51.8.02.11 (N33) 5/4

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.
«5» 09 2016 г.

# 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**

Согласована на портале № 8400

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от «30» 8 2016 г.

**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 №1171 рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 30.08.2016 г., протокол № 1

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

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

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

Декан факультета вычислительных систем _____ Козлова Л.А.

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

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

Эксперты: _____ Хабибулина Н.Ю.

Методист каф. КСУП _____ Зюзьков В.М.



Согласована на портале № 8400

**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 экзам) | 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). |

Согласована на портале № 8400

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 | Трудоем-кость (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). |

Согласована на портале № 8400

**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, | | | | | | | + | | | |

Согласована на портале № 8400

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 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 |
|---|---|---|---|---|
| *IT*-методы | | | | |
| Работа в команде | 1 | 2 | | 3 |
| *Case-study* (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 | Трудо-емкость (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). |

Согласована на портале № 8400

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 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) | Трудо-емкость (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.**

Согласована на портале № 8400

| 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** | |
| | **60 - 64** | E (посредственно) |
| 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., Шестопалов 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**

Согласована на портале № 8400

**Приложение к рабочей программе**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«5» 09 2016 г.

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ *ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (ПРАКТИКЕ)*

Идентификация и диагностика систем _____
(полное наименование учебной дисциплины или практики)

Уровень основной образовательной программы - бакалавриат _____
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление(я) подготовки (специальность) 27.03.04 Управление в технических системах ___
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) _____
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

Форма обучения очная _____
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет ФВС – факультет вычислительных систем _____
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра КСУП - кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании _____
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс четвертый _____ Семестр шестой _____

Учебный план набора 2013_____ года и последующих лет.

Зачет _____семестр Диф. зачет _____ семестр

Экзамен шестой_____семестр

Томск 2016



Согласована на портале № 8400

# 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** | • Лекции;<br>• Групповые консультации; | • Лабораторные работы;<br>• Выполнение домашнего задания;<br>• Самостоятельная работа студентов | • Лабораторные работы; |
| **Используемые средства** | • Тест; | • Оформление отчетности и защита лабораторных работ; | • Защита лабораторных |

Согласована на портале № 8400

| | | | |
|---|---|---|---|
| оценивания | • Контрольная работа;<br>• Выполнение домашнего задания;<br>• Экзамен | • Оформление и защита домашнего задания; | работ<br>• 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)** | • анализирует связи между различными физическими понятиями;<br>• представляет способы и результаты использования различных физических моделей;<br>• математически обосновывает выбор метода и план решения задачи | • свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;<br>• умеет математически выражать и аргументированно доказывать положения предметной области знания | • способен руководить междисциплинарной командой;<br>• свободно владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме |
| **Хорошо (базовый уровень)** | • понимает связи между различными физическими понятиями;<br>• имеет представление о | • самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование; | • критически осмысливает полученные знания;<br>• компетентен в различных ситуациях |

Согласована на портале № 8400

| | | | |
|---|---|---|---|
| | физических моделях;<br>• аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи;<br>• графически иллюстрирует задачу | • применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;<br>• умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания | (работа в междисциплинарной команде);<br>• владеет разными способами представления физической информации |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | • дает определения основных понятий;<br>• воспроизводит основные физические факты, идеи;<br>• распознает физические объекты;<br>• знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике | • умеет работать со справочной литературой;<br>• использует приборы, указанные в описании лабораторной работы;<br>• умеет представлять результаты своей работы | • владеет терминологией предметной области знания;<br>• способен корректно представить знания в математической форме |

b. **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** | • Лекции;<br>• Групповые консультации; | • Лабораторные работы;<br>• Выполнение домашнего задания;<br>• Самостоятельная работа студентов | • Лабораторные работы; |
| **Используемые средства оценивания** | • Тест;<br>• Контрольная работа;<br>• Выполнение домашнего задания; | • Оформление отчетности и защита лабораторных работ;<br>• Оформление и защита | • Защита лабораторных работ<br>• Экзамен |

Согласована на портале № 8400

| | | | |
|---|---|---|---|
| | • 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)** | • анализирует связи между различными физическими понятиями;<br>• представляет способы и результаты использования различных физических моделей;<br>• математически обосновывает выбор метода и план решения задачи | • свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;<br>• умеет математически выражать и аргументированно доказывать положения предметной области знания | • способен руководить междисциплинарной командой;<br>• свободно владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме |
| **Хорошо (базовый уровень)** | • понимает связи между различными физическими понятиями;<br>• имеет представление о физических моделях;<br>• аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи; | • самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование;<br>• применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;<br>• умеет корректно выражать и | • критически осмысливает полученные знания;<br>• компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде);<br>• владеет разными способами представления |

Согласована на портале № 8400

| | | | |
|---|---|---|---|
| | • графически иллюстрирует задачу | аргументированно обосновывать положения предметной области знания | физической информации |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | • дает определения основных понятий;<br>• воспроизводит основные физические факты, идеи;<br>• распознает физические объекты;<br>• знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике | • умеет работать со справочной литературой;<br>• использует приборы, указанные в описании лабораторной работы;<br>• умеет представлять результаты своей работы | • владеет терминологией предметной области знания;<br>• 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** | • Лекции;<br>• Групповые консультации; | • Лабораторные работы;<br>• Выполнение домашнего задания;<br>• Самостоятельная работа студентов | • Лабораторные работы; |
| **Используемые средства оценивания** | • Тест;<br>• Контрольная работа;<br>• Выполнение домашнего задания;<br>• Экзамен | • Оформление отчетности и защита лабораторных работ;<br>• Оформление и защита домашнего задания; | • Защита лабораторных работ<br>• 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 |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 8400

| | | | |
|---|---|---|---|
| **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)** | • анализирует связи между различными физическими понятиями;<br>• представляет способы и результаты использования различных физических моделей;<br>• математически обосновывает выбор метода и план решения задачи | • свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;<br>• умеет математически выражать и аргументированно доказывать положения предметной области знания | • способен руководить междисциплинарной командой;<br>• свободно владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме |
| **Хорошо (базовый уровень)** | • понимает связи между различными физическими понятиями;<br>• имеет представление о физических моделях;<br>• аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи;<br>• графически иллюстрирует задачу | • самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование;<br>• применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;<br>• умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания | • критически осмысливает полученные знания;<br>• компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде);<br>• владеет разными способами представления физической информации |
| **Удовлетворительно (пороговый** | • дает определения основных понятий;<br>• воспроизводит основные | • умеет работать со справочной литературой; | • владеет терминологией предметной области знания; |

Согласована на портале № 8400

- 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 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $X_0$, 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 | + | + | - | - | - | + | - | + | $y_7^{/}$ | $y_7^{//}$ | $\bar{y}_7$ |
| 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 $y = a_0 + a_1x_1x_2^3 + a_2x_2\exp(-a_3\frac{x_1^2}{x_3}) + \frac{a_4x_4}{\sqrt{1-a_5x_5^2}}$ (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

Согласована на портале № 8400

уравнению $\dot{\bar{z}}^{(k+1)}(t) = A^{(k)}\bar{z}^{(k+1)}(t) + \bar{V}^{(k)}(t))$, $\bar{z} = \{x, \theta_1, \theta_2\}$, решение которого имеет вид $\bar{z}^{(k+1)}(t) = \Phi(t, t_0)\bar{z}^{(k+1)}(t_0) + \bar{q}^{(k+1)}(t)$. 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 $\omega = (\vec{\theta}, \vec{u}) + \nu$ 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 $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{23}x_2x_3 + b_{31}x_1x_1 + b_{123}x_1x_2x_3$ 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 | + | + | + | + | + | + | + | + | 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 $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{23}x_2x_3 + b_{31}x_1x_1 + b_{123}x_1x_2x_3$ 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 |

Согласована на портале № 8400

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |

Согласована на портале № 8400

*№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 |
| 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?

Согласована на портале № 8400

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*

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

Согласована на портале № 8400

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.

*№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.

Согласована на портале № 8400

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 $y(\bar{x}) = \theta_1 + \theta_2 x_1^3 + \theta_3 x_2$.

*№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 |
| $y(\bar{x})$ | 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 $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{23} x_2 x_3 + b_{31} x_3 x_1 + b_{123} x_1 x_2 x_3$ 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 | + | + | + | + | + | + | + | + | 1 |
| 2 | + | - | + | + | - | + | - | - | 2 |
| 3 | + | + | - | + | - | - | + | - | 3 |
| 4 | + | - | - | + | + | - | - | + | 4 |

Согласована на портале № 8400

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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.

## 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 библ.)

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

**Дополнительная литература**

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

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.)

Согласована на портале № 8400

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

**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.

Согласована на портале № 8400