МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИМПУЛЬСНО-МОДУЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление и автоматизация бортовых комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет вычислительных систем (ФВС)**
Кафедра: **Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	8	8	часов
Практические занятия	10	10	часов
Лабораторные занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	144	144	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	216	216	часов
	6	6	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 73608

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучить принципы математического описания, анализа и синтеза замкнутых дискретных систем автоматического управления электроэнергетическими системами.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить виды и способы математического моделирования импульсно-модуляционных систем управления посредством коммутационных разрывных функций.
2. Освоить методы анализа и синтеза замкнутых дискретных систем автоматического управления электроэнергетическими системами.
3. Освоить отечественную и зарубежную элементную базу специализированных микросхем - контроллеров импульсно-модуляционного вида.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.02.03.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-1. Способен проектировать, разрабатывать элементы и системы управления бортовыми комплексами	ПК-1.1. Знает элементы и системы управления бортовыми комплексами, использующими ПЛИС	Знает элементы и системы управления бортовыми комплексами, использующими импульсно-модуляционные системы управления энергией
	ПК-1.2. Умеет проектировать, разрабатывать элементы и системы управления бортовыми комплексами, использующими ПЛИС	Умеет проектировать, разрабатывать элементы и системы управления бортовыми комплексами, использующими импульсно-модуляционные системы управления энергией
	ПК-1.3. Владеет навыками проектирования, разработки элементов и систем управления бортовыми комплексами, использующими ПЛИС	Владеет навыками проектирования, разработки элементов и систем управления бортовыми комплексами, использующими импульсно-модуляционные системы управления энергией

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем

Согласована на портале № 73608

и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	8	8
Практические занятия	10	10
Лабораторные занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	144	144
Подготовка к тестированию	48	48
Выполнение индивидуального задания	48	48
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	48	48
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	216	216
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	6

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Общие понятия импульсной модуляции	2	2	4	36	44	ПК-1
2 Коммутационные разрывные функции	2	4	4	36	46	ПК-1
3 Виды импульсной модуляции (ШИМ, ЧИМ, АИМ, ФИМ, МИМ)	2	4	4	36	46	ПК-1
4 Замкнутые дискретные системы управления	2	-	6	36	44	ПК-1
Итого за семестр	8	10	18	144	180	
Итого	8	10	18	144	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
1 семестр			

Согласована на портале № 73608

1 Общие понятия импульсной модуляции	Понятие импульсной модуляции с точки зрения замкнутых дискретных систем автоматического управления. Виды импульсной модуляции и способы импульсного дозирования энергии. Принципы математического описания, анализа и синтеза замкнутых дискретных систем автоматического управления.	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Коммутационные разрывные функции	Математический способ представления импульсно-модуляционного сигнала управления энергетическим потоком. Системы дифференциальных уравнений и коммутационные разрывные функции. Начальные условия задачи Коши. Численные методы интегрирования. Особенности дифференцирования функций с разрывом первого рода. Задающая функция - формирование заданной формы выходного сигнала.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Виды импульсной модуляции (ШИМ, ЧИМ, АИМ, ФИМ, МИМ)	Особенности широтно-импульсной модуляции, частотно-импульсной модуляции, амплитудно-импульсной модуляции и их комбинаций. Многозонная импульсная модуляция (многоуровневая). Прохождение сигналов с импульсной модуляцией через фильтрующие цепи. Точность формирования выходного сигнала преобразователя энергии, коэффициент нелинейных искажений. Коэффициент пульсаций.	2	ПК-1
	Итого	2	
4 Замкнутые дискретные системы управления	Способы формирования (программирования) замкнутой системы управления, реализующей дискретный способ регулирования (ИМ) потоком энергии (током, напряжением, мощностью). Реализация импульсной модуляции на микроконтроллерах, специализированные ШИМ-контроллеры. Замкнутые системы управления, контуры подчиненного регулирования.	2	ПК-1
	Итого	2	
	Итого за семестр	8	
	Итого	8	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.
Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Согласована на портале № 73608

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Общие понятия импульсной модуляции	Построение в MathCAD математической модели простейшей широтно-импульсной системы управления некоторой физической величиной.	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Коммутационные разрывные функции	Построение коммутационно-разрывной функции управления простейшим стабилизатором (непосредственным преобразователем напряжения понижающего типа) с широтно-импульсным управлением. Моделирование его в MathCAD и LTSpice.	4	ПК-1
	Итого	4	
3 Виды импульсной модуляции (ШИМ, ЧИМ, АИМ, ФИМ, МИМ)	Построение математической модели замкнутой импульсно-модуляционной системы управления, реализующей заданную форму выходного сигнала. В соответствии с индивидуальным заданием.	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		10	
Итого		10	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Общие понятия импульсной модуляции	Построение в MathCAD математической модели простейшей широтно-импульсной системы управления некоторой физической величиной.	4	ПК-1
	Итого	4	
2 Коммутационные разрывные функции	Построение коммутационно-разрывной функции управления простейшим стабилизатором (непосредственным преобразователем напряжения понижающего типа) с широтно-импульсным управлением. Моделирование его в MathCAD.	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 73608

3 Виды импульсной модуляции (ШИМ, ЧИМ, АИМ, ФИМ, МИМ)	Построение коммутационно-разрывной функции управления простейшим стабилизатором (непосредственным преобразователем напряжения понижающего типа) с заданным видом импульсного управления (ШИМ, ЧИМ, АИМ, ФИМ, ЧШИМ и т.п.) и моделирование его в MathCAD или LTSpice.	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Замкнутые дискретные системы управления	Построение математической модели замкнутой импульсно-модуляционной системы управления, реализующей заданную форму выходного сигнала (в соответствии с индивидуальным заданием).	4	ПК-1
	Оформление отчета по всему комплексу лабораторных работ по индивидуальному заданию.	2	ПК-1
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Общие понятия импульсной модуляции	Подготовка к тестированию	12	ПК-1	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	12	ПК-1	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПК-1	Лабораторная работа
	Итого	36		

Согласована на портале № 73608

2 Коммутационные разрывные функции	Подготовка к тестированию	12	ПК-1	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	12	ПК-1	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПК-1	Лабораторная работа
	Итого	36		
3 Виды импульсной модуляции (ШИМ, ЧИМ, АИМ, ФИМ, МИМ)	Подготовка к тестированию	12	ПК-1	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	12	ПК-1	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПК-1	Лабораторная работа
	Итого	36		
4 Замкнутые дискретные системы управления	Подготовка к тестированию	12	ПК-1	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	12	ПК-1	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПК-1	Лабораторная работа
	Итого	36		
Итого за семестр		144		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		180		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Согласована на портале № 73608

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
1 семестр				
Индивидуальное задание	8	8	8	24
Лабораторная работа	8	8	8	24
Тестирование	6	8	8	22
Экзамен				30
Итого максимум за период	22	24	24	100
Нарастающим итогом	22	46	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Цифровые системы автоматического регулирования: Учебное пособие / А. Г. Карпов - 2015. 216 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6244.

7.2. Дополнительная литература

1. Спектры и анализ: Учебное пособие / С. А. Татаринов, В. Н. Татаринов - 2012. 323 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1490.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

Согласована на портале № 73608

1. Цифровые системы автоматического управления: Учебное методическое пособие для магистров направления подготовки «Управление в технических системах» 27.04.04 / А. Г. Карпов - 2016. 38 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6245.

2. Основы теории управления: Учебное методическое пособие по самостоятельной работе и лабораторным работам / А. Г. Карпов - 2016. 82 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6267.

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория элементов и устройств систем автоматики: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 330 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор LG RD-DX130;
- Стенд для исследования приводов;
- Стенд для изучения и программирования промышленных контроллеров MOSCAD;
- Стенд для изучения и программирования промышленных контроллеров систем управления;
- Стенд для изучения АСУ дорожным движением в комплекте;
- Стенд для изучения АСУ наружным освещением в комплекте;
- Стенд для систем ПИД-регулирования;
- Стенд для изучения систем регулирования давления на основе управляемого электропривода;
- Стенд для изучения СУ движением на основе интеллектуального электропривода переменного тока;
- Стенд для использования систем бесперебойного электропитания;

Согласована на портале № 73608

- Учебный стенд на базе логических модулей LOGO;
- Учебный стенд на базе программируемого логического контроллера;
- Учебный электромеханический робот с компьютерным управлением и элементами технического зрения;
- Экран интерактивный SMARTBOARD;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AVR Studio 6.2;
- DosBOX;
- Far Manager;
- Mathcad 13, 14;
- Microsoft EXCEL Viewer;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Visual Studio 2005 Professional;
- Microsoft Visual Studio 2013 Professional;
- Microsoft Word Viewer;
- OpenOffice 4;
- Windows XP Professional Edition;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 331б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Симулятор интеллектуального электропривода;
- Набор для разработки встраиваемых систем ZedBoard Zynd-7000 (5 шт.);
- Стенд лабораторный 01 ИФУГ 421463.237 (7 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- OpenOffice 4;
- Windows XP Professional Edition;

8.4. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными

Согласована на портале № 73608

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 зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Общие понятия импульсной модуляции	ПК-1	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Коммутационные разрывные функции	ПК-1	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 73608

3 Виды импульсной модуляции (ШИМ, ЧИМ, АИМ, ФИМ, МИМ)	ПК-1	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Замкнутые дискретные системы управления	ПК-1	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции

Согласована на портале № 73608

2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что может преобразовывать импульсно-модуляционная система (ИМС) силовой электроники?
   а) ИМС силовой электроники преобразовывает только информацию
   б) ИМС силовой электроники преобразовывает только электрическую энергию
   в) ИМС силовой электроники преобразовывает как информацию, так и электрическую энергию
   г) ИМС силовой электроники преобразовывает все, что на нее подают
2. Какую форму выходного сигнала можно сформировать импульсно-модуляционным способом?
   а) постоянное напряжение или ток
   б) синусоидальную форму гармонического сигнала
   в) импульсную последовательность
   г) произвольную форму
3. Какая ИМС называется нелинейной?
   а) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является импульсным
   б) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является линейным
   в) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является нелинейным
   г) Если все звенья ее структурной схемы являются нелинейными
4. Что такое непрерывная модуляция?
   а) Это изменение амплитуды непрерывного сигнала
   б) Это изменение частоты непрерывного сигнала
   в) Это изменение фазы непрерывного сигнала
   г) Это изменение одного из параметров непрерывного сигнала переносчика (например, амплитуды, частоты или фазы синусоидального сигнала) в соответствии с заданием
5. Какая ИМС называется импульсной?
   а) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является импульсным
   б) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является линейным
   в) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является нелинейным
   г) Если все звенья ее структурной схемы являются импульсными
6. Что такое импульсная модуляция?
   а) Это изменение одного из параметров импульсного сигнала переносчика (например,

Согласована на портале № 73608

амплитуды, частоты или длительности импульсного сигнала) в соответствии с заданием
б) Это изменение амплитуды импульсного сигнала
в) Это изменение длительности импульсного сигнала
г) Это изменение частоты импульсного сигнала

7. Как называется вид модуляции, объединяющий в себе модуляцию хотя-бы по двум параметрам?
а) Объединенным
б) Параметрическим
в) Двухпараметрическим
г) Комбинированным
8. Какой параметр изменяется при широтно-импульсной модуляции?
а) частота следования импульсов
б) фазы импульсов
в) амплитуды импульсов
г) длительность импульсов
9. Какая ИМС называется линейной?
а) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является импульсным
б) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является линейным
в) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является нелинейным
г) Если все звенья ее структурной схемы являются линейными
10. Что в математическом описании импульсного сигнала определяет коммутационная разрывная функция?
а) импульсную последовательность
б) систему дифференциальных уравнений
в) полную постановку задачи Коши в дискретной форме
г) начальные условия для решения дифференциальных уравнений

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Построить математическое описание немодулированной импульсной последовательности прямоугольных импульсов, если амплитуда импульсов A=10 В, частота f=10 Гц, длительность импульсов tи=10 мС. Момент начала импульсов совпадает с началом периода. Вычислить коэффициент заполнения интервала.
2. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Основные понятия и определения. Примеры построения ШИМ.
3. Построить математическое описание модулированной импульсной последовательности (ШИМ) прямоугольных импульсов, если амплитуда импульсов A=100 В, частота f=10 кГц, длительность импульсов tи=1-20 мкС. Момент начала импульсов совпадает с началом периода.
4. Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ). Основные понятия и определения. Примеры построения АИМ.
5. Построить математическое описание модулированной импульсной последовательности (АИМ) прямоугольных импульсов, если амплитуда импульсов A=10-100 В, частота f=10 кГц, коэффициент заполнения 0,5. Момент начала импульсов совпадает с началом периода.
6. Фазо-импульсная модуляция (ФИМ). Основные понятия и определения. Примеры построения ФИМ.
7. Построить математическое описание модулированной импульсной последовательности (ФИМ) прямоугольных импульсов, если амплитуда импульсов A=12 В, частота f=10 кГц, длительность импульсов tи=90 мС.
8. Частотно-импульсная модуляция (ЧИМ). Основные понятия и определения. Примеры построения ЧИМ.
9. Построить математическое описание модулированной импульсной последовательности (ЧИМ) прямоугольных импульсов, если амплитуда импульсов A=20 В, частота f=10 Гц -10 кГц, длительность импульсов tи=2 мкС. Момент начала импульсов совпадает с началом периода.
10. Многозонная импульсная модуляция (МИМ). Основные понятия и определения. Реализация МИМ и ее характеристики

Согласована на портале № 73608

9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Транзисторный преобразователь понижающего типа с ШИМ, стабилизированный по напряжению.
2. Транзисторный преобразователь повышающего типа с ШИМ, стабилизированный по напряжению.
3. Транзисторный преобразователь инвертирующего типа с ШИМ, стабилизированный по напряжению.
4. Транзисторный прямоходовой преобразователь с ШИМ, стабилизированный по току.
5. Транзисторный обратноходовой преобразователь с ШИМ, стабилизированный по току.
6. Стабилизированный транзисторный преобразователь с МИМ.
7. Транзисторный прямоходовой преобразователь с ШИМ, стабилизированный по напряжению.
8. Транзисторный обратноходовой преобразователь с ШИМ, стабилизированный по напряжению.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Построение в MathCAD математической модели простейшей широтно-импульсной системы управления некоторой физической величиной.
2. Построение коммутационно-разрывной функции управления простейшим стабилизатором (непосредственным преобразователем напряжения понижающего типа) с широтно-импульсным управлением. Моделирование его в MathCAD.
3. Построение коммутационно-разрывной функции управления простейшим стабилизатором (непосредственным преобразователем напряжения понижающего типа) с заданным видом импульсного управления (ШИМ, ЧИМ, АИМ, ФИМ, ЧШИМ и т.п.) и моделирование его в MathCAD или LTSpice.
4. Построение математической модели замкнутой импульсно-модуляционной системы управления, реализующей заданную форму выходного сигнала (в соответствии с индивидуальным заданием).
5. Оформление отчета по всему комплексу лабораторных работ по индивидуальному заданию.

9.2. 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 осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров.

Согласована на портале № 73608

Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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.

Согласована на портале № 73608

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 19 от «16» 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КСУП	Ю.А. Шурыгин	Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КСУП	Т.Е. Григорьева	Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5
Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d

РАЗРАБОТАНО:

Заведующий кафедрой промышленной электроники (ПрЭ), каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Разработано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a

Согласована на портале № 73608