

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
Решением Ученого совета ИЦТЭ КГЭУ  
Протокол №7 от 19.03.2024



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

«30» 2023 . . .

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.01.04 Проектирование мехатронных систем

*(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

Направление подготовки

15.03.06 Мехатроника и робототехника

*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация

Бакалавр

*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ПМ	доцент, к.т.н.	Малёв Н.А.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ПМ	16.05.2023	№5	_____ Зав.каф., к.т.н., доц. Козелков О.В.
Согласована	ПМ	16.05.2023	№5	_____ Зав.каф., к.т.н., доц. Козелков О.В.
Согласована	Учебно-методический совет института ИЦТЭ	30.05.2023	№7	_____ Директор ИЦТЭ, к.т.н., доц.Беляев Э.И.
Одобрена	Ученый совет института ИЦТЭ	30.05.2023	№9	_____ Директор ИЦТЭ, к.т.н., доц.Беляев Э.И.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

*(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)*

**Целью** освоения дисциплины Б1.В.ДЭ.01.01.04 Проектирование мехатронных систем является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих необходимые в профессиональной деятельности знания, умения и навыки решения задач в области интеграции знаний применительно к проектированию средств мехатроники и робототехники и их систем управления, к активному участию в инновационной деятельности предприятий и организаций.

**Задачами** дисциплины является изучение, с позиций системного подхода, содержания основных этапов разработки, проектирования и эксплуатации объектов мехатроники и робототехники для обеспечения их конкурентоспособности на протяжении всего жизненного цикла.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2. Использует системный подход для решения поставленных задач, владеет логическими методами обработки информации, отличает факты от мнений, гипотез и интерпретаций
ПК-1. Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых мехатронных систем	ПК-1.3. Формулирует предложения по внедрению результатов исследований
ПК-2. Способен понимать и оформлять элементы технической документации механических, электрических и электронных узлов мехатронных систем	ПК-2.1. Понимает и оформляет чертежи механических узлов мехатронных систем ПК-2.2. Понимает и оформляет электрические схемы электрических и электронных узлов мехатронных систем

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: «Автоматизированный электропривод», «Преобразователи мехатронных и робототехнических систем», «Управление мехатронными и робототехническими системами», «Программное обеспечение и программирование в профессиональной деятельности», «Математическое моделирование мехатронных и робототехнических систем».

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: «Инжиниринг мехатронных систем», «Оптимальное управление мехатронными системами», Производственная практика (преддипломная), выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			7	8	
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	9	324	108	216	
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	162	62	100	
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2,78	100	46	54	
Лекции	0,95	34	16	18	
Практические (семинарские) занятия	1,83	66	30	36	
Лабораторные работы	0	0	0	0	
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,22	152	62	90	
Проработка учебного материала	4,22	152	62	90	
Курсовой проект	2	72	0	72	
Курсовая работа	0	0	0	0	
Подготовка к промежуточной аттестации	0	0	0	0	
Промежуточная аттестация:			Э	Э	
				КП	

**Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий**

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Общие вопросы проектирования мехатронных систем	52	8		14	30	ТК1	УК-1.2.3, УК-1.2.У, УК-1.2.В, ПК-1.3.3
Раздел 2. Полупроводниковые преобразователи мехатронных систем	56	8		16	32	ТК2	ПК-2.2.3, ПК-2.2.У, ПК-2.2.В
Экзамен	0				0	ОМ	
<b>Итого за 7 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>		<b>30</b>	<b>62</b>		
Раздел 3. Электромеханические преобразователи мехатронных систем	38	8		16	40	ТК3	ПК-2.1.3, ПК-2.1.У, ПК-2.1.В
Раздел 4. Синтез управляющих устройств мехатронных систем	38	10		20	50	ТК4	ПК-1.3.У, ПК-1.3.В, ПК-2.1.В, ПК-2.2.В
Курсовой проект	72				72	ОМкп	УК-1.2.В, ПК-1.3.В, ПК-2.1.В, ПК-2.2.В
Экзамен	0				0	ОМ	УК-1.2.3, УК-1.2.У, УК-

							1.2.В, ПК-1.3.3, ПК-1.3.У, ПК-1.3.В, ПК-2.1.3, ПК- 2.1.У, ПК-2.1.В, ПК-2.2.3, ПК-2.2.У, ПК-2.2.В
<b>Итого за 8 семестр</b>	<b>216</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	<b>162</b>		
<b>ИТОГО</b>	324	34		66	162		

### Содержание дисциплины

Раздел 1. Общие вопросы проектирования мехатронных систем

Тема 1.1. Основные методы и средства проектирования мехатронных систем. Автоматизация проектирования.

Тема 1.2. Имитационное и макетное моделирование, испытания образцов, нормативные акты проектирования

Раздел 2. Полупроводниковые преобразователи мехатронных систем

Тема 2.1. Управляемые преобразователи на основе источников постоянного тока

Тема 2.2. Управляемые преобразователи импульсных сигналов

Раздел 3. Электромеханические преобразователи мехатронных систем

Тема 3.1. Модели, методы и алгоритмы управления электромеханическими преобразователями постоянного тока

Тема 3.2. Модели, методы и алгоритмы управления электромеханическими преобразователями переменного тока

Раздел 4. Синтез управляющих устройств мехатронных систем

Тема 4.1. Общие понятия о синтезе регуляторов

Тема 4.2. Методы синтеза непрерывных стационарных мехатронных систем с параметрами регуляторов, обеспечивающими работоспособность системы

Тема 4.3. Методы синтеза непрерывных стационарных мехатронных систем с регуляторами, обеспечивающими оптимизацию процессов по одному критерию

### Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час
1	ПР1. Метод морфологических таблиц	2
1	ПР2. Метод сканирования пространства параметров	4
1	ПР3. Математические методы отыскания оптимальных проектных решений	8
2	ПР4. Моделирование и анализ трехфазного управляемого выпрямителя	8
2	ПР5. Моделирование и анализ автономных инверторов тока и напряжения	8
3	ПР6. Моделирование и анализ асинхронного электромеханического преобразователя	8
3	ПР7. Моделирование и анализ синхронного электромеханического преобразователя с постоянными магнитами на роторе	8
4	ПР8. Синтез регуляторов мехатронных систем методом стандартных настроек	4
4	ПР9. Синтез регуляторов методом модального управления	8

4	ПР10. Синтез наблюдателей состояния	8
	Итого	66

### Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

#### Курсовой проект

Темы курсовых проектов:

1. Проект мехатронной системы на базе машины постоянного тока с последовательной коррекцией
2. Проект мехатронной системы на базе машины постоянного тока с модальным управлением
3. Проект мехатронной системы на базе машины постоянного тока с наблюдателем Люенбергера
4. Проект мехатронной системы на базе асинхронной машины с последовательной коррекцией
5. Проект мехатронной системы на базе асинхронной машины с модальным управлением
6. Проект мехатронной системы на базе асинхронной машины с наблюдателем Люенбергера
7. Проект мехатронной системы на базе синхронной машины с последовательной коррекцией
8. Проект мехатронной системы на базе синхронной машины с модальным управлением
9. Проект мехатронной системы на базе синхронной машины с наблюдателем Люенбергера

Содержание проекта:

1. Выбор и расчет элементов мехатронной системы
2. Исследование нескорректированной мехатронной системы
3. Синтез управляющего устройства (наблюдателя)
4. Моделирование скорректированной системы и анализ полученных результатов

#### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
Шкала оценивания						

			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно	
			зачтено				не зачтено
УК-1	УК-1.2. Использует системный подход для решения поставленных задач, владеет логическими методами обработки информации, отличает факты от мнений, гипотез и интерпретаций	знать:	демонстрирует знание особенностей системного подхода для решения поставленных задач, владеть логическими методами обработки информации, отличать факты от мнений, гипотез и интерпретаций	демонстрирует знание особенностей системного подхода для решения поставленных задач, владение логическими методами обработки информации, отличий фактов от мнений, гипотез и интерпретаций	демонстрирует знание особенностей системного подхода для решения поставленных задач, владение логическими методами обработки информации, отличий фактов от мнений, гипотез и интерпретаций, допуская небольшие неточности	демонстрирует знание особенностей системного подхода для решения поставленных задач, владение логическими методами обработки информации, отличий фактов от мнений, гипотез и интерпретаций, допуская ошибки	не знает особенностей системного подхода для решения поставленных задач, не владеет логическими методами обработки информации, не отличает фактов от мнений, гипотез и интерпретаций
		уметь:	использовать системный подход для решения поставленных задач для решения практических задач в профессиональной деятельности	умеет использовать системный подход для решения поставленных задач для решения практических задач в профессиональной деятельности	умеет использовать системный подход для решения поставленных задач для решения практических задач в профессиональной деятельности,	умеет использовать системный подход для решения поставленных задач для решения практических задач в профессиональной деятельности,	не способен использовать системный подход для решения поставленных задач для решения практических задач в профессиональной деятельности

				допускает небольшие неточности	допускает ошибки	оси
		владеть:				
		логическими методами обработки информации, отличать факты от мнений, гипотез и интерпретаций	владеет логическими методами обработки информации, отличает факты от мнений, гипотез и интерпретаций	владеет логическими методами обработки информации, отличает факты от мнений, гипотез и интерпретаций, допускает небольшие неточности	владеет логическими методами обработки информации, отличает факты от мнений, гипотез и интерпретаций, допускает ошибки	не владеет логическими методами обработки информации, не отличает факты от мнений, гипотез и интерпретаций
ПК-1	ПК-1.3. Формулирует предложения по внедрению результатов исследований	знать:				
		методы формулировки предложений по внедрению результатов исследований	демонстрирует знание о методах формулировки предложений по внедрению результатов исследований	демонстрирует знание о методах формулировки предложений по внедрению результатов исследований, допускает небольшие неточности	демонстрирует знание о методах формулировки предложений по внедрению результатов исследований, допускает ошибки	не знает о методах формулировки предложений по внедрению результатов исследований
		уметь:				
		формулировать предложения по внедрению результатов исследований	умеет формулировать предложения по внедрению результатов	умеет формулировать предложения по внедрению результатов	умеет формулировать предложения по внедрению результатов	не способен формулировать предложения по внедрению результатов

			исследований	исследований, допуская небольшие неточности	исследований, допуская ошибки	ов исследований
		владеть:				
		навыками формулировки предложений по внедрению результатов исследований	владеет навыками формулировки предложений по внедрению результатов исследований	владеет навыками формулировки предложений по внедрению результатов исследований, допуская небольшие неточности	владеет навыками формулировки предложений по внедрению результатов исследований, допуская ошибки	не владеет навыками формулировки предложений по внедрению результатов исследований
ПК-2	ПК-2.1. Понимает и оформляет чертежи механических узлов мехатронных систем	знать:				
		методы оформления чертежей механических узлов мехатронных систем	демонстрирует знание о методах оформления чертежей механических узлов мехатронных систем	демонстрирует знание о методах оформления чертежей механических узлов мехатронных систем, допуская небольшие неточности	демонстрирует знание о методах оформления чертежей механических узлов мехатронных систем, допуская ошибки	не знает о методах оформления чертежей механических узлов мехатронных систем
		уметь:				
		оформлять чертежи механических узлов мехатронных систем	умеет оформлять чертежи механических узлов мехатронных систем	умеет оформлять чертежи механических узлов мехатронных систем, допуская	умеет оформлять чертежи механических узлов мехатронных систем, допуская	не способен оформлять чертежи механических узлов мехатронных систем

				небольш е неточност и	ошибки	систем
		владеть:				
		навыками оформления чертежей механических узлов мехатронных систем	владеет навыками оформлен ия чертежей механиче ских узлов мехатрон ных систем	владеет навыками оформлен ия чертежей механиче ских узлов мехатрон ных систем, допуская небольш е неточност и	владеет навыками оформлен ия чертежей механиче ских узлов мехатрон ных систем, допуская ошибки	не владеет навыкам и оформле ния чертежей механиче ских узлов мехатрон ных систем
	ПК-2.2. Понимает и оформляет электрическ ие схемы электрическ их и электронных узлов мехатронны х систем	знать:				
		методы оформления электрических схем электрических и электронных узлов мехатронных систем	демонстр ирует знание о методах оформлен ия электриче ских схем электриче ских и электронн ых узлов мехатрон ных систем	демонстр ирует знание о методах оформлен ия электриче ских схем электриче ских и электронн ых узлов мехатрон ных систем, допуская небольш е неточност и	демонстр ирует знание о методах оформлен ия электриче ских схем электриче ских и электронн ых узлов мехатрон ных систем, допуская ошибки	не знает о методах оформле ния электрич еских схем электрич еских и электрон ных узлов мехатрон ных систем
		уметь:				
		оформлять электрические схемы электрических и электронных узлов мехатронных систем	умеет оформлят ь электриче ские схемы электриче ских и электронн ых узлов мехатрон ных	умеет оформлят ь электриче ские схемы электриче ских и электронн ых узлов мехатрон ных	умеет оформлят ь электриче ские схемы электриче ских и электронн ых узлов мехатрон ных	не способен оформлят ь электрич еские схемы электрич еских и электрон ных узлов

			систем	систем, допуская небольши е неточност и	систем, допуская ошибки	мехатрон ных систем
		владеть:				
		навыками оформления электрических схем электрических и электронных узлов мехатронных систем	владеет навыками оформлен ия электриче ских схем электриче ских и электронн ых узлов мехатрон ных систем	владеет навыками оформлен ия электриче ских схем электриче ских и электронн ых узлов мехатрон ных систем, допуская небольши е неточност и	владеет навыками оформлен ия электриче ских схем электриче ских и электронн ых узлов мехатрон ных систем, допуская ошибки	не владеет навыкам и оформле ния электрич еских схем электрич еских и электрон ных узлов мехатрон ных систем

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

1. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств [Электронный ресурс] / А. П. Лукинов. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-1166-5.

2. Погодицкий О.В., Малёв Н.А. Проектирование мехатронных систем. В 2 ч. Ч. 1. Анализ и синтез: учебное пособие / О.В. Погодицкий, Н.А. Малёв. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2018. – 312 с.

3. Лютов, А. Г. Электромеханические и мехатронные системы: учебное пособие / А. Г. Лютов, Н. Н. Чернышев, М. Б. Новоженин. – Москва: РТУ МИРЭА, 2023 – Часть 1 – 2023. – 41 с. – ISBN 978-5-7339-1710-8.

4. Ершов, Д. Ю. Проектирование мехатронных модулей механических систем: учебное пособие: в 3 частях / Д. Ю. Ершов, И. Н. Лукьяненко, Е. Э. Аман; под редакцией А. О. Смирнова. – Санкт-Петербург: ГУАП, 2021 – Часть 1: Теоретические основы расчета машин и механизмов – 2021. – 83 с. – ISBN

978-5-8088-1622-0.

#### Дополнительная литература

1. Погодицкий О.В. Цифровые системы управления: учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений/О.В. Погодицкий. – Казань: гос.энерг.ун-т, 2010. – 188с.

2. Лютов А. Г. Электромеханические и мехатронные системы: методические указания / А. Г. Лютов, М. Б. Новоженин. – Москва: РТУ МИРЭА, 2021 – Часть 1 – 2021. – 86 с.

3. Лютов, А. Г. Электромеханические и мехатронные системы: методические указания / А. Г. Лютов, М. Б. Новоженин. – Москва: РТУ МИРЭА, 2022 – Часть 2 – 2022. – 37 с.

4. Герман-Галкин, С.Г. Matlab&Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК / С.Г. Герман-Галкин. – СПб: Корона-Век, 2014. – 368 с.

5. Цифровые системы управления в мехатронике: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М.Терехов, О.И.Осипов; под ред. В.М.Терехова. – 2-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 304 с.



#### Информационное обеспечение

#### Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Электронный адрес
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «iBooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
4	Портал "Открытое образование"	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>

#### Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	eLIBRARY.RU	Крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки и техники	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a> Доступ свободный Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза
2	eLIBRARY.ru (Архив журналов РАН)	Российская академия наук и издательство «Наука» открыли свободный доступ к архивам журналов РАН на платформе eLIBRARY.ru	<a href="https://elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3">https://elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3</a> Доступ свободный Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза
3	Russian Science Citation Index (RSCI)	В рамках поддержки национального	<a href="http://clarivate.ru">clarivate.ru</a> Доступ свободный

		проекта «Наука» и решения задачи по повышению уровня отечественных научных журналов РАН, совместно с компаниями Clarivate Analytics и НЭБ (eLibrary) был создан российский индекс цитирования, Russian Science Citation Index, или «русская полка» журналов на платформе Web of Science.	
4	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	Ресурс обеспечивает свободный доступ к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов, к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> Доступ свободный

**Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины**

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Браузер Google Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
2	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
3	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
5	MatLab	Пакет прикладных	Academic new Product

		программ для решения задач технических вычислений	From 10 to 24 Group Licenses (per License): договор №2013.39442, лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.
--	--	---	---

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Компьютерный класс с выходом в Интернет А-323	Специализированная учебная мебель, интерактивная доска, проектор, компьютер в комплекте с монитором (16 шт.), лицензионное программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсового проекта А-323	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-

двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге,

письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости,

уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Б1.В.ДЭ.01.01.04 Проектирование мехатронных систем**

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки

15.03.06 Мехатроника и робототехника

*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация

Бакалавр

*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине Б1.В.ДЭ.01.01.04 Проектирование мехатронных систем, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

### 1. Технологическая карта

#### Семестры 7,8

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели									
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	IV текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК4	Итого	Промежуточная аттестация
<b>7 семестр</b>											
<b>Раздел 1. «Общие вопросы проектирования мехатронных систем»</b>	<b>ТК1</b>	<b>13</b>	<b>0-12</b>							<b>13-25</b>	<b>13-25</b>
Письменный опрос		4	0-4								
Защита практической работы		4	0-4								
Опрос по разделу		5	0-4								
<b>Раздел 2. «Полупроводниковые преобразователи мехатронных систем»</b>	<b>ТК2</b>			<b>13</b>	<b>0-12</b>					<b>13-25</b>	<b>13-25</b>
Письменный опрос				4	0-4						
Защита практической работы				4	0-4						
Опрос по разделу				5	0-4						
<b>8 семестр</b>											
<b>Раздел 3. «Электромеханические преобразователи мехатронных систем»</b>	<b>ТК3</b>					<b>13</b>	<b>0-12</b>			<b>13-25</b>	<b>13-25</b>
Письменный опрос						4	0-4				
Защита практической работы						4	0-4				
Опрос по разделу						5	0-4				
<b>Раздел 4. «Синтез управляющих устройств»</b>	<b>ТК4</b>							<b>13</b>	<b>0-12</b>	<b>13-25</b>	<b>13-25</b>

<b>мехатронных систем»</b>											
Письменный опрос								4	0-4		
Защита практической работы								4	0-4		
Опрос по разделу								5	0-4		
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ</b>										<b>0-45</b>
Задание промежуточной аттестации											0-15
В письменной форме по билетам											0-30

### Семестр 8

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели					Промежуточная аттестация
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	Итого	
<b>Раздел 3. «Электромеханические преобразователи мехатронных систем»</b>	<b>ТК1</b>	<b>50</b>				<b>50</b>	<b>50</b>
Курсовой проект (КП1)							
<b>Раздел 4. «Синтез управляющих устройств мехатронных систем»</b>	<b>ТК2</b>			<b>50</b>		<b>50</b>	<b>50</b>
Курсовой проект (КП2)							
<b>Промежуточная аттестация (КП)</b>	<b>ОМ кп</b>						<b>0-100</b>
Выполнение КП							0-100

### 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено

УК-1	УК-1.2. Использует системный подход для решения поставленных задач, владеет логическими методами обработки информации, отличает факты от мнений, гипотез и интерпретаций	знать:				
		особенности системного подхода для решения поставленных задач, владеть логическими методами обработки информации, отличать факты от мнений, гипотез и интерпретаций	демонстрирует знание особенностей системного подхода для решения поставленных задач, владение логическими методами обработки информации, отличий фактов от мнений, гипотез и интерпретаций	демонстрирует знание особенностей системного подхода для решения поставленных задач, владение логическими методами обработки информации, отличий фактов от мнений, гипотез и интерпретаций, допуская небольшие неточности	демонстрирует знание особенностей системного подхода для решения поставленных задач, владение логическими методами обработки информации, отличий фактов от мнений, гипотез и интерпретаций, допуская ошибки	не знает особенностей системного подхода для решения поставленных задач, не владеет логическими методами обработки информации, не отличает фактов от мнений, гипотез и интерпретаций
		уметь:				
		использовать системный подход для решения поставленных задач для решения практических задач в профессиональной деятельности	умеет использовать системный подход для решения поставленных задач для решения практических задач в профессиональной деятельности	умеет использовать системный подход для решения поставленных задач для решения практических задач в профессиональной деятельности, допуская небольшие неточности	умеет использовать системный подход для решения поставленных задач для решения практических задач в профессиональной деятельности, допуская ошибки	не способен использовать системный подход для решения поставленных задач для решения практических задач в профессиональной деятельности

				и		
		владеть:				
		логическими методами обработки информации, отличать факты от мнений, гипотез и интерпретаций	владеет логическими методами обработки информации, отличает факты от мнений, гипотез и интерпретаций	владеет логическими методами обработки информации, отличает факты от мнений, гипотез и интерпретаций, допуская небольшие неточности	владеет логическими методами обработки информации, отличает факты от мнений, гипотез и интерпретаций, допуская ошибки	не владеет логическими методами обработки информации, не отличает факты от мнений, гипотез и интерпретаций
ПК-1	ПК-1.3. Формулирует предложения по внедрению результатов исследований	знать:				
		методы формулировки предложений по внедрению результатов исследований	демонстрирует знание о методах формулировки предложений по внедрению результатов исследований	демонстрирует знание о методах формулировки предложений по внедрению результатов исследований, допуская небольшие неточности	демонстрирует знание о методах формулировки предложений по внедрению результатов исследований, допуская ошибки	не знает о методах формулировки предложений по внедрению результатов исследований
		уметь:				
		формулировать предложения по внедрению результатов исследований	умеет формулировать предложения по внедрению результатов исследований	умеет формулировать предложения по внедрению результатов исследований, допуская небольшие	умеет формулировать предложения по внедрению результатов исследований, допуская ошибки	не способен формулировать предложения по внедрению результатов исследований

				е неточност и		
		владеть:				
		навыками формулировки предложений по внедрению результатов исследований	владеет навыками формулир овки предложе ний по внедрени ю результат ов исследова ний	владеет навыками формулир овки предложе ний по внедрени ю результат ов исследова ний, допуская небольшие неточност и	владеет навыками формулир овки предложе ний по внедрени ю результат ов исследова ний, допуская ошибки	не владеет навыкам и формули ровки предложе ний по внедрени ю результат ов исследов аний
ПК-2	ПК-2.1. Понимает и оформляет чертежи механически х узлов мехатронны х систем	знать:				
		методы оформления чертежей механических узлов мехатронных систем	демонстр ирует знание о методах оформлен ия чертежей механиче ских узлов мехатрон ных систем	демонстр ирует знание о методах оформлен ия чертежей механиче ских узлов мехатрон ных систем, допуская небольшие неточност и	демонстр ирует знание о методах оформлен ия чертежей механиче ских узлов мехатрон ных систем, допуская ошибки	не знает о методах оформле ния чертежей механиче ских узлов мехатрон ных систем
		уметь:				
		оформлять чертежи механических узлов мехатронных систем	умеет оформлят ь чертежи механиче ских узлов мехатрон ных систем	умеет оформлят ь чертежи механиче ских узлов мехатрон ных систем, допуская небольшие неточност и	умеет оформлят ь чертежи механиче ских узлов мехатрон ных систем, допуская ошибки	не способен оформлят ь чертежи механиче ских узлов мехатрон ных систем

		владеть:				
	навыками оформления чертежей механических узлов мехатронных систем	владеет навыками оформления чертежей механических узлов мехатронных систем	владеет навыками оформления чертежей механических узлов мехатронных систем, допуская небольшие неточности	владеет навыками оформления чертежей механических узлов мехатронных систем, допуская ошибки	не владеет навыками оформления чертежей механических узлов мехатронных систем	
ПК-2.2. Понимает и оформляет электрические схемы электрических и электронных узлов мехатронных систем		знать:				
	методы оформления электрических схем электрических и электронных узлов мехатронных систем	демонстрирует знание о методах оформления электрических схем электрических и электронных узлов мехатронных систем	демонстрирует знание о методах оформления электрических схем электрических и электронных узлов мехатронных систем, допуская небольшие неточности	демонстрирует знание о методах оформления электрических схем электрических и электронных узлов мехатронных систем, допуская ошибки	не знает о методах оформления электрических схем электрических и электронных узлов мехатронных систем	
		уметь:				
	оформлять электрические схемы электрических и электронных узлов мехатронных систем	умеет оформлять электрические схемы электрических и электронных узлов мехатронных систем	умеет оформлять электрические схемы электрических и электронных узлов мехатронных систем, допуская небольшие неточности	умеет оформлять электрические схемы электрических и электронных узлов мехатронных систем, допуская ошибки	не способен оформлять электрические схемы электрических и электронных узлов мехатронных систем	

				неточност и		
		владеть:				
		навыками оформления электрических схем и электронных узлов мехатронных систем	владеет навыками оформления электрических схем и электронных узлов мехатронных систем	владеет навыками оформления электрических схем и электронных узлов мехатронных систем, допуская небольшие неточности	владеет навыками оформления электрических схем и электронных узлов мехатронных систем, допуская ошибки	не владеет навыками оформления электрических схем и электронных узлов мехатронных систем

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение за верно выполненные задания практических занятий и письменных опросов; за самостоятельное выполнение курсового проекта, в котором содержатся элементы новизны, а оформление полностью соответствует требованиям; глубокое понимание основных принципов управления, методов анализа и расчета мехатронных систем; умение создавать в объектно-ориентированных средах программирования программы для решения конкретных инженерных задач; демонстрацию навыков решения типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью; полные и содержательные ответы на вопросы экзаменационного билета.

Оценка **«хорошо»** выставляется за большинство верно выполненных заданий практических занятий и письменных опросов; за самостоятельное выполнение курсового проекта, в котором по большей части прослеживается научно-практический характер, а оформление практически полностью соответствует требованиям; хорошее владение методами анализа и расчета мехатронных систем; умение создавать в объектно-ориентированных средах программирования программы для решения конкретных инженерных задач; достаточно полные и содержательные ответы на вопросы экзаменационного билета.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при 60% верно выполненных заданий практических занятий и письменных опросов; за самостоятельное выполнение курсового проекта, в котором могут содержаться недочеты по содержанию и оформлению; среднее понимание методов теории автоматического управления; посредственные способности применения методов анализа и расчета мехатронных систем; посредственные ответы на вопросы экзаменационного билета.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение заданий практических занятий и тестов; выполнение требований к

курсовому проекту менее, чем на 50%; отсутствие понимания основ теории автоматического управления; неспособность применять методы анализа и расчета мехатронных систем; отсутствие ответов на вопросы экзаменационного билета.

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы проектов
Конспектирование учебного материала	Краткое текстовое представление переработанной информации	Перечень разделов
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определений основных понятий темы/дисциплины

**4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

**Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: УК-1.2

1. Мехатронная система как объект проектирования
2. Процесс проектирования как сходящаяся спираль
3. Типовой состав мехатронных систем
4. Модели процесса проектирования
5. САПР как средство проектирования
6. Математическая модель системы проектирования как спираль проектирования
7. САПР. Основные понятия

8. Сетевая модель этапов разработки технического задания
9. Компоненты САПР
10. Цели, критерии и условия ограничений процесса проектирования
11. Математическое обеспечение САПР: структурные математические модели
12. Математическое обеспечение САПР: обобщенные стохастические дифференциальные уравнения
13. Математическое обеспечение САПР: линейные обыкновенные дифференциальные уравнения
14. Математическое обеспечение САПР: дискретные математические модели
15. Этапы проектирования: этап согласования технического задания
16. Этапы проектирования: этап технического предложения
17. Этапы проектирования: этап эскизного проектирования
18. Этапы проектирования: этап рабочего проектирования
19. Этапы проектирования: этап испытаний
20. Аналитические модели системы проектирования с позиций теории исследования операций
21. Иерархическая структура процесса проектирования сложной системы
22. Анализ возможностей автоматизации процесса проектирования
23. Оценки технико-экономической эффективности автоматизации проектирования
24. Лингвистическое обеспечение САПР
25. Техническое обеспечение САПР
26. Программное обеспечение САПР
27. Информационное обеспечение САПР
28. Методическое и организационное обеспечение САПР
29. Графическое построение математических моделей
30. Аналитическое построение математических моделей
31. Численные методы формирования математических моделей: идентификация систем
32. Метод идентификации на основе настраиваемой модели
33. Методы моделирования и их применение в САПР
34. Приведение математических моделей к виду, удобному для моделирования
35. Численные методы и алгоритмы моделирования
36. Контроль и оценка точности моделирования
37. Алгебраические методы оценки устойчивости и их применение в САПР
38. Частотные методы оценки устойчивости и их применение в САПР
39. Корневые методы оценки устойчивости и их применение в САПР
40. Методы синтеза сложных систем и их применение в САПР
41. Алгебраические методы синтеза
42. Частотные методы синтеза
43. Оптимизация процесса проектирования
44. Внешние штрафные функции
45. Внутренние штрафные функции

## **Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ПК-2.2

1. Основные виды электронных ключей: силовые диоды
2. Основные виды электронных ключей: силовые транзисторы
3. Основные виды электронных ключей: силовые тиристоры
4. Сравнительный анализ силовых электронных ключей
5. Интегральные микросхемы: основные понятия
6. Формирователи управляющих импульсов
7. Микропроцессоры в мехатронных системах
8. Принципы выпрямления
9. Основные параметры выпрямителей
10. Классификация выпрямителей
11. Регулирование выходного напряжения выпрямителей
12. Однофазная двухполупериодная схема выпрямления с нулевым выводом
13. Однофазная мостовая схема выпрямления
14. Трёхфазная мостовая схема выпрямления
15. Сравнительный анализ схем выпрямления
16. Гармонический состав выпрямленного напряжения
17. Коммутация токов выпрямителей
18. Внешние характеристики выпрямителей
19. Энергетические характеристики выпрямителей
20. Инверторы, ведомые сетью: однофазный инвертор со средней точкой
21. Инверторы, ведомые сетью: трехфазный мостовой инвертор
22. Основные характеристики инверторов, ведомых сетью
23. Автономные инверторы: основные сведения
24. Принцип действия и основные характеристики АИТ
25. Принцип действия и основные характеристики АИН
26. Регулирование выходного напряжения АИТ
27. Регулирование выходного напряжения АИН
28. Преобразователи частоты с непосредственной связью
29. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока
30. Импульсные преобразователи с прямой передачей энергии
31. Импульсные преобразователи с передачей накапливаемой энергии
32. Тиристорные преобразователи в мехатронных системах
33. Импульсные преобразователи в мехатронных системах постоянного тока
34. Преобразовательные устройства для частотно-регулируемых мехатронных систем
35. Принципы векторного управления мехатронными системами
36. Частотное регулирование мехатронных систем с синхронными двигателями
37. Моделирование однофазного неуправляемого выпрямителя
38. Моделирование однофазного управляемого выпрямителя
39. Моделирование автономного инвертора напряжения

#### 40. Моделирование системы управляемый электронный преобразователь – электромеханический преобразователь

##### **Для текущего контроля ТКЗ:**

Проверяемая компетенция: ПК-2.1

1. Конструкции и принцип действия АД.
2. Параметры АД и их приведение.
3. Основные уравнения, векторная диаграмма и схемы замещения асинхронных двигателей.
4. Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронной машины.
5. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
6. Пуск асинхронных двигателей.
7. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.
8. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.
9. Однофазные асинхронные двигатели: силовые и исполнительные.
10. Конденсаторный асинхронный двигатель. Характеристики и области применения.
11. Конструкции, принцип действия синхронных двигателей и генераторов.
12. Характеристика холостого хода синхронного генератора.
13. Реакция якоря в синхронном генераторе и ее зависимость от характера нагрузки.
14. Параметры синхронной машины в установившемся режиме.
15. Уравнения и векторные диаграммы генераторов.
16. Электромагнитный момент и угловая характеристика.
17. Параллельная работа синхронной машины с сетью.
18. U-образные характеристики.
19. Синхронные двигатели: способы пуска, характеристики, области применения.
20. Специальные синхронные машины.
21. Принцип действия и конструкция двигателя и генератора постоянного тока.
22. ЭДС в обмотке якоря.
23. Характеристика холостого хода генератора.
24. Реакция якоря.
25. Схемы и способы возбуждения машин постоянного тока.
26. Уравнения и характеристики генераторов при различных способах возбуждения.
27. Электромагнитный момент двигателя постоянного тока.
28. Уравнения и характеристики двигателей при различных способах возбуждения.
29. Пуск в ход, торможение и регулирование частоты вращения двигателей.
30. Специальные машины постоянного тока.

### Для текущего контроля ТК4:

Проверяемая компетенция: ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2

1. Первый автоматический регулятор. История. Принцип действия.
2. Отличие терминов «управление» и «регулирование».
3. Отличия терминов «АСР», «АСУ», «САУ». Примеры.
4. Три принципа управления. Схемы. Примеры.
5. Виды систем управления.
6. Законы регулирования.
7. Идентификация объекта управления.
8. Линеаризация системы управления.
9. Уравнения динамики и статики.
10. Дифференциальное уравнение САУ. Примеры. Правило записи.
11. Временные характеристики систем.
12. Аналитическое определение переходных характеристик.
13. Принцип суперпозиций.
14. Экспериментальные временные характеристики САУ.
15. Частотные характеристики САУ.
16. Преобразование Лапласа.
17. Передаточные функции.
18. Элементарные звенья: П, И, Д.
19. Элементарные звенья: запаздывания, реальное Д, апериодическое.
20. Звенья второго порядка.
21. Структурная схема.
22. Соединения звеньев.
23. Преобразования структурных схем при переносе сумматоров и блоков.
24. Устойчивость САУ.
25. Условия устойчивости.
26. Алгебраические критерии устойчивости: Рауса, Гурвица, Льенара-Шипара.
27. Частотный критерий Михайлова.
28. Частотный критерий Найквиста.
29. Области устойчивости.
30. Д-разбиение.
31. Запас устойчивости.
32. Прямые оценки качества переходных процессов.
33. Интегральные оценки качества переходных процессов.
34. Косвенные оценки качества переходных процессов.
35. Расчет переходных процессов по ВЧХ.
36. Метод трапеций.
37. Понятие и виды синтеза САУ.
38. Синтез САУ первого порядка.
39. Синтез САУ второго порядка.
40. Корневые методы параметрического синтеза.

### **Для промежуточной аттестации (курсовой проект):**

Темы курсовых проектов:

1. Проект мехатронной системы на базе машины постоянного тока с последовательной коррекцией
2. Проект мехатронной системы на базе машины постоянного тока с модальным управлением
3. Проект мехатронной системы на базе машины постоянного тока с наблюдателем Люенбергера
4. Проект мехатронной системы на базе асинхронной машины с последовательной коррекцией
5. Проект мехатронной системы на базе асинхронной машины с модальным управлением
6. Проект мехатронной системы на базе асинхронной машины с наблюдателем Люенбергера
7. Проект мехатронной системы на базе синхронной машины с последовательной коррекцией
8. Проект мехатронной системы на базе синхронной машины с модальным управлением
9. Проект мехатронной системы на базе синхронной машины с наблюдателем Люенбергера

Содержание проекта:

1. Выбор и расчет элементов мехатронной системы
2. Исследование нескорректированной мехатронной системы
3. Синтез управляющего устройства (наблюдателя)
4. Моделирование скорректированной системы и анализ полученных результатов

### **Для промежуточной аттестации (экзамен):**

Экзамен является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретенных в результате изучения дисциплины «Проектирование мехатронных систем».

Экзамен проводится в письменной форме с дальнейшим собеседованием. Студент выбирает билет, содержащий 2 вопроса из базового и продвинутого уровня, задания высокого уровня задаются дополнительно. Билеты формируются преподавателем перед зачетно-экзаменационной сессией.

#### **Базовый уровень**

1. Мехатронная система как объект проектирования.
2. Характерные особенности и свойства мехатронных и робототехнических систем.
3. Основные понятия и определения в области проектирования.
4. Процесс проектирования как сходящаяся спираль.
5. Этапы проектирования: согласование технического задания.
6. Этапы проектирования: техническое предложение.
7. Этапы проектирования: эскизный проект.

8. Этапы проектирования: рабочий проект.
9. Этапы проектирования: испытания.
10. Модели процесса проектирования: функционал качества проекта.
11. Математическая модель процесса проектирования с учетом ограничений и неопределённостей
12. Математическая модель процесса проектирования при использовании типовых проектных процедур.
13. Математическая модель системы проектирования как «спирали проектирования».
14. Определение и физический смысл показателя колебательности.
15. Особенности определения показателя колебательности по АФЧХ.
16. Особенности определения показателя колебательности по ЛЧХ.
17. Типовые желаемые ЛАЧХ.
18. Связь протяженностей  $h$  и  $h_1$  среднечастотного участка желаемых ЛАЧХ с показателем колебательности.
19. Принципы формирования запретной зоны для желаемых ЛАЧХ.
20. Этапы синтеза корректирующего фильтра на основе критерия динамической точности.
21. Понятие настройки на оптимум по модулю
22. Понятие настройки на симметричный оптимум
23. Способы снижения колебательности переходного процесса
24. Оценка устойчивости системы по логарифмическим частотным характеристикам.
25. Оценка качества системы по переходной характеристике.

### **Продвинутый уровень**

1. Датчики состояния мехатронных устройств.
2. Характеристики датчиков мехатронных устройств.
3. Датчики промежуточных и конечных положений мехатронных устройств.
4. Алгоритм расчета электрических контактов.
5. Микровыключатели и герконы.
6. Оптопары и индуктивные датчики.
7. Емкостные датчики и датчики Холла.
8. Датчики приближения
9. Потенциометрические датчики перемещений.
10. Порядок расчета потенциометрических датчиков.
11. Инкрементальные цифровые датчики перемещений.
12. Магнитоимпульсные датчики перемещений.
13. Индуктивные датчики перемещений.
14. Понятие настройки на оптимум по модулю
15. Понятие настройки на симметричный оптимум
16. Способы снижения колебательности переходного процесса
17. Оценка устойчивости системы по логарифмическим частотным характеристикам.

18. Оценка качества системы по переходной характеристике.
19. Метод последовательного моделирования
20. Метод параллельного моделирования
21. Емкостные датчики угловых и линейных перемещений
22. Гироскопические датчики
23. Датчики скорости на базе измерителей сил вязкого трения
24. Тахометрические датчики скорости
25. Акселерометры.

### Высокий уровень

1. Дискретная передаточная функция замкнутой мехатронной системы имеет вид:

$$\Phi(z) = \frac{0,11z}{z^2 - 1,67z + 0,78}.$$

Оценить устойчивость системы:

- а) по корням характеристического уравнения  $z_1$  и  $z_2$ ;
- б) с применением билинейного преобразования по критерию Гурвица.

2. Дискретная передаточная функция замкнутой мехатронной системы имеет вид:

$$\Phi(z) = \frac{0,263(z + 0,904)}{z^2 - 0,737z + 0,238}.$$

Оценить устойчивость системы:

- а) по корням характеристического уравнения  $z_1$  и  $z_2$ ;
- б) с применением билинейного преобразования по критерию Гурвица.

3. Передаточная функция непрерывной части мехатронной системы с единичной обратной связью и с экстраполятором нулевого порядка

$$W(s) = \frac{20}{(s + 1)(0,5s + 1)}.$$

Передаточная функция цифрового регулятора, реализующего алгоритм последовательной коррекции

$$W_{\text{цр}}(z) = \frac{1,0499(z + 0,904)}{(z - 1)(z - 0,819)}.$$

а) оценить устойчивость системы по переходной характеристике с применением моделирующей программы;

б) определить показатели качества переходного процесса.

Для решения задачи принять  $T_0 = 0,1\text{с}$ .

4. Дискретная передаточная функция разомкнутой ЦСУ

$$W_{\text{цр}}(z) = \frac{0,0975(z - 0,96)(z + 1,31)(z + 0,045)}{z(z - 1)(z - 0,99)(z - 0,368)}.$$

С применением ЛЧХ в функции абсолютной псевдочастоты  $\omega_{\text{в}}$  оценить устойчивость и определить запасы устойчивости системы по фазе и амплитуде.

Для решения задачи принять  $T_0 = 0,5\text{с}$ .

5. Рассчитать параметры желаемых ЛАЧХ и построить графики с применением обобщенных номограмм В.В. Солодовникова.

Исходные данные:

$$\text{а) } \varepsilon_{\max} \leq 0,1 \text{град}; \quad \sigma_{\max} \leq 25\%; \quad t_p \leq 1,5\text{с}; \quad \dot{y}_{\max} = 15 \text{град/с};$$

$$\text{б) } \varepsilon_{\max} \leq 0,3 \text{град}; \quad \sigma_{\max} \leq 40\%; \quad t_p \leq 4\text{с}; \quad \dot{y}_{\max} = 20 \text{град/с};$$

6. Определить структуру и рассчитать параметры цифровых регуляторов реализующих алгоритм последовательной коррекции с применением формулы трапеций.

Цифровые регуляторы должны обеспечивать:

а) Точность слежения с максимальной ошибкой  $\varepsilon_{\max} \leq 0,02$  град для системы с астатизмом первого порядка; максимальную скорость  $\dot{y}_{\max} = 8$  град/с и ускорение  $\ddot{y}_{\max} = 3$  град/с<sup>2</sup>. Показатель колебательности  $M = 1,5$ . Неизменяемая часть системы имеет передаточную функцию

$$W_H(s) = \frac{8}{s(0,15s+1)(0,02s+1)}.$$

б) Точность слежения с максимальной ошибкой  $\varepsilon_{\max} \leq 0,05$  град для системы с астатизмом второго порядка; максимальную скорость  $\dot{y}_{\max} = 12$  град/с и ускорение  $\ddot{y}_{\max} = 4$  град/с<sup>2</sup>.

Показатель колебательности  $M = 1,36$ .

Неизменяемая часть системы имеет передаточную функцию

$$W_H(s) = \frac{4}{s(0,1s+1)(0,025s+1)}.$$

Период квантования  $T_0 = 0,001\text{с}$ .

1. Принцип построения модального регулятора
2. Графоаналитический способ синтеза корректирующего фильтра на основе критерия динамической точности
3. Аналитический способ синтеза корректирующего фильтра на основе критерия динамической точности
4. Формула Аккермана
5. Метод пространств состояний
6. Метод непосредственного моделирования
7. Типовые желаемые распределения корней характеристических полиномов