

ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 4/1/2023

от 25.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 01.03.02 Прикладная математика и
информатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
7	3	108	16	32	16		44	0	3
Итого	3	108	16	32	16	16	44	0	

АННОТАЦИЯ

Курс знакомит с методами идентификации объектов управления, рассматриваются модели объектов, наиболее часто используемые в задачах идентификации. Наряду с классическими методами идентификации рассмотрены вопросы целенаправленного выбора функций потерь, обеспечивающих наилучшие асимптотические свойства оценок. Кроме того курс знакомит с рекуррентными методами идентификации объектов управления. Кроме того курс знакомит с рекуррентными методами идентификации объектов управления, рассматриваются рекуррентные методы в задачах идентификации при известных статистических характеристиках плотности распределений помехи. Наряду с методами идентификации, основанными на использовании плотности распределения помехи, в пособии рассмотрены робастные методы идентификации, не требующие для своей реализации точного знания плотности распределения помехи.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются

Курс предназначен для развития навыков в области идентификации моделей и использовании алгоритмов идентификации систем различного назначения. Представление алгоритмов основано на широком применении методов математической статистики.

Курс знакомит с методами идентификации объектов управления, рассматриваются модели объектов. Кроме того курс знакомит с рекуррентными методами идентификации объектов управления, рассматриваются рекуррентные методы в задачах идентификации при известных статистических характеристиках плотности распределений помехи. Наряду с методами идентификации, основанными на использовании плотности распределения помехи, в пособии рассмотрены робастные методы идентификации, не требующие для своей реализации точного знания плотности распределения помехи.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания основ теории обыкновенных дифференциальных уравнений и операционного исчисления.

В рамках курса закладывается основа для освоения таких курсов как «Математические модели динамических систем», «Основы теории оптимального управления», «Цифровые динамические системы».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

ОПК-3 [1] – Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	У-ОПК-3 [1] – уметь формулировать математические модели различных явлений и процессов на основе физических принципов и законов В-ОПК-3 [1] – владеть навыками построения математических моделей физических явлений и процессов З-ОПК-3 [1] – знать принципы построения математических моделей физических явлений и процессов
ОПК-4 [1] – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	З-ОПК-4 [1] – Знать основные принципы работы современных информационных технологий и программных средств при решении задач профессиональной деятельности У-ОПК-4 [1] – Уметь осуществлять выбор программного средства и применять современные информационные технологии для решения научно-практических задач в профессиональной сфере В-ОПК-4 [1] – Владеть навыками использования современных информационных технологий и программных средств при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-5 [1] – Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	З-ОПК-5 [1] – Знать основные языки программирования и методы алгоритмизации, современные технические и программные средства для разработки компьютерных программ У-ОПК-5 [1] – Уметь применять методы алгоритмизации и современные технологии программирования для решения практических задач в различных областях науки и техники В-ОПК-5 [1] – Владеть навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, отладки и тестирования разработанных программных комплексов для решения научно-практических задач

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
анализ и математическое моделирование физических процессов	системы ядерно-энергетического комплекса	ПК-1 [1] - Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать результаты научных исследований в области	З-ПК-1[1] - знать основные методы научного познания, методы сбора и анализа информации;;

		<p>прикладной математики и информационных технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>У-ПК-1[1] - уметь анализировать информацию, строить логические схемы, интерпретировать результаты научных исследований, критически мыслить, сравнивать результаты различных исследований, формировать собственную позицию в рамках рассматриваемой задачи;;</p> <p>В-ПК-1[1] - владеть навыками работы с научной литературой и навыками интерпретации результатов научных исследований;</p>
<p>анализ и математическое моделирование физических процессов</p>	<p>системы ядерно-энергетического комплекса</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен понимать, применять и совершенствовать современный математический аппарат</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-2[1] - знать современный математический аппарат, используемый при описании, решении и анализе различных прикладных задач;</p> <p>У-ПК-2[1] - использовать современный математический аппарат для построения математических моделей и алгоритмов решения различных прикладных задач;</p> <p>В-ПК-2[1] - владеть навыками применения современного математического аппарата для построения математических моделей различных процессов, для обработки экспериментальных,</p>

			статистических и теоретических данных, для разработки новых алгоритмов и методов исследования задач различных типов
производственно-технологический			
разработка математического, программного и алгоритмического обеспечения для анализа и моделирования физических процессов	математические модели процессов в сложных технических системах	ПК-4 [1] - Способен использовать современные языки и методы программирования, комплексы прикладных компьютерных программ, современную вычислительную технику, многопроцессорные вычислительные системы при решении производственных и научно-исследовательских задач в области прикладной математики и информатики <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001	З-ПК-4[1] - знать современные языки и технологии программирования, комплексы прикладных компьютерных программ; ; У-ПК-4[1] - уметь разрабатывать наукоемкое программное обеспечение с использованием современных языков программирования ; В-ПК-4[1] - владеть навыками проведения математического моделирования физических процессов с использованием существующих и разработанных программных комплексов

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания Профессиональное воспитание	Задачи воспитания (код) Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Воспитательный потенциал дисциплин Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
--	---	--

<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование профессионально значимых установок: не производить, не копировать и не использовать программные и технические средства, не приобретённые на законных основаниях; не нарушать признанные нормы авторского права; не нарушать тайны передачи сообщений, не практиковать вскрытие информационных систем и сетей передачи данных; соблюдать конфиденциальность</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Информатика (Основы программирования)", Программирование (Объектно-ориентированное программирование)", "Программирование (Алгоритмы и структуры данных)" для формирования культуры написания и оформления программ, а также привития навыков командной работы за счет использования систем управления проектами и контроля версий. 2.Использование воспитательного</p>

	<p>доверенной информации (B40)</p>	<p>потенциала дисциплины "Проектная практика" для формирования культуры решения изобретательских задач, развития логического мышления, путем погружения студентов в научную и инновационную деятельность института и вовлечения в проектную работу.</p> <p>3.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин для формирования навыков цифровой гигиены, а также системности и гибкости мышления, посредством изучения методологических и технологических основ обеспечения информационной безопасности и кибербезопасности при выполнении и защите результатов учебных заданий и лабораторных работ по криптографическим методам защиты информации в компьютерных системах и сетях.</p> <p>4.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Информатика (Основы программирования)", Программирование (Объектно-ориентированное программирование)", "Программирование (Алгоритмы и структуры данных)" для формирования культуры безопасного программирования посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий.</p> <p>5.Использование воспитательного потенциала дисциплины "Проектная практика" для формирования системного подхода по обеспечению информационной безопасности и кибербезопасности в различных сферах деятельности посредством исследования и перенятия опыта постановки и решения научно-практических задач организациями-партнерами.</p>
--	------------------------------------	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	основы теории оценивания	1-8	8/16/8	Т-4 (10), ЛР -8 (15)	25	КИ-9	3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-

							ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4
2	оценивание по полному объему информации	9-16	8/16/8	к.р-10 (10),ЛР -16 (15)	25	КИ-16	3- ОПК- 3, У- ОПК- 3, В- ОПК- 3, 3- ОПК- 4, У- ОПК- 4, В- ОПК- 4, 3- ОПК- 5, У- ОПК- 5, В- ОПК- 5, 3-ПК- 1, У- ПК-1, В- ПК-1, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 4, У- ПК-4,

							В-ПК-4
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/32/16		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3	3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Т	Тестирование
ЛР	Лабораторная работа
КИ	Контроль по итогам
к.р	Контрольная работа

3	Зачет
---	-------

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	32	16
1-8	основы теории оценивания	8	16	8
1 - 8	модели, свойства, критерии Введение. Значение информации в решении задач повышения эффективности управления производством, технологическими процессами. Типовая схема информационного процесса. Роль ЦВМ и математических методов в обработке информации. Понятия идентификации и фильтрации. Модели объекта. Прогнозируемые и непрогнозируемые модели. Вероятностные и детерминированные модели формы представления моделей объекта. Оптимальная настраиваемая модель. Свойства оценок. Линейность. Несмещенность. Минимум дисперсии в классе несмещенных оценок. Состоятельность. Эффективность. Асимптотическая нормальность оценок. Неравенство Крамера-Рао. Функции потерь и штрафа. Основные виды функции потерь и штрафа. Функционалы, используемые в задачах идентификации и фильтрации.	Всего аудиторных часов		
		8	16	8
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	оценивание по полному объему информации	8	16	8
9 - 16	метод наименьших кв. ММП, ММАВ . Значение информации в решении задач повышения эффективности управления производством, технологическими процессами. Типовая схема информационного процесса. Роль ЦВМ и математических методов в обработке информации. Понятия идентификации и фильтрации. Модели объекта. Прогнозируемые и непрогнозируемые модели. Вероятностные и детерминированные модели формы представления моделей объекта. Оптимальная настраиваемая модель. Свойства оценок. Линейность. Несмещенность. Минимум дисперсии в классе несмещенных оценок. Состоятельность. Эффективность. Асимптотическая нормальность оценок. Неравенство Крамера-Рао. Функции потерь и штрафа. Основные виды функции потерь и штрафа. Функционалы, используемые в задачах идентификации и фильтрации. Метод наименьших квадратов. Функция потерь, соответствующая МНК, необходимая априорная информация. Метод наименьших квадратов для линейных объектов. Свойства оценок по МНК для линейных объектов. Ковариационная матрица ошибок оценки. Метод наименьших квадратов для нелинейных объектов.	Всего аудиторных часов		
		8	16	8
		Онлайн		
		0	0	0

Итерационная формула Гаусса. Марковские оценки (линейные оценки минимальной дисперсии). Функция потерь, соответствующая марковским оценкам. Априорная информация. Свойства марковских оценок.

Ковариационная матрица ошибок оценки.

Раздел 2

Рекуррентная форма метода наименьших квадратов для линейных объектов. Метод экспоненциального взвешивания. Способы задания начального приближения оценок и ковариационной матрицы ошибок оценки.

Метод максимума правдоподобия. Функции потерь, функционал. Метод максимума правдоподобия при нормальном законе распределения ошибок измерений.

Свойства оценок по методу максимума правдоподобия.

Метод максимума апостериорной информации.

Оптимизируемый функционал, необходимая априорная информация. Метод максимума правдоподобия при нормальном законе распределения ошибок измерений и априорных оценок параметров объекта свойства оценок.

Байесовские оценки. Оптимизируемый функционал.

Байесовские оценки при квадратичной функции штрафа.

Байесовские оценки при квадратичной функции штрафа, линейном объекте и нормальном законе распределения ошибок измерений и априорных оценок. Свойства байесовских оценок.

Общие принципы формирования рекуррентных алгоритмов. Построение рекуррентных алгоритмов идентификации на основе метода стохастической аппроксимации.

Асимптотическая матрица ковариаций ошибок оценки (АМКО). Связь АМКО и матрица коэффициентов усиления в рекуррентных алгоритмах. Формирование оптимальных рекуррентных алгоритмов из условия минимума АМКО.

Оптимальные рекуррентные алгоритмы для различных объектов и различных функций потерь.

Абсолютно оптимальные рекуррентные алгоритмы.

Оптимальная функция потерь при известном законе распределения ошибок измерений. Понятие нормированной информационной матрицы системы.

Асимптотическая ковариационная матрица ошибок оценки (АМКО) при произвольной и оптимальной функциях потерь, фишеровская информация.

Понятие гарантирующего оценивания при бедной априорной информации о распределении шумов измерений, классы распределений. Общая постановка задачи минимаксного оценивания параметров объекта.

Определение функции потерь оптимальной на классе ошибок измерений. Свойства оптимальной на классе функции потерь. Постановка вариационной задачи нахождения оптимальной на классе функции потерь.

Сведение вариационной задачи к задаче нелинейного

	<p>программирования. Нахождение оптимальной на классе функции потерь для регрессионных объектов с простой помехой. Теорема Хубера, использование теоремы Хубера для нахождения оптимальной функции потерь для класса \square-загрязненных шумов измерений.</p> <p>Раздел 2 Постановка задачи фильтрации теорема Винера-Хопфа. Лемма об ортогональном проецировании. Дискретный линейный фильтр Калмана, априорные сведения. Рекуррентные соотношения линейного дискретного фильтра Калмана. Причины расходимости фильтра. Непрерывный фильтр Калмана. Нелинейный и расширенный фильтры Калмана. Стационарный фильтр Калмана. Оптимальный частотный фильтр Винера. Связь фильтра Винера и стационарного фильтра Калмана. Задачи прогноза и сглаживания. Алгоритмы решения задачи прогноза. Алгоритмы решения задач сглаживания.</p>			
--	---	--	--	--

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для обучения применяются традиционные образовательные технологии с использованием информационных и компьютерных технологий. В начале занятий в форме лекции даются теоретические основы и описываются методы решения задачи, а затем в форме семинара проводится закрепление пройденного материала посредством решения задач, оценки различных вариантов решений, а также совместного обсуждения изученных приемов.

В рамках данного курса проводится серия лабораторных работ, состоящая в выполнении ряда заданий по ходу изучения дисциплины в компьютерных классах кафедры, оборудованных новейшей вычислительной техникой с последующей защитой лабораторных работ.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-3	У-ОПК-3	З, КИ-9, КИ-16, Т-4, ЛР-8, к.р-10, ЛР-16
	В-ОПК-3	З, КИ-9, КИ-16, ЛР-8, к.р-10, ЛР-16
	З-ОПК-3	З, КИ-9, КИ-16, Т-4, ЛР-8, к.р-10, ЛР-16
ОПК-4	З-ОПК-4	З, КИ-9, КИ-16, ЛР-8, ЛР-16
	У-ОПК-4	З, КИ-9, КИ-16, ЛР-8, ЛР-16
	В-ОПК-4	З, КИ-9, КИ-16, ЛР-8, ЛР-16
ОПК-5	З-ОПК-5	З, КИ-9, КИ-16, ЛР-8, ЛР-16
	У-ОПК-5	З, КИ-9, КИ-16, ЛР-8, ЛР-16
	В-ОПК-5	КИ-9, КИ-16, ЛР-8, ЛР-16
ПК-1	З-ПК-1	З, КИ-9, КИ-16, Т-4, ЛР-8, к.р-10, ЛР-16
	У-ПК-1	З, КИ-9, КИ-16, Т-4, ЛР-8, к.р-10, ЛР-16
	В-ПК-1	З, КИ-9, КИ-16, Т-4, ЛР-8, к.р-10, ЛР-16
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-9, КИ-16, Т-4, ЛР-8, к.р-10, ЛР-16
	У-ПК-2	З, КИ-9, КИ-16, Т-4, ЛР-8, к.р-10, ЛР-16
	В-ПК-2	З, КИ-9, КИ-16, Т-4, ЛР-8, к.р-10, ЛР-16
ПК-4	З-ПК-4	КИ-9, КИ-16
	У-ПК-4	КИ-9, КИ-16
	В-ПК-4	КИ-9, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно

			усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	В	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К82 Лабораторный практикум по курсу "Статистические методы обработки информации" : , Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
2. ЭИ В 21 Модели и способы взаимодействия пользователя с киберфизическим интеллектуальным пространством : монография, Санкт-Петербург: Лань, 2019
3. 519 К82 Оценка параметров и состояний систем по измерениям : методы фильтрации и прогноза, Н.А. Крицына , Ю. П. Кулябичев, Ю. Ю. Шумилов, М.: МИФИ, 2006

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 Н33 Теория вероятности и математическая статистика : учебное пособие, А. А. Натан, О. Г. Горбачев, С. А. Гуз, Москва: МФТИ, 2011

2. 519 С38 Фильтры Калмана и Пугачева : , И. Н. Сеницын, М.: ЛОГОС, 2006

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Методические указания по выполнению лабораторных работ находятся в электронном виде на кафедре, и могут быть получены у преподавателя данной дисциплины.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Курс базируется на сочетании и совмещении теоретической и практической подготовки студентов в рамках единых занятий. В начале занятий в форме лекции даются теоретические основы и описываются методы решения задачи, а затем в форме семинара проводится закрепление пройденного материала посредством решения задач, оценки различных вариантов решений, а также совместного обсуждения изученных приемов.

В рамках данного курса проводится серия лабораторных работ, состоящая в выполнении ряда заданий по ходу изучения дисциплины в компьютерных классах кафедры, оборудованных новейшей вычислительной техникой с последующей защитой лабораторных работ.

Теоретический материал курса представлен в виде текста лекций.

Практические задания и темы лабораторных работ разработаны для выработки навыков практического применения методов анализа и синтеза линейных САУ.

Задания для самостоятельной работы

В рамках самостоятельной работы студенты выполняют домашнее задание, которое посвящено нахождению оптимальной на классе распределений функции потерь.

*

ВАРИАНТ №1

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a y(i-1) + b u(i) + \dot{\eta}(i);$$

шум измерений принадлежит классу невырожденных распределений, удовлетворяющих условию:

$$f(0) \leq f_0,$$

кроме того, принадлежит классу приближенно нормальных распределений.

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №2

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -ay(i-1) + bu(i) + \eta(i);$$

шум измерений принадлежит классу финитных распределений, удовлетворяющих условию:

$$f(0) \leq f_0$$

и параметром финитности \cdot .

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

4. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

5. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №3

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = bu(i) + \eta(i) + d \eta(i-1);$$

шум измерений принадлежит классу распределений Лапласа, удовлетворяющих условию:

\cdot

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №4

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = b + \eta(i) + d \eta(i-1);$$

шум измерений принадлежит классу приближенных распределений Коши, удовлетворяющих условию:

$$f(0) \leq f_0,$$

причем, классу финитных распределений с параметром финитности L .

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.
2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».
3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №5

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a y(i-1) + \eta(i) + d \eta(i-1);$$

шум измерений принадлежит классу финитных распределений с параметром финитности L .

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.
2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».
3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №6

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a_1 y(i-1) - a_2 y(i-2) + \eta(i);$$

шум измерений принадлежит классу приближенно нормальных распределений, причем невырожденное распределение, удовлетворяющее условию

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.
2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».
3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №7

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a y(i-1) + b u(i) + \dot{\eta}(i);$$

шум измерений принадлежит классу приближенно нормальных распределений, причем $q(\dot{\eta})$ принадлежит классу нормальных распределений с произвольной дисперсией:

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.
2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\dot{\eta})$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».
3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №8

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a y(i-1) + b u(i) + \dot{\eta}(i);$$

шум измерений принадлежит классу приближенно нормальных распределений, причем $q(\dot{\eta})$ принадлежит классу распределений Коши с параметром

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.
2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\dot{\eta})$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».
3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №9

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = b u(i) + \dot{\eta}(i) + d \dot{\eta}(i-1);$$

шум измерений принадлежит классу приближенных распределений Лапласа, причем $q(\dot{\eta})$ принадлежит классу финитных распределений параметром финитности .

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.
2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\dot{\eta})$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №10

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = b + \eta(i) + d \eta(i-1);$$

шум измерений принадлежит классу приближенных распределений Коши, удовлетворяющих условию:

$$f(0) = f_0$$

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №11

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a y(i-1) + \eta(i) + d \eta(i-1);$$

шум измерений принадлежит классу финитных распределений с параметром $-L$, удовлетворяющих условию

$$f(0) = f_0$$

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №12

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a_1 y(i-1) - a_2 y(i-2) + \eta(i);$$

шум измерений принадлежит классу приближенно нормальных распределений, $g(\eta)$ принадлежит классу финитных распределений с параметром финитности L .

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции

потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №13

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a y(i-1) + b u(i) + \eta(i);$$

плотность распределения шума измерений принадлежит классу распределений Коши, удовлетворяющих условию:

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №14

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a y(i-1) + b u(i) + \eta(i);$$

распределение шума измерений принадлежит классу приближенных распределений Лапласа.

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №15

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = b u(i) + \eta(i) + d \eta(i-1);$$

распределение шума измерений принадлежит классу приближенных распределений Лапласа, удовлетворяющих условиям:

$$f(0) = f_0;$$

$g(\eta)$ - принадлежит классу финитных распределений.

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №16

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = b + \eta(i) + d \eta(i-1);$$

распределение шума измерений принадлежит классу приближенных распределений Коши, удовлетворяющих условию:

$$f(0) = f_0;$$

$g(\eta)$ принадлежит классу финитных распределений с параметром финитности L .

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №17

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a * y(i-1) + \eta(i) + d * \eta(i-1);$$

распределение шума измерений принадлежит классу приближенных распределений Лапласа, удовлетворяющих условиям:

$$f(0) = f_0. ;$$

$g(\eta)$ принадлежит классу нормальных распределений с произвольной дисперсией.

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №18

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a_1 y(i-1) - a_2 y(i-2) + \eta(i);$$

распределение шума измерений принадлежит классу приближенно нормальных распределений с параметром $\hat{\alpha}$. Причем, $g(\hat{\eta})$ принадлежит классу распределений Коши.

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\hat{\eta})$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

4. ВАРИАНТ №19

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a y(i-1) + b u(i) + \eta(i);$$

распределение шума измерений принадлежит классу приближенно нормальных распределений, причем $q(\hat{\eta})$ принадлежит классу распределений Лапласа с произвольным параметром s .

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\hat{\eta})$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №20

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a y(i-1) + b u(i) + \eta(i);$$

шум измерений принадлежит классу приближенных распределений Лапласа.

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\hat{\eta})$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №21

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = b u(i) + \eta(i) + d \eta(i-1);$$

распределение шума измерений принадлежит классу финитных распределений, с параметром финитности .

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\hat{\eta})$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №22

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = b + \hat{\eta}(i) + d \hat{\eta}(i-1);$$

распределение шума измерений принадлежит классу финитных распределений с параметром финитности L , удовлетворяющим условию:

$$0.5 L \leq 1.$$

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\hat{\eta})$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №23

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a y(i-1) + \hat{\eta}(i) + d \hat{\eta}(i-1);$$

распределение шума измерений принадлежит классу приближенных распределений Лапласа.

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.

2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\hat{\eta})$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».

3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

ВАРИАНТ №24

Уравнение объекта имеет вид:

$$y(i) = -a_1 y(i-1) - a_2 y(i-2) + \eta(i);$$

распределение шума измерений принадлежит классу приближенных нормальных распределений с параметром σ^2 , $g\{\eta\}$ принадлежит классу финитных распределений с параметром финитности L

1. Получить нормированную информационную матрицу, соответствующую данному объекту.
2. Допуская, что оптимальная на классе плотность распределения существует, разработайте алгоритм определения оптимальной на классе плотности распределения $f^*(\eta)$ (функции потерь). Для определения оптимальной на классе плотности распределения используется N измерений «входов» и «выходов».
3. Записать рекуррентный алгоритм с использованием оптимальной на классе функции потерь.

Автор(ы):

Рамазанов Рустем Нурович

Трифоненков Андрей Владимирович