных и дискретных систем.
11	Основные методы проектирования аналоговых фильтров в среде MATLAB
12	Основные методы проектирования цифровых фильтров.
уметь	
13	Вычислять спектры непрерывных периодических и непериодических сигналов
14	Вычислять спектры дискретных сигналов.
15	Находить прямое и обратное Z - преобразования сигналов.
16	Определять динамические характеристики непрерывных и дискретных линейных систем.
17	Проектировать БИХ -фильтры
18	Проектировать КИХ - фильтры
иметь опыт (владеть)	
19	Выполнения анализа сигналов и систем в среде MATLAB
20	Проектирования цифровых фильтров с использованием MATLAB.

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 5		
Модуль: Введение в сигналы и системы		
Дидактическая единица: Цели и содержание дисциплины. Определение сигнала и классификация сигналов. Энергия и мощность сигнала.		

Назначение и содержание курса. Взаимосвязи с другими дисциплинами. Литература. Понятие сигнала. Классификация сигналов.	2	4, 5
Дидактическая единица: Специальные сигналы. Определение системы и классификация систем.		
Сигналы специального применения. Понятие системы. Классификация систем. Свойства и характеристики систем.	2	
Дидактическая единица: Непрерывная и дискретная свертка		
Анализ систем во временной области. Импульсная характеристика. Непрерывная свертка. Дискретная свертка. Собственные функции линейных систем.	2	
Модуль: Спектральные представления периодических сигналов		
Дидактическая единица: Комплексный ряд Фурье. Тригонометрический ряд Фурье. Амплитудный и фазовый спектры периодического сигнала. Примеры.		
Понятие спектра сигнала. Ряды Фурье. Амплитудный и фазовый спектры периодического сигнала. Примеры.	2	13, 5
Дидактическая единица: Сходимость рядов Фурье. Спектральное распределение мощности периодического сигнала. Отклик системы на входной сигнал в виде ряда Фурье. Дискретно - временной ряд Фурье (ДВРФ).		
Особенности сходимости рядов Фурье. Теорема Парсеваля для периодических сигналов. Дискретно-временной ряд Фурье	2	
Модуль: Спектральные представления неперіодических сигналов		
Дидактическая единица: Преобразование Фурье. Амплитудный и фазовый спектры неперіодического сигнала. Примеры. Вычисление преобразования Фурье и спектров в MATLAB.		
Преобразование Фурье. Амплитудный и фазовый спектры неперіодического сигнала. Примеры определения спектров. Теорема Парсеваля для неперіодических сигналов. Связь спектров неперіодического и периодического сигналов	2	13, 19, 6
Дидактическая единица: Свойства преобразования Фурье. Длительность сигнала и ширина его спектра.		
Свойства преобразования Фурье: линейности, симметрии, дуальности, временного и частотного сдвига, временного масштабирования, свертки и др.,	2	
Модуль: Дискретное и быстрое преобразование Фурье		
Дидактическая единица: Быстрое преобразование Фурье (БПФ).		
Дидактическая единица: Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).		

Определение ДПФ. Вычисление дискретного преобразования Фурье и обратного дискретного преобразования Фурье (ОДПФ) в MATLAB. Свойства ДПФ.	2	14, 19, 7
Общие сведения. Алгоритм БПФ с прореживанием во времени. Примеры вычисления.	2	
Модуль: Дискретизация непрерывных сигналов и восстановление сигналов по отсчетам		
Дидактическая единица: Аналого - цифровое преобразование и модели дискретизации сигналов		
Аналого-цифровое преобразование сигналов. Квантование сигналов по уровню. Математические модели дискретизации сигналов во временной и частотной области	2	8
Дидактическая единица: Теорема отсчетов.		
Теорема отсчетов. Алиасинг. Фильтры защиты от наложения спектров. Дискретизация речевых, аудио и видеосигналов.	2	
Дидактическая единица: Восстановление непрерывного сигнала по отсчетам		
Цифро - аналоговое преобразование сигналов. Математические модели восстановления аналогового сигнала по его отсчетам. Восстановление аналогового сигнала с помощью интерполяционных полиномов нулевого и первого порядка	2	
Модуль: Линейные непрерывные стационарные системы		
Дидактическая единица: Анализ линейных непрерывных стационарных систем во временной области		
Свойства систем. Решение дифференциального уравнения линейной системы. Импульсная и переходная характеристики системы. Интеграл сверки Примеры.	2	10, 16, 19
Дидактическая единица: Частотные характеристики и анализ линейных непрерывных стационарных систем в частотной области		
Частотные характеристики непрерывных систем. Частотные характеристики систем первого и второго порядка. Логарифмические частотные характеристики. Отклик системы на гармонический входной сигнал.	2	
Дидактическая единица: Преобразование Лапласа . Обратное преобразование Лапласа. Передаточная функция линейной непрерывной стационарной системы.		

Преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Обратное преобразование Лапласа. Передаточная (системная) функция системы.	2	
Дидактическая единица: Полюса и нули передаточной функции.		
Каскадная форма представления передаточной функции. Частотно-избирательные фильтры. Фильтры Баттерворта.	2	
Модуль: Двумерные сигналы. Изображения. Основы обработки изображений.		
Дидактическая единица: Дискретно-временное преобразование Фурье. Амплитудный и фазовый спектры дискретного сигнала. Свойства ДВПФ. Связь ДВПФ и ДПФ. Вычисление ДВПФ в MATLAB.		
Дидактическая единица: Дискретно-временное преобразование Фурье. Амплитудный и фазовый спектры дискретного сигнала. Свойства ДВПФ. Связь ДВПФ и ДПФ. Вычисление ДВПФ в MATLAB.	2	15, 19, 9
Семестр: 6		
Модуль: Z - преобразование и дискретно-временное преобразование Фурье		
Дидактическая единица: Z- преобразование.		
Одностороннее и двустороннее Z- преобразование. Свойства Z - преобразования. Связь Z- преобразования. и преобразования Лапласа. Рациональные Z- преобразования.	2	15, 9
Дидактическая единица: Обратное Z - преобразование		
Свойства Z- преобразования. Обратное Z- преобразование. Вычисление обратного Z - преобразования.	2	
Дидактическая единица: Дискретно-временное преобразование Фурье (ДВПФ)		
Дискретно-временное преобразование Фурье. Амплитудный и фазовый спектры дискретного сигнала. Свойства ДВПФ.	2	
Модуль: Линейные дискретные системы и их характеристики		
Дидактическая единица: Линейные дискретные системы (ЛДС). Передаточная функция ЛДС.		
Полюса и нули ЛДС. Каскадная форма представления передаточной функции ЛДС. Инверсные (обратные) системы	2	10, 16
Дидактическая единица: Частотные характеристики ЛДС.		
Частотные характеристики линейных дискретных систем. Геометрическая интерпретация частотной характеристики. Фазо-частотная характеристика, фазовая и групповая задержка. Устойчивость ЛДС.	2	

Модуль: Аналоговые фильтры и их проектирование		
Дидактическая единица: Назначение и типы фильтров. Проектирование аналоговых фильтров.		
Типы фильтров. Спецификации АЧХ проектируемого фильтра. Требования к АЧХ проектируемого фильтра. Подход к проектированию фильтра на основе выбора положения нулей и полюсов.	2	11
Дидактическая единица: Фильтры Баттерворта, Чебышева, эллиптические фильтры, фильтры Бесселя и их проектирование		
Проектирование аналоговых фильтров в среде MATLAB. Частотные преобразования при проектировании аналоговых фильтров.	2	
Модуль: Цифровые фильтры. Проектирование БИХ-фильтров		
Дидактическая единица: Методы проектирования фильтров с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ- фильтров). Метод инвариантного преобразования импульсной характеристики.		
Методы проектирования фильтров с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ-фильтров). Метод инвариантного преобразования импульсной характеристики.	2	12, 17, 20
Дидактическая единица: Билинейное преобразование. Проектирование БИХ - фильтра с использованием билинейного преобразования.		
Проектирование БИХ - фильтра с использованием билинейного преобразования. Проектирование БИХ - фильтра с помощью согласованного Z-преобразования. Прямые методы проектирования БИХ - фильтров.	2	
Дидактическая единица: Реализация БИХ - фильтров		
Представление БИХ - фильтра структурной схемой. Анализ влияния конечной разрядности. Прямые формы реализации БИХ - фильтров. Каскадная (последовательная) форма реализации. Параллельная форма реализации.	2	
Модуль: КИХ - фильтры и их проектирование		
Дидактическая единица: КИХ-фильтры. Проектирование КИХ - фильтров методом разложения частотной характеристики в ряд Фурье.		
Общие сведения о фильтрах с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтрах). Простые КИХ - фильтры. Типы КИХ - фильтров с линейной фазовой характеристикой. Схема разработки КИХ - фильтров. Проектирование КИХ - фильтров методом разложения частотной характеристики в ряд Фурье. Оконные функции.	2	12, 18
Дидактическая единица: Проектирование КИХ - фильтров методом частотных выборок.		

Проектирование оптимальных КИХ - фильтров		
Проектирование КИХ -фильтров методом взвешивающих окон в MATLAB. Проектирование фильтра с окном Кайзера. Проектирование фильтра с окном Чебышева. Проектирование КИХ - фильтров методом частотных выборок. Проектирование оптимальных КИХ - фильтров с квадратичной нормой ошибки. Проектирование оптимального по Чебышеву КИХ - фильтра.	2	
Модуль: Случайные сигналы и их характеристики		
Дидактическая единица: Характеристики случайных сигналов.		
Понятие случайного сигнала. Числовые характеристики случайных сигналов. Корреляционные характеристики случайных сигналов. Эргодические случайные сигналы. Функции MATLAB для определения оценок характеристик случайных сигналов.	2	2
Дидактическая единица: Спектральная плотность мощности (СПМ) случайного сигнала.		
Спектральная плотность мощности (СПМ) случайного сигнала. Корреляционный метод оценивания СПМ. Периодограммная оценка СПМ. Оценивание СПМ методом Уэлча.	2	
Модуль: Проектирование цифровых фильтров в среде Filter Design and Analysis Tool и Filter Design Toolbox		
Дидактическая единица: Проектирование фильтров в среде MATLAB		
Назначение и интерфейс пакета Filter Design and Analysis Tool. Пример проектирования фильтра в FDATool. Проектирование Q - фильтров. Проектирование фильтров в среде Filter Design Toolbox. Проектирование фильтров в среде процедуры SPTOOL.	2	17, 18, 20
Модуль: Линейные дискретные системы. Дискретная свертка и корреляция сигналов		
Дидактическая единица: Дискретная свертка и корреляция.		
Дискретная свертка. Быстрая (круговая) свертка. Метод наложения - сложения вычисления свертки. Взаимная корреляционная и автокорреляционная функции. Связь корреляции и свертки.	2	10

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 5			
Модуль: Введение в сигналы и системы			
Дидактическая единица: Специальные сигналы. Определение системы и классификация систем.			
Непрерывные и дискретные по времени сигналы	Цель работы: знакомство со средой MATLAB, приобретение практических навыков генерирования непрерывных и дискретных по времени сигналов, построения графиков сигналов в среде MATLAB.	4	19, 4
Модуль: Спектральные представления периодических сигналов			
Дидактическая единица: Комплексный ряд Фурье. Тригонометрический ряд Фурье. Амплитудный и фазовый спектры периодического сигнала. Примеры.			
Спектральные представления периодических сигналов	Цель работы: изучение понятия спектра периодического сигнала, приобретение практических навыков разложения в ряд Фурье, вычисления, построения графиков и анализа спектров периодических сигналов в среде MATLAB.	4	13, 14, 19
Модуль: Спектральные представления неперiodических сигналов			
Дидактическая единица: Преобразование Фурье. Амплитудный и фазовый спектры неперiodического сигнала. Примеры. Вычисление преобразования Фурье и спектров в MATLAB.			
Спектральные представления	Цель работы: Изучение	4	13, 19

непериодических сигналов	преобразования Фурье и его свойств, понятий амплитудного и фазового спектров непериодических непрерывных по времени сигналов, приобретение практических навыков вычисления преобразования Фурье, построения графиков и анализа спектров в среде Matlab.		
Модуль: Дискретное и быстрое преобразование Фурье			
Дидактическая единица: Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).			
Дискретное преобразование Фурье и спектральный анализ сигналов	Цель работы: изучение дискретного преобразования Фурье (ДПФ) и его вычисления, алгоритма быстрого преобразования Фурье с прореживанием по времени, использования ДПФ для спектрального анализа сигналов.	4	14, 19, 7
Модуль: Линейные дискретные системы. Дискретная свертка и корреляция сигналов			
Дидактическая единица: Дискретная свертка и корреляция.			
Непрерывная и дискретная свертки	Цель работы: Изучение понятия и свойств непрерывной и дискретной свертки, приобретение практических навыков вычисления свертки в среде Matlab.	4	10, 16, 19
Модуль: Дискретизация непрерывных сигналов и восстановление сигналов по отсчетам			
Дидактическая единица: Аналого - цифровое преобразование и модели дискретизации сигналов			

Дискретизация и восстановление сигналов	Цель работы: изучение сущности и моделей дискретизации (квантования по времени) сигналов и методов восстановления непрерывных сигналов по отсчетам.	4	8
Модуль: Линейные непрерывные стационарные системы			
Дидактическая единица: Анализ линейных непрерывных стационарных систем во временной области			
Линейные непрерывные стационарные системы	Цель работы: знакомство с динамическими характеристиками линейных непрерывных стационарных (инвариантных во времени) систем и их использованием для анализа систем в среде MATLAB.	4	10, 19
Модуль: Двумерные сигналы. Изображения. Основы обработки изображений.			
Дидактическая единица: Основы обработки изображений			
Обработка изображений в MATLAB	Получение практических навыков обработки сигналов - изображений в среде MATLAB	6	19
Семестр: 6			
Модуль: Z - преобразование и дискретно-временное преобразование Фурье			
Дидактическая единица: Свойства Z- преобразования. Обратное Z- преобразование. Методы вычисления обратного Z- преобразования.			
Z - преобразование и дискретно - временное преобразование Фурье	Цель работы: изучение Z - преобразования и дискретно - временного преобразования Фурье (ДВПФ), их вычисления в среде	4	14, 15, 19, 9

	Matlab.		
Модуль: Линейные дискретные системы и их характеристики			
Дидактическая единица: Линейные дискретные системы (ЛДС). Передаточная функция ЛДС.			
Линейные дискретные системы	Цель работы: изучение методов анализа линейных дискретных стационарных (инвариантных во времени) систем и приобретение практических навыков их анализа в среде Matlab.	4	16, 19
Модуль: КИХ - фильтры и их проектирование			
Дидактическая единица: Проектирование КИХ - фильтров методом частотных выборок. Проектирование оптимальных КИХ - фильтров			
Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой	Цель работы: изучение методов анализа и синтеза фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ - фильтры, другое название - нерекурсивные фильтры) с использованием сглаживающих оконных функций.	4	18, 20
Модуль: Случайные сигналы и их характеристики			
Дидактическая единица: Характеристики случайных сигналов.			
Случайные сигналы и их характеристики	Цель работы: изучение основных характеристик стационарных случайных сигналов (среднего значения, автокорреляционной функции, спектральной плотности мощности) и приобретение практических навыков их вычисления и	4	19, 2

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 5, РГЗ

10 час.

Расчетно-графическое задание состоит из 12 задач для письменного решения.

Характер и объем задач соответствует приведенным в методическом пособии

"Теория и обработка сигналов. Методические указания к решению задач и упражнений по курсу/

составитель Щетинин Ю.И. : Изд-во НГТУ, 2007 "

Семестр- 5, Подготовка к экзамену

8 час.

Изучение теоретического материала, решение задач и упражнений

Семестр- 5, Подготовка к занятиям

20 час.

Подготовка к выполнению лабораторных работ:

изучение теоретического материала, решение задач, подготовка программ

Семестр- 6, Подготовка к зачету

10 час.

Изучение теоретического материала, решение задач и упражнений

Семестр- 6, Контрольные работы

5 час. - подготовка к работе

Контрольная работа включает решение задач по материалу 6 - го семестра курса.

Продолжительность - 1 час.

Семестр- 6, Курсовая работа

15 час.

Пример задания на курсовую работу

Разработайте цифровой КИХ - фильтр нижних частот, удовлетворяющий следующей спецификации:

Граничная частота полосы пропускания - 10000 Гц,

Граничная частота полосы задерживания - 11500 Гц,

Максимальное ослабление в полосе пропускания - 1 дБ,

Минимальное затухание в полосе задерживания - 70 дБ,

Частота дискретизации - 50 кГц.

Семестр- 6, Индив. работа

8 час.

Подготовка к лабораторным работам

Семестр- 6, Подготовка к занятиям

12 час.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Аттестация организована и проводится согласно балльно - рейтинговой системе (БРС) НГТУ.

Итоговая оценка по курсу за семестр складывается из текущей оценки (рейтинга) за семестр и оценки на экзамене/зачете.

5 -й семестр обучения.

Материал программы семестра разделен на 6 модулей:

1. Спектральное представление периодических сигналов.
2. Спектральное представление непериодических сигналов.
3. Дискретное и быстрое преобразования Фурье.
4. Непрерывная и дискретная свертка.
5. Дискретизация сигналов и восстановление непрерывных сигналов по отсчетам.
6. Непрерывные линейные стационарные системы.

Названия модулей аналогичны названиям соответствующих работ лабораторного практикума по курсу. По каждому модулю (теме) предусматривается устный опрос при защите лабораторной работы и выполнение задач и упражнений в письменной форме с ограничением времени решения. Защита и тестирование проводятся в ходе следующего занятия после выполнения лабораторной работы по теме. Максимальное число баллов по каждому модулю - 10. При несвоевременной аттестации по модулю максимальное число баллов снижается до 5. Отставание от графика текущей аттестации более чем на 2 темы не допускается. Студент получает 0 баллов по теме текущей аттестации.

Максимальное общее количество баллов по текущей аттестации - 60.

За выполнение и защиту расчетно - графической работы (РГР) начисляется дополнительно максимум 10 баллов.

Итоговая аттестация по материалу семестра в форме письменного экзамена оценивается значением максимум сорок (40) баллов.

За выполнение заданий сверх основной программы (решение дополнительных сложных задач, изучение дополнительных разделов предметной области с их практическим усвоением, освоение и создание специальных программных средств) начисляется дополнительно до 20 баллов.

Для получения допуска к экзамену студент должен выполнить весь объем лабораторных работ и заданий по дисциплине в семестре и набрать не менее 40 баллов.

При передаче экзамена по курсу после неудовлетворительной оценки студент может получить оценку не выше E ("удовлетворительно").

Таблица соответствия между рейтингом в баллах и оценками ECTS и 4-х уровневой шкалы:

Рейтинг	Оценка ECTS	4-х уровневая оценка
100 - 88 баллов	A+, A, A-, B+	отлично
87 -- 71 баллов	B, B-, C+, C	хорошо
70 -- 50 баллов	C-, D+, D, D-, E	удовлетворительно
0 -- 49 баллов	FX, F	неудовлетворительно

6 -й семестр обучения.

Весь материал программы 6-го семестра разбивается на 4 модуля:

1. Z - преобразование и дискретно-временное преобразование Фурье (ДВПФ).
2. Линейные дискретные системы и их динамические характеристики.
3. Синтез КИХ - и БИХ - цифровых фильтров.
4. Случайные сигналы и их характеристики.

По каждому модулю предусматривается тестирование в виде короткой письменной контрольной работы продолжительностью 30 - 40 мин. и лабораторная работа. Тестирование

проводится во время выполнения текущей лабораторной работы. Максимальное число баллов по каждому тесту - 10. Материал каждой лабораторной работы также оценивается максимум 10-ю баллами. Допускается защита текущей работы на последующем занятии. При несвоевременной текущей аттестации число баллов снижается.

Максимальное количество баллов текущей аттестации (текущий рейтинг) за модуль 20 баллов, за семестр - 80 баллов.

Зачет по курсу при его окончании оценивается 20-ю баллами.

Суммарное количество баллов за семестр с учетом зачета - 100 баллов.

Выполнение курсовой работы оценивается отдельно и не входит в рейтинг текущей аттестации по дисциплине.

За выполнение дополнительных заданий и изучение курса сверх основной программы начисляются дополнительные баллы (не более 15).

Для получения допуска к зачету студент должен выполнить весь объем лабораторных работ и набрать текущий рейтинг не менее 40 баллов.

Если студент набрал в ходе текущей аттестации в семестре не менее 70 баллов, то ему проставляется "зачтено" без сдачи итогового зачета.

Соответствие между рейтингом в баллах и оценкой по шкале ECTS устанавливается вышеприведенной таблицей.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - СПб., 2007. - 750 с. : ил. - Рекомендовано МО.
2. Оппенгейм А. В. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. с англ. С. А. Кулешова под ред. А. Б. Сергиенко. - М., 2007. - 855 с. : ил.

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Щетинин Ю. И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB : [учебное пособие по курсу "Теория и обработка сигналов" для 3 курса АВТФ направлений 200100 "Приборостроение", 230400 "Информационные системы и технологии", 201000 "Биотехнические системы и технологии"] / Ю. И. Щетинин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 112, [2] с. : ил.
2. Айфичер Э. Цифровая обработка сигналов : практический подход / Э. Айфичер, Б. Джервис. - М. [и др.], 2008. - , [] с.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Голышев Н. В. Теория и обработка сигналов. Ч. 1 : учебное пособие для направления 551500 "Приборостроение" дневного отд-ния / Н. В. Голышев, Ю. И. Щетинин; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 103 с. : ил.
2. Теория и обработка сигналов : методические указания к решению задач и упражнений для 3 курса АВТФ (направления 200100 - Приборостроение, 200300 - Биомедицинская инженерия и специальность 230201 - Информационные системы и технологии) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. И. Щетинина]. - Новосибирск, 2007. - 107, [1] с. : ил.

В электронном виде

1. Голышев Н. В. Теория и обработка сигналов. Ч. 1 : учебное пособие для направления 551500 "Приборостроение" дневного отд-ния / Н. В. Голышев, Ю. И. Щетинин; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 103 с. : ил.

8.2 Программное обеспечение

1. MathWorks, Signal Processing Toolbox, Пакет - расширение MATLAB для цифровой обработки сигналов
2. MathWorks, MATLAB, Программа автоматизации научно-технических вычислений

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

1. Найдите период сигнала $x(t)=\cos(6t)+\sin(8t)$.
2. Является ли линейной и инвариантной во времени система с уравнением $y[n]=nx[n]$?
3. Задан сигнал вида $\sin(2wt)+\cos(wt)$. Найдите комплексный ряд Фурье для сигнала и постройте график амплитудного спектра.
4. Найдите коэффициенты комплексной формы ряда Фурье постройте амплитудный спектр для сигнала вида квадратной волны.
5. Определите преобразование Фурье треугольного импульса и постройте график его амплитудного спектра
6. Найти преобразование Фурье (спектр Фурье) и фазовый спектр сигнала в виде прямоугольного импульса длительностью 2 единицы, смещенного на 3 единицы от начала координат.
8. Определите преобразование Фурье и постройте (приближенно) график амплитудного спектра сигнала $x(t)=Ke^{-a|t|}$.
9. Определите ДПФ сигнала $x[n]=\{-1 \quad 1\}$.
11. Найдите сигнал, ДПФ которого $X[k]=\{1 \quad 1+j \quad 1 \quad 1-j\}$.
12. Гармоника с угловой частотой w_0 дискретизируется с частотами отсчетов а) $ws=3w_0$, б) $ws=1,2w_0$. Изобразить спектр дискретного сигнала, определить, имеет ли место наложение спектров?
13. Найти выходной сигнал RC - фильтра нижних частот первого порядка, на вход которого поступает прямоугольный импульс с амплитудой A и длительностью t_i .
14. Задана система с передаточной функцией $H(s)=10/(s^2+10s+100)$. Найти полюса системы, определить отклик системы в установившемся состоянии на гармонический входной сигнал $x(t)=\cos(10t)u(t)$.
15. Определите Z- преобразования для сигнала $x[n]=2[0,5^n - 0,3^n]$, $n \geq 0$
16. Найдите обратное (инверсное) Z - преобразование для $X(z) = z / (z^2 - 1)$.
17. Для дискретной линейной системы заданы входной сигнал $x[n]$ и импульсная характеристика $h[n]$. Найдите выходной сигнал с помощью дискретной свертки для $x[n] = \{1 \quad 2 \quad 0 \quad -1 \quad 0 \quad 1\}$ и $h[n] = \{-2 \quad 2 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad -2\}$.
18. Определите импульсную характеристику, передаточную функцию, АЧХ и ФЧХ суммирующего фильтра $y[n]=x[n] + x[n-1]$
19. Найдите частотные характеристики системы с уравнением $y[n] - 0,5y[n-1]= x[n] + 0,8x[n-1]$ и её реакцию на вход $x[n] = \cos(0,5 n)$.
20. Передаточная функция фильтра имеет вид $H(s) = a / (a+s)$. Найдите частоту среза фильтра по уровню 3 дБ.
21. Определите импульсную характеристику (ИХ) и тип цифрового фильтра с уравнением $y[n] = (1-a) x[n] + a y[n-1]$.
- 22.. Выходной сигнал КИХ - фильтра формируется как разность текущего и предыдущего отсчетов. Определите для такого фильтра
а) импульсную характеристику,
б) АЧХ,
в) выходной сигнал, если входной дискретный синусоидальный сигнал имеет частоту 10 Гц и частоту отсчетов 100 Гц.
23. Рассчитайте цифровой ФНЧ Баттерворта с частотой среза на уровне 3 дБ, равной 800 Гц, минимальным затуханием на граничной частоте полосы задерживания 1000 Гц, равным 30 дБ, частотой отсчетов 4000 Гц.