МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Идентификация сложных систем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФСУ, Факультет систем управления**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	26	26	часов
2	Лабораторные работы	28	28	часов
3	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
4	Самостоятельная работа	54	54	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 6 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 28766

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от «17» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 12.01.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АСУ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. АСУ	_____	А. Я. Суханов
Заведующий обеспечивающей каф. АСУ	_____	А. М. Кориков

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФСУ	_____	П. В. Сенченко
Заведующий выпускающей каф. АСУ	_____	А. М. Кориков

Эксперты:

доцент кафедры АСУ, ТУСУР	_____	А. И. Исакова
Заведующий кафедрой автоматизированных систем управления (АСУ)	_____	А. М. Кориков

Согласована на портале № 28766

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Ознакомление студентов с теоретическими и практическими аспектами проблем идентификации сложных многомерных систем разной природы, в том числе в условиях неопределенности.

Обучение основным методам принятия оптимальных решений при управлении техническими, экономическими, социальными и другими системами, методам обоснования и выявления достоверности прогнозирования их динамики, приобретение навыков построения математических моделей сложных динамических систем для последующего их изучения.

1.2. Задачи дисциплины

– Приобретение студентами прочных знаний и практических навыков в области,

– определяемой основной целью курса. В результате изучения курса студенты должны свободно

– ориентироваться и иметь представление о проблемах идентификации сложных систем, методах принятия оптимальных решений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Идентификация сложных систем» (Б1.В.ДВ.4.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Информатика, Исследование операций, Программирование, Теория вероятностей и математическая статистика.

Последующими дисциплинами являются: Методы оптимизации, Преддипломная практика, Системный анализ, Теория оптимального управления.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 Способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** понятие сложной системы, основные виды сложных систем, методы их исследования; основные методы и алгоритмы идентификации систем и сложных систем.

– **уметь** строить математические модели систем; решать задачи идентификации сложных систем.

– **владеть** программными средствами для имитационного моделирования и решения задач оптимизации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	26	26
Лабораторные работы	28	28
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Оформление отчетов по лабораторным работам	24	24
Проработка лекционного материала	30	30
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36

Согласована на портале № 28766

Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр					
1 Основные сведения об идентификации	4	0	4	8	ПК-3
2 Математические модели систем	6	0	8	14	ПК-3
3 Методы непараметрической идентификации линейных детерминированных объектов	6	10	14	30	ПК-3
4 Методы параметрической идентификации	6	10	14	30	ПК-3
5 Оценка состояния объекта	4	8	14	26	ПК-3
Итого за семестр	26	28	54	108	
Итого	26	28	54	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основные сведения об идентификации	Основные понятия теории идентификации. Постановка задачи идентификации. Классификация методов идентификации.	4	ПК-3
	Итого	4	
2 Математические модели систем	Классификация моделей объектов управления. Статические модели. Линейные динамические непрерывные параметрические модели. Линейные динамические дискретные параметрические модели. Нелинейные динамические модели.	6	ПК-3
	Итого	6	
3 Методы непараметрической идентификации линейных	Общий подход к методам непараметрической идентификации. Идентификация с использованием переходных характеристик. Идентификация с помощью импульсных переходных характеристик.	6	ПК-3

Согласована на портале № 28766

детерминированных объектов	Влияние аддитивного шума Идентификация объектов с помощью частотных характеристик. Корреляционные методы.		
	Итого	6	
4 Методы параметрической идентификации	Общий подход к оценке параметров. Оценка параметров объектов по методу наименьших квадратов. Использование метода наименьших квадратов в задачах идентификации. Идентификация статического объекта регрессионным МНК. Постановка задачи идентификации динамического объекта. Идентификация динамического объекта регрессионным МНК. Идентификация динамического объекта явным МНК. Идентификация динамического объекта рекуррентным МНК. Определение импульсной переходной функции объекта с помощью метода наименьших квадратов. Градиентные методы	6	ПК-3
	Итого	6	
5 Оценка состояния объекта	Общий подход к задаче оценивания переменных состояния. Оптимальный наблюдатель полного порядка (фильтр Калмана). Наблюдатель состояния пониженного порядка	4	ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		26	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
	1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 Информатика	+				
2 Исследование операций		+			
3 Программирование		+	+	+	+
4 Теория вероятностей и математическая статистика		+	+	+	+
Последующие дисциплины					
1 Методы оптимизации	+	+	+	+	+
2 Преддипломная практика	+	+	+	+	+
3 Системный анализ	+	+	+	+	+
4 Теория оптимального управления		+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 28766

представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
3 Методы непараметрической идентификации линейных детерминированных объектов	Непараметрические методы идентификации. Сглаживание зашумленной переходной функции объекта с некоторой передаточной функцией. Определение импульсной весовой функции апериодического объекта первого порядка с запаздыванием	10	ПК-3
	Итого	10	
4 Методы параметрической идентификации	Параметрические методы идентификации. Метод наименьших квадратов. Регрессионная процедура оценки параметров дискретной и непрерывной моделей по входным и выходным (незашумленным и зашумленным) данным для объекта второго порядка.	10	ПК-3
	Итого	10	
5 Оценка состояния объекта	Оценка состояния объекта. Построение наблюдателя состояния для непрерывной системы с заданной передаточной функцией.	8	ПК-3
	Итого	8	
Итого за семестр		28	

8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП.

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 28766

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Основные сведения об идентификации	Проработка лекционного материала	4	ПК-3	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Итого	4		
2 Математические модели систем	Проработка лекционного материала	8	ПК-3	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Итого	8		
3 Методы непараметрической идентификации линейных детерминированных объектов	Проработка лекционного материала	6	ПК-3	Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	14		
4 Методы параметрической идентификации	Проработка лекционного материала	6	ПК-3	Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	14		
5 Оценка состояния объекта	Проработка лекционного материала	6	ПК-3	Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	14		
Итого за семестр		54		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		90		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
6 семестр				
Защита отчета	10	10	10	30

Согласована на портале № 28766

Опрос на занятиях	3	4	3	10
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Тест			15	15
Итого максимум за период	18	19	33	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	18	37	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Адаптивные системы идентификации : учебное пособие / В. Л. Сергеев ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра автоматизированных систем управления. - Томск : ТУСУР, 2007. - 236 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Идентификация и диагностика систем [Текст] : учебник для вузов / А. А. Алексеев, Ю. А. Кораблев, М. Ю. Шестопалов. - М. : Академия, 2009. - 352 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление). - Библиогр.: с. 348-349 (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

2. Идентификация и диагностика систем [Текст] : пособие и задания на вычислительный практикум для самостоятельной работы студентов / О. И. Черепанов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Согласована на портале № 28766

(Томск). - Томск : ТУСУР, 2009. - 96 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)

3. Основы теории идентификации систем [Текст] : учебное пособие / О. И. Черепанов, Р. О. Черепанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : Издательство ТУСУРа, 2013. - 288 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Суханов А.Я. Идентификация сложных систем: Учебное методическое пособие по лабораторным и практическим занятиям, самостоятельной и индивидуальной работе студентов – Томск: ТУСУР, 2016. - 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/090301/d50/090301-d50-lab.doc, дата обращения: 05.06.2018.

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh
2. http://znanium.com/
3. https://e.lanbook.com/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная вычислительная лаборатория / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 435 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Рабочая станция Aquarius Pro P30S79 Intel Core i7/4 Гб;
- RAM/500Гб HDD/LAN (10 шт.);

Согласована на портале № 28766

- Проектор ACER X125H DLP;
- Кондиционер;
- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- FreeMat
- GNU Octave
- IntelliJ
- LibreOffice
- Maxima
- Microsoft Excel Viewer
- Microsoft Visual Studio 2013 Professional
- NetBeans IDE
- PTC Mathcad13, 14
- Scilab

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** исполь-

Согласована на портале № 28766

зуются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. При гауссовом шуме, какой метод восстановления параметров системы линейной модели наиболее подходящий

a) Метод наименьших квадратов
b) Минимизация суммы модулей
c) Решение линейной модели с ограничениями
d) Случайный подбор параметров

2. При лапласовом шуме, какой метод восстановления параметров системы линейной модели наиболее подходящий

a) Метод наименьших квадратов
b) Минимизация суммы модулей
c) Решение линейной модели с ограничениями
d) Случайный подбор параметров

3. При равномерном шуме, какой метод восстановления параметров системы линейной модели наиболее подходящий

a) Метод наименьших квадратов
b) Минимизация суммы модулей
c) Решение линейной модели с ограничениями
d) Случайный подбор параметров

4. Под идентификацией в широком смысле понимается

a) определение структуры и параметров динамических объектов по наблюдаемым данным: входному воздействию и выходным величинам. В этом случае исследуемый объект представляет собой «чёрный ящик», структура и параметры внутри которого полностью неизвестны и должны быть определены.

b) определение структуры и параметров динамических объектов по наблюдаемым данным: входному воздействию и выходным величинам. В этом случае исследуемый объект представляет собой «белый ящик», структура и параметры внутри которого полностью неизвестны и должны быть определены.

c) определение структуры и параметров динамических объектов по наблюдаемым данным: входному воздействию и выходным величинам. В этом случае исследуемый объект представляет собой «белый ящик», структура и параметры внутри которого полностью неизвестны и должны быть определены.

d) определение структуры и параметров динамических объектов по наблюдаемым данным: входному воздействию и выходным величинам. В этом случае исследуемый объект представляет собой «белый ящик», структура и параметры внутри которого частично неизвестны и должны быть определены.

5. К основным причинам несовершенства моделей относится

a) неправильный выбор критерия качества, неполноценность моделей-кандидатов, недостаточный объём исходных данных и ошибки в поиске оптимальной модели при помощи численных методов идентификации.

b) быстрый выбор критерия качества, неполноценность моделей-кандидатов, большой

Согласована на портале № 28766

объём исходных данных и ошибки в поиске оптимальной модели при помощи численных методов идентификации.

c) быстрый выбор критерия количества, неполноценность моделей-кандидатов, большой объём исходных данных и ошибки в поиске оптимальной модели при помощи численных методов идентификации.

d) неправильный выбор критерия количества, неполноценность моделей-кандидатов, достаточный объём исходных данных и ошибки в поиске оптимальной модели при помощи численных методов идентификации.

6. Если объект исследования отсоединяется от системы и на его вход подаётся управляющий сигнал требуемой формы (ступенчатые и импульсные временные сигналы, произвольные временные сигналы, гармонические сигналы, случайные воздействия с заданными параметрами), то такой способ проведения эксперимента называется

a) активной идентификацией
b) пассивной идентификацией
c) реалистичной идентификацией
d) раздельной идентификацией

7. Линейные системы обладают свойством

a) суперпозиции
b) инвариантности
c) мультипликативности
d) стационарности

8. Системы могут считаться стационарными, если их параметры меняются

a) медленно по сравнению со временем, которое требуется для точной идентификации
b) быстро по сравнению со временем, которое требуется для точной идентификации
c) случайно со временем
d) детерминировано со временем

9. При идентификации стохастических процессов обычно прибегают

a) к сглаживанию и фильтрации
b) к поиску нужных случайных параметров
c) к дополнительному зашумлению
d) к применению сложных математических методов

10. В пассивных методах идентификации используются

a) случайные естественные колебания входного сигнала
b) заранее заданные пробные воздействия
c) мощные входные сигналы
d) слабые входные сигналы

11. Простейшим входным сигналом, используемым при идентификации является

a) ступенчатый сигнал
b) белый шум
c) гармонические модулированные колебания
d) звковой сигнал

12. Для того, чтобы система была физически реализуема в реальном времени, её импульсная переходная функция должна удовлетворять условию

a) $h(t) = 0 , t < 0$
b) $h(t) = 0, t > 0$
c) $h(t) =1 \; t < 0$
d) $h(t) = 1, t > 0$

Согласована на портале № 28766

13. Импульсная переходная функция это

a) выходной сигнал динамической системы как реакция на входной сигнал в виде дельта-функции Дирака.

b) выходной сигнал динамической системы как реакция на входной сигнал в виде гармонического колебания.

c) выходной сигнал динамической системы как реакция на входной сигнал в виде шума.

d) выходной сигнал динамической системы как реакция на входной сигнал в виде периодического сигнала.

14. Передаточная функция линейной стационарной системы может быть представлена как:

a) отношение преобразования Лапласа выходного сигнала на преобразование Лапласа от входного сигнала

b) отношение преобразования Лапласа входного сигнала на преобразование Лапласа от выходного сигнала

c) отношение преобразования Фурье выходного сигнала на преобразование Лапласа от входного сигнала

d) отношение Вейвлет преобразования выходного сигнала на преобразование Лапласа от входного сигнала

15. Параметрическая идентификация, заключается

a) в определении числовых параметров математической модели

b) в представлении реального объекта в виде математической модели

c) в поиске новых параметров

d) в уточнении найденных параметров

16. Структурная идентификация заключается

a) в представлении реального объекта в виде математической модели

b) в определении числовых параметров математической модели

c) в поиске новых параметров

d) в уточнении найденных параметров

17. Фи́льтр Ка́лмана

a) эффективный рекурсивный фильтр, оценивающий вектор состояния динамической системы, используя ряд неполных и зашумленных измерений.

b) эффективный рекурсивный фильтр, оценивающий вектор состояния статической системы, используя ряд неполных и зашумленных измерений.

c) эффективный рекурсивный фильтр, оценивающий вектор состояния динамической системы, используя ряд полных и точных измерений.

d) сглаживающий фильтр, оценивающий вектор состояния динамической системы, используя ряд зашумленных измерений.

18. Фильтр Калмана относится к наблюдателям

a) полного порядка

b) пониженного порядка

c) завышенного порядка

d) недостоверного порядка

19. Метод наименьших квадратов использует

a) Сумму квадратов невязки

b) Произведение квадратов невязки

c) Логарифм квадрата невязки

d) Разность квадратов невязки

Согласована на портале № 28766

20. Идея гармонической линеаризации состоит в том, что

a) выходные периодические колебания разлагают в ряд Фурье и для дальнейших исследований ограничиваются рассмотрением лишь первых гармоник этого ряда.

b) входные периодические колебания разлагают в ряд Фурье и для дальнейших исследований ограничиваются рассмотрением лишь первых гармоник этого ряда.

c) выходные периодические колебания разлагают в ряд Тейлора и для дальнейших исследований ограничиваются рассмотрением лишь первых членов этого ряда.

d) выходные периодические колебания разлагают в ряд Маклорена

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Цели, задачи, этапы идентификации и диагностики систем.

Определение (любое), классическая структура (система, модель, ошибка предсказания), область применения, этапы.

2. Аналитические и экспериментальные методы идентификации.

3. Пассивные и активные методы идентификации.

4. Параметрические и непараметрические методы идентификации.

5. Классификация объектов по характеру протекания процессов. Классификация объектов по установившемуся значению выходной величины. Классификация объектов по количеству входных и выходных сигналов. Классификация объектов по виду статической характеристики. Классификация объектов по интенсивности возмущений.. В ответе сначала привести полную классификацию, затем подробно рассказать об указанной классификационной группе.

6. Технические средства идентификации и диагностики. Устройства для формирования тестовых сигналов.

7. Технические средства идентификации и диагностики. Первичные преобразователи. Привести краткую классификацию по преобразуемой физической величине. Технические средства идентификации и диагностики. Аналоговые и электронные и вольтметры. Технические средства идентификации и диагностики. Цифровые вольтметры. Технические средства идентификации и диагностики. Цифровые осциллографы и анализаторы спектра.

8. Модели линейных непрерывных систем: ПФ, ПХ, ИХ, КЧХ, АЧХ, ФЧХ.

9. Модели линейных дискретных систем: ПФ, ПХ, ИХ, КЧХ, АЧХ, ФЧХ.

10. Рекурсивные и нерекурсивные структуры линейных дискретных систем.

11. Переход от непрерывной модели к дискретной. Рассмотреть два способа перехода: на основе преобразований L и Z и с помощью билинейного Z-преобразования.

12. Виды тестовых сигналов. Ступенчатый сигнал.

13. Виды тестовых сигналов. Импульсный сигнал.

14. Виды тестовых сигналов. Гармонический сигнал.

15. Виды тестовых сигналов. Случайный сигнал.

16. Идентификация, как повторяющийся процесс поиска модели.

17. Непрерывный гармонический сигнал во временной и частотной области.

18. Дискретный гармонический сигнал во временной и частотной области.

19. Теорема Котельникова о квантовании.

20. Преобразование спектров при нарушении теоремы Котельникова.

21. Экспериментальная оценка спектра дискретного сигнала. Дискретное преобразование Фурье конечной последовательности.

22. Вероятностные характеристики случайных процессов. Функция распределения, плотность распределения, их основные свойства.

23. Числовые характеристики случайных процессов. Моменты, математическое ожидание, дисперсия, СКО, мода, медиана.

24. Распространенные законы распределения случайных процессов. Закон равной вероятности и нормальный закон.

25. Распространенные законы распределения случайных процессов. Двузначное и арккосинусоидальное распределение.

26. Спектральные характеристики случайных процессов. Автокорреляционная функция.

27. Спектральные характеристики случайных процессов. Автоковариационная функция.

28. Спектральные характеристики случайных процессов. Спектральная плотность мощно-

Согласована на портале № 28766

сти.

29. Экспериментальная оценка корреляционной функции. Общая формула для КФ дискретного сигнала, формула для оценки, необходимость двукратного запаса в длительности сигналов, когерентное усреднение.

30. Экспериментальная оценка спектральной плотности мощности. Основная формула и периодограмма Уэлча. Общая формула для СПМ дискретного сигнала, формула для оценки, алгоритм метода Уэлча.

31. Предсказание реакции на произвольный сигнал с помощью импульсной и комплексной частотной характеристик. Нахождение реакции через свертку входа с ИХ. Нахождение реакции по спектру выхода, который равен произведению спектра входа и КЧХ.

32. Корреляционный метод оценки импульсной характеристики. Формула связи КФ и импульсной характеристики в непрерывной и дискретной форме. Запись уравнения в матричной форме с учетом четности АКФ. Решение уравнения.

33. Оценка комплексной частотной характеристики с помощью дискретного преобразования Фурье конечной последовательности. Простейшая формула для оценки КЧХ по ДПФКП сигналов, прием с периодически повторяющейся тестовой последовательностью. Сглаживание путем когерентного усреднения. (Формулу для средневзвешенного не приводить.)

34. Изменение частоты квантования для непараметрических оценок временных и частотных характеристик. Необходимость соответствия fs экспериментальных сигналов и fs, для которой получены оценки ИХ и КЧХ. Возможность алгоритмического изменения частоты квантования того или другого. Алгоритм для ИХ, классическая интерполяция для КЧХ.

35. Аппроксимация переходной характеристики методом Орманна. Область применения. Определение суммы T1+T2 из ПХ, нахождение соотношения T1, T2 из номограммы, необходимость запаздывания при «затянутом» начальном участке. (Методы для системы первого порядка не приводить).

36. Аппроксимация комплексной частотной характеристики. Общий случай — нахождение коэффициентов ПФ из системы уравнений для КЧХ. Частный случай константы в числителе ПФ. Формулы для АЧХ, ФЧХ, вещественной и мнимой характеристик. Выбор узлов аппроксимации, упрощающий решение.

37. Авторегрессионный метод оценки коэффициентов передаточной функции во временной области. Классическая форма дискретной ПФ. Соответствующее разностное уравнение. Структура (система, модель, шумы, ошибка предсказания). Уравнение для k-го отсчета, система уравнений, матричная форма записи, решение.

38. Авторегрессионный метод оценки коэффициентов непрерывной передаточной функции в частотной области.

39. Авторегрессионный метод оценки коэффициентов дискретной передаточной функции в частотной области.

40. Вывод матричного уравнения для МНК. Суть МНК — минимизация суммы квадратов ошибок предсказания. Система уравнений из частных производных. i-е уравнение, выделение i-го аргумента и дифференцирование. Матричное уравнение и его решение.

41. Недостаток авторегрессионного метода и путь его преодоления. Метод инструментальных переменных. Подробная структурная схема, в которой ОС заведена не с выхода модели, а с выхода системы. Неизбежность ошибки. Решение с использованием матрицы инструментальных переменных, полученной путем замены y на y «с галочкой». y «с галочкой» рассчитано классическим АР-методом.

42. Оценка адекватности модели на основе параметров временных и частотных характеристик. Формальные подходы к оценке адекватности: по установившемуся значению, параметрам ПХ, параметрам АЧХ, физическая реализуемость.

43. Оценка адекватности модели на основе дисперсионного анализа ошибок предсказания. Структурная схема (модель, система, шум, ошибка предсказания). Характеристики мощности всех сигналов. Оценка адекватности на основе сравнения мощностей.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Основные понятия теории идентификации. Постановка задачи идентификации. Классификация методов идентификации

Согласована на портале № 28766

Классификация моделей объектов управления. Статические модели. Линейные динамические непрерывные параметрические модели. Линейные динамические дискретные параметрические модели. Нелинейные динамические модели.

Общий подход к методам непараметрической идентификации. Идентификация с использованием переходных характеристик. Идентификация с помощью импульсных переходных характеристик. Влияние аддитивного шума Идентификация объектов с помощью частотных характеристик. Корреляционные методы.

Общий подход к оцениванию параметров. Оценивание параметров объектов по методу наименьших квадратов. Использование метода наименьших квадратов в задачах идентификации. Идентификация статического объекта регрессионным МНК. Постановка задачи идентификации динамического объекта. Идентификация динамического объекта регрессионным МНК. Идентификация динамического объекта явным МНК. Идентификация динамического объекта рекуррентным МНК. Определение импульсной переходной функции объекта с помощью метода наименьших квадратов. Градиентные методы

Общий подход к задаче оценивания переменных состояния. Оптимальный наблюдатель полного порядка (фильтр Калмана). Наблюдатель состояния пониженного порядка

14.1.4. Темы лабораторных работ

Непараметрические методы идентификации. Сглаживание зашумленной переходной функции объекта с некоторой передаточной функцией. Определение импульсной весовой функции апериодического объекта первого порядка с запаздыванием

Параметрические методы идентификации. Метод наименьших квадратов. Регрессионная процедура оценки параметров дискретной и непрерывной моделей по входным и выходным (незашумленным и зашумленным) данным для объекта второго порядка.

Оценка состояния объекта. Построение наблюдателя состояния для непрерывной системы с заданной передаточной функцией.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;

Согласована на портале № 28766

– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 28766