



КГУУ

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

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЦГЭ

Э.И. Беляев

30 мая 2023г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.06 Математическое моделирование мехатронных и робототехнических 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.

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

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

**Целью** освоения дисциплины Б1.В.01.06 Математическое моделирование мехатронных и робототехнических систем является формирование у студентов знания основ современных методов функционального, имитационного и математического моделирования мехатронных и робототехнических систем различного назначения, методов построения моделей различных классов и их реализации на компьютерной технике посредством современных прикладных программных средств по специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачами** дисциплины является освоение современных методов моделирования мехатронных и робототехнических систем, этапов математического моделирования, принципов построения и основных требований к математическим моделям, схемы их разработки и методов исследования, формализация процессов функционирования системы, имитационного моделирования, методов упрощения математических моделей, технических и программных средств моделирования.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-3 Способен производить расчеты и выбор исполнительных приводов, отдельных электронных и микропроцессорных устройств, цифровых устройств управления мехатронных систем	ПК-3.3 Производит расчет и моделирование цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем
ПК-4 Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем	ПК-4.2 Использует стандартные программные пакеты при исследовании математических моделей мехатронных и робототехнических систем с цифровым управлением

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: «Автоматизированный электропривод», «Основы инжиниринга», «Основы мехатроники и робототехники», «Преобразователи мехатронных и робототехнических систем», «Программное обеспечение и программирование в профессиональной деятельности».

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: «Проектирование мехатронных систем», «Оптимизация мехатронных и робототехнических систем», Производственная практика (научно-исследовательская работа), выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			6		
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>144</b>		
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА*</b>	<b>-</b>	<b>88</b>	<b>88</b>		
<b>АУДИТОРНАЯ РАБОТА</b>	<b>2,1</b>	<b>76</b>	<b>76</b>		
Лекции	0,83	30	30		
Практические (семинарские) занятия	0,44	16	16		
Лабораторные работы	0,83	30	30		
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		
Проработка учебного материала	0,9	32	32		
Курсовой проект	0	0	0		
Курсовая работа	0	0	0		
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36		
Промежуточная аттестация:			Э		

### 3.2. 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. Непрерывные модели мехатронных и робототехнических систем	24	6	4	6	8	ТК1	ПК-3.3.3, ПК-4.2.3
Раздел 2. Дискретные модели мехатронных и робототехнических систем	28	8	4	8	8	ТК2	ПК-3.3.3, ПК-3.3.У, ПК-4.2.3, ПК-4.2.У
Раздел 3. Оценка параметров моделей мехатронных и робототехнических систем	28	8	4	8	8	ТК3	ПК-3.3.У, ПК-3.3.В, ПК-4.2.У, ПК-4.2.В
Раздел 4. Моделирование адаптивных систем	28	8	4	8	8	ТК4	ПК-3.3.У, ПК-3.3.В, ПК-4.2.У, ПК-4.2.В
Экзамен	36				36	ОМ	ПК-3.3.3, ПК-4.2.3, ПК-3.3.У, ПК-3.3.В, ПК-4.2.У, ПК-4.2.В
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>68</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Непрерывные модели мехатронных и робототехнических систем

Тема 1.1. Линеаризация дифференциальных уравнений непрерывных моделей. Динамические звенья и их характеристики

Тема 1.2. Устойчивость непрерывных моделей мехатронных и робототехнических систем

Тема 1.3. Качество непрерывных моделей мехатронных и робототехнических систем

Раздел 2. Дискретные модели мехатронных и робототехнических систем

Тема 2.1. Структурные схемы моделирования цифровых мехатронных и робототехнических систем

Тема 2.2. Устойчивость и качество цифровых моделей мехатронных и робототехнических систем

Раздел 3. Оценка параметров моделей мехатронных и робототехнических систем

Тема 3.1. Оценка параметров моделей с применением метода наименьших квадратов

Тема 3.2. Оценка параметров моделей с применением методов адаптивной идентификации

Раздел 4. Моделирование адаптивных систем

Тема 4.1. Моделирование адаптивных систем с эталонной моделью

Тема 4.2. Моделирование адаптивных систем идентификационного типа

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час
1	ПР1. Анализ характеристик типовых динамических звеньев	6
2	ПР2. Анализ устойчивости и качества цифровых мехатронных и робототехнических систем	8
3	ПР3. Синтез градиентного алгоритма оценки параметров мехатронных и робототехнических систем	8
4	ПР4. Синтез беспоиcкового алгоритма адаптации мехатронных и робототехнических систем	8
	Итого	30

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час
1	ЛР1. Математическое моделирование типовых динамических звеньев мехатронных и робототехнических систем	4
2	ЛР2. Анализ устойчивости дискретных систем с применением билинейного преобразования	4
3	ЛР3. Синтез инверсного идентификатора мехатронных и робототехнических систем	4
4	ЛР4. Синтез градиентного алгоритма адаптации мехатронных и робототехнических систем	4
	Итого	16

### 3.6. Курсовой проект

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 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		
ПК-3	ПК-3.3. Производит расчет и моделирование цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	знать:	методы расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	методы расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	методы расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	методы расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	методы расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем
		уметь:	производить расчет и моделирование цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	производить расчет и моделирование цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	производить расчет и моделирование цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	производить расчет и моделирование цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	производить расчет и моделирование цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем
		владеть:	навыками расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	навыками расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	навыками расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	навыками расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	навыками расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных 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**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Иванов В. К. Моделирование мехатронных систем: учебное пособие / В. К. Иванов, В. Е. Макаров, К. Н. Никоноров; под общей редакцией В. К. Иванова. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2021. - 122 с.

2. 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

3. Чернусь П. П. Моделирование мехатронных систем: учебное пособие / П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. - Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018.

4. 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.

#### **5.1.2. 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. Волкова М. А. Приводы мехатронных и робототехнических систем: практикум: учебное пособие / М. А. Волкова, В. Н. Цыпкин. - Москва: РТУ МИРЭА, 2022.

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

4. 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.

### **5.2. Информационное обеспечение**



#### **5.2.1. 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>

5.2.2. 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 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.	<a href="http://clarivate.ru">clarivate.ru</a> Доступ свободный
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

### 5.2.3. 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 программ для решения задач технических вычислений	Academic new Product 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
Лабораторные 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
	Компьютерный класс с	Специализированная учебная мебель на 30

	выходом в Интернет В-600а	посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, 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

## 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*



**КГУ**

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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Б1.В.01.06 Математическое моделирование мехатронных и робототехнических  
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.О.23 Цифровые системы управления в мехатронике, 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

Семестр 6

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>Раздел 1. Непрерывные модели мехатронных и робототехнических систем</b>	<b>ТК1</b>	<b>13</b>	<b>0-12</b>							<b>13-25</b>	<b>13-25</b>
Письменный опрос		2	0-2								
Защита практической работы		4	0-4								
Защита лабораторной работы		2	0-2								
Опрос по разделу		5	0-4								
<b>Раздел 2. Дискретные модели мехатронных и робототехнических систем</b>	<b>ТК2</b>			<b>13</b>	<b>0-12</b>					<b>13-25</b>	<b>13-25</b>
Письменный опрос				2	0-2						
Защита практической работы				4	0-4						
Защита лабораторной работы				2	0-2						
Опрос по разделу				5	0-4						
<b>Раздел 3. Оценка параметров моделей мехатронных и робототехнических систем</b>	<b>ТК3</b>					<b>13</b>	<b>0-12</b>			<b>13-25</b>	<b>13-25</b>
Письменный опрос						2	0-2				
Защита практической						4	0-4				

работы											
Защита лабораторной работы						2	0-2				
Опрос по разделу						5	0-4				
<b>Раздел 4. Моделирование адаптивных систем</b>	<b>ТК4</b>							<b>13</b>	<b>0-12</b>	<b>13-25</b>	<b>13-25</b>
Письменный опрос								2	0-2		
Защита практической работы								4	0-4		
Защита лабораторной работы								2	0-2		
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

## 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	
ПК-3	ПК-3.3. Производит расчет и моделирование цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	знать:	методы расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	методы расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	методы расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	методы расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем	методы расчета и моделирования цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей мехатронных систем
		уметь:	производить расчет и моделирование цифровых устройств управления и интеллектуальных модулей	производить расчет и моделирование цифровых устройств управления и	производить расчет и моделирование цифровых устройств управления и	производить расчет и моделирование цифровых устройств управления и	производить расчет и моделирование цифровых устройств управления и



		математических моделей мехатронных и робототехнических систем с цифровым управлением	ых пакетов при исследовании математических моделей мехатронных и робототехнических систем с цифровым управлением	ых пакетов при исследовании математических моделей мехатронных и робототехнических систем с цифровым управлением	ых пакетов при исследовании математических моделей мехатронных и робототехнических систем с цифровым управлением	ых пакетов при исследовании математических моделей мехатронных и робототехнических систем с цифровым управлением
--	--	--	--	--	--	--

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение за верно выполненные задания практических и лабораторных занятий и письменных опросов; глубокое понимание основных принципов математического моделирования, 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 и лабораторных занятий и письменных опросов; хорошее владение методами анализа, расчета и математического моделирования 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 и лабораторных занятий и письменных опросов; среднее понимание методов математического моделирования мехатронных и робототехнических систем; 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 и лабораторных занятий и письменных опросов; отсутствие понимания основ математического моделирования мехатронных и робототехнических систем; 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
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
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: ПК-3, ПК-4

**Базовый уровень**

1. Что такое моделирование?
2. Виды моделей систем управления?
3. Основные подходы к моделированию систем?
4. Какие средства вычислительной техники используются для моделирования?
5. Какие модели используются для исследования?
6. Основные характеристики переходных процессов?

**Продвинутый уровень**

1. Классификация и основные свойства непрерывных математических моделей.
2. Экспериментальный подход при моделировании непрерывных математических моделей
3. Аналитический подход при моделировании непрерывных математических моделей
4. Экспериментально-аналитический подход при моделировании непрерывных математических моделей.

5. Моделирование непрерывных систем управления в пространстве состояний.
6. Векторные структурные схемы непрерывных систем и их моделирование.

### **Высокий уровень**

1. Исследование канонических форм непрерывных математических моделей в пространстве состояний.
2. Исследование структурированных моделей непрерывных систем.
3. Переход от структурированных моделей к моделям в пространстве состояний и обратно.
4. Исследование устойчивости непрерывных математических моделей
5. Исследование качества непрерывных математических моделей
6. Исследование точности непрерывных математических моделей

### **Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ПК-3, ПК-4

#### **Базовый уровень**

1. Особенности моделирования дискретных систем?
2. Виды дискретных моделей систем?
3. Основные подходы к моделированию цифровых систем?
4. Какие средства вычислительной техники используются для моделирования цифровых систем?
5. Какие дискретные модели используются для исследования?
6. Основные характеристики переходных процессов цифровых систем?

#### **Продвинутый уровень**

1. Классификация и основные свойства дискретных математических моделей.
2. Экспериментальный подход при моделировании дискретных математических моделей
3. Аналитический подход при моделировании дискретных математических моделей
4. Экспериментально-аналитический подход при моделировании дискретных математических моделей.
5. Моделирование дискретных систем управления в пространстве состояний.
6. Векторные структурные схемы дискретных систем и их моделирование.

### **Высокий уровень**

1. Дискретные модели систем управления.
2. Дискретные модели в пространстве состояний.
3. Исследование канонических форм дискретных математических моделей в пространстве состояний.
4. Исследование устойчивости дискретных математических моделей
5. Исследование качества дискретных математических моделей
6. Исследование точности дискретных математических моделей

### **Для текущего контроля ТК3:**

Проверяемая компетенция: ПК-3, ПК-4

#### **Базовый уровень**

1. Обусловленность математических моделей.
2. Статистические характеристики внешних возмущений в Simulink.
3. Модели внешних возмущений в Simulink.
4. Метод формирующего фильтра с применением MatLab.

### **Продвинутый уровень**

1. Метод наименьших квадратов в MatLab.
2. Интерполяция полиномом Лагранжа
3. Фильтр Баттерворта с применением FDTools
4. Определение передаточной функции по частотным характеристикам

### **Высокий уровень**

1. Корреляционный метод идентификации.
2. Идентификация градиентными методами.
3. Построение инверсного идентификатора параметров системы
4. Наблюдатель Люенбергера полного порядка

### **Для текущего контроля ТК4:**

Проверяемая компетенция: ПК-3, ПК-4

### **Базовый уровень**

1. Классификация адаптивных систем.
2. Способы формирования эталонной модели
3. Моделирование аналоговой эталонной модели
4. Моделирование дискретной эталонной модели

### **Продвинутый уровень**

1. Моделирование адаптивной системы с инверсным идентификатором
2. Анализ наблюдаемости непрерывных систем управления
3. Моделирование непрерывных поисковых адаптивных систем в Simulink.
4. Моделирование непрерывных беспоисковых адаптивных систем в Simulink.

### **Высокий уровень**

1. Моделирование адаптивных систем с настраиваемой моделью
2. Анализ наблюдаемости дискретных систем управления
3. Моделирование цифровых поисковых адаптивных систем в Simulink.  
Моделирование цифровых беспоисковых адаптивных систем в Simulink.

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

Экзамен является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретенных в результате изучения дисциплины «Математическое моделирование мехатронных и робототехнических 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. Что такое модель системы управления?
2. Что такое моделирование?
3. Виды моделей систем управления?
4. Основные подходы к моделированию систем?
5. Виды математических моделей?
6. Виды дискретных моделей?
7. Методы моделирования последовательности случайных чисел?

8. Основные характеристики случайных величин?
9. Основные характеристики случайных величин?
10. Основные характеристики случайных величин?
11. Основные характеристики случайных процессов?
12. Критерии подобия?
13. Какие средства вычислительной техники используются для моделирования?
14. Какие модели используются для моделирования случайных процессов?
15. Методы моделирования заданных законов распределения?

### ***Продвинутый уровень***

1. Этапы построения математических моделей систем управления (концептуальный, математический и программный).
2. Классификация и основные свойства математических моделей систем управления.
3. Экспериментальный, аналитический и экспериментально-аналитический подходы при построении математических моделей.
4. Математические модели систем управления в пространстве состояний.
5. Собственные векторы и собственные значения математической модели системы управления.
6. Линейные преобразования в пространстве состояний.
7. Канонические формы математических моделей в пространстве состояний.
8. Структурированные модели систем управления.
9. Переход от структурированных моделей к моделям в пространстве состояний и обратно.
10. Структурированные модели многомерных систем. Матричная передаточная функция.
11. Дискретные модели систем управления.
12. Дискретная передаточная функция. Модели максимального правдоподобия и наименьших квадратов.
13. Дискретные модели в пространстве состояний.
14. Устойчивость математических моделей.

### ***Высокий уровень***

1. Управляемость математических моделей.
2. Наблюдаемость математических моделей.
3. Обусловленность математических моделей.
4. Статистические характеристики внешних возмущений.
5. Линейные модели внешних возмущений. Метод формирующего фильтра
6. Генераторы случайных чисел.
7. Основные понятия определения и задачи идентификации.
8. Определение передаточной функции по временным характеристикам объекта логарифмическим методом.
9. Определение передаточной функции по частотным характеристикам.
10. Корреляционный метод идентификации.
11. Метод наименьших квадратов.
12. Рекуррентный метод наименьших квадратов.
13. Основы теории подобия.
14. Теоремы подобия.

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют

формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов, что является очень важным в деле подготовки высококвалифицированных бакалавров по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» основной образовательной программы «Мехатроника».