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 объектов управления

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль) / специализация: **Компьютерное моделирование и обработка информации в технических системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Лабораторные работы	36	36	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: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 26518

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «15» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.04.04 Управление в технических системах, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. КСУП	_____	О. И. Черепанов
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	_____	Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФВС	_____	Л. А. Козлова
Заведующий выпускающей каф. КСУП	_____	Ю. А. Шурыгин

Эксперты:

Профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)	_____	В.М. Дмитриев
Профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)	_____	В. М. Зюзьков

Согласована на портале № 26518

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины – изучение основ и методов построения математических моделей

объектов управления и методов определения параметров математических моделей для решения задач

анализа и синтеза систем управления. Изучение методов оценки текущего состояния динамических

объектов различной физической природы и прогнозирования его изменения.

1.2. Задачи дисциплины

– Основные задачи - формирование навыков использования методик и аппаратно-программных

– средств моделирования, идентификации и технического диагностирования динамических объектов и сиситем

– различной физической природы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Идентификация объектов управления» (Б1.В.ОД.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Имитационное моделирование и проектирование систем управления, Математические основы теории систем, Научно-исследовательская работа (рассред.).

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (педагогическая практика) (рассред.).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач;

– ПК-2 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** принципы и методы построения и преобразования моделей систем управления, методы расчета непрерывных и дискретных линейных и нелинейных систем при детерминированных и случайных воздействиях; основные принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления.

– **уметь** применять принципы и методы математического моделирования при разработке и исследовании систем управления, применять принципы и методы построения моделей при создании и исследовании средств и систем управления.

– **владеть** принципами и методами моделирования и анализа систем и средств автоматизации, контроля и управления.

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
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	18	18

Согласована на портале № 26518

Лабораторные работы	36	36
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Оформление отчетов по лабораторным работам	36	36
Проработка лекционного материала	18	18
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
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.,	Практ. раб.,	Сам. работа (без	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Построение математических моделей систем	1	4	6	11	ПК-1, ПК-2
2 Структурная и параметрическая идентификация.	1	4	6	11	ПК-1, ПК-2
3 Модели систем в пространстве состояний.	2	4	6	12	ПК-1, ПК-2
4 Построение оптимальных планов эксперимента.	2	0	2	4	ПК-1, ПК-2
5 Проблема проверки адекватности моделей	2	4	6	12	ПК-1, ПК-2
6 Методы построения статических моделей.	2	4	6	12	ПК-1, ПК-2
7 Методы последовательной идентификации.	2	4	6	12	ПК-1, ПК-2
8 Методы построения динамических моделей.	2	0	2	4	ПК-1, ПК-2
9 Метод квазилинеаризации при заданных начальных данных	2	6	7	15	ПК-1, ПК-2
10 Общий алгоритм метода квазилинеаризации.	2	6	7	15	ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	18	36	54	108	
Итого	18	36	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
3 семестр			
1 Построение математических	Основные задачи моделирования, достоинства и недостатки математических моделей. Входные и	1	ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 26518

моделей систем	выходные переменные, закон функционирования, показатель эффективности системы, определение математической модели. Одномерные и многомерные системы. Примеры моделей систем		
	Итого	1	
2 Структурная и параметрическая идентификация.	Понятия идентификации в широком смысле и идентификации в узком смысле. Проблема определения структуры системы, задание класса моделей, оценивание степени стационарности. Задача идентификации в узком смысле: оценивание параметров и состояния системы.	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
3 Модели систем в пространстве состояний.	Пространство состояний, управляемость и наблюдаемость, представление моделей систем в пространстве состояний	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
4 Построение оптимальных планов эксперимента.	Математическая постановка задачи планирования эксперимента. Регрессионные модели. Метод максимального правдоподобия (метод наименьших квадратов). Факторные планы.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
5 Проблема проверки адекватности моделей	Оценивание адекватности моделей, проверка гипотез.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
6 Методы построения статических моделей.	Статическая задача для систем с одним выходом. Статическая задача для систем с несколькими входами и выходами. Регрессионная идентификация линейных динамических процессов.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
7 Методы последовательной идентификации.	Последовательная идентификация линейных и нелинейных систем.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
8 Методы построения динамических моделей.	Динамическая задача для систем с несколькими входами и выходами. Регрессионная идентификация линейных динамических процессов.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
9 Метод квазилинеаризации при заданных начальных данных	Идентификация параметров нелинейных динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями, при заданных начальных условиях.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
10 Общий алгоритм метода квазилинеаризации.	Идентификация параметров нелинейных динамических объектов, описываемых системами нелинейных дифференциальных уравнений.	2	ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 26518

	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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	6	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины										
1 Имитационное моделирование и проектирование систем управления	+	+	+							
2 Математические основы теории систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины										
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (педагогическая практика) (рассред.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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-1	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-2	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

Согласована на портале № 26518

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	ое мк ос	ые ко
3 семестр			
1 Построение математических моделей систем	Устойчивость, управляемость, наблюдаемость и идентифицируемость одномерных систем	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
2 Структурная и параметрическая идентификация.	Идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных линейных систем	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
3 Модели систем в пространстве состояний.	Идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных нелинейных систем	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
5 Проблема проверки адекватности моделей	Применение метода максимального правдоподобия для построения моделей систем: исследование связи между двумя или несколькими случайными величинами, обработка результатов, проверка адекватности	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
6 Методы построения статических моделей.	Методы построения статических моделей.	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
7 Методы последовательной идентификации.	Методы последовательной идентификации.	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
9 Метод квазилинеаризации при заданных начальных данных	Идентификация параметров нелинейных динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями, при заданных начальных условиях.	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
10 Общий алгоритм метода квазилинеаризации.	Идентификация параметров нелинейных динамических объектов, описываемых системами нелинейных дифференциальных уравнений.	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		36	

8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП.

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	труд оемк ость,	миру емые комп	Формы контроля
3 семестр				

Согласована на портале № 26518

1 Построение математических моделей систем	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
2 Структурная и параметрическая идентификация.	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
3 Модели систем в пространстве состояний.	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
4 Построение оптимальных планов эксперимента.	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Итого	2		
5 Проблема проверки адекватности моделей	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
6 Методы построения статических моделей.	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
7 Методы последовательной идентификации.	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
8 Методы построения динамических моделей.	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Итого	2		
9 Метод квазилинеаризации при заданных начальных данных	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	7		
10 Общий алгоритм метода квазилинеаризации.	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по	6		

Согласована на портале № 26518

	лабораторным работам			
	Итого	7		
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
3 семестр				
Отчет по лабораторной работе		20	20	40
Тест	10	10	10	30
Итого максимум за период	10	30	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	10	40	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	

Согласована на портале № 26518

	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. Черепанов О.И. Основы теории идентификации систем: учебное пособие / О.И. Черепанов, Р.О. Черепанов; Министерство образования и науки Российской федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: изд-во ТУСУРа, 2013. - 288с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)
2. Идентификация и диагностика систем: Учебное пособие / Черепанов О. И., Черепанов Р. О., Кректулева Р. А. - 2016. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6552, дата обращения: 17.05.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Черепанов О.И. Черепанов Р.О. Идентификация нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации: учебное пособие и задания на вычислительный практикум. - Томск: изд-во Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. - 124с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Идентификация объектов управления. Лабораторный практикум. - Томск: Изд-во ТУСУР, 2016. - 52 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://vkiem.tusur.ru/links/file?file=%D0%98%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%80_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0.pdf, дата обращения: 17.05.2018.
2. Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Идентификация объектов управления. Методическое пособие для самостоятельной работы. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Кафедра моделирования и системного анализа, 2016. - 17с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://vkiem.tusur.ru/links/file?file=%D0%98%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%A1%D0%A0%D0%A1_%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%80.pdf, дата обращения: 17.05.2018.
3. Идентификация и диагностика систем: Учебное-методическое пособие / Черепанов О. И., Черепанов Р. О., Кректулева Р. А. - 2016. 198 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6553, дата обращения: 17.05.2018.

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.

Согласована на портале № 26518

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. www.ams.org
2. www.elibrary.ru
3. ibooks.ru
4. znanium.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

Лаборатория САПР

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 321 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Интерактивная доска SmartBOARD;
- Монитор SVGA;
- Монитор 17,0" LG FLATRON L1750SQ SN (10 шт.);
- Проектор LG RD-DX 130;
- ПЭВМ -"PENTIUM-386"- 7;
- Системный блок Intel Cekeron 2.93CHz КС-1 (2 шт.);
- Системный блок Intel Cekeron 2.93CHz КС-3;
- Экран;
- Доска маркерная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– MatLab&SimulinkR2006b
– Mathcad 13,14

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:

Согласована на портале № 26518

- 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** используются 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. Задача идентификации систем в широком смысле заключается в том, чтобы:	а) по заданному входному воздействию и (измеренному) выходному сигналу найти неизвестный оператор системы;
	б) установит закон изменения во времени выходного сигнала;
	в) для заданного (желаемого) выходного сигнала найти входной сигнал и неизвестный оператор системы;
	г) по измеренному выходному сигналу найти неизвестный оператор системы.

2. Многомерная стационарная система управления описывается уравнениями	а) обыкновенными дифференциальными уравнениями (уравнения состояния) $\dot{\vec{x}}(t) = A\vec{x}(t) + B\vec{u}(t)$ с начальными условиями $\vec{x}(t_0) = \vec{x}_0$ и алгебраическими уравнениями выходов $\vec{y}(t) = C\vec{x}(t)$ где $\vec{u}(t)$ - вектор входного сигнала размерности r, $\vec{x}(t)$ - вектор переменных состояния размерности n, $\vec{y}(t)$ - вектор выходного сигнала размерности k, A - матрица размерности $n \times n$, B - матрица размерности $n \times r$, C - матрица размерности $k \times n$;
	б) обыкновенными дифференциальными уравнениями (уравнения состояния) $\dot{\vec{x}}(t) = A\vec{x}(t) + B\vec{g}(t)$ с

Согласована на портале № 26518

	начальными условиями $\vec{x}(t_0) = \vec{x}_0$ и алгебраическими уравнениями выходов $\vec{y}(t) = C\vec{x}(t)$ где $\vec{g}(t)$ - вектор входного сигнала размерности r, $\vec{x}(t)$ - вектор переменных состояния размерности n, $\vec{y}(t)$ - вектор выходного сигнала размерности k, A - постоянная, B - матрица размерности $k \times r$, C - матрица размерности $n \times n$;
	в) обыкновенными дифференциальными уравнениями (уравнения состояния) $\dot{\vec{x}}(t) = A\vec{x}(t) + B\vec{g}(t)$ с начальными условиями $\vec{x}(t_0) = \vec{x}_0$ и алгебраическими уравнениями выходов $\vec{y}(t) = C(t)\vec{x}(t)$ где $\vec{g}(t)$ - вектор входного сигнала размерности r, $\vec{x}(t)$ - вектор переменных состояния размерности n, $\vec{y}(t)$ - вектор выходного сигнала размерности k, A, B, C - постоянные;
	г) обыкновенными дифференциальными уравнениями (уравнения состояния) $\dot{\vec{x}}(t) = A\vec{x}(t) + B\vec{g}(t)$ с начальными условиями $\vec{x}(t_0) = \vec{x}_0$ и алгебраическими уравнениями выходов $\vec{y}(t) = C\vec{x}(t)$ где $\vec{g}(t)$ - вектор входного сигнала размерности r, $\vec{x}(t)$ - вектор переменных состояния размерности n, $\vec{y}(t)$ - вектор выходного сигнала размерности k, A - матрица размерности $r \times r$, B - матрица размерности $k \times r$, C - постоянная.

3. Для линейной многомерной стационарной системы управления с уравнениями состояния $\dot{\vec{x}}(t) = A\vec{x}(t) + B\vec{u}(t)$ и выходов $\vec{y}(t) = C\vec{x}(t)$ в качестве матрицы линейного преобразования ψ можно использовать.	а) любую матрицу соответствующей размерности, для которой существует обратная матрица ψ^{-1};
	б) любую квадратную матрицу соответствующей размерности;
	в) любую матрицу;
	г) любую прямоугольную матрицу

4. При линейном преобразовании уравнений многомерных систем собственные векторы находят в результате решения уравнений	а) $\det(A - \lambda E) = 0$, $(A - \lambda_i E)\vec{v}^i = 0,\ i = 1, 2, ..., n,\ \lambda_i \neq \lambda_j, i \neq j$.
	б) $(A - \lambda E)\vec{v} = 0$;
	в) $\det(A - \lambda E) = 0$;
	г) $\dot{\vec{x}}(t) = A\vec{x}(t)$.

5. В случае равных дисперсий для линейной модели	а) $\tilde{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(y^{(i)} - \sum_{j=1}^{m}\tilde{\theta}_j f_j(\vec{x}^{(i)}))^2}{N - m}$, где N - количество

Согласована на портале № 26518

$y^{(i)} = \vec{f}(\vec{x}^{(i)})\vec{\theta} + \mu^{(i)}, (i = 1,2,...,N)$ наилучшей линейной несмещенной оценкой дисперсии является	опытов, m - количество коэффициентов модели;
	б) оценка $\tilde{\vec{\theta}} = M^{-1}\vec{Y}$, где M - квадратная матрица размера $m \times m$ с элементами $M_{jk} = \sum_{i=1}^{N} f_j(x^{(i)}) f_k(x^{(i)}),\ (j,k = 1,...,m)$, а компоненты вектора $\vec{Y}$ вычисляются по формулам $Y_j = \sum_{i=1}^{N} y^{(i)} f_j(\vec{x}^{(i)}),\ (j = 1,2,...,m)$;
	в) оценка $\tilde{\tilde{\theta}} = M^{-1}\vec{Y}$, где M - квадратная матрица размера $m \times m$ с элементами $M_{jk} = \sum_{i=1}^{n} \omega_i f_j(x^{(i)}) f_k(x^{(i)}),\ (j,k = 1,...,m)$, а компоненты вектора $\vec{Y}$ вычисляются по формулам $Y_j = \sum_{i=1}^{n} \omega_i y^{(i)} f_j(\vec{x}^{(i)}),\ (j = 1,2,...,m),\ \omega_i = \frac{1}{(\sigma_i)^2}$
	г) оценка $\tilde{\tilde{\theta}} = M^{-1}\vec{Y}$, где M - квадратная матрица размера $m \times m$ с элементами $M_{jk} = \sum_{i=1}^{n} \omega_i f_j(x^{(i)}) f_k(x^{(i)}),\ (j,k = 1,...,m),\ \omega_i = \frac{1}{(\sigma_i)^2}$, а компоненты вектора $\vec{Y}$ вычисляются по формулам $Y_j = \sum_{i=1}^{n} y^{(i)} f_j(\vec{x}^{(i)}),\ (j = 1,2,...,m)$

6. План эксперимента представляет собой:	а) набор значений $\vec{\xi}$, которые принимает в ходе эксперимента контролируемая переменная $\vec{x}$;
	б) перечень последовательности действий при постановке опыта;
	в) порядок проведения опытов;
	г) описание условий проведения опытов.

7. Матрицей плана эксперимента называется	а) матрица $F = (x_{ij}) = \begin{pmatrix} x_{11} & ... & x_{1k} \\ ... & ... & ... \\ x_{n1} & ... & x_{nk} \end{pmatrix}$, элементами которой являются значения контролируемых, измеряемых, переменных, которые они принимали в процессе измерений;
	б) матрица $\{f_{ij}\} = \{f_j(\vec{x}^{(i)})\} = \begin{pmatrix} f_1(\vec{x}^{(1)}) & f_2(\vec{x}^{(1)}) & ... & f_m(\vec{x}^{(1)}) \\ f_1(\vec{x}^{(2)}) & f_2(\vec{x}^{(2)}) & ... & f_m(\vec{x}^{(2)}) \\ ... & ... & ... & ... \\ f_1(\vec{x}^{(N)}) & f_2(\vec{x}^{(N)}) & ... & f_m(\vec{x}^{(N)}) \end{pmatrix}$, которая содержит значения базисных функций
	в) значения компонент вектора выходного сигнала во всех опытах:
	г) матрица, содержащая значения входного и выходного сигналов для всех опытов.

8. Основной гипотезой	а) случайные ошибки измерений распределены

Согласована на портале № 26518

теории измерений называется допущение о том, что	по нормальному закону, т.е. починяются распределению Гаусса $p(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}}$;
	б) в результатах измерений отсутствует систематическая ошибка;
	в) случайные ошибки измерений починяются распределению Пуассона;
	г) дисперсия для всех опытов одинакова.

9. Уравнения простейшей модели, линейной относительно неизвестных коэффициентов имеют вид:	а) $y=\left(\vec{f}(\vec{x}),\vec{\theta}\right)\Rightarrow y^{(i)}=\left(\vec{f}(\vec{x}^{(i)}),\vec{\theta}\right)+\mu^{(i)},\ i=1,2,...,N$, где $y^{(i)}$ - измеренная в *i*-м эксперименте величина выходного сигнала y, $\mu^{(i)}$ - случайная ошибка измерений этой величины в *i*-м эксперименте, $\vec{x}^{(i)}=\{x_1^{(i)},x_2^{(i)},...,x_k^{(i)}\}$ - измеренные значения контролируемой переменной;
	б) $y^{(i)}=f(\vec{x}^{(i)},\vec{\theta})+\mu^{(i)},\ i=1,2,...,n$, где $y^{(i)}$ - измеренная в *i*-м эксперименте величина выходного сигнала y, $\mu^{(i)}$ - случайная ошибка измерений этой величины в *i*-м эксперименте, $\vec{x}^{(i)}=\{x_1^{(i)},x_2^{(i)},...,x_k^{(i)}\}$ - измеренные значения контролируемой переменной;
	в) $\tilde{\vec{\theta}}=T\vec{y}$, где $\tilde{\vec{\theta}}=\{\theta_1,\theta_2,...,\theta_m\}$ - оценка значений параметров, $\vec{y}$ - вектор измеренных значений выходного сигнала, T – матрица размера $m\times n$;
	г) $\tilde{\vec{\theta}}=M^{-1}\vec{Y}$, где $\tilde{\vec{\theta}}=\{\theta_1,\theta_2,...,\theta_m\}$ - оценка значений параметров, $\vec{Y}$ - вектор выходного сигнала, M – информационная матрица.

10. Наилучшей линейной несмещенной оценкой коэффициентов модели $y=\vec{f}(\vec{x})\vec{\theta}$ называется	а) оценка вида $\tilde{\vec{\theta}}=T\vec{y}$, где T – матрица размера $m\times N$, такая, что обеспечивает наименьшие дисперсии $D(\theta_i)=(\sigma^{(i)})^2$ среди всех таких оценок;
	б) оценка вида $\tilde{\vec{\theta}}=T\vec{y}$, где T – матрица размера $m\times n$;
	в) оценка, полученная в результате решения системы линейных алгебраических уравнений $y^{(i)}=\theta_1x_1^{(i)}+\theta_2x_2^{(i)}+...+\theta_mx_m^{(i)}+\mu^{(i)},\ i=1,2,...,m$;
	г) оценка, полученная в результате решения системы линейных алгебраических уравнений $y^{(i)}=\theta_1f_1(\vec{x}^{(i)})+\theta_2f_2(\vec{x}^{(i)})+...+\theta_mf_m(\vec{x}^{(i)}),\ i=1,2,...,m$;

11. Для линейной модели $y^{(i)}=\vec{f}(\vec{x}^{(i)})\vec{\theta}+\mu^{(i)},\ (i=1,2,...,N)$ наилучшей линейной несмещенной оценкой коэффициентов является	а) оценка $\tilde{\vec{\theta}}=M^{-1}\vec{Y}$, где M - квадратная матрица размера $m\times m$ с элементами $M_{jk}=\sum_{i=1}^{N}\omega^{(i)}f_j(x^{(i)})f_k(x^{(i)}),\ (j,k=1,...,m)$, а компоненты вектора $\vec{Y}$ вычисляются по формулам $Y_j=\sum_{i=1}^{N}\omega^{(i)}y^{(i)}f_j(\vec{x}^{(i)}),\ (j=1,2,...,m),\ \omega^{(i)}=\frac{1}{(\sigma^{(i)})^2}$;
	б) оценка, получаемая в результате решения системы алгебраических уравнений вида

Согласована на портале № 26518

	$\sum_{j=1}^{m} f_{ij}\theta_j = y^{(i)},\ (i=1,2,...,n)$;
	в) оценка $\tilde{\vec{\theta}} = M^{-1}\vec{Y}$, где M - квадратная матрица размера $m \times m$ с элементами $M_{jk} = \sum_{i=1}^{n} f_j(x^{(i)}) f_k(x^{(i)}),\ (j,k=1,...,m)$, а компоненты вектора $\vec{Y}$ вычисляются по формулам $Y_j = \sum_{i=1}^{n} y^{(i)} f_j(\vec{x}^{(i)}),\ (j=1,2,...,m)$;
	г) оценка, получаемая в результате решения системы алгебраических уравнений вида $\sum_{j=1}^{m} f_{ij}\theta_j = y^{(i)},\ (i=1,2,...,m)$.

12. Для получения наилучшей линейной несмещенной оценки коэффициентов необходимо, чтобы	а) количество опытов превышало количество неизвестных коэффициентов модели;
	б) количество опытов равнялось количеству неизвестных коэффициентов модели;
	в) было выполнено как можно большее количество измерений;
	г) количество опытов значительно превышало количество контролируемых (измеряемых) входных переменных

13. Ф-оптимальным планом называется план вида:	а) $\xi^* = \arg\max_{\xi} \Phi(M(\xi))$, т.е. план, который обеспечивает достижение максимального значения функционала $\Phi(M(\xi))$, зависящего от свойств информационной матрицы $M(\xi)$, которая, в свою очередь, зависит от выбора значений контролируемых переменных ξ ; конкретный вид функционала $\Phi(M(\xi)$ и критерий оптимальности выбирается экспериментатором;
	б) $\xi^* = \arg\max_{\xi} \Phi(\det(M(\xi)))$, т.е. план, который обеспечивает достижение максимального значения функционала $\Phi(\det(M(\xi)))$, зависящего от определителя $\det(M(\xi))$ информационной матрицы, которая, в свою очередь, зависит от выбора значений контролируемых переменных ξ ; конкретный вид функционала $\Phi(\det(M(\xi)))$ и критерий оптимальности выбирается экспериментатором;
	в) $\xi^* = \arg\max_{\xi} \Phi(tr(M^{-1}(\xi)))$, т.е. план, который обеспечивает достижение максимального значения функционала $\Phi(tr(M^{-1}(\xi)))$, зависящего от следа $tr(M^{-1}(\xi))$ обращенной информационной матрицы $tr(M^{-1}(\xi))$, которая, в свою очередь, зависит от выбора значений контролируемых переменных ξ ; конкретный вид функционала $\Phi(tr(M^{-1}(\xi)))$ и критерий оптимальности выбирается экспериментатором;
	г) $\xi^* = \arg\max_{\xi}(\det(M(\xi)))$.

Согласована на портале № 26518

14. D-оптимальным планом называется план вида:	а) $\xi^* = \arg\max_{\xi}(\det(M(\xi)))$;
	б) $\xi^* = \arg\max_{\xi}(tr(M^{-1}(\xi)))$;
	в) $\xi^* = \arg\max_{\xi} \Phi(tr(M^{-1}(\xi)))$, где $\Phi(tr(M^{-1}(\xi)))$, зависит от следа $tr(M^{-1}(\xi))$ обращенной информационной матрицы $tr(M^{-1}(\xi))$, которая, в свою очередь, зависит от выбора значений контролируемых переменных ξ; конкретный вид функционала $\Phi(tr(M^{-1}(\xi)))$ и критерий оптимальности выбирается экспериментатором;
	г) $\xi^* = \arg\max_{\xi}(\Phi(\det(M(\xi))))$.

15. A-оптимальным планом называется план вида:	а) $\xi^* = \arg\min_{\xi}(tr(M^{-1}(\xi)))$, т.е. план, обеспечивающий минимальное значение следа информационной матрицы;
	б) $\xi^* = \arg\max_{\xi}(tr(M^{-1}(\xi)))$, т.е. план, обеспечивающий максимальное значение следа информационной матрицы;
	в) $\xi^* = \arg\max_{\xi}(\det(M(\xi)))$, т.е. план, обеспечивающий максимальное значение определителя информационной матрицы;
	г) $\xi^* = \arg\min_{\xi}(\det(M(\xi)))$, т.е. план, обеспечивающий минимальное значение определителя информационной матрицы.

16. План полнофакторного эксперимента	а) является D-оптимальным планом и, одновременно, A-оптимальным планом;
	б) является только D-оптимальным планом;
	в) является только A-оптимальным планом;
	г) не относится к числу оптимальных планов.

17. Ортогональным планом эксперимента называется план	а) с матрицей вида $F = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1k} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{N1} & \dots & x_{Nk} \end{pmatrix}$, все элементы которой равны ±1, и при этом столбцы попарно ортогональны;
	б) план вида $\xi_N = \begin{Bmatrix} x^{(1)}, \dots, & x^{(n)} \\ p_1, \dots, & p_n \end{Bmatrix}$, $p_i \geq 0, \ \sum_{i=1}^{N} p_i = 1, \ i = 1, 2, \dots, N$;
	в) план вида $\xi_N = \begin{Bmatrix} x^{(1)}, \dots, & x^{(n)} \\ p_1, \dots, & p_n \end{Bmatrix}$,

Согласована на портале № 26518

	$p_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^{N} p_i = 1, \quad p_i = r_i / N, \quad i = 1,2,...,N$;
	г) план вида $\xi^* = \arg\max_{\xi}(\det(M(\xi)))$.

18. В случае полнофакторного эксперимента типа 2^3 информационная матрица представляет собой	а) диагональную матрицу вида $M = 8E$, где E единичная матрица размера 8×8 ;
	б) является единичной матрицей размера 8×8 ;
	в) несимметричную матрицу;
	г) диагональную матрицу, у которой все диагональные элементы различны.

19. Можно ли применять метод последовательной регрессии для идентификации моделей, нелинейных относительно неизвестных параметров?	а) можно после предварительного выполнения процедуры линеаризации;
	б) для идентификации параметров нелинейных моделей метод последовательной регрессии не пригоден в принципе;
	в) можно без всяких ограничений;
	г) нельзя ни при каких условиях.

20. Для идентификации методом максимального правдоподобия параметров системы $\omega = (\vec{\theta}, \vec{u}) + v$ по следующим результатам измерений $\omega^{(1)} = 4, \ \omega^{(2)} = 11, \ \omega^{(3)} = 3, \ \vec{u}^{(1)} = (1,2$ найдите информационную матрицу.	а) $\begin{pmatrix} 21 & 12 \\ 12 & 14 \end{pmatrix}$;
	б) $\begin{pmatrix} 21 & -12 \\ 12 & 14 \end{pmatrix}$;
	в) $\begin{pmatrix} 21 & 12 \\ -12 & 14 \end{pmatrix}$;
	г) $\begin{pmatrix} 14 & 12 \\ 12 & 21 \end{pmatrix}$.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

№1

1. Дайте определение предмета теории идентификации в широком смысле слова.
2. Какие параметры системы идентифицируются методом квазилинеаризации?
3. Для модели $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{23}x_2x_3 + b_{31}x_3x_1 + b_{123}x_1x_2x_3$ полнофакторного эксперимента типа 2^3

№ точек плана	Факторы								Выходной сигнал		
	X_0, j=0	X_1, j=1	X_2, j=2	X_3, j=3	X_1X_2, j=4	X_2X_3, j=5	X_3X_1, j=6	$X_1X_2X_3$, j=7	$y_i^{/}$, p=1	$y_i^{//}$, p=2	$\bar{y}_i$
1	+	+	+	+	+	+	+	+	$y_1^{/}$	$y_1^{//}$	$\bar{y}_1$
2	+	-	+	+	-	+	-	-	$y_2^{/}$	$y_2^{//}$	$\bar{y}_2$
3	+	+	-	+	-	-	+	-	$y_3^{/}$	$y_3^{//}$	$\bar{y}_3$
4	+	-	-	+	+	-	-	+	$y_4^{/}$	$y_4^{//}$	$\bar{y}_4$
5	+	+	+	-	+	-	-	-	$y_5^{/}$	$y_5^{//}$	$\bar{y}_5$
6	+	-	+	-	-	-	+	+	$y_6^{/}$	$y_6^{//}$	$\bar{y}_6$
7	+	+	-	-	-	+	-	+	$y_7^{/}$	$y_7^{//}$	$\bar{y}_7$

Согласована на портале № 26518

8	+	-	-	-	+	+	+	-	$y_8^{/}$	$y_8^{//}$	$\bar{y}_8$

записать в развернутом виде формулы для расчета коэффициентов $b_0,\ b_1, b_2, b_3$.

№2

1. Дайте определение предмета теории идентификации в узком смысле слова.
2. Приведите в общем виде уравнения многомерной системы управления.
3. Выполните линеаризацию уравнения нелинейной модели $y = a_0 + a_1 x_1 x_2^3 + a_2 x_2 \exp(-a_3 \frac{x_1^2}{x_3}) + \frac{a_4 x_4}{\sqrt{1 - a_5 x_5^2}}$ (запишите уравнения линеаризованной модели).

№3

1. Сформулируйте критерии устойчивости многомерных систем.
2. Докажите, что линейное преобразование не изменяет собственных чисел линейной системы управления.
3. Применение метода квазилинеаризации к уравнению нелинейной модели $\dot{x}(t) = \theta_1 (x(t))^3 + \theta_2 u(t)$, ($u(t)$ - измеряемый входной сигнал, $\vec{\theta} = \{\theta_1, \theta_2\}$ - вектор идентифицируемых параметров) приводит к уравнению $\dot{\vec{z}}^{\mu+1}(t) = A^{\mu}\vec{z}^{\mu+1}(t) + \vec{V}^{\mu}(t))$, $\vec{z} = \{x, \theta_1, \theta_2\}$, решение которого имеет вид $\vec{z}^{\mu+1}(t) = \Phi(t, t_0)\vec{z}^{\mu+1}(t_0) + \vec{q}^{\mu+1}(t)$. Запишите систему дифференциальных уравнений, которым в этом примере должна удовлетворять переходная матрица $\Phi(t, t_0)$.

№4

1. Дайте определение устойчивости системы управления.
2. Как осуществляется линеаризация при идентификации нелинейных систем?
3. Методом максимального правдоподобия найдите параметры системы $\omega = (\vec{\theta}, \vec{u}) + v$ по результатам трех первых измерений: $\omega_1 = 4,\ \omega_2 = 11,\ \omega_3 = 3,\ \vec{u}_1 = (1,2),\ \vec{u}_2 = (4,3),\ \vec{u}_3 = (2,-1)$.

№5

1. Сформулируйте критерии устойчивости одномерных систем управления.
2. Разъясните суть процедуры диагонализации.
3. Для модели $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{23} x_2 x_3 + b_{31} x_3 x_1 + b_{123} x_1 x_2 x_3$ полнофакторного эксперимента типа 2^3 с планом

№ точек плана	Факторы								Выходной сигнал
	$X_{0,}$ j=0	$X_{1,}$ j=1	$X_{2,}$ j=2	$X_{3,}$ j=3	$X_1X_{2,}$ j=4	$X_2X_{3,}$ j=5	$X_3X_{1,}$ j=6	$X_1X_2X_{3,}$ j=7	$\bar{y}_i$
1	+	+	+	+	+	+	+	+	10
2	+	-	+	+	-	+	-	-	9
3	+	+	-	+	-	-	+	-	8
4	+	-	-	+	+	-	-	+	7
5	+	+	+	-	+	-	-	-	6
6	+	-	+	-	-	-	+	+	5
7	+	+	-	-	-	+	-	+	4
8	+	-	-	-	+	+	+	-	3

найдите значение коэффициентов $b_0,\ b_1, b_2, b_3$.

№6

1. Что такое линейное преобразование уравнений линейной системы управления?
2. Дайте определение функции отклика.
3. Для модели $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{23} x_2 x_3 + b_{31} x_3 x_1 + b_{123} x_1 x_2 x_3$ полнофакторного эксперимента типа 2^3 с планом

№ точек плана	Факторы								Выходной сигнал
	$X_{0,}$ j=0	$X_{1,}$ j=1	$X_{2,}$ j=2	$X_{3,}$ j=3	$X_1X_{2,}$ j=4	$X_2X_{3,}$ j=5	$X_3X_{1,}$ j=6	$X_1X_2X_{3,}$ j=7	$\bar{y}_i$
1	+	+	+	+	+	+	+	+	3
2	+	-	+	+	-	+	-	-	4

Согласована на портале № 26518

3	+	+	-	+	-	-	+	-	5
4	+	-	-	+	+	-	-	+	6
5	+	+	+	-	+	-	-	-	7
6	+	-	+	-	-	-	+	+	8
7	+	+	-	-	-	+	-	+	9
8	+	-	-	-	+	+	+	-	10

найдите значение четырех первых коэффициентов.

№7

1. Каковы ограничения на вид матриц линейных преобразований уравнений линейных систем?
2. Дайте определение канонического преобразования линейной системы.
3. Для модели $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{23}x_2x_3 + b_{31}x_3x_1 + b_{123}x_1x_2x_3$ полнофакторного эксперимента типа 2^3 с планом

№ точек плана	Факторы								Выходной сигнал
	$X_{0,}$ j=0	$X_{1,}$ j=1	$X_{2,}$ j=2	$X_{3,}$ j=3	$X_1X_{2,}$ j=4	$X_2X_{3,}$ j=5	$X_3X_{1,}$ j=6	$X_1X_2X_{3,}$ j=7	$\bar{y}_i$
1	+	+	+	+	+	+	+	+	3
2	+	-	+	+	-	+	-	-	4
3	+	+	-	+	-	-	+	-	5
4	+	-	-	+	+	-	-	+	6
5	+	+	+	-	+	-	-	-	7
6	+	-	+	-	-	-	+	+	8
7	+	+	-	-	-	+	-	+	9
8	+	-	-	-	+	+	+	-	10

найдите все значащие коэффициенты.

№8

1. Опишите алгоритм прямого определения собственных векторов.
2. Что называется наилучшей линейной несмещенной оценкой?
3. Запишите информационную матрицу для плана

№ опыта	Значения базисных функций							
	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1
3	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1
4	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1
5	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1
6	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1
7	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1

№9

1. К каким наиболее существенным изменениям приводит процедура диагонализации линейной системы управления?
2. Докажите ортогональность матрицы плана полнофакторного эксперимента 2^3.
3. Устойчива ли система с законом функционирования $\frac{d^2x}{dt^2} - 3\frac{dx}{dt} + 2x = 0$?

№10

1. Дайте определение управляемой системы.
2. Что такое базисные функции в простейших задачах идентфикации?
3. Запишите информационную матрицу для плана

№ опыта	Значения базисных функций							
	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8
1	1	1	1	1	1	1	1	1

Согласована на портале № 26518

2	0	-1	1	1	-1	1	-1	-1
3	0	1	-1	1	-1	-1	1	-1
4	0	-1	-1	1	1	-1	-1	1
5	0	1	1	-1	1	-1	-1	-1
6	0	-1	1	-1	-1	-1	1	1
7	0	1	-1	-1	-1	1	-1	1
8	0	-1	-1	-1	1	1	1	-1

№11

1. Сформулируйте критерий управляемости Гильберта.
2. Какой план эксперимента называется А-оптимальным?
3. Для идентификации неизвестного начального состояния и параметров модели $\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_1 x_1 + \theta_2 x_1 x_2,\ \vec{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = -2x_2 + \theta_3 x_1 x_2,\ \vec{\theta} = \{\theta_1,\theta_2,\theta_3\}, \end{cases} \vec{y} = A\vec{x},\ A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, записать основные уравнения метода квазилинеаризации.

№12

1. Сформулировать критерий управляемости на основе разложения матричной экспоненты.
2. Сформулируйте теорему Гаусса-Маркова и ее обобщения.
3. Для идентификации неизвестного начального состояния и параметров модели $\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \sin(\theta_1 x_1) + \cos(\theta_2 x_2),\ \vec{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_3 x_2 - \sin(x_1),\ \vec{\theta} = \{\theta_1,\theta_2,\theta_3\}, \end{cases} \vec{y} = A\vec{x},\ A = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$, записать основные уравнения метода квазилинеаризации.

№13

1. Дайте определение управляемости.
2. Какова постановка задачи планирования эксперимента?
3. Для идентификации неизвестного начального состояния и параметров модели $\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_1 x_1 - \frac{1}{800} x_1 x_2,\ \vec{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_2 x_2 + \theta_3 x_1 x_2,\ \vec{\theta} = \{\theta_1,\theta_2,\theta_3\}, \end{cases} \vec{y} = A\vec{x},\ A = \begin{pmatrix} 8 & 1 \\ 1 & 9 \end{pmatrix}$, записать основные уравнения метода квазилинеаризации.

№14

1. Дайте определение наблюдаемой системы.
2. Что называется вектором результатов измерений и матрицей плана эксперимента?
3. Для идентификации неизвестного начального состояния и параметров модели $\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_1 \frac{x_1}{x_2},\ \vec{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_2 x_2^2 + \theta_3 \sin(x_1) + t,\ \vec{\theta} = \{\theta_1,\theta_2,\theta_3\}, \end{cases} \vec{y} = A\vec{x},\ A = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 2 & 5 \end{pmatrix}$, записать основные уравнения метода квазилинеаризации.

№15

1. Для идентификации каких систем пригоден метод максимального правдоподобия?
2. Сформулируйте критерий наблюдаемости на основе разложения матричной экспоненты.
3. Для идентификации неизвестного начального состояния и параметров модели $\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_1 t x_1 x_2,\ \vec{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_2 x_2^2 + \sin(\theta_3 x_1) + t,\ \vec{\theta} = \{\theta_1,\theta_2,\theta_3\}, \end{cases} \vec{y} = A\vec{x},\ A = \begin{pmatrix} 10 & 1 \\ 1 & 10 \end{pmatrix}$, записать основные уравнения метода квазилинеаризации.

№16

Согласована на портале № 26518

1. Сформулируйте основную гипотезу теории измерений.
2. Запишите выражение для информационной матрицы полнофакторного эксперимента 2^3.
3. Для идентификации в случае известного начального состояния параметров модели $\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = f_1(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \dfrac{\theta_1 x_1^2 + \theta_2 x_2^2}{t^2 + x_1 x_2},\ \vec{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \dfrac{dx_2}{dt} = f_2(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_3 \dfrac{x_1(x_2 + t)}{t^2 + x_1 x_2},\ \vec{\theta} = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}, \end{cases} \begin{cases} x_1(t^{(0)}) = -1.0, \\ x_2(t^{(0)}) = -1.0, \end{cases} \vec{y} = A\vec{x},\ A = \begin{pmatrix} 12 & 1 \\ 1 & 10 \end{pmatrix},$ записать основные уравнения метода квазилинеаризации.

№17

1. Разъясните основные положения метода максимального правдоподобия.
2. Получите формулы для расчета коэффициентов полнофакторного эксперимента 2^3 , исходя из общих формул расчета коэффициентов линейной модели на основе метода максимального правдоподобия.
3. Для идентификации в случае известного начального состояния параметров модели $\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = f_1(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \dfrac{\theta_1 x_1^2 + \theta_2 x_1 x_2}{t^2 - x_1 x_2},\ \vec{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \dfrac{dx_2}{dt} = f_2(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_3 \dfrac{x_2(x_1 + t)}{t^2 - x_1 x_2},\ \vec{\theta} = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}, \end{cases} \begin{cases} x_1(t^{(0)}) = -1.0, \\ x_2(t^{(0)}) = 1.0, \end{cases} \vec{y} = A\vec{x},\ A = \begin{pmatrix} 7 & 3 \\ 2 & 9 \end{pmatrix},$ записать основные уравнения метода квазилинеаризации.

№18

1. Запишите выражение для информационной матрицы линейной относительно коэффициентов функции отклика модели (случай с равными дисперсиями), а также формулу несмещенной оценки для дисперсии.
2. Как выбирается начальная оценка коэффициентов в процедуре последовательной идентфикации?
3. Для идентификации в случае известного начального состояния параметров модели $\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = f_1(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_1 x_1^2 + \theta_2 \dfrac{x_1}{x_2},\ \vec{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \dfrac{dx_2}{dt} = f_2(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_3 \dfrac{x_2(x_1 + t)}{t^2 + 1},\ \vec{\theta} = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}, \end{cases} \begin{cases} x_1(t^{(0)}) = 0.1, \\ x_2(t^{(0)}) = 0.1, \end{cases} \vec{y} = A\vec{x},\ A = \begin{pmatrix} 8 & 3 \\ 2 & 10 \end{pmatrix},$ записать основные уравнения метода квазилинеаризации.

№19

1. Каковы особенности последовательной идентификации в случае применения нелинейных базисных функций?
2. Дайте определение дискретного плана эксперимента.
3. Для идентификации в случае известного начального состояния параметров модели $\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = f_1(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_1 \dfrac{x_1^2}{x_2},\ \vec{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \dfrac{dx_2}{dt} = f_2(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_2 \dfrac{x_2^2}{x_1},\ \vec{\theta} = \{\theta_1, \theta_2\}, \end{cases} \begin{cases} x_1(t^{(0)}) = \dfrac{1.0}{7.0}, \\ x_2(t^{(0)}) = \dfrac{1.0}{3.0}, \end{cases} \vec{y} = A\vec{x},\ A = \begin{pmatrix} 7 & 1 \\ 2 & 4 \end{pmatrix},$ записать основные уравнения метода квазилинеаризации.

№20

1. Какой план эксперимента называется *Ф*-оптимальным?
2. Для идентификации каких систем применяется метод квазилинеаризации?
3. Для идентификации в случае известного начального состояния параметров модели $\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = f_1(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_1 \dfrac{x_2^2}{x_1},\ \vec{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \dfrac{dx_2}{dt} = f_2(t,\vec{x},\vec{u},\vec{\theta}) = \theta_2 \dfrac{x_1^2}{x_2},\ \vec{\theta} = \{\theta_1, \theta_2\}, \end{cases} \begin{cases} x_1(t^{(0)}) = \sqrt{5.0}, \\ x_2(t^{(0)}) = \sqrt{3.0}, \end{cases} \vec{y} = A\vec{x},\ A = \begin{pmatrix} 7 & 2 \\ 1 & 12 \end{pmatrix},$ записать основные уравнения метода квазилинеаризации.

Согласована на портале № 26518

№21

1. Какой план эксперимента называется D-оптимальным?
2. Опишите основные этапы планирования эксперимента.
3. По приведенным в следующей таблице

x_1	1	-1	-1	1
x_2	1	-1	1	-1
$y(\vec{x})$	3	-1	1	1

результатам измерений входного и выходного сигналов найти методом максимального правдоподобия параметры модели $y(\vec{x}) = \theta_1 + \theta_2 x_1 + \theta_3 x_2$.

№22

1. Объясните суть метода квазилинеаризации.
2. Как осуществляется переход к кодированным переменным?
3. По приведенным в следующей таблице

x	1	2	3	4
$y(x)$	e^2	e^3	e^4	e^5

результатам измерений входного и выходного сигналов найти методом максимального правдоподобия параметры модели $y(x) = ae^{bx}$.

№23

1. Запишите матрицу плана полнофакторного эксперимента типа 2^3.
2. Опишите процесс (метод) регрессионной идентификации статической системы с одним выходом и несколькими входами.
3. По приведенным в следующей таблице

x_1	1	-1	-1	1
x_2	1	-1	1	-1
$y(\vec{x})$	3	-1	1	1

результатам измерений входного и выходного сигналов найти методом максимального правдоподобия параметры модели $y(\vec{x}) = \theta_1 + \theta_2 x_1^3 + \theta_3 x_2$.

№24

1. Опишите процесс (метод) регрессионной идентификации статической системы с несколькими выходами и несколькими входами.
2. Сформулируйте критерий наблюдаемости Гильберта.
3. По приведенным в следующей таблице

x	1	2	3	4
$y(x)$	1	e	e^2	e^3

результатам измерений входного и выходного сигналов найти методом максимального правдоподобия параметры модели $y(x) = ae^{bx}$.

№25

1. Опишите процесс (метод) регрессионной идентификации многомерной линейной динамической системы.
2. Какими уравнениями описывается нестационарная линейная система управления?
3. По приведенным в следующей таблице

x_1	1	-1	-1	1
x_2	1	-1	1	-1
$y(\vec{x})$	1	-1	1	3

результатам измерений входного и выходного сигналов найти методом максимального правдоподобия параметры модели $y(\vec{x}) = \theta_1 + \theta_2 x_1 + \theta_3 x_1 x_2$.

№26

1. Приведите пример линеаризации нелинейной системы.
2. Опишите процесс последовательной идентификации статической многомерной системы с одним выходом и несколькими входами.
3. Для модели $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{23} x_2 x_3 + b_{31} x_3 x_1 + b_{123} x_1 x_2 x_3$ полнофакторного эксперимента типа 2^3 с планом

Согласована на портале № 26518

№ точек плана	Факторы								Выходной сигнал
	X_0, j=0	X_1, j=1	X_2, j=2	X_3, j=3	X_1X_2, j=4	X_2X_3, j=5	X_3X_1, j=6	$X_1X_2X_3$, j=7	$\bar{y}_i$
1	+	+	+	+	+	+	+	+	1
2	+	-	+	+	-	+	-	-	2
3	+	+	-	+	-	-	+	-	3
4	+	-	-	+	+	-	-	+	4
5	+	+	+	-	+	-	-	-	5
6	+	-	+	-	-	-	+	+	6
7	+	+	-	-	-	+	-	+	7
8	+	-	-	-	+	+	+	-	8

найдите все значащие коэффициенты.

№27

1. От каких характеристик идентифицируемой системы зависит показатель качества?
2. Дайте определение стационарной и нестационарной многомерной системы управления.
3. Для модели $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{23}x_2x_3 + b_{31}x_3x_1 + b_{123}x_1x_2x_3$ полнофакторного эксперимента типа 2^3 с планом

№ точек плана	Факторы								Выходной сигнал
	X_0, j=0	X_1, j=1	X_2, j=2	X_3, j=3	X_1X_2, j=4	X_2X_3, j=5	X_3X_1, j=6	$X_1X_2X_3$, j=7	$\bar{y}_i$
1	+	+	+	+	+	+	+	+	9
2	+	-	+	+	-	+	-	-	8
3	+	+	-	+	-	-	+	-	7
4	+	-	-	+	+	-	-	+	6
5	+	+	+	-	+	-	-	-	5
6	+	-	+	-	-	-	+	+	4
7	+	+	-	-	-	+	-	+	3
8	+	-	-	-	+	+	+	-	2

найдите все значащие коэффициенты.

14.1.3. Темы лабораторных работ

Устойчивость, управляемость, наблюдаемость и идентифицируемость одномерных систем

Идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных линейных систем

Идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных нелинейных систем

Применение метода максимального правдоподобия для построения моделей систем: исследование связи между двумя или несколькими случайными величинами, обработка результатов, проверка адекватности

Методы построения статических моделей.

Методы последовательной идентификации.

Идентификация параметров нелинейных динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями, при заданных начальных условиях.

Идентификация параметров нелинейных динамических объектов, описываемых системами нелинейных дифференциальных уравнений.

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.

Согласована на портале № 26518

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;
- 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 № 26518