МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента науки и инноваций
_____ Р. В. Мещеряков
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разработка алгоритмов эффективного управления компонентами электротехнических комплексов и систем

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**
Направление подготовки / специальность: **13.06.01 Электро- и теплотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электротехнические комплексы и системы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	36	часов
2	Практические занятия	18	18	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	72	часов
4	Самостоятельная работа	72	36	108	часов
5	Всего (без экзамена)	108	72	180	часов
6	Общая трудоемкость	108	72	180	часов
		3.0	2.0	5.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр
Дифференцированный зачет: 4 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.05.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 31600

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 50 от « 26 » 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Эксперты:

Заведующий аспирантурой	_____	Т. Ю. Коротина
профессор каф. ПРЭ	_____	Н. С. Легостаев

Согласована на портале № 31600

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Изучение принципов проектирования программных продуктов для эффективного управления компонентами электротехнических комплексов и систем и знакомство с отладочными средствами вычислительной техники и систем управления

1.2. Задачи дисциплины

– понять архитектуру программных систем управления электротехническими комплексами;

– освоить средства и способы автономной отладки аппаратурных и программных средств электротехнических комплексов и систем;

– изучить процесс интеграции компонент электротехнических комплексов в системы;

– освоить навыки проектирования программных комплексов управления периферийными устройствами централизованных и распределенных систем;

– получить навыки проведения комплексной отладки и тестирования систем управления электротехнических комплексов и систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Разработка алгоритмов эффективного управления компонентами электротехнических комплексов и систем» (Б1.В.ДВ.1.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований, Разработка алгоритмов эффективного управления компонентами электротехнических комплексов и систем.

Последующими дисциплинами являются: Математическое моделирование технических средств автоматики и управления, Научно-исследовательская деятельность (рассред.), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (рассред.), Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), Электротехнические комплексы и системы, Разработка алгоритмов эффективного управления компонентами электротехнических комплексов и систем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-4 физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование цифровых систем управления компонентами электротехнических комплексов и систем;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** принципы построения программных продуктов; методы анализа и синтеза компонентов электротехнических комплексов и систем; основы алгоритмизации распределенных и централизованных систем; методы сбора, хранения и передачи информации; методы управления нелинейными системами, теорию устойчивости; методы синтеза систем управления электроприводами; способы проектирования оптимальных по точности систем управления электроприводами.

– **уметь** синтезировать алгоритмы управления электротехническими комплексами и системами; производить оценку эффективности алгоритмов управления; оценить устойчивость и надежность алгоритма; синтезировать системы электропривода с регуляторами и с наблюдателями.

– **владеть** методами синтеза эффективных алгоритмов управления; навыками синтеза и исследования систем электропривода с регуляторами и наблюдателями; методами и инструментами синтеза оптимальной МПСУ электропривода; навыками проведения комплексной отладки и тестирования алгоритмов управления компонентами электротехнических комплексов и систем.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 31600

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		3 семестр	4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	36	36
Лекции	36	18	18
Практические занятия	36	18	18
Самостоятельная работа (всего)	108	72	36
Проработка лекционного материала	54	36	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	54	36	18
Всего (без экзамена)	180	108	72
Общая трудоемкость, ч	180	108	72
Зачетные Единицы	5.0	3.0	2.0

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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Классификация электротехнических комплексов и систем, варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования	6	6	24	36	ПК-4
2 Технические средства сбора, преобразования и хранения информации измерительных и управляющих систем. Технические средства передачи данных: классификация, стандартизация, интерфейсы	6	6	24	36	ПК-4
3 Математическое описание компонентов электротехнических комплексов и систем. Электропривод	6	6	24	36	ПК-4
Итого за семестр	18	18	72	108	
4 семестр					
4 Построение электротехнических систем на принципах модального и оптимального управления.	6	6	12	24	ПК-4
5 Алгоритмы и программные средства управления сосредоточенными и распределенными системами	6	6	12	24	ПК-4

Согласована на портале № 31600

6 Протоколы систем передачи данных электротехнических комплексов и систем	6	6	12	24	ПК-4
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	36	36	108	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Классификация электротехнических комплексов и систем, варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования	Основные варианты архитектуры электротехнических комплексов и систем. Принципы управления. Применение теории нелинейных систем автоматического управления для контроля электротехнических комплексов и систем. Сосредоточенное и распределенное управление.	6	ПК-4
	Итого	6	
2 Технические средства сбора, преобразования и хранения информации измерительных и управляющих систем. Технические средства передачи данных: классификация, стандартизация, интерфейсы	Общие сведения о структуре управляющих систем. Информация = управление. Средства автоматического сбора информации - датчики. Средства технического зрения. Микросхемы ЦАП и АЦП. Аппаратные средства предобработки данных - фильтрация, масштабирование, сравнение, накопление и др. Аппаратные средства передачи цифровых и аналоговых сигналов. Хранение данных, модули резидентной памяти, ПЗУ, ОЗУ. Классификация каналов передачи данных. OSI. Классификация технологий передачи информации. Стандартизация интерфейсов, стандартные уровни цифровых и аналоговых сигналов, уровни помех. Аппаратные средства информационной безопасности.	6	ПК-4
	Итого	6	
3 Математическое описание компонентов электротехнических комплексов и систем. Электропривод	Математическое описание объектов и систем. Векторно-матричное описание электротехнических комплексов. Электропривод – сложный электромеханический объект. Алгоритмы управления электроприводами - компонентами электротехнических комплексов и систем.	6	ПК-4
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
4 семестр			
4 Построение	Модальное управление. Оптимальное управление.	6	ПК-4

Согласована на портале № 31600

электротехнических систем на принципах модального и оптимального управления.	Синтез модальных регуляторов. Синтез оптимальных регуляторов. Построение наблюдающих устройств. Построение электроприводов по принципу «объект-наблюдатель-регулятор».		
	Итого	6	
5 Алгоритмы и программные средства управления сосредоточенными и распределенными системами	Общее описание процесса проектирования. Классификация методик управления компонентами электротехнических комплексов и систем. Области применения АСУ. Типовые конфигурации программной части систем управления. Средства проектирования и методы автономной отладки программных средств аппаратных комплексов и систем. Алгоритмы управления сосредоточенными и распределенными системами. Оценка эффективности алгоритма. Устойчивость алгоритма. Методы отладки и тестирования.	6	ПК-4
	Итого	6	
6 Протоколы систем передачи данных электротехнических комплексов и систем	Протоколы и стандарты. Пакеты. Адресация в распределенных сетях. Программные средства реализации каналов связи и управления.	6	ПК-4
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		36	

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	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований	+	+	+	+	+	+
2 Разработка алгоритмов эффективного управления компонентами электротехнических комплексов и систем	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Математическое моделирование технических средств автоматики и управления				+	+	+
2 Научно-исследовательская деятельность (рассред.)	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 31600

3 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	+	+	+	+	+	+
4 Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (рассред.)	+	+	+	+	+	+
5 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	+	+	+	+	+	+
6 Электротехнические комплексы и системы	+	+	+	+	+	+
7 Разработка алгоритмов эффективного управления компонентами электротехнических комплексов и систем	+	+	+	+	+	+

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
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Классификация электротехнических комплексов и систем, варианты архитектуры, общая структура и	Проектирование архитектуры управления компонентами электротехнических комплексов и систем. Аппаратная часть. Датчики и исполнительные механизмы. Согласование уровней сигналов. Схемы подключения.	6	ПК-4

Согласована на портале № 31600

принципы функционирования	Итого	6	
2 Технические средства сбора, преобразования и хранения информации измерительных и управляющих систем. Технические средства передачи данных: классификация, стандартизация, интерфейсы	Аналого-цифровые преобразователи. Дискретность сигнала, частота дискретизации, Теорема Котельникова. Типы и архитектура АЦП. Встроенные АЦП и периферийные модули АЦП. Тактирование микросхем. Время преобразования. Реализация цифрового интерфейса передачи данных в микропроцессорной системе. Тактирование микросхем. Вопросы электромагнитной совместимости. Помехи. Балластные резисторы. Фильтрация в цифровых каналах передачи данных.	6	ПК-4
	Итого	6	
3 Математическое описание компонентов электротехнических комплексов и систем. Электропривод	Точность в системах с модальным регулятором. Модальный ПИ-регулятор. Измерение переменных состояний в электроприводе. Наблюдающие устройства полного порядка в структуре систем управления электроприводом. Наблюдающие устройства пониженного порядка в системах электропривода. Оценка нагрузочного момента. Астатическое наблюдающее устройство.	6	ПК-4
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
4 семестр			
4 Построение электротехнических систем на принципах модального и оптимального управления.	Характеристика оптимальных систем. Основные оптимальные задачи, критерии, процедура решения. Решение оптимальной задачи по точности электропривода. Уравнение Риккати. Решение оптимальных задач в условиях ограничения координат (скорости, тока якоря). Принцип максимума. Синтез оптимальной по быстродействию системы. Системы электропривода с адаптацией к возмущению. Построение системы «Объект – астатическое наблюдающее устройство – регулятор с компенсационным каналом». Параметрическая адаптация. Скользящие режимы. Построение системы управления электроприводом как адаптивной системы с переменной структурой.	6	ПК-4
	Итого	6	
5 Алгоритмы и программные средства управления сосредоточенными и распределенными системами	Изучение стандартных протоколов. Методы конкурентного доступа к ресурсам. Программная реализация методов теории автоматического управления сложными системами - переходные процессы, установление, устойчивость, бифуркационные явления, основы теории хаоса.	6	ПК-4
	Итого	6	
6 Протоколы систем передачи данных	Архитектура "мастер-слейв" в программно-аппаратном комплексе сосредоточенного	6	ПК-4

Согласована на портале № 31600

электротехнических комплексов и систем	управления. Методы управления распределенными системами. Управление в системах со случайным доступом. Управление в системах с передаваемым приоритетом (маркер). Алгоритм "выбора старшего", приоритеты. Протоколы и стандарты. Пакеты. Адресация в распределенных сетях. Программные средства реализации каналов связи и управления. Средства проектирования и методы автономной отладки программных средств аппаратных комплексов и систем.		
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		36	

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
3 семестр				
1 Классификация электротехнических комплексов и систем, варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	12		
	Итого	24		
2 Технические средства сбора, преобразования и хранения информации измерительных и управляющих систем. Технические средства передачи данных: классификация, стандартизация, интерфейсы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	12		
	Итого	24		
3 Математическое описание компонентов электротехнических комплексов и систем. Электропривод	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	12		
	Итого	24		
Итого за семестр		72		

Согласована на портале № 31600

4 семестр				
4 Построение электротехнических систем на принципах модального и оптимального управления.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	12		
5 Алгоритмы и программные средства управления сосредоточенными и распределенными системами	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	12		
6 Протоколы систем передачи данных электротехнических комплексов и систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	12		
Итого за семестр		36		
Итого		108		

10. Курсовая работа (проект)

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. Электронные промышленные устройства: Учебное пособие / Тырышкин А. В., Андраханов А. А. - 2007. 221 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/805 (дата обращения: 19.06.2018).

2. Теоретические основы автоматизированного управления: Учебник / Ехлаков Ю. П. - 2001. 338 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/668 (дата обращения: 19.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Рождественский Д.А. Микропроцессорные устройства в системах управления: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2003. – 130 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 96 экз.)

2. Москаленко, В.В. Электрический привод: Учебник / В.В. Москаленко. − М.: ИНФРА-М, 2015. – 364 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=443646 (дата обращения: 19.06.2018).

3. Онищенко, Г.Б. Теория электропривода: Учебник / Г.Б. Онищенко. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 294 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=452841 (дата обращения: 19.06.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Микропроцессорные устройства и системы: Руководство к организации самостоятельной работы / Русанов В. В., Шевелев М. Ю. - 2012. 91 с. [Электронный ресурс] -

Согласована на портале № 31600

Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/866 (дата обращения: 19.06.2018).

2. Михальченко С.Г. Разработка эффективного управления компонентами электротехнических комплексов и систем: Методические указания для проведения практических работ / С. Г. Михальченко; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники – Томск: ТУСУР, 2018. – 20 с.: прил. – Библиогр.: с. 17. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/msg/reukeks_mu.pdf (дата обращения: 19.06.2018).

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. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM − http://www.znanium.com/
2. Научная электронная библиотека Elibrary.ru http://elibrary.ru/
3. База данных электронных изданий IEEE Xplore https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp
4. Информационные, справочные и нормативные базы данных ТУСУР https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

12.5. Периодические издания

1. IEEE Transactions on Power Electronics (Impact Factor 7.151) covers fundamental technologies used in the control and conversion of electric power [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=63 (дата обращения: 15.06.2018).
2. IEEE Transactions on Industrial Electronics (Impact Factor 7.168) encompasses the applications of electronics, controls and communications, instrumentation and computational intelligence for the enhancement of industrial and manufacturing systems and processes. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=41 (дата обращения: 15.06.2018).
3. Журнал "Силовая электроника" [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://power-e.ru/ (дата обращения: 15.06.2018).

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 для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория робототехники и ЧПУ технологическим оборудованием

Согласована на портале № 31600

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 201а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (5 шт.);
- Робот учебный УР7/3;
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (4 шт.);
- Учебный лабораторный комплекс «Силовые цепи энергетической электроники» включает лабораторные стенды: "Для исследования асинхронных электроприводов" (2шт.), "Для исследования вентильных электроприводов" (2шт.), "Для исследования электроприводов постоянного тока";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader
- Far Manager
- Google Chrome
- LTspice 4
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Mathworks Simulink 6.5
- Microsoft Visual Studio
- Microsoft Windows XP
- 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.

Согласована на портале № 31600

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. Переменными вектора состояния электропривода ТП–Д являются:

а) скорость вращения двигателя, ЭДС двигателя, ток якорной цепи;

б) скорость вращения двигателя, ЭДС тиристорного преобразователя, ток якорной цепи;

в) скорость вращения двигателя, ЭДС тиристорного преобразователя, ток якорной цепи, момент двигателя.

2. К достоинствам модального управления можно отнести:

а) возможность получить любое быстродействие «в большом»;

б) возможность получить любое быстродействие «в малом»;

в) возможность получить любое быстродействие при средних перемещениях.

3. К недостаткам модального управления можно отнести:

а) желаемая динамика достижима только «в малом»;

б) желаемая динамика достижима только «в большом»;

в) желаемая динамика достижима только при средних перемещениях.

4. Модальный регулятор для электромеханического объекта пятого порядка предполагает введение:

а) обратных связей по трем координатам или их оценкам;

б) обратной связи по одной координате или ее оценке;

в) обратных связей по пяти координатам или их оценкам.

5. Наблюдающее устройство полного порядка позволяет оценить в электроприводе:

а) часть переменных состояния;

б) все переменные состояния;

в) неизмеряемые переменные состояния.

6. Наблюдающее устройство пониженного порядка:

а) оценивает параметры электропривода;

б) фильтрует измеряемые переменные состояния;

в) оценивает неизмеряемые переменные состояния.

7. Недостатком введения в систему электропривода прямой связи по возмущающему воздействию является:

а) значительное влияние на динамику системы;

б) невозможность в ряде случаев измерить или оценить возмущающее воздействие;

в) значительное ухудшение реакции на возмущающее воздействие.

8. К достоинствам модального ПИ-регулятора можно отнести:

а) возможность не ухудшать реакцию на задающее воздействие по сравнению с подчиненным регулированием;

б) возможность полностью исключить влияние возмущения на работу электропривода;

в) возможность в два раза уменьшить статическую ошибку по возмущающему воздействию.

9. Быстродействие наблюдателя по сравнению с быстродействием системы «объект-

Согласована на портале № 31600

регулятор» рекомендуется выбирать:

а) более низкое;

б) аналогичное;

в) более высокое.

10. Астатическое наблюдающее устройство для системы электропривода позволяет точно оценить:

а) все переменные и возмущение только в динамическом режиме;

б) все переменные и возмущение как в динамическом, так и в статическом режиме;

в) все переменные и возмущение только в установившемся режиме.

11. Динамику системы электропривода можно настраивать на стандартную форму:

а) Баттерворта;

б) биномиальную;

в) любую желаемую.

12. Параметрическая оптимизация системы электропривода предполагает определение:

а) структуры и параметров регулятора;

б) только структуры системы;

в) только параметров регулятора.

13. Для синтеза оптимальных систем электропривода необходимо знать:

а) динамические показатели качества управления;

б) статические показатели;

в) критерии качества.

14. Решение уравнения Риккати является основной процедурой при синтезе оптимальной системы управления электроприводом по:

а) быстродействию;

б) точности;

в) расходу электроэнергии.

15. Оптимальной системой электропривода называется система:

а) наилучшая;

б) наиболее эффективная;

в) наилучшая с точки зрения заданного критерия.

16. Адаптивные принципы построения системы электропривода применяются, когда:

а) требуемые показатели качества невозможно обеспечить жесткими настройками;

б) система многомерная;

в) параметры системы в процессе работы незначительно изменяются.

17. Система электропривода с моделью-эталоном в скользящем режиме становится нечувствительной к изменению:

а) параметров электропривода;

б) нагрузочного момента;

в) ошибок измерения.

18. Весовые коэффициенты в квадратичном функционале качества:

а) выбираются из каталога;

б) подбираются самостоятельно;

в) определяются по формулам.

19. Если модальный регулятор рассчитывается исходя из настройки динамики системы электропривода на биномиальную стандартную форму, то наблюдатель для этой системы настраивается на стандартную форму:

а) обязательно биномиальную;

б) обязательно Баттерворта;

в) любую.

20. При реализации модального регулятора ограничение тока обеспечить:

а) невозможно;

Согласована на портале № 31600

б) возможно;

в) нет необходимости

14.1.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Примеры применения МК в промышленности и быту, выдача вариантов индивидуальных заданий.

Изучение стандартного интерфейсного протокола UART.

Изучение стандартного интерфейсного протокола RS-485.

Изучение стандартных интерфейсных протоколов I2C, SPI.

Знакогенерирующие дисплеи.

Сопряжение микроконтроллера с семисегментными светодиодными индикаторами.

Сопряжение микроконтроллера с алфавитно-цифровым жидкокристаллическим дис-плеем.

Вариант программной реализации матричной клавиатуры 4x4 клавиши.

Вариант сопряжения микроконтроллера с персональным компьютером по последовательному порту.

Вариант сопряжения микроконтроллера с микросхемой Flash-памяти по протоколу I2C.

Синтез и исследование системы электропривода с модальным регулятором.

Синтез и исследование системы электропривода с модальным ПИ-регулятором.

Синтез и исследование системы электропривода с наблюдающим устройством полного порядка.

Синтез и исследование системы электропривода с наблюдателем пониженного порядка.

Синтез и исследование оптимальной по точности системы электропривода

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Основные варианты архитектуры электротехнических комплексов и систем. Принципы управления. Применение теории нелинейных систем автоматического управления для контроля электротехнических комплексов и систем. Сосредоточенное и распределенное управление.

Общие сведения о структуре управляющих систем. Информация = управление. Средства автоматического сбора информации - датчики. Средства технического зрения. Микросхемы ЦАП и АЦП. Аппаратные средства предобработки данных - фильтрация, масштабирование, сравнение, накопление и др. Аппаратные средства передачи цифровых и аналоговых сигналов. Хранение данных, модули резидентной памяти, ПЗУ, ОЗУ. Классификация каналов передачи данных. OSI. Классификация технологий передачи информации. Стандартизация интерфейсов, стандартные уровни цифровых и аналоговых сигналов, уровни помех. Аппаратные средства информационной безопасности.

Математическое описание объектов и систем. Векторно-матричное описание электротехнических комплексов. Электропривод – сложный электромеханический объект. Алгоритмы управления электроприводами - компонентами электротехнических комплексов и систем.

Протоколы и стандарты. Пакеты. Адресация в распределенных сетях. Программные средства реализации каналов связи и управления.

Модальное управление. Оптимальное управление. Синтез модальных регуляторов. Синтез оптимальных регуляторов. Построение наблюдающих устройств. Построение электроприводов по принципу «объект-наблюдатель-регулятор».

Общее описание процесса проектирования. Классификация методик управления компонентами электротехнических комплексов и систем. Области применения АСУ. Типовые конфигурации программной части систем управления. Средства проектирования и методы автономной отладки программных средств аппаратных комплексов и систем. Алгоритмы управления сосредоточенными и распределенными системами. Оценка эффективности алгоритма. Устойчивость алгоритма. Методы отладки и тестирования.

14.1.4. Темы индивидуальных заданий

1. Спроектировать многоканальную систему регулирования температуры в теплице. Включает восемь датчиков температуры и нагревателей. Значение стабилизируемой температуры задается в диапазоне от 10 до 40 градусов. Индикация выходных сигналов на включение нагревателей - с помощью линейки светодиодов. На цифровое табло вывести температуру объекта,

Согласована на портале № 31600

номер которого набран на программном переключателе.

2. Спроектировать измеритель частоты сети с точностью до десятых долей герца при времени измерения не более одной секунды. Информация должна дублироваться на выносном табло, связь с которым осуществляется с помощью трехпроводной линии связи.

3. Разработать устройство охранной сигнализации. Число охраняемых объектов - до 64. Устройство должно сохранять свою работоспособность при выключении сети. При нажатии кнопки “Запрос” на цифровые индикаторы последовательно выводятся номера объектов, обслуженных по сигналу “Тревога”.

4. Спроектировать устройство контроля интенсивности движения через мост. По запросу внешнего устройства выводит на цифровые индикаторы час пик и количество автомобилей, прошедших через мост в этот час.

5. Спроектировать устройство управления звонком на занятия. Должно реализовать реальную сетку расписания школьных звонков, индикацию текущего времени.

6. Спроектировать устройство для измерения потребляемой электро-энергии в любой сети постоянного тока (до 10000 кВт\час).

7. Спроектировать электронные весы. Фиксируют сначала вес тары (банки под сметану или растительное масло), а затем чистый вес продукта и его стоимость.

8. Разработать цифровой автомобильный спидометр (три десятичных разряда).

9. Цифровой генератор. Частота импульсов на выходе генератора в герцах от 1 до 99 должна быть равна числу на программном переключателе и отображаться на цифровых индикаторах. Длительность импульсов - 100 мкс.

10. Спроектировать генератор пачек импульсов, следующих с частотой 1 Гц. Частота импульсов в пачке 1 кГц, число импульсов в пачке (от 1 до 100) набирается кнопками программного и отображается на цифровых индикаторах. Длительность импульса - 100 мкс.

11. Спроектировать измеритель частоты вращения ротора двигателя. Диапазон измерения (100-10000 об/мин). Импульсный датчик вырабатывает 96 импульсов за каждый оборот. Время измерения - не более трех оборотов ротора.

12. Разработать электронное устройство управления инкубатором. Точность задания и стабилизации температуры - 0,1 градуса. Через каждый час обеспечить изменение положения яиц путем поворота на 45 град. Предусмотреть цифровую индикацию температуры. Для аналого-цифрового преобразования сигнала использовать метод двухтактного интегрирования.

13. Спроектировать цифровой спидометр для ГАИ. Контролируемая скорость автомобиля - до 200 км/час.

14. Разработать электронные шахматные часы с двумя индикаторами отсчета времени.

15. Спроектировать многоканальную систему регулирования температуры в теплице. Включает четыре датчика температуры и нагревателя. Значение стабилизируемой температуры задается в диапазоне от 10 до 40 градусов. Индикация выходных сигналов на включение нагревателей - с помощью линейки светодиодов. Для аналого-цифрового преобразования использовать метод двухтактного интегрирования

16. Разработать электронный таймер с индикацией в режиме обратного счета установленного времени в часах, минутах и секундах. В течение заданного временного отрезка должен быть включен исполнительный элемент (нагреватель).

17. Спроектировать измеритель частоты сети с точностью до десятых долей герца при времени измерения не более одной секунды. Прибор должен показывать число при включении его вилки в розетку сети переменного тока промышленной частоты.

18. Разработать устройство охранной сигнализации квартир одного подъезда многоэтажного дома. Число охраняемых объектов - до 16.

19. Спроектировать устройство контроля интенсивности движения автомобилей по автомагистрали без дополнительных съездов/въездов с дороги на контролируемом участке. На цифровые индикаторы выводится текущее время и количество автомобилей, прошедших через магистраль с начала суток.

20. Спроектировать устройство управления гудком на заводе. Должно реализовать реальную сетку расписания смен, обеденных перерывов, индикацию текущего времени.

21. Спроектировать электронные весы. Фиксируют вес и стоимость расфасованной порции

Согласована на портале № 31600

продукта.

22. Частота импульсов на выходе генератора в герцах от 10 до 999 должна быть равна числу на программном переключателе и отображаться на цифровых индикаторах. Длительность импульсов - 10 мкс, уровень - ТТЛ.

23. Спроектировать генератор пачек импульсов, следующих с частотой 10 Гц. Частота импульсов в пачке 10 кГц, число импульсов в пачке (от 1 до 100) набирается на лимбах программного переключателя и отображается на цифровых индикаторах. Длительность импульса - 10 мкс.

24. Спроектировать измеритель частоты вращения ротора двигателя. Диапазон измерения (100-1000 об/мин). Импульсный датчик вырабатывает 16 импульсов за каждый оборот. Время измерения - не более трех оборотов ротора.

25. Разработать электронное устройство управления инкубатором. Точность задания и стабилизации температуры - 0,1 градуса. Через каждый час обеспечить изменение положения яиц путем поворота на 45 град. Предусмотреть цифровую индикацию температуры. Для аналого-цифрового преобразования использовать метод последовательных приближений.

26. Разработать часы-секундомер комментатора. Перед началом соревнований стайеров в память заносится время контрольного забега последовательно по кругам. Нажатие кнопки после очередного круга вы-водит информацию об отклонении от контрольного времени (до 99.9 с).

27. Разработать часы электронные со звуковым сигналом. Воспроизводят мелодию через каждый час.

28. Спроектировать устройство управления рабочим циклом литьевой машины. Рабочий цикл включает смыкание форм, подвод механизма впрыска, впрыск (Т1), формование (Т2), отвод механизма впрыска, загрузку (Т3), охлаждение (Т4), размыкание форм и выталкивание изделия. Пауза между циклами - Т5. Временные интервалы Т1, Т2, Т3, Т5 - до 99 с, Т4 - до 9999 с.

29. Спроектировать счетчик потребляемой тепловой энергии. Контролируется объем потребляемой горячей воды и разность температур в трубах горячей и холодной воды.

30. Спроектировать цифровую систему управления электроприводом с модальным регулятором.

31. Спроектировать цифровую систему управления электроприводом с модальным ПИ-регулятором.

32. Спроектировать цифровую систему управления электроприводом с наблюдающим устройством полного порядка.

33. Спроектировать цифровую систему управления электроприводом с наблюдателем пониженного порядка.

34. Спроектировать цифровую систему управления электроприводом с оптимальной по точности системой позиционирования

14.1.5. Зачёт

1. Электротехническая система. Микропроцессорная система управления. Определение.
2. Электротехнический комплекс. Компоненты ЭТК. Система.
3. Микропроцессорное устройство. Определение.
4. Области использования МКСУ (привести сравнительную таблицу «Характеристика задач - разрядность - производительность»).
5. Основные направления развития микропроцессорных систем управления ЭТК.
6. Архитектура ЭТК. Определение.
7. Структура электротехничексих комплексов и систем. Определение.
8. Классификация современных микропроцессоров по функциональному признаку.
9. Микропроцессоры общего назначения. Назначение, исходя из классификации по функциональному признаку.
10. Микроконтроллеры. Назначение, исходя из классификации по функциональному признаку.
11. Назначение и область применения 8-разрядных МКСУ ЭТК.
12. Назначение и область применения 16-разрядных МКСУ ЭТК.
13. Назначение и область применения 32-разрядных МКСУ ЭТК.
14. Цифровые процессоры сигналов. Определение, назначение и область применения.

Согласована на портале № 31600

15. Магистрально-модульную структура. Определение.

16. Типовая структура микропроцессорной системы управления ЭТК. Привести рисунок.

17. Основные режимы работы микропроцессорной системы управления ЭТК.

18. Классификация прерываний и исключений. Привести рисунок.

19. Аналого-цифровые преобразователи. Дискретность сигнала, частота дискретизации, Теорема Котельникова.

20. Типы и архитектура АЦП. Встроенные АЦП и периферийные модули АЦП. Тактирование микросхем. Время преобразования.

21. Реализация цифрового интерфейса передачи данных в микропроцессорной системе. Вопросы электромагнитной совместимости. Помехи.

22. Фильтрация в цифровых каналах передачи данных

23. Математическое описание объектов и систем. Векторно-матричное описание электротехнических комплексов.

24. Алгоритмы управления электроприводами. Классификация, принципы управления, программные и аппаратные решения.

25. Модальное управление. Синтез модальных регуляторов. Измерение переменных состояний в электроприводе.

26. Построение наблюдающих устройств. Построение электроприводов по принципу «объект-наблюдатель-регулятор».

27. Точность в системах с модальным регулятором. Модальный ПИ-регулятор.

28. Наблюдающие устройства полного порядка в структуре систем управления электроприводом.

29. Наблюдающие устройства пониженного порядка в системах электропривода.

30. Оценка нагрузочного момента. Астатическое наблюдающее устройство.

14.1.6. Вопросы дифференцированного зачета

1 Основные параметры и особенности применения двунаправленных портов, настраиваемых на ввод или вывод программированием бита в регистре направления передачи.

2. Основные параметры и особенности применения квазидвунаправленных портов.

3. Основные параметры и особенности применения двунаправленных портов с программным подключением «подтягивающих» резисторов.

4. Принцип работы и основные свойства «классического» таймера.

5. Принцип работы и основные свойства устройства входного захвата (Input Capture) и выходного сравнения (Output Compare).

6. Принцип работы и основные свойства процессора событий.

7. Реализация ЦАП на основе ШИМ –модуляции.

8. Особенности реализации ШИМ (PWM) в разных подсистемах реального времени.

9. Принцип работы и основные параметры модуля АЦП на основе АЦП последовательного приближения.

10. Алгоритм и функциональная схема простого и недорогого варианта АЦП , использующего внешний или встроенный аналоговый компаратор.

11. Интерфейсы последовательного ввода\вывода, используемые для связи встраиваемой МПСУ с системой управления верхнего уровня:название и основные характеристики.

12. Интерфейсы последовательного ввода\вывода, используемые для связи с внешними по отношению к МПСУ периферийными интегральными схемами, датчиками физических величин с последовательным выходом: название и основные характеристики.

13. Интерфейсы последовательного ввода\вывода, используемые для связи встраиваемой МПСУ с локальной сетью в мультимикропроцессорной системе: название и основные характеристики.

14. Архитектура "мастер-слейв" в программно-аппаратном комплексе сосредоточенного управления.

15. Методы управления распределенными системами. Управление в системах со случайным доступом.

16. Управление в системах с передаваемым приоритетом (маркер). Алгоритм "выбора старшего", приоритеты.

Согласована на портале № 31600

17. Протоколы и стандарты. Пакеты.

18. Адресация в распределенных сетях.

19. Программные средства реализации каналов связи и управления.

20. Средства проектирования и методы автономной отладки программных средств.

21. Изучение стандартных протоколов. Методы конкурентного доступа к ресурсам.

22. Программная реализация методов теории автоматического управления сложными системами - переходные процессы, установление

23. Устойчивость сложных технических систем. Методы анализа.

24. Бифуркационные явления, основы теории хаоса.

25. Оптимальное управление. Синтез оптимальных регуляторов. Измерение переменных состояний в электроприводе.

26. Характеристика оптимальных систем. Основные оптимальные задачи, критерии, процедура решения.

27. Решение оптимальной задачи по точности электропривода. Уравнение Риккати.

28. Решение оптимальных задач в условиях ограничения координат (скорости, тока якоря). Принцип максимума.

29. Синтез оптимальной по быстродействию системы.

30. Системы электропривода с адаптацией к возмущению.

31. Построение системы «Объект – астатическое наблюдающее устройство – регулятор с компенсационным каналом».

32. Параметрическая адаптация. Скользящие режимы. Построение системы управления электроприводом как адаптивной системы с переменной структурой.

33. Проектирование микропроцессорной системы управления: общее описание процесса (принципы).

34. Понятие системного проектирования.

35. Понятие структурно-алгоритмического проектирования.

36. Понятие функционально-логического проектирования.

37. Понятие конструкторско-технологического проектирования.

38. Характеристика варианта реализации МПСУ на стандартных микросхемах (структура стоимости, сложность, сроки).

39. Основные этапы проектирования цифровой части МПСУ ЭТК.

40. Основные этапы проектирования аналоговой и аналого-цифровой части МПСУ ЭТК.

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

Согласована на портале № 31600

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.

Согласована на портале № 31600