

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Мочалин Константин Сергеевич
 Должность: И.о. ректора
 Дата подписания: 03.07.2026 19:53:18
 Уникальный программный ключ:
 b7695d6b97247fced4385685adb0d9f8e6f2cdf

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

**Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего образования
 "Сибирский государственный университет водного транспорта"**

Б1.В.03

Специальные методы обработки сигналов и данных рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Информационных систем		
Образовательная программа	09.04.02 Направление подготовки "Информационные системы и технологии" Направленность "Проектирование информационных систем и их компонентов" год начала подготовки 2025		
Квалификация	магистр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	144	Виды контроля на курсах: зачет с оценкой 2	
в том числе:			
аудиторные занятия	36		
самостоятельная работа	104		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.&b><Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
Неделя	12 4/6			
Вид занятий	уп	ип	уп	ип
Лекции	12	12	12	12
Лабораторные	12	12	12	12
Практические	12	12	12	12
Иная контактная работа	4	4	4	4
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	40	40	40	40
Сам. работа	104	104	104	104
Итого	144	144	144	144

Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 917)

составлена на основании учебного плана образовательной программы:

09.04.02 Направление подготовки "Информационные системы и технологии"
Направленность "Проектирование информационных систем и их компонентов"
год начала подготовки 2025

Рабочую программу составил(и):

ст.преподаватель , Катковская К.В.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Заведующий кафедрой Моторин Сергей Викторович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью дисциплины является обеспечение базового уровня знаний и навыков, необходимых для осуществления научно-технической деятельности в области специальных методов обработки сигналов и данных.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Основы инноватики
2.2.2	Методы и средства измерений, испытаний и контроля
2.2.3	Научно-исследовательская работа

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-2: Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем

ПК-2.1: Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Основы теории адаптивной обработки сигналов и данных и принципы её использования при проектировании информационных систем. Круг задач, решаемых с помощью адаптивных структур. Основы адаптации и оптимальной линейной фильтрации. Принципы адаптации и их применение в системах обработки информации.
3.2	Уметь:
3.2.1	Осуществлять математическую постановку исследуемых задач, применять аппарат адаптивной обработки сигналов и данных. Использовать адаптивные структуры и принципы адаптации для решения задач прямого и обратного моделирования систем. Осуществлять выбор и обоснование стандартных пакетов для решения задач в предметных областях. Использовать математические пакеты для моделирования адаптивных структур измерительных систем и обработки данных.
3.3	Владеть:
3.3.1	Математическим аппаратом для решения задач в области информационных систем и технологий. Пакетами прикладных программ разработки адаптивных структур.

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	ПрПо дгот
Раздел	Раздел 1.				
Лек	Принцип адаптации и его реализация в технических системах /Лек/	2	2	Л1.1	0
Пр	Принцип адаптации и его реализация в технических системах /Пр/	2	2	Л1.1Л2.2	0
Ср	Принцип адаптации и его реализация в технических системах /Ср/	2	15	Л1.1Л2.2	0
Лек	Оптимальная линейная фильтрация /Лек/	2	2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
Лаб	Оптимальная линейная фильтрация /Лаб/	2	6	Л1.1Л2.3	0
Пр	Оптимальная линейная фильтрация /Пр/	2	2	Л1.1Л2.2	0
Ср	Оптимальная линейная фильтрация /Ср/	2	15	Л1.1Л2.2	0
Лек	Методы поиска минимума рабочей функции /Лек/	2	4	Л1.1Л2.1	0
Пр	Методы поиска минимума рабочей функции /Пр/	2	4	Л1.1Л2.3	0
Ср	Методы поиска минимума рабочей функции /Ср/	2	15	Л1.1Л2.3	0
Лек	Основные задачи адаптивной обработки /Лек/	2	4	Л1.1Л2.3	0
Лаб	Основные задачи адаптивной обработки /Лаб/	2	6	Л1.1Л2.3	0
Пр	Основные задачи адаптивной обработки /Пр/	2	4	Л1.1Л2.1	0
Ср	Основные задачи адаптивной обработки /Ср/	2	59	Л1.1Л2.3	0

ИКР	Зачет с оценкой /ИКР/	2	4	Л1.1Л2.2	0
-----	-----------------------	---	---	----------	---

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Содержание разделов и тем дисциплины:

Тема 1 Принцип адаптации и его реализация в технических системах

Структурная схема адаптивной системы. Адаптивный сумматор. Критерии оптимальности.

Тема 2 Оптимальная линейная фильтрация сигналов

Минимум среднеквадратической ошибки. Уравнение Винера-Хопфа. Принцип ортогональности. Каноническая форма представления среднеквадратической ошибки адаптации.

Тема 3 Методы поиска минимума рабочей функции

Алгоритм метода наименьших квадратов. Условия сходимости алгоритма. Алгоритм стохастической аппроксимации.

Ортогонализованный алгоритм метода наименьших квадратов.

Тема 4 Основные задачи адаптивной обработки

Задача моделирования систем. Прямое моделирование системы (идентификация). Обратное моделирование системы (коррекция). Задача подавления помех.

Содержание лабораторных работ:

Синтез оптимального линейного фильтра (2 часа)

Адаптивная коррекция тракта передачи данных (2 часа)

Выравнивание характеристик каналов измерительной системы. (2 часа)

Компенсация динамических искажений измерительного канала. (2 часа)

Идентификация параметров неизвестной системы методом построения адаптивной модели. (2 часа)

Адаптивный фильтр для подавления дрейфа в измеряемом сигнале. (2 часа)

Содержание практических занятий:

Структурная схема адаптивной системы. Адаптивный сумматор. Критерии оптимальности. (2 часа)

Минимум среднеквадратической ошибки. Уравнение Винера-Хопфа. Принцип ортогональности. Каноническая форма представления среднеквадратической ошибки адаптации. (2 часа)

Алгоритм метода наименьших квадратов. Условия сходимости алгоритма. Алгоритм стохастической аппроксимации.

Ортогонализованный алгоритм метода наименьших квадратов. (4 часа)

Задача моделирования систем. Прямое моделирование системы (идентификация). Обратное моделирование системы (коррекция). Задача подавления помех. 4 часа)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Вопросы к зачету с оценкой

Вопросы к лабораторным работам

Вопросы к практическим работам

6.2. Темы письменных работ

Курсовая работа не предусмотрена

6.3. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для промежуточной аттестации:

1. В оптимальном режиме работы адаптивного фильтра сигнал ошибки ортогонален

*вектору разности выхода фильтра и желаемого сигнала ;

вектору взаимной корреляции входного и желаемого сигналов;

вектору входных данных фильтра;

2. Корреляционная функция случайного процесса $\varphi(m) = E[x(n) \cdot x(n+m)]$

нечетная функция параметра задержки сигнала;

четная функция параметра задержки сигнала;

*не зависит от величины параметра задержки сигнала;

3. Два сигнала $x(k)$ и $y(k)$, являются ортогональными, если

$E[x(k) \cdot y(k)] = 0$; * $E[x(k) \cdot y(k)] = -1$; $E[x(k) \cdot y(k)] = 1$;

4. Энергетический спектр случайного сигнала является

преобразованием Фурье взаимной корреляционной функции сигнала и шума;

преобразованием Фурье автокорреляционной функции сигнала;

*преобразованием Фурье энергии сигнала;

5. Адаптивный сумматор представляет собой

*цифровой фильтр с перестраиваемыми весовыми коэффициентами;

нелинейный цифровой фильтр;

цифровой фильтр с переменной структурой.

6. Уравнение, связывающее входной и выходной сигналы АФ в матричной записи имеет

вид

$$y(k) = \varepsilon(k) \cdot x(k); \quad *y(k) = W^T \cdot X_k; \quad y(k) = W \varepsilon(k);$$

7. В уравнении Винера- Хопфа в матричной форме $R \cdot W = P$

R - корреляционная матрица входного сигнала;

R - *вектор взаимной корреляции входного и желаемого сигналов;

R - вектор сигнала ошибки ;

8. В уравнении Винера- Хопфа в матричной форме $R \cdot W = P$

P - корреляционная матрица входного сигнала;

* P - вектор сигнала ошибки ;

P - вектор взаимной корреляции входного и желаемого сигналов;

9. Вектор решения уравнения Винера- Хопфа минимизирует

*среднеквадратическую величину разности выхода фильтра и желаемого сигнала;

максимальную ошибку воспроизведения входного сигнала;

вектор взаимной корреляции входного и желаемого сигналов;

10. В уравнении Винера - Хопфа в частотной области $W(\omega) = \Phi_{xd}(\omega) / \Phi_{xx}(\omega)$

величина $\Phi_{xd}(\omega)$ является

*энергетическим спектром входного сигнала фильтра;

энергетическим спектром выходного сигнала фильтра;

взаимным энергетическим спектром входного и желаемого сигналов фильтра;

11. В итерационном алгоритме метода наименьших квадратов

$$W_{k+1} = W_k + \mu \cdot \varepsilon(k) \cdot X_k \quad \text{величина } \varepsilon(k) \text{ это}$$

значение разности желаемого и входного сигналов АФ;

*значение разности желаемого и выходного сигналов АФ;

значение разности выходного и входного сигналов АФ;

12. В итерационном алгоритме метода наименьших квадратов

$$W_{k+1} = W_k + \mu \cdot \varepsilon(k) \cdot X_k \quad \text{величина коэффициента } \mu \text{ должна удовлетворять условию}$$

$$0 < \mu; \quad * 0 < \mu < 1 / [(L+1) \cdot \phi_{xx}(0)]; \quad 0 < \mu < 1;$$

13. Рабочая функция адаптивного фильтра это

* зависимость СКО на выходе фильтра от значения вектора весовых коэффициентов;

зависимость СКО от корреляции входного и желаемого сигналов;

зависимость СКО на выходе фильтра от количества итераций;

14. Обучающая кривая адаптивного фильтра это

*зависимость средней квадратической ошибки от входного сигнала;

зависимость СКО на выходе фильтра от значений весовых коэффициентов;

зависимость СКО на выходе фильтра от количества итераций;

15. В алгоритме метода наименьших квадратов вместо градиента СКО используется

оценка градиента СКО;

знак модуля величины СКО;

*оценка величины СКО;

16. В алгоритме стохастической аппроксимации вместо градиента СКО используется

оценка градиента СКО с переменным значением коэффициента сходимости;

случайное значение модуля величины СКО;

*случайное значение величины оценки СКО;

17. В задаче подавления помех на вход d подается аддитивная смесь сигнала и помехи.

В этом случае очищенный от помехи сигнал выделяется на

выходе АФ;

выходе АФ;

* выходе сигнала ошибки АФ;

18. В задаче прямого моделирования системы адаптивный фильтр минимизирует

сигнал на выходе системы;

* шум на выходе системы;

СКО разности сигналов на выходе фильтра и системы;

19. В задаче обратного моделирования системы адаптивный фильтр аппроксимирует

системную функцию моделируемой системы;

минимизирует шум на выходе системы;

*обратную системную функцию моделируемой системы;

20. Задача идентификации неизвестной системы, это задача

коррекции параметров системы;

*обратного моделирования системы;

прямого моделирования системы;

21. Adjoint LMS-алгоритм (сопряженный) к каким видам алгоритмов фильтрации относится?

*Семейство LMS-алгоритмов

Семейство RLS-алгоритмов

Алгоритмы аффинных проекций

Алгоритмы адаптации в частотной области

Адаптивные алгоритмы для лестничных фильтров

22. Быстрый RLS-алгоритм со скользящим окном к каким видам алгоритмов фильтрации относится?

Семейство LMS-алгоритмов

*Семейство RLS-алгоритмов

Алгоритмы аффинных проекций

Алгоритмы адаптации в частотной области

Адаптивные алгоритмы для лестничных фильтров

23. Блочный алгоритм аффинных проекций к каким видам алгоритмов фильтрации относится?

Семейство LMS-алгоритмов

Семейство RLS-алгоритмов

*Алгоритмы аффинных проекций

Алгоритмы адаптации в частотной области

Адаптивные алгоритмы для лестничных фильтров

24. Адаптивный фильтр, использующий LMS-алгоритм после предварительного применения к входному сигналу дискретного преобразования Фурье к каким видам алгоритмов фильтрации относится?

Семейство LMS-алгоритмов

Семейство RLS-алгоритмов

Алгоритмы аффинных проекций

*Алгоритмы адаптации в частотной области

Адаптивные алгоритмы для лестничных фильтров

25. Gradient-Adaptive Lattice LMS к каким видам алгоритмов фильтрации относится?

Семейство LMS-алгоритмов

Семейство RLS-алгоритмов

Алгоритмы аффинных проекций

Алгоритмы адаптации в частотной области

*Адаптивные алгоритмы для лестничных фильтров

26. Z-преобразование имеет свойства?

1. Нелинейность.

2. Цикличность.

3. Линейность, задержка, свёртка.

4. Сопряжённость.

27. Какие бывают формы

дискретных фильтров?

1. Каноническая, транспонированная, последовательная, эллиптическая.

2. Каноническая, балансная, параллельная, эллиптическая.

3. Транспонированная, последовательная, параллельная, каскадная.

4. Каноническая, транспонированная, последовательная, параллельная.

28. Дискретное преобразование

Фурье используется для?

1. Корреляционного анализа.

2. Анализа предельных циклов.

3. Спектрального анализа.

4. Квантового анализа.

29. Какие из перечисленных

ниже утверждений верны

относительно Дискретного

Преобразования Фурье

(ДПФ)?

1. ДПФ является линейным преобразованием.

2. ДПФ всегда дает вещественные значения.

3. ДПФ применяется только к периодическим сигналам.

4. ДПФ позволяет анализировать частотный состав

дискретного сигнала

30. Процесс преобразования

непрерывного сигнала в

дискретный по амплитуде

называется (...).

1. дискретизацией

2. кодированием

3. квантованием

4. фильтрацией

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Зачет с оценкой по дисциплине содержит теоретическую часть, направленную на оценку знаний, направленную на оценку умений и навыков, характеризующих 1-3 этапы формирования компетенции ПК-1 «Способен разрабатывать и исследовать модели объектов профессиональной деятельности, предлагать и адаптировать методики, определять качество проводимых исследований, составлять отчеты о проделанной работе, обзоры, готовить публикации».

Итоговая результат зачета с оценкой со значениями «неудовлетворительно-удовлетворительно-хорошо-отлично» по шкале рангов выставляется на основе итогового теста по всем разделам дисциплины в 2-ом семестре с учетом баллов по всем видам занятий

Итоговая оценка является арифметической суммой всех баллов полученных студентом в процессе изучения дисциплины.

5 (отлично) ≥ 85

4 (хорошо) $75 \div 84$

3 (удовлетворительно) $51 \div 74$

2 (неудовлетворительно) ≤ 50

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**7.1 Рекомендуемая литература****7.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Советов Б. Я., Яковлев С. А.	Моделирование систем: Учебник	Москва: Издательство Юрайт, 2019

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Поршнев С. В.	Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB	Москва: Лань, 2011
Л2.2	Гольшев Николай Васильевич, Моторин Сергей Викторович, Гольшев Дмитрий Николаевич	Специальные методы обработки сигналов и данных: учебное пособие для магистров, обучающихся по направлению "Информационные системы и технологии"	Новосибирск: СГУВТ, 2019
Л2.3	Гольшев Николай Васильевич, Моторин Сергей Викторович	Специальные методы обработки сигналов и данных: метод. указ. для магистров, обуч. по напр. "Информационные системы и технологии"	Новосибирск: СГУВТ, 2016

7.3 Перечень программного обеспечения

Операционная система Windows

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Назначение	Оборудование
Компьютерный класс - Лаборатория информационных систем - учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; ПК-9 шт. (в т.ч. преподавательский); Мультимедийное оборудование: проектор, экран, ПК (переносной)
Компьютерный класс - Лаборатория информационных систем - учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; ПК-9 шт. (в т.ч. преподавательский); Мультимедийное оборудование: проектор, экран, ПК (переносной)
Компьютерный класс - Лаборатория информационных систем - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; ПК-9 шт. (в т.ч. преподавательский); Мультимедийное оборудование: проектор, экран, ПК (переносной)
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), Экран (стационарный), ПК (стационарный)
Лаборатория электрических машин - учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные стенды: Технология электромонтажных работ, 2 шт., Электрические машины, 2 шт., Испытание машин постоянного тока, 3 шт., Испытание электромагнитного преобразователя, Испытание двигателей с короткозамкнутым ротором, Испытание синхронных генераторов