**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Идентификация сложных систем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Самостоятельная работа под руководством преподавателя | 12 | 12 | часов |
| 2 | Лабораторные работы | 4 | 4 | часов |
| 3 | Контроль самостоятельной работы | 2 | 2 | часов |
| 4 | Всего контактной работы | 18 | 18 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 122 | 122 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 140 | 140 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача зачета | 4 | 4 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | | 4.0 | З.Е. |

Контрольные работы: 6 семестр - 1
Зачет: 6 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 28.02.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 44960

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

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Разработчик:

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

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

| | | |
|---|---|---|
| Декан ФДО | _____ | И. П. Черкашина |
| Заведующий выпускающей каф. АСУ | _____ | А. М. Кориков |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО) | _____ | Ю. В. Морозова |
| доцент кафедры АСУ, ТУСУР | _____ | А. И. Исакова |
| Заведующий кафедрой автоматизированных систем управления (АСУ) | _____ | А. М. Кориков |

Согласована на портале № 44960

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

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

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

### 1.2. Задачи дисциплины

– Приобретение студентами прочных знаний и практических навыков в области,

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

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

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

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

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Информатика, Исследование операций, Программирование.

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

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

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

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

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

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| Контактная работа (всего) | 18 | 18 |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП) | 12 | 12 |
| Лабораторные работы | 4 | 4 |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | 2 | 2 |
| Самостоятельная работа (всего) | 122 | 122 |
| Подготовка к контрольным работам | 19 | 19 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 20 | 20 |
| Подготовка к лабораторным работам | 17 | 17 |

Согласована на портале № 44960

| | | |
|---|---|---|
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 66 | 66 |
| Всего (без экзамена) | 140 | 140 |
| Подготовка и сдача зачета | 4 | 4 |
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | СРП, ч | Лаб. раб., ч | КСР, ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | | | |
| 1 Основные сведения об идентификации. Введение. | 2 | 0 | 2 | 20 | 22 | ПК-3 |
| 2 Метод максимального правдоподобия и последовательная идентификация | 3 | 0 | | 21 | 24 | ПК-3 |
| 3 Идентификация линейных многомерных динамических систем | 3 | 4 | | 59 | 66 | ПК-3 |
| 4 Идентификация параметров нелинейных стационарных динамических систем методом квазилинеаризации | 4 | 0 | | 22 | 26 | ПК-3 |
| Итого за семестр | 12 | 4 | 2 | 122 | 140 | |
| Итого | 12 | 4 | 2 | 122 | 140 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 1 Основные сведения об идентификации. Введение. | Основные понятия теории идентификации. Постановка задачи идентификации. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Метод максимального правдоподобия и последовательная идентификация | Измерение скалярной физической величины. Косвенные измерения нескольких величин. Теорема Гаусса – Маркова. Оптимальные планы экспериментов. Полный факторный план типа. Метод последовательной идентификации. Последователь- | 3 | ПК-3 |

Согласована на портале № 44960

| | | | |
|---|---|---|---|
| | ная идентификация одномерной системы. Последовательная идентификация многомерной системы. Линеаризация моделей, нелинейных относительно оцениваемых параметров. | | |
| | Итого | 3 | |
| 3 Идентификация линейных многомерных динамических систем | Линейные преобразования. Каноническое преобразование – процедура диагонализации. Определение собственных векторов. Управляемость и наблюдаемость. Идентификация линейных стационарных динамических систем спримененим конечно-разностной аппроксимации производных. Дискретная модель системы. Идентификация систем методом максимального правдоподобия. | 3 | ПК-3 |
| | Итого | 3 | |
| 4 Идентификация параметров нелинейных стационарных динамических систем методом квазилинеаризации | Постановка задачи идентификации параметров нелинейных стационарных динамических систем методом квазилинеаризации при известных начальных данных. Описание метода квазилинеаризации в задачах с известныминачальными условиями. Пример идентификации системы методом квазилинеаризации при известных начальных данных. Уравнения модели. Применение метода идентификации параметров при известных начальных данных для решения тестовой задачи. Идентификация начального состояния и параметров нелинейных стационарных динамических систем методом квазилинеаризации. Описание алгоритма идентификации параметров и начального состояния нелинейных систем методом квазилинеаризации. Пример применения метода квазилинеаризации для решения задачиидентификации переменных состояния и параметров нелинейной системы. Система нелинейных уравнений с известным аналитическим решением для тестирования метода. Применение метода квазилинеаризации для идентификациипараметров и начального состояния нелинейной системы. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 12 | |

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

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

Согласована на портале № 44960

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

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

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

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

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

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | СРП | Лаб. раб. | КСР | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | + | Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 3 Идентификация линейных многомерных динамических систем | Идентификация линейных динамических систем методом максимального правдоподобия и методом последовательной регрессии в результате перехода к дискретной модели | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 4 | |

## 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

| № | Вид контроля самостоятельной работы | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 44960

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 1 | Контрольная работа с автоматизированной проверкой | 2 | ПК-3 |
| Итого | | 2 | |

## 9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | |
| 1 Основные сведения об идентификации. Введение. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 16 | ПК-3 | Зачет, Контрольная работа, Тест |
| | Подготовка к контрольным работам | 4 | | |
| | Итого | 20 | | |
| 2 Метод максимального правдоподобия и последовательная идентификация | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 16 | ПК-3 | Зачет, Контрольная работа, Тест |
| | Подготовка к контрольным работам | 5 | | |
| | Итого | 21 | | |
| 3 Идентификация линейных многомерных динамических систем | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 18 | ПК-3 | Зачет, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Подготовка к лабораторным работам | 17 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 20 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 4 | | |
| | Итого | 59 | | |
| 4 Идентификация параметров нелинейных стационарных динамических систем методом квазилинеаризации | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 16 | ПК-3 | Зачет, Контрольная работа, Тест |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Итого | 22 | | |
| | Выполнение контрольной работы | 2 | ПК-3 | Контрольная работа |
| Итого за семестр | | 122 | | |
| | Подготовка и сдача зачета | 4 | | Зачет |

Согласована на портале № 44960

| | | | |
|---|---|---|---|
| Итого | 126 | | |

## 10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Идентификация и диагностика систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Черепанов О. И., Черепанов Р. О., Кректулева Р. А. - Томск: ТУСУР, ФДО, 2016. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 31.08.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Северцев, Н. А. Динамические системы [Электронный ресурс]: безопасность и отказоустойчивость : учебное пособие для академического бакалавриата / Н. А. Северцев. — 2-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 415 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05711-9. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://www.biblio-online.ru/book/C81FC35D-4696-4864-9426-0B28CA86FF22 (дата обращения: 31.08.2018).
2. Жмудь, В. А. Системы автоматического управления высшей точности [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. А. Жмудь, А. В. Тайченачев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 211 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05143-8. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://www.biblio-online.ru/book/FD4FB575-60E0-4C2C-ADB8-CDC168ABB371 (дата обращения: 31.08.2018).
3. Моделирование процессов и систем [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. Е. В. Стельмашонок. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 289 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04653-3. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://www.biblio-online.ru/book/68D5E3CE-5293-4F66-9C33-1F6CF0A2D5F2 (дата обращения: 31.08.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Идентификация и диагностика систем [Электронный ресурс]: Учебное-методическое пособие / Черепанов О. И., Черепанов Р. О., Кректулева Р. А. - Томск: ТУСУР, ФДО, 2016. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 31.08.2018).
2. Суханов, А.Я. Идентификация сложных систем [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / А. Я. Суханов. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 31.08.2018).
3. Черепанов О. И. Идентификация и диагностика систем [Электронный ресурс] : электронный курс / О. И. Черепанов, Р. О. Черепанов, Р. А. Кректулева. – Томск : ТУСУР, ФДО, 2016. Доступ из личного кабинета студента.

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 44960

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. eLIBRARY.RU: www.elibrary.ru
2. ЭБС «Юрайт»: www.biblio-online.ru (доступ из личного кабинета студента по ссылке https://biblio.fdo.tusur.ru/)

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

#### 13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– MS Office версий 2010 (с возможностью удаленного доступа)

– MathCAD (с возможностью удаленного доступа)

– Microsoft Windows

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная вычислительная лаборатория / Компьютерный класс

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

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

Описание имеющегося оборудования:

- Рабочая станция Aquarius Pro P30S79 Intel Core i7/4 Гб;
- RAM/500Гб HDD/LAN (10 шт.);
- Проектор ACER X125H DLP;
- Кондиционер;
- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– LibreOffice

Согласована на портале № 44960

– Microsoft Excel Viewer
– Microsoft Visual Studio 2013 Professional
– Microsoft Word Viewer
– PTC Mathcad13, 14

### 13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

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

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

#### 14.1.1. Тестовые задания

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

а) Метод наименьших квадратов

Согласована на портале № 44960

b) Минимизация суммы модулей
c) Решение линейной модели с ограничениями
d) Случайный подбор параметров

2. При лапласовом шуме, какой метод восстановления параметров системы линейной модели наиболее подходящий
a) Метод наименьших квадратов
b) Минимизация суммы модулей
c) Решение линейной модели с ограничениями
d) Случайный подбор параметров

3. При равномерном шуме, какой метод восстановления параметров системы линейной модели наиболее подходящий
a) Метод наименьших квадратов
b) Минимизация суммы модулей
c) Решение линейной модели с ограничениями
d) Случайный подбор параметров

4. Под идентификацией в широком смысле понимается
a) определение структуры и параметров динамических объектов по наблюдаемым данным: входному воздействию и выходным величинам. В этом случае исследуемый объект представляет собой «чёрный ящик», структура и параметры внутри которого полностью неизвестны и должны быть определены.
b) определение структуры и параметров динамических объектов по наблюдаемым данным: входному воздействию и выходным величинам. В этом случае исследуемый объект представляет собой «белый ящик», структура и параметры внутри которого полностью неизвестны и должны быть определены.
c) определение структуры и параметров динамических объектов по наблюдаемым данным: входному воздействию и выходным величинам. В этом случае исследуемый объект представляет собой «белый ящик», структура и параметры внутри которого полностью неизвестны и должны быть определены.
d) определение структуры и параметров динамических объектов по наблюдаемым данным: входному воздействию и выходным величинам. В этом случае исследуемый объект представляет собой «белый ящик», структура и параметры внутри которого частично неизвестны и должны быть определены.

5. К основным причинам несовершенства моделей относится
a) неправильный выбор критерия качества, неполноценность моделей-кандидатов, недостаточный объём исходных данных и ошибки в поиске оптимальной модели при помощи численных методов идентификации.
b) быстрый выбор критерия качества, неполноценность моделей-кандидатов, большой объём исходных данных и ошибки в поиске оптимальной модели при помощи численных методов идентификации.
c) быстрый выбор критерия количества, неполноценность моделей-кандидатов, большой объём исходных данных и ошибки в поиске оптимальной модели при помощи численных методов идентификации.
d) неправильный выбор критерия количества, неполноценность моделей-кандидатов, достаточный объём исходных данных и ошибки в поиске оптимальной модели при помощи численных методов идентификации.

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

Согласована на портале № 44960

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

7. Линейные системы обладают свойством
a) суперпозиции
b) инвариантности
c) мультипликативности
d) стационарности

8. Системы могут считаться стационарными, если их параметры меняются
a) медленно по сравнению со временем, которое требуется для точной идентификации
b) быстро по сравнению со временем, которое требуется для точной идентификации
c) случайно со временем
d) детерминировано со временем

9. При идентификации стохастических процессов обычно прибегают
a) к сглаживанию и фильтрации
b) к поиску нужных случайных параметров
c) к дополнительному зашумлению
d) к применению сложных математических методов

10. В пассивных методах идентификации используются
a) случайные естественные колебания входного сигнала
b) заранее заданные пробные воздействия
c) мощные входные сигналы
d) слабые входные сигналы

11. Простейшим входным сигналом, используемым при идентификации является
a) ступенчатый сигнал
b) белый шум
c) гармонические модулированные колебания
d) звковой сигнал

12. Для того, чтобы система была физически реализуема в реальном времени, её импульсная переходная функция должна удовлетворять условию
a) $h(t) = 0$ , $t < 0$
b) $h(t) = 0$, $t > 0$
c) $h(t) = 1$ $t < 0$
d) $h(t) = 1$, $t > 0$

13. Импульсная переходная функция это
a) выходной сигнал динамической системы как реакция на входной сигнал в виде дельта-функции Дирака.
b) выходной сигнал динамической системы как реакция на входной сигнал в виде гармонического колебания.
c) выходной сигнал динамической системы как реакция на входной сигнал в виде шума.
d) выходной сигнал динамической системы как реакция на входной сигнал в виде периодического сигнала.

14. Передаточная функция линейной стационарной системы может быть представлена как:
a) отношение преобразования Лапласа выходного сигнала на преобразование Лапласа от входного сигнала

Согласована на портале № 44960

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

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

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

15. Параметрическая идентификация, заключается

a) в определении числовых параметров математической модели

b) в представлении реального объекта в виде математической модели

c) в поиске новых параметров

d) в уточнении найденных параметров

16. Структурная идентификация заключается

a) в представлении реального объекта в виде математической модели

b) в определении числовых параметров математической модели

c) в поиске новых параметров

d) в уточнении найденных параметров

17. Фи́льтр Ка́лмана

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

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

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

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

18. Фильтр Калмана относится к наблюдателям

a) полного порядка

b) пониженного порядка

c) завышенного порядка

d) недостоверного порядка

19. Метод наименьших квадратов использует

a) Сумму квадратов невязки

b) Произведение квадратов невязки

c) Логарифм квадрата невязки

d) Разность квадратов невязки

20. Идея гармонической линеаризации состоит в том, что

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

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

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

d) выходные периодические колебания разлагают в ряд Маклорена

### 14.1.2. Темы контрольных работ

Идентификация сложных систем

1. Интеграл от спектральной плотности белого шума по частоте равен:

a. дисперсии случайного процесса

b. корреляционной функции случайного процесса

Согласована на портале № 44960

c. бесконечному значению
d. мощности случайного процесса
1) a, b 2) a, c, d 3) b, c, d 4) c, d 5) a
2. При увеличении постоянной времени апериодического звена первого порядка в корреляционной функции выходного сигнала:
a. увеличивается колебательная составляющая
b. уменьшается время затухания
c. увеличивается время затухания
d. пропадают высокочастотные составляющие
1) a 2) b 3) c 4) d
3. Спектральная плотность случайного процесса является:
a. разложением случайного процесса на спектральные составляющие
b. разложением случайного процесса в ряд Фурье
c. разложением мощности случайного процесса по частоте
d. преобразованием Фурье мощности случайного процесса
e. разложением дисперсии случайного сигнала по частоте
1) a 2) a, e 3) a, b 4) c, e 5) c

4. Спектральная плотность случайного процесса является:
a. обратным преобразование Фурье от автокорреляционной функции
b. прямым преобразование Фурье от автокорреляционной функции
c. прямым преобразованием Лапласа от автокорреляционной функции
d. обратным преобразованием Лапласа от автокорреляционной функции
1) b, c 2) c 3) b 4) a 5) d
5. При увеличении постоянной времени апериодического звена первого порядка в спектральной плотности выходного сигнала:
a. увеличивается колебательная составляющая
b. увеличивается ширина частотного диапазона сигнала
c. уменьшается ширина частотного диапазона сигнала
d. увеличивается площадь под кривой спектральной плотности
e. уменьшается площадь под кривой спектральной плотности
1) a 2) b 3) c, e 4) c, d b, d
6. При прохождении случайного процесса через апериодическое звено первого порядка
a. увеличивается ширина гистограммы обрабатываемого сигнала
b. уменьшается дисперсия сигнала
c. увеличивается время затухания автокорреляционной функции
d. увеличивается ширина графика спектральной плотности
e. уменьшается время затухания автокорреляционной функции
f. уменьшается ширина графика спектральной плотности
1) a, b 2) c, в 3)b, c, f 4) b, c, f 5) b, d, e

7. При построении математической модели не используется информация
a. о входных переменных
b. о возмущающих воздействиях
c. об управляющих воздействиях
d. о выходных переменных
1) a 2) b 3) c 4) b, c

8. Близость математической модели к исследуемому объекту определятся
a. близостью структуры модели к структуре объекта
b. близостью коэффициентов модели к коэффициентам объекта
c. близостью прогнозируемого по модели выходного сигнала к выходному сигналу объекта
1) a 2) b 3) c 4) a, b 5) a, b, c
9. Структурная идентификация включает

Согласована на портале № 44960

a. построение математической модели
b. выбор структуры математической модели
c. получение оценок параметров модели
d. обзор моделей по литературным данным
1) a 2) b 3) c 4) a, b 5) b, d

10. Априорная информация это:
a. результаты обзора литературы
b. результаты пробного эксперимента
c. информация, полученная от технологов
d. результаты основного эксперимента
e. результаты поверочного эксперимента
1) a 2) a, b 3) a, b, c 4) a, c 5) b, d

**14.1.3. Зачёт**

1. Апостериорная информация это:
a. результаты обзора литературы
b. результаты пробного эксперимента
c. информация, полученная от технологов
d. результаты основного эксперимента
e. результаты поверочного эксперимента
1) a 2) a, b 3) a, b, c 4) a, c 5) b, d, e

2. Критерий метода наименьших квадратов является
a. функцией
b. оператором
c. функционалом
d. интегральным преобразованием
e. суммой квадратов отклонений расчетного значения выходного фактора от экспериментального
1) a 2) b 3) c, d, e 4) d 5) c, e

3. Адаптивные метод идентификации включает:
a. определение параметров модели на основании результатов всего эксперимента
b. определение параметров модели по начальной стадии эксперимента
c. уточнение параметров модели по поверочному эксперименту
d. уточнение параметров модели в процессе эксперимента
1) a 2) b 3) b, c 4) b, d 5) b, c, d

4. Регрессионный анализ достаточен для исследования
a. функциональной зависимости переменных
b. зависимости случайной величины от неслучайной
c. зависимости случайной величины от случайной
1) a 2) b 3) a, b 4) a, b, c

5. Допущения регрессионного анализа включают требования
a. распределение входной величины нормальное
b. распределение выходной величины нормальное
c. входные переменные стохастически независимы между собой
d. выходные переменные стохастически независимы между собой
1) a 2) a, b 3) a, b, c, d 4) b, c 5) b, c, d
6. Регрессионный анализ включает
a. метод наименьших квадратов для оценки параметров модели
b. дисперсионный анализ для оценки значимости и надежности оценок коэффициентов
c. корреляционный анализ для оценки тесноты связи

Согласована на портале № 44960

1) a 2) a, b 3) a, b, c 4) a, c

7. Регрессионный анализ в матричном виде позволяет:
a. Упростить выражения для получения коэффициентов модели
b. Получить оценки коэффициентов для объекта с большим количеством входов
c. Получить оценки коэффициентов нелинейной модели
d. Получить оценки параметров динамической модели
1) a 2) c 3) d 4) a, b 5) a, d

8. Построение нелинейной модели методом линеаризации это
a. способ нахождения структуры и коэффициентов модели в линейной области
b. способ нахождения структуры и коэффициентов нелинейной модели
c. получение параметров модели методом НП
1) a 2) b 3) c 4) a, c 5) b, c

9. Остаточная дисперсия математической модели это:
a. сумма квадратов отклонения расчетного значения от экспериментального
b. дисперсия выходного сигнала с учетом дисперсии ошибки измерения
c. дисперсия временного ряда отклонения расчетного значения от экспериментального
d. сумма квадратов отклонений расчетного значения от экспериментального, разделенная на число степеней свободы
1) a 2) b 3) a, c 4) b, c 5) c, d

10. Основное уравнение дисперсионного анализа позволяет
a. определить коэффициенты регрессии
b. определить сумму квадратов отклонений, обусловленную регрессией
c. провести анализ адекватности модели
d. определить остаточную дисперсию математической модели
1) a 2) a, b 3) b, c 4) c, d 5) c

11. Дельта –функция Дирака является
a. импульсной переходной характеристикой
b. переходной характеристикой звена
c. импульсным сигналом с единичной площадью
d. производной функции Хевисайда
1) a 2) b 3) a, d 4) a, d 5) c, d
12. Выходной сигнал элемента при входном воздействии типа функции Хевисайда является
a. переходной функцией системы
b. весовой функцией системы
c. автокорреляционной функцией системы
d. свободным движением системы
e. реакцией элемента на единичный входной сигнал
1) a 2) b 3) a, d 4) a, e 5) b, e
13. Весовая функция элемента это:
a. реакция системы на постоянный входной сигнал
b. реакция элемента на единичный импульсный сигнал
c. обратное преобразование Лапласа от передаточной функции
d. прямое преобразование Лапласа от импульсного входного сигнала
e. реакция элемента на дельта функцию Дирака

1) b 2) b, c 3) b, c, e 4) b, e 5) b, d, e
14. Переходная характеристика
a. является производной от весовой характеристики

Согласована на портале № 44960

b. является обратным преобразованием Лапласа от передаточной функции элемента
c. является интегралом от весовой характеристики
1) a 2) b 3) c 4) a, b 5) b, c
15. Дисперсия случайного процесса является характеристикой:
a. уровня, на котором колеблется случайный процесс
b. скорости изменения случайного процесса во времени
c. ширины коридора колебания случайного процесса
d. уровня связи предыдущего значения случайного процесса с последующими
1) a 2) b 3) c 4) d 5) c, d
16. Ширина коридора колебания случайной величины равна
a. дисперсии случайной величины
b. величине случайной ошибки
c. по правилу «трех сигм» равна 6 сигмам случайной величины
1) a 2) b 3) c 4) a, d 5) b, c
17. Приближенное значение СКО случайного процесса равно
a. ширине коридора колебания случайной величины, деленному на 2
b. ширине коридора колебания случайной величины, деленному на 3
c. ширине коридора колебания случайной величины, деленному на 4
d. ширине коридора колебания случайной величины, деленному на 6
1) a 2) b 3) c 4) d 5) c, d
18. Равномерный случайный процесс
a. имеет равномерное значение изменения случайного процесса во времени
b. имеет колоколообразную дифференциальную функцию распределения
c. имеет прямоугольную дифференциальную функцию распределения
d. имеет сигмоидальную интегральную функцию распределения
e. имеет линейную интегральную функцию распределения
1) a 2) a, c, 3) b, d 4) c, d 5) c, e
19. Автокорреляционная функция случайного процесса является характеристикой:
a. распределения мощности случайного процесса по частоте
b. уровня, на котором колеблется случайный процесс
c. скорости изменения случайной величины во времени
d. уровня связи предыдущего значения случайного процесса с последующими
1) a 2) a, b 3) d 4) c, d 5) a, c, d
20. Корреляционная функция белого шума является:
a. постоянной величиной
b. совершает гармонические колебания
c. падает на величину высокочастотной составляющей и далее остается постоянной
d. падает до 0 при первом значении дельта t
1) a, b 2) a, 3) d 4) c, d 5) c

### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Идентификация линейных динамических систем методом максимального правдоподобия и методом последовательной регрессии в результате перехода к дискретной модели

### 14.1.5. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-

Согласована на портале № 44960

популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;
- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;
- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

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

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

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

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

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

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

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

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

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

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоро-

Согласована на портале № 44960

вья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 44960