

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 № 1171 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         |   |   |   |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>      | <b>108</b>  |           |   |   |   |
| В том числе:                           | -           | -         | - | - | - |
| Лекции                                 | 20          | 20        |   |   |   |
| Лабораторные работы (ЛР)               | 34          | 34        |   |   |   |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>  | <b>54</b>   | <b>54</b> |   |   |   |
| 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 |
| <b>Предшествующие дисциплины</b> |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 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                           |  |   |   |   |   |   |   |   |   | +  |
| <b>Последующие дисциплины</b>    |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 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<br>(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><br>(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               |
| <b>Итого максимум за период:</b> | <b>18</b>                                      | <b>31</b>                                   | <b>31</b>   | <b>80</b>        |
| Сдача зачета (максимум)          |  |   |   | 20               |
| <b>Нарастающим итогом</b>        | <b>18</b>                                      | <b>49</b>                                   | <b>80</b>   | <b>100</b>       |

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.<br>Должен уметь использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области теории идентификации для освоения профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.<br>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"> <li>• Лекции;</li> <li>• Групповые консультации;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Выполнение домашнего задания;</li> <li>• Самостоятельная работа студентов</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> </ul>                           |
| Используемые средства | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Тест;</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Оформление отчетности и защита лабораторных работ;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Защита лабораторных</li> </ul>                            |



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

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



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

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"> <li>Лекции;</li> <li>Групповые консультации;</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Выполнение домашнего задания;</li> <li>Самостоятельная работа студентов</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные работы;</li> </ul>                             |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>Тест;</li> <li>Контрольная работа;</li> <li>Выполнение домашнего задания;</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Оформление отчетности и защита лабораторных работ;</li> <li>Оформление и защита</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Защита лабораторных работ</li> <li>Экзамен</li> </ul>       |



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



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

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"> <li>• Лекции;</li> <li>• Групповые консультации;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Выполнение домашнего задания;</li> <li>• Самостоятельная работа студентов</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> </ul>                           |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Тест;</li> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Выполнение домашнего задания;</li> <li>• Экзамен</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Оформление отчетности и защита лабораторных работ;</li> <li>• Оформление и защита домашнего задания;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Защита лабораторных работ</li> <li>• Экзамен</li> </ul>   |

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



- 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 |                  |             |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-----------------|------------------|-------------|
|               | $X_0$<br>$j=0$ | $X_1$<br>$j=1$ | $X_2$<br>$j=2$ | $X_3$<br>$j=3$ | $X_1X_2$<br>$j=4$ | $X_2X_3$<br>$j=5$ | $X_3X_1$<br>$j=6$ | $X_1X_2X_3$<br>$j=7$ | $y'_i$<br>$p=1$ | $y''_i$<br>$p=2$ | $\bar{y}_i$ |
| 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 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

| №<br>точек<br>плана | Факторы |       |       |       |           |           |           |               | Выходной сигнал<br>$\bar{y}_i$ |
|---------------------|---------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|---------------|--------------------------------|
|                     | $X_0$   | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_1 X_2$ | $X_2 X_3$ | $X_3 X_1$ | $X_1 X_2 X_3$ |                                |
|                     | $j=0$   | $j=1$ | $j=2$ | $j=3$ | $j=4$     | $j=5$     | $j=6$     | $j=7$         |                                |
| 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

| №<br>точек<br>плана | Факторы |       |       |       |           |           |           |               | Выходной сигнал<br>$\bar{y}_i$ |
|---------------------|---------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|---------------|--------------------------------|
|                     | $X_0$   | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_1 X_2$ | $X_2 X_3$ | $X_3 X_1$ | $X_1 X_2 X_3$ |                                |
|                     | $j=0$   | $j=1$ | $j=2$ | $j=3$ | $j=4$     | $j=5$     | $j=6$     | $j=7$         |                                |
| 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 коэффициенты.

№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  $\Phi$ -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., Шестопапов 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://iit.tusur.ru/docs/umk_iids.rar), [http://esau.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://iit.tusur.ru/docs/umk_iids.rar), [http://esau.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://iit.tusur.ru/docs/umk_iids.rar), [http://esau.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://iit.tusur.ru/docs/umk_iids.rar), [http://esau.tusur.ru/docs/umk\\_iids.rar](http://esau.tusur.ru/docs/umk_iids.rar).