

51.8.02.11

(N33)

3/4

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)



Проректор по учебной работе

Троян П. Е.

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Идентификация и диагностика систем

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль

Форма обучения очная

Факультет ФВС – факультет вычислительных систем

Кафедра КСУП - кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании

Курс четвертый

Семестр шестой

Учебный план набора 2013, 2014, 2015 годов.

Распределение рабочего времени:

| № | Виды учебной работы | Семестр 1 | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Семестр 5 | Семестр 6 | Семестр 7 | Семестр 8 | Всего | Единицы |
|-----|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|---------|
| 1. | Лекции | | | | | | 20 | | | | часов |
| 2. | Лабораторные работы | | | | | | 34 | | | | часа |
| 3. | Практические занятия | | | | | | | | | | часов |
| 4. | Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная) | | | | | | | | | | часов |
| 5. | Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4) | | | | | | 54 | | | | часа |
| 6. | Из них в интерактивной форме | | | | | | 12 | | | | часов |
| 7. | Самостоятельная работа студентов (СРС) | | | | | | 54 | | | | часа |
| 8. | Всего (без экзамена) | | | | | | 108 | | | | часов |
| 9. | Экзамен | | | | | | 36 | | | | часов |
| 10. | Общая трудоемкость (Сумма 8,9) | | | | | | 144 | | | | часов |
| | (в зачетных единицах) | | | | | | 4 | | | | ЗЕТ |

Экзамен шестой семестр

Томск 2016

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.04 «Управление в технических системах», утвержденного 20.10.15 № 1471 рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 30.08.2016 г., протокол № 1

Разработчик проф. каф. КСУП Черепанов Черепанов О.И.

Зав. кафедрой КСУП проф. Шурыгин Шурыгин Ю.А.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан факультета вычислительных систем Козлова Козлова Л.А.

Зав. профилирующей кафедрой КСУП проф. Шурыгин Шурыгин Ю.А.

Зав. выпускающей кафедрой КСУП проф. Шурыгин Шурыгин Ю.А.

Эксперты: Хабибулина Хабибулина Н.Ю.

Методист каф. КСУП Зюзьков Зюзьков В.М.

1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины: формирование знаний по общим подходам к моделированию, идентификации и диагностике систем, видам математических моделей и способам математического моделирования на основе детерминированных моделей, дать представление о проблемах проверки адекватности математической модели реальной системе.

Задачи дисциплины: научить применять основы теории планирования экспериментов с целью идентификации и диагностики статических и динамических систем, подготовить к решению задач, связанных с разработкой математических моделей систем управления технологическими процессами, а также научить применять методы обработки результатов эксперимента с целью решения задач параметрической идентификации.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Б1.В.ОД.11 основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах». Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: "иностранный язык", "математика", "физика", "программирование и основы алгоритмизации", "русский язык и культура речи", "информатика", "теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы", "теория автоматического управления", "метрология и измерительная техника", "математические основы теории систем", "теория систем". Знания, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций, выражающихся в способностях и готовностях:

ПК-10 - готовностью к участию в работах по изготовлению, отладке и сдаче в эксплуатацию систем и средств автоматического управления;

ПК-11 - способностью организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации управления;

ПК-21 - способностью выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов.

В результате изучения дисциплины студент 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 зачетных единицы.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | | | |
|--|-------------|-----------|---|---|---|
| | | 6 | | | |
| Аудиторные занятия (всего) | 108 | | | | |
| В том числе: | - | - | - | - | - |
| Лекции | 20 | 20 | | | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 34 | 34 | | | |
| Самостоятельная работа (всего) | 54 | 54 | | | |
| В том числе: | - | - | - | - | - |
| Расчетно-графические работы | 54 | 54 | | | |
| Вид промежуточной аттестации - экзамен | 36 | 36 | | | |
| Общая трудоемкость час | 144 | 144 | | | |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 4 | 4 | | | |

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекции | Лаборат. занятия | Самост. работа студента | Всего час. (без экзамен) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|-------|--|--------|------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| 1. | Построение математических моделей систем | 2 | 2 | 4 | 8 | (ПК-11), (ПК-21). |
| 2. | Структурная и параметрическая идентификация. | 2 | 2 | 4 | 8 | (ПК-11), (ПК-21). |
| 3. | Модели систем в пространстве состояний. | 2 | 2 | 4 | 8 | (ПК-11), (ПК-21). |

| | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|----|----------------------------|
| 4. | Построение оптимальных планов эксперимента. | 2 | 4 | 6 | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 5. | Проблема проверки адекватности моделей | 2 | 4 | 6 | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 6. | Методы построения статических моделей. | 2 | 4 | 6 | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 7. | Методы последовательной идентификации. | 2 | 4 | 6 | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 8. | Методы построения динамических моделей. | 2 | 4 | 6 | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 9. | Метод квазилинеаризации при заданных начальных данных | 2 | 4 | 6 | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 10. | Общий алгоритм метода квазилинеаризации. | 2 | 4 | 6 | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

| № п/п | Наименование разделов | Содержание разделов | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|-------|---|---|---------------------|----------------------------------|
| 1. | Построение математических моделей систем | Основные задачи моделирования, достоинства и недостатки математических моделей. Входные и выходные переменные, закон функционирования, показатель эффективности системы, определение математической модели. Одномерные и многомерные системы. Примеры моделей систем. | 8 | (ПК-11), (ПК-21). |
| 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. | 8 | (ПК-11), (ПК-21). |
| 3 | Модели систем в пространстве состояний. | Пространство состояний, управляемость и наблюдаемость, представление моделей систем в пространстве состояний. | 8 | (ПК-11), (ПК-21). |
| 4. | Построение оптимальных планов эксперимента. | Математическая постановка задачи планирования эксперимента. Регрессионные модели. Метод максимального правдоподобия (метод наименьших квадратов). Факторные планы. | 8 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 5. | Проблема проверки адекватности моделей | Оценивание адекватности моделей, проверка гипотез. | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 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. | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 7. | Методы последовательной идентификации. | Последовательная идентификация линейных и нелинейных систем. | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 8. | Методы построения динамических моделей. | Динамическая задача для систем с несколькими входами и выходами. Регрессионная идентификация линейных динамических процессов. | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 9. | Метод квазилинеаризации при заданных начальных данных | Идентификация параметров нелинейных динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями, при заданных начальных условиях. | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 10. | Общий алгоритм метода квазилинеаризации. | Идентификация параметров нелинейных динамических объектов, описываемых системами нелинейных дифференциальных уравнений. | 12 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |

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

| № п/п | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | | | |
| 1. | Русский язык и культура речи, иностранный язык, математика, физика, математические основы теории систем, теория автоматического управления. | + | | | | | | | | | |
| 2. | Русский язык и культура речи, иностранный язык, математика, физика, математические основы теории систем, теория автоматического управления. | | + | | | | | | | | |
| 3. | Математика, физика, математические основы теории систем | | | + | | | | | | | |
| 4. | Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы, теория систем | | | | + | | | | | | |
| 5. | Физика, теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы. | | | | | + | | | | | |
| 6. | Математика, физика, теория автоматического управления, иностранный язык, программирование и основы алгоритмизации | | | | | | + | | | | |
| 7. | Математика, физика, теория автоматического управления, иностранный язык, программирование и основы алгоритмизации | | | | | | | + | | | |
| 8. | Математика, физика, теория автоматического управления, программирование и основы алгоритмизации | | | | | | | | + | | |
| 9. | Математика, физика, теория автоматического управления, программирование и основы алгоритмизации | | | | | | | | | + | |
| 10. | Математика, физика, теория автоматического управления, иностранный язык, программирование и основы алгоритмизации | | | | | | | | | | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | | | |
| 1. | Научно-исследовательская работа студентов-1,2, моделирование систем управления, методы принятия проектных решений | + | | | | | | | | | |
| 2. | Научно-исследовательская работа студентов-1,2, моделирование систем управления, методы принятия проектных решений | | + | | | | | | | | |
| 3. | Научно-исследовательская работа студентов-1,2, моделирование систем управления, методы принятия проектных решений | | | + | | | | | | | |
| 4. | Научно-исследовательская работа студентов-1,2, моделирование систем управления, методы принятия проектных решений | | | | + | | | | | | |
| 5. | Научно-исследовательская работа студентов-1,2, моделирование систем управления, методы принятия проектных решений | | | | | + | | | | | |
| 6. | Научно-исследовательская работа студентов-1,2, моделирование систем управления, методы принятия проектных решений | | | | | | + | | | | |
| 7. | Научно-исследовательская работа студентов-1,2, моделирование систем управления, | | | | | | | + | | | |

| методы принятия проектных решений | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|
| 8. | Научно-исследовательская работа студентов-1,2, моделирование систем управления, методы принятия проектных решений | | | | | | | | | | + |
| 9. | Научно-исследовательская работа студентов-1,2, моделирование систем управления, методы принятия проектных решений | | | | | | | | | | + |
| 10. | Научно-исследовательская работа студентов-1,2, моделирование систем управления, методы принятия проектных решений | | | | | | | | | | + |

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

| Перечень компетенций | Виды занятий | | | | | Формы контроля по всем видам занятий (примеры) |
|----------------------|--------------|-----|-----|-------|-----|--|
| | Л | Лаб | Пр. | КР/КП | СРС | |
| ПК-10 | + | | | | + | Опрос на лекции, отчет по лабораторной работе |
| ПК-11 | + | + | | | + | Устный ответ, отчет по лабораторной работе, проверка домашнего задания |
| ПК-21 | + | + | | | + | Устный ответ, отчет по лабораторной работе, проверка домашнего задания |

Л – лекция, Лаб – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы | Формы | Лекции (час) | Практические/семинарские занятия (час) | Тренинг Мастер-класс (час) | Всего |
|-----------------------------|--|--------------|--|----------------------------|-------|
| <i>IT-методы</i> | | | | | |
| | Работа в команде | 1 | 2 | | 3 |
| | <i>Case-study</i> (метод конкретных ситуаций) | | | | |
| | Игра | | | | |
| | Поисковый метод | 1 | 4 | | 5 |
| | Решение ситуационных задач | | | | |
| | Исследовательский метод | | 4 | | 4 |
| | ... | | | | |
| Итого интерактивных занятий | | 2 | 10 | | 12 |

7. Лабораторный практикум

| № п/п | № из табл. 5.1 | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость (час) | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
|-------|----------------|--|--------------------|----------------------------|
| 1. | 1-3 | Устойчивость, управляемость, наблюдаемость и идентифицируемость одномерных систем | 4 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 2 | 1-4 | Идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных линейных систем | 4 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 3 | 2-5 | Идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных нелинейных систем | 4 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 4 | 4-5 | Применение метода максимального правдоподобия для построения моделей систем: исследование связи между двумя или несколькими случайными величинами, обработка результатов, проверка адекватности. | 4 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 5 | 6 | Методы построения статических моделей. | 4 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 6 | 7 | Методы последовательной идентификации. | 4 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 7 | 8,9 | Идентификация параметров нелинейных динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями, при заданных начальных условиях. | 4 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |
| 8 | 10 | Идентификация параметров нелинейных динамических объектов. | 6 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | описываемых системами нелинейных дифференциальных уравнений. | | |
|--|--|--|--|

8. Практические занятия (семинары)

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК |
|-------|-----------------------------------|---|----------------------|-------------------------|
| 1. | | Учебным планом не предусмотрены | | |

9. Самостоятельная работа

| № п/п | № из табл. 5.1 | Виды самостоятельной работы (детализация) | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК | Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом. задание, и т.д) |
|-------|----------------|---|---------------------|----------------------------|---|
| 1. | 1-3 | Изучение теоретического материала, проведение расчетов по теме: устойчивость, управляемость, наблюдаемость и идентифицируемость одномерных систем, оформление отчета по лабораторной работе. | 6 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). | Опрос при защите лабораторной работы |
| 2. | 1-4. | Изучение теоретического материала, проведение расчетов по теме: идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных линейных систем, оформление отчета по лабораторной работе. | 6 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). | Опрос при защите лабораторной работы |
| 3 | 2-5. | Изучение теоретического материала, проведение расчетов по теме: идентификация с помощью регрессионных методов. | 6 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). | Опрос при защите лабораторной работы, выполнение контрольной работы. |
| 4. | 4-5 | Изучение теоретического материала, проведение расчетов по теме: применение метода максимального правдоподобия для построения моделей систем, исследование связи между двумя или несколькими случайными величинами, обработка результатов, проверка адекватности, оформление отчета по лабораторной работе.. | 6 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). | Опрос на лекции, опрос при защите лабораторной работы. |
| 5 | 6. | Изучение методов построения статических моделей, проведение расчетов, оформление отчета по лабораторной работе. | 6 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). | Опрос при защите лабораторной работы. |
| 6. | 7. | Изучение теоретического материала по теме: методы последовательной идентификации, проведение расчетов, оформление отчета по лабораторной работе. | 8 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). | Опрос на лекции, опрос при защите лабораторной работы, выполнение контрольной работы. |
| 7. | 8,9. | Изучение метода квазилинеаризации, проведение расчетов по идентификации нелинейных динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями, при заданных начальных условиях, оформление отчета по лабораторной работе. | 8 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). | Защита результатов выполнения лабораторной работы |
| 8. | 10. | Изучение метода квазилинеаризации, выполнение расчетов по идентификации параметров нелинейных динамических объектов, описываемых системами нелинейных дифференциальных уравнений. | 8 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). | Защита результатов выполнения лабораторной работы |
| 9 | 1-10 | Подготовка к экзамену | 36 | (ПК-10), (ПК-11), (ПК-21). | Экзамен |

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ): учебным планом не предусмотрены

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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 |
|----------------------------------|--|---|---|------------------|
| Посещение занятий | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Тестовый контроль | 3 | 9 | 9 | 21 |
| Лабораторные работы | 10 | 15 | 15 | 40 |
| Компонент своевременности | 2 | 4 | 4 | 10 |
| Итого максимум за период: | 18 | 31 | 31 | 80 |
| Сдача зачета (максимум) | | | | 20 |
| Нарастающим итогом | 18 | 49 | 80 | 100 |

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 |

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 | E (посредственно) |
| | 60 - 64 | F (неудовлетворительно) |
| 2 (неудовлетворительно), (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

12.1 Основная литература

12.1.1. Черепанов О. И., Черепанов Р. О. Основы теории идентификации систем. Учебное пособие. Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники. – 2013. – 288с. (25 экз. в библ.)

12.1.2. Алексеев А.А., Кораблев Ю.А., Шестопапов М.Ю. Идентификация и диагностика систем. Уч. пос.- М.: Академия, 2009. – 352 с. (25 экз. в библ., гриф)

12.2 Дополнительная литература

12.2.1. Черепанов О.И. Элементарные основы теории идентификации систем. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТМЦ ДО. – 2005. – 211с. (15 экз. в библ.).

12.2.2. Черепанов О.И. Идентификация и диагностика систем. Пособие и задания на вычислительный практикум для самостоятельной работы студентов. – Томск: Изд-во Томск. ун-т систем упр. и радиоэлектроники. – 2009. – 96с. (25 экз. в библ.)

12.2.3. Черепанов О.И., Черепанов Р.О. Идентификация нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации: учеб. пособие и задания на вычислительный практикум. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – 124 с. (25 экз. в библ.)

12.2.4. Жабко А.П. и др. Сборник задач и упражнений по теории управления: стабилизация программных движений. - М.: Высш. шк., 2003г. – 286с. (26 экз. в библ.).

12.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

12.3.1. Черепанов О.И. Сборник заданий к семинарским занятиям. - Томск: 2012г. -78с. <http://iit.tusur.ru/docs/ umk iids.rar>, <http://esau.tusur.ru/docs/ umk iids.rar>.

12.3.2. Черепанов О.И. Лабораторный практикум. - Томск: 2012г. -25с. <http://iit.tusur.ru/docs/ umk iids.rar>, <http://esau.tusur.ru/docs/ umk iids.rar>.

12.3.3. Черепанов О.И. Методические указания по самостоятельной работе студентов. - Томск: 2012г. - 19с. <http://iit.tusur.ru/docs/ umk iids.rar>, <http://esau.tusur.ru/docs/ umk iids.rar>.

12.3.4. Черепанов О.И. Материалы для контроля знаний. - Томск: 2012г. - 5с. <http://iit.tusur.ru/docs/ umk iids.rar>, <http://esau.tusur.ru/docs/ umk iids.rar>.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины: компьютерный класс с доступом в интернет

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|-------|---|---|
| ПК-10 | готовность к участию в работах по изготовлению, отладке и сдаче в эксплуатацию систем и средств автоматического управления; | Должен знать типичные виды математических моделей одномерных и многомерных систем управления. Должен уметь использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области теории идентификации для освоения профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. Должен владеть навыками построения моделей систем управления и оценки параметров по результатам измерений. |
| ПК-11 | способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации управления; | |
| ПК-21 | способность выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов. | |

2 Реализация компетенций

а. Компетенция ПК-10

ПК-10: готовность к участию в работах по изготовлению, отладке и сдаче в эксплуатацию систем и средств автоматического управления.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|-----------------------|--|---|--|
| Содержание этапов | Знает типичные виды математических моделей одномерных и многомерных систем управления. | Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области теории идентификации для освоения профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. | Владеет навыками построения моделей систем управления и оценки параметров по результатам измерений |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Лекции; • Групповые консультации; | <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов | <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные работы; |
| Используемые средства | <ul style="list-style-type: none"> • Тест; | <ul style="list-style-type: none"> • Оформление отчетности и защита лабораторных работ; | <ul style="list-style-type: none"> • Защита лабораторных |

| | | | |
|------------|---|--|--|
| оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Выполнение домашнего задания; • Экзамен | <ul style="list-style-type: none"> • Оформление и защита домашнего задания; | <ul style="list-style-type: none"> • работ • Экзамен |
|------------|---|--|--|

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • анализирует связи между различными физическими понятиями; • представляет способы и результаты использования различных физических моделей; • математически обосновывает выбор метода и план решения задачи | <ul style="list-style-type: none"> • свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; • умеет математически выразить и аргументированно доказывать положения предметной области знания | <ul style="list-style-type: none"> • способен руководить междисциплинарной командой; • свободно владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • понимает связи между различными физическими понятиями; • имеет представление о | <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование; | <ul style="list-style-type: none"> • критически осмысливает полученные знания; • компетентен в различных ситуациях |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> физических моделях; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи; графически иллюстрирует задачу | <ul style="list-style-type: none"> применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания | (работа в междисциплинарной команде); <ul style="list-style-type: none"> владеет разными способами представления физической информации |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> дает определения основных понятий; воспроизводит основные физические факты, идеи; распознает физические объекты; знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике | <ul style="list-style-type: none"> умеет работать со справочной литературой; использует приборы, указанные в описании лабораторной работы; умеет представлять результаты своей работы | <ul style="list-style-type: none"> владеет терминологией предметной области знания; способен корректно представить знания в математической форме |

б. Компетенция ПК-11

ПК-11: способностью организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации управления.;

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 5– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| 1. Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|----------------------------------|--|---|--|
| Содержание этапов | Знает типичные виды математических моделей одномерных и многомерных систем управления и методы обработки результатов измерений | Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области теории идентификации для освоения профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. | Владеет навыками построения моделей систем управления и оценки параметров по результатам измерений |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> Лекции; Групповые консультации; | <ul style="list-style-type: none"> Лабораторные работы; Выполнение домашнего задания; Самостоятельная работа студентов | <ul style="list-style-type: none"> Лабораторные работы; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> Тест; Контрольная работа; Выполнение домашнего задания; | <ul style="list-style-type: none"> Оформление отчетности и защита лабораторных работ; Оформление и защита | <ul style="list-style-type: none"> Защита лабораторных работ Экзамен |

| | | | |
|--|-----------|--------------------|--|
| | • Экзамен | домашнего задания; | |
|--|-----------|--------------------|--|

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> анализирует связи между различными физическими понятиями; представляет способы и результаты использования различных физических моделей; математически обосновывает выбор метода и план решения задачи | <ul style="list-style-type: none"> свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет математически выразить и аргументированно доказывать положения предметной области знания | <ul style="list-style-type: none"> способен руководить междисциплинарной командой; свободно владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> понимает связи между различными физическими понятиями; имеет представление о физических моделях; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи; | <ul style="list-style-type: none"> самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование; применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет корректно выразить и | <ul style="list-style-type: none"> критически осмысливает полученные знания; компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде); владеет разными способами представления |

| | | | |
|---------------------------------------|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • графически иллюстрирует задачу | аргументированно обосновывать положения предметной области знания | физической информации |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • дает определения основных понятий; • воспроизводит основные физические факты, идеи; • распознает физические объекты; • знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике | <ul style="list-style-type: none"> • умеет работать со справочной литературой; • использует приборы, указанные в описании лабораторной работы; • умеет представлять результаты своей работы | <ul style="list-style-type: none"> • владеет терминологией предметной области знания; • способен корректно представить знания в математической форме |

с. **Компетенция ПК-21**

ПК-21: способностью выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 8 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| 2. Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|----------------------------------|--|---|--|
| Содержание этапов | Знает типичные виды математических моделей одномерных и многомерных статических и динамических систем управления, методы их идентификации | Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области теории идентификации для освоения профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. | Владеет навыками построения моделей систем управления и оценки параметров по результатам измерений |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Лекции; • Групповые консультации; | <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные работы; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов | <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные работы; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Тест; • Контрольная работа; • Выполнение домашнего задания; • Экзамен | <ul style="list-style-type: none"> • Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита домашнего задания; | <ul style="list-style-type: none"> • Защита лабораторных работ • Экзамен |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 9 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|-----------------------|-------|-------|---------|
|-----------------------|-------|-------|---------|

| | | | |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице

4.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|-------------------------------|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> анализирует связи между различными физическими понятиями; представляет способы и результаты использования различных физических моделей; математически обосновывает выбор метода и план решения задачи | <ul style="list-style-type: none"> свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет математически выражать и аргументированно доказывать положения предметной области знания | <ul style="list-style-type: none"> способен руководить междисциплинарной командой; свободно владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> понимает связи между различными физическими понятиями; имеет представление о физических моделях; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи; графически иллюстрирует задачу | <ul style="list-style-type: none"> самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование; применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания | <ul style="list-style-type: none"> критически осмысливает полученные знания; компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде); владеет разными способами представления физической информации |
| Удовлетворительно (пороговый) | <ul style="list-style-type: none"> дает определения основных понятий; воспроизводит основные | <ul style="list-style-type: none"> умеет работать со справочной литературой; | <ul style="list-style-type: none"> владеет терминологией предметной области знания; |

- изучение метода квазилинеаризации, проведение расчетов по идентификации нелинейных динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями, при заданных начальных условиях, оформление отчета по лабораторной работе;
- изучение метода квазилинеаризации, выполнение расчетов по идентификации параметров нелинейных динамических объектов, описываемых системами нелинейных дифференциальных уравнений;
- подготовка к экзамену.

Темы курсового проекта: учебным планом не предусмотрены.

Экзаменационные вопросы: указать список экзаменационных вопросов.

№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 | X_1 | X_2 | X_3 | X_1X_2 | X_2X_3 | X_3X_1 | $X_1X_2X_3$ | y'_i | y''_i | \bar{y}_i |
| | $j=0$ | $j=1$ | $j=2$ | $j=3$ | $j=4$ | $j=5$ | $j=6$ | $j=7$ | $p=1$ | $p=2$ | |
| 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 |
| 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 линейаризацию уравнения нелинейной модели

$$y = a_0 + a_1x_1x_2^3 + a_2x_2 \exp(-a_3 \frac{x_1^2}{x_3}) + \frac{a_4x_4}{\sqrt{1-a_5x_5^2}} \quad (\text{запишите уравнения линеаризованной модели}).$$

№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 $\dot{x}(t) = \theta_1(x(t))^3 + \theta_2u(t)$. ($u(t)$ - измеряемый входной сигнал, $\bar{\theta} = \{\theta_1, \theta_2\}$ - вектор идентифицируемых параметров) приводит к

уравнению $\dot{\bar{z}}^{(n)}(t) = A^n \bar{z}^{(n)}(t) + \bar{V}^{(n)}(t)$, $\bar{z} = \{x, \theta_1, \theta_2\}$, решение которого имеет вид

$\bar{z}^{(n)}(t) = \Phi(t, t_0) \bar{z}^{(n)}(t_0) + \bar{q}^{(n)}(t)$. 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 $\omega = (\bar{\theta}, \bar{u}) + v$ по результатам трех первых измерений: $\omega_1 = 4$, $\omega_2 = 11$, $\omega_3 = 3$, $\bar{u}_1 = (1, 2)$, $\bar{u}_2 = (4, 3)$, $\bar{u}_3 = (2, -1)$.

№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 \bar{y}_i |
|---------------------|---------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|---------------|--------------------------------|
| | X_0 | X_1 | X_2 | X_3 | $X_1 X_2$ | $X_2 X_3$ | $X_3 X_1$ | $X_1 X_2 X_3$ | |
| | $j=0$ | $j=1$ | $j=2$ | $j=3$ | $j=4$ | $j=5$ | $j=6$ | $j=7$ | |
| 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

2. Что такое линейное преобразование уравнений линейной системы управления?
3. Дайте определение функции отклика.
4. 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 \bar{y}_i |
|---------------------|---------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|---------------|--------------------------------|
| | X_0 | X_1 | X_2 | X_3 | $X_1 X_2$ | $X_2 X_3$ | $X_3 X_1$ | $X_1 X_2 X_3$ | |
| | $j=0$ | $j=1$ | $j=2$ | $j=3$ | $j=4$ | $j=5$ | $j=6$ | $j=7$ | |
| 1 | + | + | + | + | + | + | + | + | 3 |
| 2 | + | - | + | + | - | + | - | - | 4 |
| 3 | + | + | - | + | - | - | + | - | 5 |
| 4 | + | - | - | + | + | - | - | + | 6 |
| 5 | + | + | + | - | + | - | - | - | 7 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 6 | + | - | + | - | - | - | + | + | 8 |
| 7 | + | + | - | - | - | + | - | + | 9 |
| 8 | + | - | - | - | + | + | + | - | 10 |

найдите значение четырех первых коэффициентов.

№7

- Каковы ограничения на вид матриц линейных преобразований уравнений линейных систем?
- Дайте определение канонического преобразования линейной системы.
- 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 \bar{y}_i |
|---------------|---------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-------------|-----------------------------|
| | X_0 | X_1 | X_2 | X_3 | X_1X_2 | X_2X_3 | X_3X_1 | $X_1X_2X_3$ | |
| | $j=0$ | $j=1$ | $j=2$ | $j=3$ | $j=4$ | $j=5$ | $j=6$ | $j=7$ | |
| 1 | + | + | + | + | + | + | + | + | 3 |
| 2 | + | - | + | + | - | + | - | - | 4 |
| 3 | + | + | - | + | - | - | + | - | 5 |
| 4 | + | - | - | + | + | - | - | + | 6 |
| 5 | + | + | + | - | + | - | - | - | 7 |
| 6 | + | - | + | - | - | - | + | + | 8 |
| 7 | + | + | - | - | - | + | - | + | 9 |
| 8 | + | - | - | - | + | + | + | - | 10 |

найдите все значения коэффициентов.

№8

- Опишите алгоритм прямого определения собственных векторов.
- Что называется наилучшей линейной несмещенной оценкой?
- 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 |

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 идентификации?
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 | 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

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_1 x_1 + \theta_2 x_1 x_2, & \bar{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = -2x_2 + \theta_3 x_1 x_2, & \bar{\theta} = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}, \end{cases} \quad \bar{y} = A\bar{x}, \quad A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad \text{записать основные уравнения}$$

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

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \sin(\theta_1 x_1) + \cos(\theta_2 x_2), & \bar{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_3 x_2 - \sin(x_1), & \bar{\theta} = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}, \end{cases} \quad \bar{y} = A\bar{x}, \quad A = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}, \quad \text{записать основные уравнения}$$

метода квазилинеаризации.

№13

1. Дайте определение управляемости.
2. Какова постановка задачи планирования эксперимента?

3. Для идентификации неизвестного начального состояния и параметров модели
- $$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_1 x_1 - \frac{1}{800} x_1 x_2, \bar{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_2 x_2 + \theta_3 x_1 x_2, \bar{\theta} = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}, \end{cases} \quad \bar{y} = A\bar{x}, A = \begin{pmatrix} 8 & 1 \\ 1 & 9 \end{pmatrix},$$
- 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
- $$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_1 \frac{x_1}{x_2}, \bar{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_2 x_2^2 + \theta_3 \sin(x_1) + t, \bar{\theta} = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}, \end{cases} \quad \bar{y} = A\bar{x}, A = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 2 & 5 \end{pmatrix},$$
- 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
- $$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_1 t x_1 x_2, \bar{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_2 x_2^2 + \sin(\theta_3 x_1) + t, \bar{\theta} = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}, \end{cases} \quad \bar{y} = A\bar{x}, A = \begin{pmatrix} 10 & 1 \\ 1 & 10 \end{pmatrix},$$
- записать основные уравнения метода квазилинеаризации.

№16

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
- $$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \frac{\theta_1 x_1^2 + \theta_2 x_2^2}{t^2 + x_1 x_2}, \bar{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_3 \frac{x_1(x_2 + t)}{t^2 + x_1 x_2}, \bar{\theta} = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}, \end{cases} \quad \begin{cases} x_1(t^{(0)}) = -1.0, \\ x_2(t^{(0)}) = -1.0, \end{cases} \quad \bar{y} = A\bar{x}, A = \begin{pmatrix} 12 & 1 \\ 1 & 10 \end{pmatrix},$$
- 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
- $$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \frac{\theta_1 x_1^2 + \theta_2 x_1 x_2}{t^2 - x_1 x_2}, \bar{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_3 \frac{x_2(x_1 + t)}{t^2 - x_1 x_2}, \bar{\theta} = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}, \end{cases} \quad \begin{cases} x_1(t^{(0)}) = -1.0, \\ x_2(t^{(0)}) = 1.0, \end{cases} \quad \bar{y} = A\bar{x}, A = \begin{pmatrix} 7 & 3 \\ 2 & 9 \end{pmatrix},$$
- 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 идентификации?

3. Для идентификации в случае известного начального состояния параметров

$$\text{модели} \begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_1 x_1^2 + \theta_2 \frac{x_1}{x_2}, \bar{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_3 \frac{x_2(x_1 + t)}{t^2 + 1}, \bar{\theta} = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}, \end{cases} \begin{cases} x_1(t^{(0)}) = 0.1, \\ x_2(t^{(0)}) = 0.1, \end{cases} \bar{y} = A\bar{x}, A = \begin{pmatrix} 8 & 3 \\ 2 & 10 \end{pmatrix}, \text{ записать}$$

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

$$\text{модели} \begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_1 \frac{x_1^2}{x_2}, \bar{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_2 \frac{x_2^2}{x_1}, \bar{\theta} = \{\theta_1, \theta_2\}, \end{cases} \begin{cases} x_1(t^{(0)}) = \frac{1.0}{7.0}, \\ x_2(t^{(0)}) = \frac{1.0}{3.0}, \end{cases} \bar{y} = A\bar{x}, A = \begin{pmatrix} 7 & 1 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}, \text{ записать}$$

основные уравнения метода квазилинеаризации.

№20

1. Какой план эксперимента называется Φ -оптимальным?
2. Для идентификации каких систем применяется метод квазилинеаризации?
3. Для идентификации в случае известного начального состояния параметров

$$\text{модели} \begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = f_1(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_1 \frac{x_2^2}{x_1}, \bar{x} = \{x_1, x_2\}, \\ \frac{dx_2}{dt} = f_2(t, \bar{x}, \bar{u}, \bar{\theta}) = \theta_2 \frac{x_1^2}{x_2}, \bar{\theta} = \{\theta_1, \theta_2\}, \end{cases} \begin{cases} x_1(t^{(0)}) = \sqrt{5.0}, \\ x_2(t^{(0)}) = \sqrt{3.0}, \end{cases} \bar{y} = A\bar{x}, A = \begin{pmatrix} 7 & 2 \\ 1 & 12 \end{pmatrix}, \text{ записать основные}$$

уравнения метода квазилинеаризации.

№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 |
| $y(\bar{x})$ | 3 | -1 | 1 | 1 |

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

№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 |
| $y(\bar{x})$ | 3 | -1 | 1 | 1 |

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

№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 |
| $y(\bar{x})$ | 1 | -1 | 1 | 3 |

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

№26

1. Приведите пример линеаризации нелинейной системы.
2. Опишите процесс последовательной идентификации статической многомерной системы с одним выходом и несколькими входами.
3. Для модели $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{21} x_2 x_1 + b_{31} x_3 x_1 + b_{123} x_1 x_2 x_3$ полнофакторного эксперимента типа 2^3 с планом

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

найдите все значащие коэффициенты.

3 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

Методические материалы:

Основная литература

1. Черепанов О. И., Черепанов Р. О. Основы теории идентификации систем. Учебное пособие. Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники. – 2013. – 288с. (25 экз. в библи.)
2. Алексеев А.А., Кораблев Ю.А., Шестопалов М.Ю. Идентификация и диагностика систем. Уч. пос.- М.: Академия, 2009. – 352 с. (25 экз. в библи., гриф)

Дополнительная литература

1. Черепанов О.И. Элементарные основы теории идентификации систем. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТМЦ ДО. – 2005. – 211с. (15 экз. в библи.)
2. Черепанов О.И. Идентификация и диагностика систем. Пособие и задания на вычислительный практикум для самостоятельной работы студентов. – Томск: Изд-во Томск. ун-т систем упр. и радиоэлектроники. – 2009. – 96с. (25 экз. в библи.)

3. Черепанов О.И., Черепанов Р.О. Идентификация нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации: учеб. пособие и задания на вычислительный практикум. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – 124 с. (25 экз. в библи.)
4. Жабко А.П. и др. Сборник задач и упражнений по теории управления: стабилизация программных движений. - М.: Высш. шк., 2003г. – 286с. (26 экз. в библи.).

Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Черепанов О.И. Сборник заданий к семинарским занятиям. - Томск: 2012г. -78с. http://iit.tusur.ru/docs/umk_iids.rar, http://esau.tusur.ru/docs/umk_iids.rar.
2. Черепанов О.И. Лабораторный практикум. - Томск: 2012г. -25с. http://iit.tusur.ru/docs/umk_iids.rar, http://esau.tusur.ru/docs/umk_iids.rar.
3. Черепанов О.И. Методические указания по самостоятельной работе студентов. - Томск: 2012г. - 19с. http://iit.tusur.ru/docs/umk_iids.rar, http://esau.tusur.ru/docs/umk_iids.rar.
4. Черепанов О.И. Материалы для контроля знаний. - Томск: 2012г. - 5с. http://iit.tusur.ru/docs/umk_iids.rar, http://esau.tusur.ru/docs/umk_iids.rar.