

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет автоматике и вычислительной техники
Заочный факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан АВТФ

профессор, д.т.н. Гужов Владимир Иванович

“ ___ ” _____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан ЗФ

профессор, д.т.н. Темлякова Зоя Савельевна

“ ___ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы обработки биомедицинских сигналов и данных

ООП: специальность 200401.65 1909д, 2101д, 2108д, 2202д

Шифр по учебному плану: ОПД.Ф.7

Факультет: заочный заочная форма обучения

Курс: 3 4, семестр: 6 7 8

Лекции: 14

Практические работы: - Лабораторные работы: 12

Курсовой проект: - Курсовая работа: 8 РГЗ: -

Самостоятельная работа: 72

Экзамен: 8 Зачет: 7

Всего: 100

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 653900 Биомедицинская техника.(№ 32 тех/дс от 10.03.2000)

ОПД.Ф.7, 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

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
ОПД.Ф.7	<p>Методы обработки биомедицинских сигналов и данных:</p> <p>классификация, источники и характеристики данных; общая характеристика и модели экспериментальных данных и сигналов, числовых массивов, изображений; обработка и анализ сигналов: амплитудный и частотный анализ; корреляционный и спектральный анализ сигналов; временные ряды и теория марковских цепей; анализ числовых данных: геометрическая модель данных; выделение однородных групп данных; задачи идентификации и распознавания образа; статистические методы анализа данных; непараметрические методы анализа; классификация многомерных наблюдений: методы построения разделяющих функций в задачах классификации; методы исследования взаимозависимости многомерных данных; методы снижения размерности пространства описаний; выбор альтернатив при анализе данных информации; основы анализа биомедицинских изображений: типы изображений и способы их описания; методы предварительной обработки; фильтрация; алгоритмы измерения параметров изображений; интерактивный режим обработки изображений. Вычислительные системы анализа данных; интерфейсы измерительных систем и комплексов; принципы построения систем отображения информации.</p>	100

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	<p>Дисциплина "Методы обработки биомедицинских сигналов и данных" (индекс ОПД.Ф.10) включена в раздел "Общепрофессиональные дисциплины направления" Государственного образовательного стандарта подготовки дипломированного специалиста по специальности "Биотехнические и медицинские аппараты и системы".</p>
Адресат курса	<p>Дисциплина предназначена для студентов 4 - го курса заочного отделения факультета автоматике и вычислительной техники НГТУ, обучающихся по специальности 200401 (190500) "Биотехнические и медицинские аппараты и системы".</p> <p>Она входит в учебный план НГТУ по данной специальности, раздел 3 "Общепрофессиональные дисциплины", подраздел 3.1 "Дисциплины федерального</p>

	компонента".
Основная цель (цели) дисциплины	Основной целью дисциплины является изучение математических моделей представления и анализа биомедицинских сигналов, методов их обработки, в том числе фильтрации линейными динамическими системами, а также представления и анализа медицинских изображений и медикобиологических числовых данных.
Ядро дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> * Классификация, характеристики и анализ числовых данных. * Понятие сигнала и системы, виды и особенности биомедицинских сигналов. * Классификация и анализ многомерных наблюдений. * Спектральный и корреляционный анализ сигналов. * Линейные системы обработки сигналов. * Фильтрация биомедицинских сигналов. * Анализ биомедицинских изображений.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Знания, навыки и умения, полученные в данном курсе, используются в дисциплинах "Моделирование биологических процессов и систем", "Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы", "Системы сбора и обработки данных", "Магнитокардиографические системы", "Компьютерные технологии в медицинском приборостроении" учебного плана подготовки дипломированных специалистов.
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Для изучения дисциплины требуется предварительное изучение курсов "Математический анализ", "Теория вероятностей", "Общая электротехника".
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	<p>Дисциплина изучается в 7 -ом и 8 -ом семестрах обучения. Общий объем дисциплины 100 час. Он включает 14 час. лекций, 12 час. лабораторных занятий, 72 час. самостоятельной работы. В каждом семестре предусмотрено выполнение контрольной работы. Она включает письменное решение задач по индивидуальному заданию для студента.</p> <p>Лабораторный практикум направлен на получение практических навыков анализа сигналов и систем, В качестве инструментальной среды для лабораторного практикума используется система MATLAB фирмы The MathWorks, Inc., которая является в настоящее время самой популярной средой, используемой в университетах для анализа и обработки сигналов и данных, в том числе физиологических. 7 -ой семестр заканчивается зачетом. Изучение дисциплины в 8 -ом семестре заканчивается экзаменом .</p>

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	О временных рядах наблюдений (данных) и марковских цепях.
2	О геометрической модели данных.
3	О задачах идентификации и распознавания образов.
знать	
4	Определение сигнала. Основные виды и особенности биомедицинских сигналов.
5	Содержание и методы решения задач спектрального анализа сигналов и данных.
6	Модели дискретизации сигналов во временной и частотной области.
7	Модели и методы восстановления сигналов по отсчетам.
8	Характеристики линейных непрерывных стационарных систем
9	Динамические характеристики линейных дискретных стационарных систем.
10	Основные методы проектирования цифровых фильтров.
11	Сущность и методы решения задач фильтрации биомедицинских систем.
12	Математические модели представления изображений. Виды и характеристики медицинских изображений.
13	Методы предварительной обработки и методы линейной фильтрации изображений.
14	Основы анализа и обработки многомерных данных.
уметь	
15	Вычислять спектры периодических сигналов.
16	Вычислять и строить спектры непериодических сигналов.
17	Проектировать (синтезировать) БИХ - фильтры методом аналогового прототипа.
18	Проектировать КИХ - фильтры методом оконного взвешивания.
19	Выполнять фильтрацию изображений.
иметь опыт (владеть)	
20	Выполнения спектрального анализа сигналов в среде MATLAB.
21	Проектирования фильтров в среде MATLAB.
22	Проведения анализа систем обработки сигналов в среде MATLAB

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 6		
Семестр: 6		
Дидактическая единица: Установочная лекция по		

курсу		
Дидактическая единица: Установочная лекция по курсу	2	
Семестр: 7		
Модуль: Биомедицинские сигналы		
Дидактическая единица: Природа и особенности биомедицинских сигналов. Электрокардиограмма (ЭКГ), электроэнцефалограмма (ЭЭГ), электронеймограмма(ЭНГ), электрогастрограмма(ЭГГ), Фонокардиограмма(ФКГ), речевые сигналы (РС). Шумы, помехи и артефакты.		
Классификация, источники и характеристики данных; общая характеристика и модели экспериментальных данных и сигналов, числовых массивов, изображений	2	1, 2
Модуль: Спектральный и корреляционный анализ сигналов.		
Дидактическая единица: Периодические и непериодические сигналы. Комплексный и тригонометрический ряды Фурье. Амплитудный и фазовый спектры периодического сигнала. Преобразование Фурье. Спектры непериодических сигналов.		
Обработка и анализ сигналов: амплитудный и частотный анализ; корреляционный и спектральный анализ сигналов; временные ряды и теория марковских цепей; анализ числовых данных: геометрическая модель данных;	2	3, 4, 5
Дидактическая единица: Взаимная корреляционная и автокорреляционная функция сигнала. Спектральная плотность мощности (СПМ) случайного сигнала. Непараметрические методы оценивания СПМ.		
Выделение однородных групп данных; задачи идентификации и распознавания образа; статистические методы анализа данных; непараметрические методы анализа; классификация многомерных наблюдений: методы построения разделяющих функций в задачах классификации; методы исследования взаимозависимости многомерных данных;	2	15, 16, 5
Семестр: 8		
Модуль: Линейные системы обработки сигналов, модели и характеристики		
Дидактическая единица: Линейные дискретные стационарные системы (ЛДСС). Z - преобразование. Характеристики ЛДСС: импульсная характеристика, частотные характеристики, передаточная функция..		
Вычислительные системы анализа данных; интерфейсы измерительных систем и комплексов; принципы построения систем отображения	2	9

информации.		
Модуль: Аналоговые и цифровые фильтры.		
Дидактическая единица: Цифровые фильтры. Основные методы проектирования БИХ - фильтров. КИХ - фильтры и методы их проектирования.		
Методы снижения размерности пространства описаний; выбор альтернатив при анализе данных информации; основы анализа биомедицинских изображений: типы изображений и способы их описания; методы предварительной обработки; фильтрация	2	10, 17
Модуль: Фильтрация биомедицинских сигналов.		
Дидактическая единица: Постановка задачи. Физиологические помехи (артефакты) и шумы. Временное усреднение. Фильтрация в частотной области.		
Алгоритмы измерения параметров изображений; интерактивный режим обработки изображений.	2	10, 20, 22

Лабораторная работа

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 7			
Модуль: Биомедицинские сигналы			
Дидактическая единица: Классификация, источники и характеристики данных. Характеристика и модели экспериментальных данных и числовых массивов. Геометрическая модель данных. Модели изображений. Понятие сигнала. Классификация сигналов. Задачи идентификации и распознавания образов. Статистические характеристики сигналов. Понятие системы обработки сигналов.			
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	4

Семестр: 8			
Модуль: Спектральный и корреляционный анализ сигналов.			
Дидактическая единица: Периодические и непериодические сигналы. Комплексный и тригонометрический ряды Фурье. Амплитудный и фазовый спектры периодического сигнала. Преобразование Фурье. Спектры непериодических сигналов.			
Спектральные представления непериодических сигналов	Цель работы: изучение 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.	4	16, 5
Модуль: Аналоговые и цифровые фильтры.			
Дидактическая единица: Цифровые фильтры. Основные методы проектирования БИХ - фильтров. КИХ - фильтры и методы их проектирования.			
Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой	Цель работы: изучение методов анализа и синтеза фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ - фильтры) с использованием сглаживающих оконных функций.	4	18, 21

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 7, Подготовка к зачету

12 час.

Изучение материала дисциплины по учебно - методическим пособиям, самостоятельное решение задач и упражнений.

Семестр- 7, Контрольные работы

10 час.

Контрольная работа содержит 8 задач. Каждая задача имеет 10 вариантов. Номер варианта определяется последней цифрой шифра студента. При этом цифре 0 соответствует вариант 10.

Работа должна быть оформлена в среде редактора MS WORD и представлена отпечатанной на принтере.

Задание выдается студенту на установочной лекции по дисциплине.

При выполнении контрольной работы полезно руководствоваться примерами, приведенными в издании "Теория и обработка сигналов. Методические указания к решению задач и упражнений по курсу./ Составитель Ю.И. Щетинин.: Новосибирск, Изд-во НГТУ, 2007, 108 с."

Семестр- 7, Подготовка к занятиям

10 час.

Подготовка к занятиям включает самостоятельное изучение основ работы в системе MATLAB по материалу 1 -ой главы учебного пособия

"Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB: Учебное пособие / Ю.И. Щетинин. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. - 115 с."

Семестр- 8, Контрольные работы

16 час.

Контрольная работа содержит 10 задач. Каждая задача имеет 10 вариантов. Номер варианта определяется последней цифрой шифра студента. При этом цифре 0 соответствует вариант 10.

Работа должна быть оформлена в среде редактора MS WORD и представлена отпечатанной на принтере. Срок представления контрольной работы - 14 неделя семестра.

Задание выдается во время зимней экзаменационной сессии 7 - го семестра.

Семестр- 8, Курсовая работа

16 час.

Пояснительная записка к курсовой работе должна быть оформлена в соответствии с правилами оформления научно-технических отчетов

Пример задания:

Разработайте цифровой режекторный БИХ - фильтр Чебышева 1-го типа, удовлетворяющий следующим условиям:

- " Нижняя граничная частота полосы задерживания- 48 Гц,
- " Верхняя граничная частота полосы задерживания - 52 Гц,
- " Нижняя граничная частота полосы пропускания - 46 Гц,
- " Верхняя граничная частота полосы пропускания - 54 Гц,
- " Неравномерность передачи в полосе пропускания - 1 дБ,
- " Минимальное ослабление в полосе задерживания - 60 дБ,
- " Частота дискретизации - 300 Гц.

Семестр- 8, Индив. работа

2 час.

Решение задач и упражнений по материалу семестра.

Семестр- 8, Подготовка к занятиям

8 час.

4 час. - решение задач и упражнений

4 час. - подготовка к выполнению и защите результатов лабораторной работы.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Аттестация организована и проводится согласно балльно - рейтинговой системе (БРС) НГТУ. Итоговая оценка по курсу складывается из текущей оценки (рейтинга) за семестр и оценки на экзамене.

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

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Рангайян Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход : [учебное пособие для вузов] / Р. М. Рангайян ; пер. с англ. А. Н. Калиниченко под руд. А. П. Немирко. - М., 2007. - 439 с. : ил. - Рекомендовано УМО.
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. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - СПб., 2007. - 750 с. : ил. - Рекомендовано МО.
2. 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.

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

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

1. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные биомедицинские сигналы.
2. Назовите характерные особенности биомедицинских сигналов.
3. Объясните, что такое сигнал электрокардиограммы? Каковы его главные особенности?.
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 ω_0 дискретизируется с частотами отсчетов а) $\omega_s = 3\omega_0$, б) $\omega_s = 1,2\omega_0$. 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 $x[n] = \cos(0,5n)$.
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 $y[n] = (1-a)x[n] + ay[n-1]$.
- 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 80 Гц, минимальным затуханием на граничной частоте полосы задерживания 100 Гц, равным 30 дБ, частотой отсчетов 500 Гц.