**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
Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Идентификация и диагностика систем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **27.03.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление в робототехнических системах**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **5**
Семестр: **9**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 9 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Самостоятельная работа под руководством преподавателя | 12 | 12 | часов |
| 2 | Лабораторные работы | 8 | 8 | часов |
| 3 | Контроль самостоятельной работы | 4 | 4 | часов |
| 4 | Всего контактной работы | 24 | 24 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 111 | 111 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 135 | 135 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 9 | 9 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | | 4.0 | З.Е. |

Контрольные работы: 9 семестр - 2
Экзамен: 9 семестр

Томск 2018

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.04 Управление в технических системах, утвержденного 20.10.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____________ 20__ года, протокол №______.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| профессор каф. КСУП | ________________ | О. И. Черепанов |
| Заведующий обеспечивающей каф. КСУП | ________________ | Ю. А. Шурыгин |

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

| | | |
|---|---|---|
| Декан ФДО | ________________ | И. П. Черкашина |
| Заведующий выпускающей каф. КСУП | ________________ | Ю. А. Шурыгин |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО) | ________________ | Ю. В. Морозова |
| Профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП) | ________________ | В. М. Зюзьков |

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. 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

### 1.2. 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 ОПОП

Дисциплина «Идентификация и диагностика систем» (Б1.В.ОД.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Дискретная математика, Информатика, Математика, Математическая логика и теория алгоритмов, Математические основы теории систем, Методы оптимальных решений, Методы принятия решений, Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, Теория автоматического управления, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизация проектирования систем и средств управления, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Научно-исследовательская работа, Научно-исследовательская работа студентов-1, Научно-исследовательская работа студентов-2, Технические средства автоматизации и управления.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

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

– ПК-12 способностью обеспечивать экологическую безопасность проектируемых устройств автоматики и их производств;

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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** принципы и методы построения и преобразования моделей систем управления, методы расчета и оптимизации 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, анализа, синтеза и оптимизации систем и средств автоматизации, контроля и управления

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 9 семестр |
| Контактная работа (всего) | 24 | 24 |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП) | 12 | 12 |
| Лабораторные работы | 8 | 8 |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 4 |
| Самостоятельная работа (всего) | 111 | 111 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 20 | 20 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 91 | 91 |
| Всего (без экзамена) | 135 | 135 |
| Подготовка и сдача экзамена | 9 | 9 |
| 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 семестр | | | | | | |
| 1 Метод максимального правдоподобия и последовательная идентификация | 6 | 4 | 4 | 50 | 60 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 |
| 2 Идентификация линейных многомерных динамических систем | 2 | 0 | | 20 | 22 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 |
| 3 Идентификация параметров нелинейных стационарных динамических систем методом квазилинеаризации | 4 | 4 | | 41 | 49 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 |
| Итого за семестр | 12 | 8 | 4 | 111 | 135 | |
| Итого | 12 | 8 | 4 | 111 | 135 | |

## 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 |
|---|---|---|---|
| 9 семестр | | | |
| 1 Метод максимального правдоподобия и последовательная идентификация | Несколько общих замечаний. Измерение скалярной физической величины. Косвенные измерения нескольких величин. Теорема Гаусса − Маркова. Оптимальные планы экспериментов. Полный факторный план типа $2^3$. Метод последовательной идентификации. Последовательная идентификация одномерной системы. Последовательная идентификация многомерной системы. Линеаризация моделей, нелинейных относительно оцениваемых параметров | 6 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 |
| | Итого | 6 | |
| 2 Идентификация линейных многомерных динамических систем | Общие сведения. Линейные преобразования. Каноническое преобразование − процедура диагонализации. Определение собственных векторов. Управляемость и наблюдаемость. Управляемость. Наблюдаемость. Идентификация линейных стационарных динамических систем с применением конечно-разностной аппроксимации производных. Постановка задачи. Дискретная модель системы. Идентификация систем методом максимального правдоподобия. Идентификация систем методом последовательной регрессии | 2 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 |
| | Итого | 2 | |
| 3 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 известными начальными условиями. Пример идентификации системы методом квазилинеаризации при известных начальных данных. Уравнения модели. Применение метода идентификации параметров при известных начальных данных для решения тестовой задачи. | 4 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Идентификация начального состояния и параметров нелинейных стационарных динамических систем методом квазилинеаризации. Постановка задачи. Описание алгоритма идентификации параметров и начального состояния нелинейных систем методом квазилинеаризации. Пример применения метода квазилинеаризации для решения задачи идентификации переменных состояния и параметров нелинейной системы. Система нелинейных уравнений с известным аналитическим решением для тестирования метода. Применение метода квазилинеаризации для идентификации параметров и начального состояния нелинейной системы: решение тестовой задачи | | |
| | 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.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Предшествующие дисциплины | | | |
| 1 Дискретная математика | + | + | + |
| 2 Информатика | + | + | + |
| 3 Математика | + | + | + |
| 4 Математическая логика и теория алгоритмов | + | + | + |
| 5 Математические основы теории систем | + | + | + |
| 6 Методы оптимальных решений | + | + | + |
| 7 Методы принятия решений | + | + | + |
| 8 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности | + | + | + |
| 9 Теория автоматического управления | + | + | + |
| 10 Физика | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | |
| 1 Автоматизация проектирования систем и средств управления | + | + | + |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | + | + | + |
| 3 Научно-исследовательская работа | + | + | + |
| 4 Научно-исследовательская работа студентов-1 | + | + | + |
| 5 Научно-исследовательская работа студентов-2 | + | + | + |
| 6 Технические средства автоматизации и 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-10 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| ПК-11 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| ПК-12 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| ПК-21 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, 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 |
|---|---|---|---|
| 9 семестр | | | |
| 1 Метод максимального правдоподобия и последовательная идентификация | Идентификация стационарных систем методом максимального правдоподобия | 4 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 |
| | Итого | 4 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Идентификация параметров нелинейных стационарных динамических систем методом квазилинеаризации | Идентификация стационарных систем методом последовательной регрессии | 4 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 8 | |

## 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 |
|---|---|---|---|
| 9 семестр | | | |
| 1 | Контрольная работа | 2 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 |
| 2 | Контрольная работа | 2 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 |
| Итого | | 4 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 9 семестр | | | | |
| 1 Метод максимального правдоподобия и последовательная идентификация | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 20 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к контрольной работе | 20 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | | |
| | Итого | 50 | | |
| 2 Идентификация линейных многомерных динамических систем | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 10 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к контрольной работе | 10 | | |
| | Итого | 20 | | |
| 3 Идентификация параметров нелинейных стационарных | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 31 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 | Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| динамических систем методом квазилинеаризации | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | | |
| | Итого | 41 | | |
| | Выполнение контрольной работы | 4 | ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-21 | Контрольная работа |
| Итого за семестр | | 111 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 9 | | Экзамен |
| Итого | | 120 | | |

**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. Черепанов, О. И. Идентификация и диагностика систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие / О. И. Черепанов, Р. О. Черепанов, Р. А. Кректулева – Томск: ТУСУР, 2016. 138 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 06.09.2018).

**12.2. Дополнительная литература**

2. Куприянов, Ю. В. Модели и методы диагностики состояния бизнес-систем [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Ю. В. Куприянов, Е. А. Кутлунин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. **Доступ из личного кабинета студента.** — Режим доступа: https://www.biblio-online.ru/book/4912E2CC-A829-4821-960C-24756C6EB38B (дата обращения: 06.09.2018).

**12.3. Учебно-методические пособия**

**12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Черепанов О. И. Идентификация и диагностика систем: электронный курс / О. И. Черепанов, Р. О. Черепанов, Р. А. Кректулева. – Томск: ФДО, ТУСУР, ФДО, 2016. Доступ из личного кабинета студента.

2. Черепанов О. И. Идентификация и диагностика 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 / О. И. Черепанов. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 06.09.2018).

1. Черепанов, О. И. Идентификация и диагностика систем [Электронный ресурс]: Учебное-методическое пособие / О. И. Черепанов, Р. О. Черепанов, Р. А. Кректулева – Томск: ТУСУР, 2016. – 198 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 06.09.2018).

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

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

1. www.ams.org

## 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

Лаборатория гидравлической и пневматической техники
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Компьютеры;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
– CodeSys 2.3
– CodeSys 3.5
– Google Chrome
– Microsoft Windows 7 Professional
– Scilab
– nanoCAD 5.1
– nanoCADСхемы 2.0

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

Лаборатория САПР
учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы
634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 321 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Интерактивная доска SmartBOARD;
- Монитор SVGA;
- Монитор 17,0" LG FLATRON L1750SQ SN (10 шт.);
- Проектор LG RD-DX 130;
- ПЭВМ -"PENTIUM-386"- 7;
- Системный блок Intel Cekeron 2.93CHz КС-1 (2 шт.);
- Системный блок Intel Cekeron 2.93CHz КС-3;
- Экран;
- Доска маркерная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
– Debian 3.2
– ERwin Data Modeler r7
– Enterprise Architect
– Far Manager

– Foxit Reader
– MatLab&SimulinkR2006b
– Mathcad 13,14
– Microsoft EXCEL Viewer
– Microsoft PowerPoint Viewer
– Microsoft Visual Studio 2005 Professional
– Microsoft Visual Studio 2013 Professional
– Microsoft Word Viewer
– MySQL
– MySQL Community edition (GPL)
– OpenOffice 4
– Oracle Database 10g Express Edition
– Project 2007 Standard
– Rational Suite Enterprise V7
– SWI-Prolog-Editor
– Visual FoxPro 9.0 Professional
– Windows 10 Enterprise
– puTTY
– Анализатор трафика Wireshark
– КОМПАС 3DLT V12 SP1

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

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

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

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

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

| | |
|---|---|
| 5. В случае равных дисперсий для линейной модели $y^{(i)} = \vec{f}(\vec{x}^{(i)})\vec{\theta} + \mu^{(i)},\ (i = 1, 2, ..., N)$ наилучшей линейной несмещенной оценкой дисперсии является | а) $\tilde{\sigma}^2 = \dfrac{\sum_{i=1}^{N}(y^{(i)} - \sum_{j=1}^{m}\tilde{\theta}_j f_j(\vec{x}^{(i)}))^2}{N - m}$, где $N$ - количество опытов, $m$ - количество коэффициентов модели; |
| | б) оценка $\tilde{\vec{\theta}} = M^{-1}\vec{Y}$, где $M$ - квадратная матрица размера $m \times m$ с элементами $M_{jk} = \sum_{i=1}^{N} f_j(x^{(i)}) f_k(x^{(i)}),\ (j, k = 1, ..., m)$, а компоненты вектора $\vec{Y}$ вычисляются по формулам $Y_j = \sum_{i=1}^{N} y^{(i)} f_j(\vec{x}^{(i)}),\ \ (j = 1, 2, ..., m)$; |
| | в) оценка $\tilde{\vec{\theta}} = M^{-1}\vec{Y}$, где $M$ - квадратная матрица размера $m \times m$ с элементами |

| | |
|---|---|
| | $M_{jk}=\sum_{i=1}^{n}\omega_i f_j(x^{(i)})f_k(x^{(i)}),\ (j,k=1,...,m)$, а компоненты вектора $\vec{Y}$ вычисляются по формулам $Y_j=\sum_{i=1}^{n}\omega_i y^{(i)} f_j(\vec{x}^{(i)}),\ (j=1,2,...,m),\ \omega_i=\frac{1}{(\sigma_i)^2}$ |
| | г) оценка $\tilde{\tilde{\theta}}=M^{-1}\vec{Y}$, где $M$ - квадратная матрица размера $m\times m$ с элементами $M_{jk}=\sum_{i=1}^{n}\omega_i f_j(x^{(i)})f_k(x^{(i)}),\ (j,k=1,...,m),\ \omega_i=\frac{1}{(\sigma_i)^2}$, а компоненты вектора $\vec{Y}$ вычисляются по формулам $Y_j=\sum_{i=1}^{n} y^{(i)} f_j(\vec{x}^{(i)}),\ (j=1,2,...,m)$ |

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

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

| | |
|---|---|
| 8. Основной гипотезой теории измерений называется допущение о том, что | а) случайные ошибки измерений распределены по нормальному закону, т.е. починяются распределению Гаусса $p(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}}$; |
| | б) в результатах измерений отсутствует систематическая ошибка; |
| | в) случайные ошибки измерений починяются распределению Пуассона; |
| | г) дисперсия для всех опытов одинакова. |

| | |
|---|---|
| 9. Уравнения простейшей модели, линейной относительно неизвестных коэффициентов имеют вид: | а) $y=\left(\vec{f}(\vec{x}),\vec{\theta}\right)\Rightarrow y^{(i)}=\left(\vec{f}(\vec{x}^{(i)}),\vec{\theta}\right)+\mu^{(i)},\ i=1,2,...,N$, где $y^{(i)}$ - измеренная в $i$-м эксперименте величина выходного сигнала $y$, $\mu^{(i)}$ - случайная ошибка |

| | |
|---|---|
| | измерений этой величины в $i$-м эксперименте, $\vec{x}^{(i)} = \{x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, ..., x_k^{(i)}\}$ - измеренные значения контролируемой переменной; |
| | б) $y^{(i)} = f(\vec{x}^{(i)}, \vec{\theta}) + \mu^{(i)},\ i = 1, 2, ..., n$, где $y^{(i)}$ - измеренная в $i$-м эксперименте величина выходного сигнала $y$, $\mu^{(i)}$ - случайная ошибка измерений этой величины в $i$-м эксперименте, $\vec{x}^{(i)} = \{x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, ..., x_k^{(i)}\}$ - измеренные значения контролируемой переменной; |
| | в) $\tilde{\vec{\theta}} = T\vec{y}$, где $\tilde{\vec{\theta}} = \{\theta_1, \theta_2, ..., \theta_m\}$ - оценка значений параметров, $\vec{y}$ - вектор измеренных значений выходного сигнала, $T$ – матрица размера $m \times n$; |
| | г) $\tilde{\vec{\theta}} = M^{-1}\vec{Y}$, где $\tilde{\vec{\theta}} = \{\theta_1, \theta_2, ..., \theta_m\}$ - оценка значений параметров, $\vec{Y}$ - вектор выходного сигнала, $M$ – информационная матрица. |

| | |
|---|---|
| 10. Наилучшей линейной несмещенной оценкой коэффициентов модели $y = \vec{f}(\vec{x})\vec{\theta}$ называется | а) оценка вида $\tilde{\vec{\theta}} = T\vec{y}$, где $T$ – матрица размера $m \times N$, такая, что обеспечивает наименьшие дисперсии $D(\theta_i) = (\sigma^{(i)})^2$ среди всех таких оценок; |
| | б) оценка вида $\tilde{\vec{\theta}} = T\vec{y}$, где $T$ – матрица размера $m \times n$; |
| | в) оценка, полученная в результате решения системы линейных алгебраических уравнений $y^{(i)} = \theta_1 x_1^{(i)} + \theta_2 x_2^{(i)} + ... + \theta_m x_m^{(i)} + \mu^{(i)},\ i = 1, 2, ..., m$; |
| | г) оценка, полученная в результате решения системы линейных алгебраических уравнений $y^{(i)} = \theta_1 f_1(\vec{x}^{(i)}) + \theta_2 f_2(\vec{x}^{(i)}) + ... + \theta_m f_m(\vec{x}^{(i)}),\ i = 1, 2, ..., m$; |

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

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

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

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

| | |
|---|---|
| | $\Phi(tr(M^{-1}(\xi)))$ и критерий оптимальности выбирается экспериментатором; |
| | г) $\xi^* = \arg\max_{\xi}(\Phi(\det(M(\xi))))$ . |

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

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

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

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

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

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

### 14.1.2. Экзаменационные тесты

1. Задача идентификации систем в широком смысле заключается в том, чтобы:

а) по заданному входному воздействию и (измеренному) выходному сигналу найти неизвестный оператор системы;

б) установить закон изменения во времени выходного сигнала;

в) для заданного (желаемого) выходного сигнала найти входной сигнал и неизвестный оператор системы;

г) по измеренному выходному сигналу найти неизвестный оператор системы.

2. Линейная одномерная непрерывная нестационарная система управления описывается дифференциальным уравнением вида:

$$D(p,t)x(t) = M(p,t)u(t),\ \ p = \frac{d}{dt},$$

а) $D(p,t) = a_n(t)p^n + a_{n-1}(t)p^{n-1} + ... + a_1(t)p + a_0(t),$

$M(p,t) = b_m(t)p^m + b_{m-1}(t)p^{m-1} + ... + b_1(t)p + b_0(t),$

где $t,\ x(t),\ u(t)$ - время, переменная состояния и входной сигнал соответственно, $a_n(t), a_{n-1}(t), a_1(t), a_0(t), b_m(t), b_{m-1}(t), b_1(t), b_0(t)$ - параметры модели;

$$x(t) = \frac{M(p)}{D(p)} g(t),\ \ p = \frac{d}{dt},$$

б) $D(p) = a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + ... + a_1 p + a_0,$

$M(p) = b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + ... + b_1 p + b_0;$

где $t,\ x(t),\ g(t)$ - время, переменная состояния и входной сигнал соответственно, $a_n, a_{n-1}, a_1, a_0(t), b_m,, b_{m-1},, b_1,, b_0$ - параметры модели;

в) $x(t) = \dfrac{M(p)}{D(p)} g(t), D(p) = a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + ... + a_1 p + a_0,\ M(p) = b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + ... + b_1 p + b_0$, где $t,\ x(t),\ g(t)$ - время, переменная состояния и входной сигнал соответственно, $p$ - параметр преобразования Лапласа, $a_n, a_{n-1}, a_1, a_0(t), b_m,, b_{m-1},, b_1,, b_0$ - параметры модели;

г) обыкновенным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами.

3. Принцип обратной связи заключается в том, что

а) управление объектом осуществляется на основе сбора информации о заданном, требуемом движении объекта, информации о действительном текущем движении объекта, сравнения требуемого и действительного движений для определения ошибки, выработки такого управления, которое приводит к устранению ошибки с течением времени и достижению конечной цели управления;

б) управление объектом осуществляется на основе сравнения заданного и действительного движений объекта с целью мгновенного устранения ошибки управления;

в) управление объектом осуществляется в результате выработки управляющего сигнала, который приводит к устранению ошибки и достижению конечной цели управления;

г) управление осуществляется в результате сравнения заранее заданной и действительной фазовой траектории объекта.

4. Одномерная стационарная система управления с законом функционирования вида $a_n \frac{d^n x(t)}{dt^n} + a_{n-1}\frac{d^{n-1}x(t)}{dt^{n-1}} + \ldots + a_0 x(t) = b_m \frac{d^m u(t)}{dt^m} + b_{m-1}\frac{d^{n-1}u(t)}{dt^{m-1}} + \ldots + b_0 u(t)$ устойчива по начальным данным, если:

а) действительные части всех корней $\lambda_k = \alpha_k + i\beta_k$, $(k = 1, 2, \ldots, n)$ характеристического уравнения отрицательны $\alpha_k < 0, \quad k = 1,2,\ldots,n$;

б) среди корней $\lambda_k = \alpha_k + i\beta_k$, $(k = 1, 2, \ldots, n)$ характеристического уравнения $a_n\lambda^n + a_{n-1}\lambda^{n-1} + \ldots + a_0 = 0$ есть хотя бы один корень с отрицательной действительной частью $\alpha_j < 0, \quad 1 \le j \le n$;

в) все корни характеристического уравнения отрицательны $\alpha_k < 0, \quad k = 1,2,\ldots,n$;

г) мнимые части всех корней $\lambda_k = \alpha_k + i\beta_k$, $(k = 1, 2, \ldots, n)$ характеристического уравнения отрицательны $\beta_k < 0, \quad k = 1, 2, \ldots, n$.

5. Многомерная стационарная система управления с законом функционирования вида $\dot{\vec{x}}(t) = A(t)\vec{x}(t) + B(t)\vec{u}(t)$ асимптотически устойчива, если:

а) действительные части всех корней $\lambda_k = \alpha_k + i\beta_k$, $(k = 1, 2, \ldots, n)$ характеристического уравнения $\det(A - \lambda E) = 0$ отрицательны $\alpha_k < 0, \quad k = 1,2,\ldots,n$;

б) среди корней $\lambda_k = \alpha_k + i\beta_k$, $(k = 1, 2, \ldots, n)$ характеристического уравнения есть хотя бы один корень с отрицательной действительной частью $\alpha_j < 0, \quad 1 \le j \le n$;

в) все корни характеристического уравнения отрицательны $\alpha_k < 0, \quad k = 1,2,\ldots,n$;

г) действительные части всех корней $\lambda_k = \alpha_k + i\beta_k$, $(k = 1, 2, \ldots, n)$ характеристического уравнения $\det(A - \lambda E) = 0$ положительны $\alpha_k > 0, \quad k = 1, 2, \ldots, n$;.

6. Многомерная нестационарная система управления описывается уравнениями

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

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

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

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

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

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

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

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

8. Для линейной многомерной стационарной системы управления с уравнениями

состояния $\dot{\vec{x}}(t) = A\vec{x}(t) + B\vec{u}(t)$ и выходов $\vec{y}(t) = C\vec{x}(t)$ линейные преобразования осуществляются по формулам:

а) $\vec{x}^*(t) = \psi^{-1}\vec{x}(t)$, $\dot{\vec{x}}^*(t) = A^*\vec{x}^*(t) + B^*\vec{u}(t)$, $A^* = \psi^{-1}A\psi$, $B^* = \psi^{-1}B$, где $\psi$ — матрица преобразования соответствующей размерности, для которой существует обратная матрица $\psi^{-1}$;

б) $\vec{x}^*(t) = \psi^{-1}\vec{x}(t)$, $\dot{\vec{x}}^*(t) = A^*\vec{x}^*(t) + B^*\vec{u}(t)$, $A^* = \psi A\psi^{-1}$, $B^* = \psi^{-1}B$, где $\psi$ — матрица преобразования соответствующей размерности, для которой существует обратная матрица $\psi^{-1}$;

в) $\vec{x}^*(t) = \psi^{-1}\vec{x}(t)$, $\dot{\vec{x}}^*(t) = A^*\vec{x}^*(t) + B^*\vec{u}(t)$, $A^* = \psi A\psi^{-1}$, $B^* = \psi B$, где $\psi$ — матрица преобразования соответствующей размерности, для которой существует обратная матрица $\psi^{-1}$;;

г) $\vec{x}^*(t) = \psi^{-1}\vec{x}(t)$, $\dot{\vec{x}}^*(t) = A^*\vec{x}^*(t) + B^*\vec{u}(t)$, $A^* = \psi^{-1}A\psi$, $B^* = \psi^{-1}B$, где $\psi$ — матрица преобразования.

9. Для линейной многомерной стационарной системы управления с уравнениями состояния $\dot{\vec{x}}(t) = A\vec{x}(t) + B\vec{u}(t)$ и выходов $\vec{y}(t) = C\vec{x}(t)$ в качестве матрицы линейного преобразования $\psi$ можно использовать

а) любую матрицу соответствующей размерности, для которой существует обратная матрица $\psi^{-1}$;

б) любую квадратную матрицу соответствующей размерности;

в) любую матрицу;

г) любую прямоугольную матрицу.

10. Линейное преобразование многомерной стационарной системы управления с уравнениями состояния $\dot{\vec{x}}(t) = A\vec{x}(t) + B\vec{u}(t)$ и выходов $\vec{y}(t) = C\vec{x}(t)$ к виду $\vec{x}^*(t) = \psi^{-1}\vec{x}(t)$, $\dot{\vec{x}}^*(t) = A^*\vec{x}^*(t) + B^*\vec{u}(t)$, $\vec{y} = C * \vec{x}^*(t)$ $A^* = \psi^{-1}A\psi$, $B^* = \psi^{-1}B$, $C^* = C\psi$ приводит к тому, что

а) собственные числа матриц $A$ и $A^*$ совпадают;

б) собственные числа матрицы $A^*$ не совпадают с собственными числами исходной матрицы $A$;

в) детерминант матрицы $A^*$ равен детерминанту матрицы $A$;

г) собственные числа матрицы $A^*$ зависят от матрицы линейного преобразования $\psi$.

11. При линейном преобразовании уравнений многомерных систем собственные векторы находят в результате решения уравнений

а) $\det(A - \lambda E) = 0$, $(A - \lambda_i E)\vec{v}^i = 0,\ i = 1, 2, ..., n,\ \lambda_i \neq \lambda_j,\ i \neq j$ .

б) $(A - \lambda E)\vec{v} = 0$;

в) $\det(A - \lambda E) = 0$;

г) $\dot{\vec{x}}(t) = A\vec{x}(t)$ .

12. Каноническим называется такое преобразование линейной системы $\dot{\vec{x}}(t) = A\vec{x}(t) + B\vec{u}(t)$, когда в качестве матрицы линейного преобразования $\psi$ используется

а) матрица $\psi = V$ из собственных векторов исходной матрицы $A$;

б) диагональная матрица $\psi = \Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & ... & 0 \\ 0 & \lambda_2 & ... & 0 \\ ... & ... & ... & ... \\ 0 & 0 & ... & \lambda_n \end{pmatrix}$ из собственных чисел матрицы $A$;

в) любая матрица соответствующей размерности, для которой существует обратная матрица $\psi^{-1}$;

г) единичная матрица $\psi = E = \begin{pmatrix} 1_1 & 0 & ... & 0 \\ 0 & 1 & ... & 0 \\ ... & ... & ... & ... \\ 0 & 0 & ... & 1 \end{pmatrix}$.

13. Каноническое преобразование приводит уравнения линейной системы $\dot{\vec{x}}(t) = A\vec{x}(t) + B\vec{u}(t)$, $\vec{y} = C\vec{x}(t)$ к виду:

а) $\dot{\vec{x}}^* = \Lambda\vec{x}^* + B^*\vec{u},\ \vec{y} = C^*\vec{x}^*(t),\ \ B^* = V^{-1}B,\ C^* = CV$, где $\Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & ... & ... & 0 \\ 0 & \lambda_2 & ... & ... & 0 \\ 0 & 0 & ... & ... & 0 \\ ... & ... & ... & ... & ... \\ 0 & 0 & ... & ... & \lambda_n \end{pmatrix} = diag\{\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n\}$,

$$B^* = \begin{pmatrix} b_{11}^* & b_{12}^* & ... & ... & b_{1m}^* \\ b_{21}^* & b_{22}^* & ... & ... & b_{2m}^* \\ b_{31}^* & b_{32}^* & ... & ... & b_{3m}^* \\ ... & ... & ... & ... & ... \\ b_{n1}^* & b_{n2}^* & ... & ... & b_{nm}^* \end{pmatrix},\ C^* = \begin{pmatrix} c_{11}^* & c_{12}^* & ... & ... & c_{1n}^* \\ c_{21}^* & c_{22}^* & ... & ... & c_{2n}^* \\ c_{31}^* & c_{32}^* & ... & ... & c_{3n}^* \\ ... & ... & ... & ... & ... \\ c_{k1}^* & c_{k2}^* & ... & ... & c_{kn}^* \end{pmatrix};$$

б) $\dot{\vec{x}}^* = \Lambda\vec{x}^* + B^*\vec{u},\ \vec{y} = C^*\vec{x}^*(t),\ \ B^* = V^{-1}B,\ C^* = CV$, где $\Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & ... & ... & 0 \\ 0 & \lambda_2 & ... & ... & 0 \\ 0 & 0 & ... & ... & 0 \\ ... & ... & ... & ... & ... \\ 0 & 0 & ... & ... & \lambda_n \end{pmatrix} = diag\{\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n\}$,

$$B^* = \begin{pmatrix} b_{11}^* & 0 & ... & ... & 0 \\ 0 & b_{22}^* & ... & ... & 0 \\ 0 & 0 & ... & ... & 0 \\ ... & ... & ... & ... & ... \\ 0 & 0 & ... & ... & b_{nm}^* \end{pmatrix},\ C^* = \begin{pmatrix} c_{11}^* & 0 & ... & ... & 0 \\ 0 & c_{22}^* & ... & ... & 0 \\ 0 & 0 & ... & ... & 0 \\ ... & ... & ... & ... & ... \\ 0 & 0 & ... & ... & c_{kn}^* \end{pmatrix};$$

в) $\dot{\vec{x}}^* = \Lambda\vec{x}^* + B^*\vec{u},\ \vec{y} = C^*\vec{x}^*(t),\ \ B^* = V^{-1}B,\ C^* = CV$ , где $\Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \lambda_n \end{pmatrix} = diag\{\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n\}$ ,

$$B^* = \begin{pmatrix} b_{11}^* & b_{12}^* & \dots & \dots & b_{1n}^* \\ b_{21}^* & b_{22}^* & \dots & \dots & b_{2n}^* \\ b_{31}^* & b_{32}^* & \dots & \dots & b_{3n}^* \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1}^* & b_{n2}^* & \dots & \dots & b_{nn}^* \end{pmatrix},\ C^* = \begin{pmatrix} c_{11}^* & c_{12}^* & \dots & \dots & c_{1n}^* \\ c_{21}^* & c_{22}^* & \dots & \dots & c_{2n}^* \\ c_{31}^* & c_{32}^* & \dots & \dots & c_{3n}^* \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{k1}^* & c_{k2}^* & \dots & \dots & c_{kn}^* \end{pmatrix};$$

г) $\dot{\vec{x}}^* = \Lambda\vec{x}^* + B^*\vec{u},\ \vec{y} = C^*\vec{x}^*(t),\ \ B^* = V^{-1}B,\ C^* = CV$ , где $\Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \lambda_n \end{pmatrix} = diag\{\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n\}$ ,

$$B^* = \begin{pmatrix} b_{11}^* & b_{12}^* & \dots & \dots & b_{1n}^* \\ b_{21}^* & b_{22}^* & \dots & \dots & b_{2n}^* \\ b_{31}^* & b_{32}^* & \dots & \dots & b_{3n}^* \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1}^* & b_{n2}^* & \dots & \dots & b_{nn}^* \end{pmatrix},\ C^* = \begin{pmatrix} c_{11}^* & c_{12}^* & \dots & \dots & c_{1n}^* \\ c_{21}^* & c_{22}^* & \dots & \dots & c_{2n}^* \\ c_{31}^* & c_{32}^* & \dots & \dots & c_{3n}^* \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1}^* & c_{n2}^* & \dots & \dots & c_{nn}^* \end{pmatrix}.$$

14. Линейная система с уравнением состояния $\dot{\vec{x}} = A\vec{x} + B\vec{u}$ управляема, если

а) после приведения её к каноническому виду $\dot{\vec{x}}^* = \Lambda\vec{x}^* + B^*\vec{u}$ ни одна из строк матрицы $B^*$ не является нулевой;

б) ни одна из строк матрицы $B$ не является нулевой;

в) после приведения её к каноническому виду $\dot{\vec{x}}^* = \Lambda\vec{x}^* + B^*\vec{u}$ ни один из столбцов матрицы $B^*$ не является нулевым;

г) после приведения её к каноническому виду $\dot{\vec{x}}^* = \Lambda\vec{x}^* + B^*\vec{u}$ ни один из элементов матрицы $B^*$ не равен нулю.

15. Линейная система с уравнением состояния $\dot{\vec{x}} = A\vec{x} + B\vec{u}$ управляема, если

а) ранг матрицы $M = [B, AB, A^2B, ..., A^{n-1}B]$ равен $n$ , где $n$ - размерность вектора переменных состояния;

б) ранг матрицы $A$ равен $n$ , где $n$ - размерность вектора переменных состояния;

в) ни одна из строк матрицы $M = [B, AB, A^2B, ..., A^{n-1}B]$ не является нулевой;

г) ни один из столбцов матрицы $M = [B, AB, A^2B, ..., A^{n-1}B]$ не является нулевым.

16. Линейная система с уравнением состояния $\dot{\vec{x}} = A\vec{x} + B\vec{u}$ и уравнением выходов $\vec{y} = C\vec{x}(t)$ наблюдаема, если

а) после приведения её к каноническому виду $\dot{\vec{x}}^* = \Lambda\vec{x}^* + B^*\vec{u}$, $\vec{y} = C^*\vec{x}^*(t)$ ни один из столбцов матрицы $C^* = CV$ не является нулевым;

б) после приведения её к каноническому виду $\dot{\vec{x}}^* = \Lambda\vec{x}^* + B^*\vec{u}$, $\vec{y} = C^*\vec{x}^*(t)$ ни одна из строк матрицы $C^* = CV$ не является нулевой;

в) ни одна из строк матрицы $C$ не является нулевой;

г) $\det M = \det([B, AB, A^2B, ..., A^{n-1}B]) \neq 0$.

17. Линейная система с уравнением состояния $\dot{\vec{x}} = A\vec{x} + B\vec{u}$ и уравнением выходов $\vec{y} = C\vec{x}(t)$ наблюдаема, если

а) ранг матрицы $L = [C^T, A^TC^T, \left(A^T\right)^2 C^T, ..., \left(A^T\right)^{n-1} C^T]$ равен $n$, где $n$ - размерность вектора переменных состояния;

б) ранг матрицы $M = [B, AB, A^2B, ..., A^{n-1}B]$ равен $n$, где $n$ - размерность вектора переменных состояния;

в) ранг матрицы $A$ равен $n$, где $n$ - размерность вектора переменных состояния;

г) ни одна из столбцов матрицы $C$ не является нулевым.

18. В случае равных дисперсий для линейной модели $y^{(i)} = \vec{f}(\vec{x}^{(i)})\vec{\theta} + \mu^{(i)}$, $(i = 1, 2, ..., N)$ наилучшей линейной несмещенной оценкой дисперсии является

а) $\tilde{\sigma}^2 = \dfrac{\sum_{i=1}^{N}(y^{(i)} - \sum_{j=1}^{m}\tilde{\theta}_j\, f_j(\vec{x}^{(i)}))^2}{N-m}$, где $N$ - количество опытов, $m$ - количество коэффициентов модели;

б) оценка $\tilde{\tilde{\theta}} = M^{-1}\vec{Y}$, где $M$ - квадратная матрица размера $m \times m$ с элементами $M_{jk} = \sum_{i=1}^{N} f_j(x^{(i)}) f_k(x^{(i)}),\ (j,k = 1, ..., m)$, а компоненты вектора $\vec{Y}$ вычисляются по формулам $Y_j = \sum_{i=1}^{N} y^{(i)} f_j(\vec{x}^{(i)}),\ \ (j = 1, 2, ..., m)$;

в) оценка $\tilde{\tilde{\theta}} = M^{-1}\vec{Y}$, где $M$ - квадратная матрица размера $m \times m$ с элементами $M_{jk} = \sum_{i=1}^{n} \omega_i f_j(x^{(i)}) f_k(x^{(i)}),\ (j,k = 1, ..., m)$, а компоненты вектора $\vec{Y}$ вычисляются по формулам $Y_j = \sum_{i=1}^{n} \omega_i y^{(i)} f_j(\vec{x}^{(i)}),\ \ (j = 1, 2, ..., m),\ \omega_i = \dfrac{1}{(\sigma_i)^2}$;

г) оценка $\tilde{\tilde{\theta}} = M^{-1}\vec{Y}$, где $M$ - квадратная матрица размера $m \times m$ с элементами $M_{jk} = \sum_{i=1}^{n} \omega_i f_j(x^{(i)}) f_k(x^{(i)}),\ (j,k = 1, ..., m),\ \omega_i = \dfrac{1}{(\sigma_i)^2}$, а компоненты вектора $\vec{Y}$ вычисляются по формулам $Y_j = \sum_{i=1}^{n} y^{(i)} f_j(\vec{x}^{(i)}),\ \ (j = 1, 2, ..., m)$;

19. План эксперимента представляет собой:

а) набор значений $\vec{\xi}$, которые принимает в ходе эксперимента контролируемая переменная $\vec{x}$;

б) перечень последовательности действий при постановке опыта;

в) порядок проведения опытов;

г) описание условий проведения опытов.

20. Математическая постановка задачи планирования экспериментов заключается в

а) определении неизвестного оператора преобразования $y = Ax$ множества входных переменных $\{x\} = F_1$ в множество выходных переменных $\{y\} = F_2$;

б) описании последовательности измерений;

в) разработке плана, сводящего к минимуму количество измерений;

г) разработке методики, сводящей к минимуму ошибки измерений.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

1. Оценка параметров системы методом максимального правдоподобия Оценить методом максимального правдоподобия параметры модели по результатам измерений входного и выходного сигналов:
2. Оценка параметров системы методом последовательной идентификации Оценить методом последовательной идентификации параметры модели по результатам измерений входного и выходного сигналов:

### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Идентификация стационарных систем методом максимального правдоподобия

Идентификация стационарных систем методом последовательной регрессии

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

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

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

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