



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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по НР

  
Ахметова И.Г.  
«28» октября 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.01.02 Анализ характеристик мехатронных и робототехнических систем методами компьютерного моделирования**

---

Направление  
подготовки

**15.06.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ**

---

Направленность  
подготовки

05.02.05 Роботы, мехатроника и робототехнические системы

---

Квалификация (степень)  
выпускника

Исследователь. Преподаватель-исследователь

---

Форма обучения

Очная

(очная, очно-заочная, заочная)

---

Год набора

2019

---

г. Казань  
2020

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

**Целью освоения дисциплины** «Анализ характеристик мехатронных и робототехнических систем методами компьютерного моделирования» является подготовка специалистов к научно-исследовательской и проектной работе и творческой инновационной деятельности в области разработки и эксплуатации мехатронных систем (МТС), включающих электрические, электромеханические, механические и информационные преобразователи и устройства, предназначенные для преобразования электрической энергии в механическую; мехатронных и робототехнических систем и систем управления мехатронными и робототехническими модулями и системами с помощью микропроцессоров и их программного обеспечения, а также формирование навыков 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.

### Основные задачи:

1. Создать у аспирантов правильное представление о сущности управления и контроля мехатронных и робототехнических систем с помощью микропроцессорных средств, а также их программном обеспечении.
2. Научить аспирантов самостоятельно выбирать методы и средства для управления и контроля мехатронных и робототехнических систем с помощью микропроцессорных средств, а также их программного обеспечения.

В результате изучения дисциплины «Анализ характеристик мехатронных и робототехнических систем методами компьютерного моделирования» аспирант должен овладеть:

<b>Формируемые компетенции (код и формулировка компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций</b>
<b>ПК-3</b> способность использовать научные результаты и известные методы, и способы для проектирования и оптимизации технологических процессов	<b>З1 (ПК-3) Знать:</b> основные законы физики и математики необходимые для составления уравнений движения элементов мехатронных и робототехнических систем <b>У1 (ПК-3) Уметь:</b> работать с математическим аппаратом, описывающим мехатронные и робототехнические системы <b>В1 (ПК-3) Владеть:</b> навыком преобразования различных форм представления процессов движения элементов мехатронных и робототехнических систем
<b>ПК-4</b> способность разрабатывать теоретические модели, позволяющие повышать качество выпускаемых изделий, управлять технологическими процессами, средствами и системами	<b>З1(ПК-4) Знать:</b> основные понятия и фундаментальные законы естественнонаучных дисциплин <b>У1 (ПК-4) Уметь:</b> анализировать воздействие различных параметров

машиностроительных производств	на процессы измерения различных физических величин в процессе проведения экспериментов <b>В1 (ПК-4) Владеть:</b> навыками оформления электрических принципиальных и функциональных схем в соответствии с ЕСКД и ЕСТД
--------------------------------	--

## 2 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Анализ характеристик мехатронных и робототехнических систем методами компьютерного моделирования» относится к дисциплинам относится к вариативной части блока Б1 учебного плана и обязательна для освоения на 2 курсе, в 4 семестре.

## 3. Структура и содержание дисциплины «Анализ характеристик мехатронных и робототехнических систем методами компьютерного моделирования»

### 3.1 Структура дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в инте- рактивной форме	семестры			
			4			
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	72		72			
<b>АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:</b>	18		18			
Лекции (Лк)	18		18			
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	-		-			
Лабораторные работы (ЛР)	-		-			
и(или) другие виды аудиторных занятий						
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:</b>	36		36			
Контроль	18		18			
<b>ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ</b> (З – зачет, ЗО – зачет с оценкой, Э – экзамен)	30		30			

### 3.2. Содержание разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Форма аттестации
				Лк	ПЗ	ЛР	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Архитектура устройств управления роботов и МТС	18	4	6	-	-	12	Устный опрос. Презентация.
2.	Программное обеспечение микропроцессорных устройств управления МТС	18	4	6	-	-	12	Устный опрос. Презентация.
3.	Методы анализа характеристик МТС средствами программного обеспечения	18	4	6	-	-	12	Устный опрос. Презентация.
4.	Промежуточная аттестация	18	4		-	-		<i>Зачет с оценкой, 18 ч.</i>
5.	Итого:	72		18	-	-	36	18

### 3.3. Содержание разделов дисциплины

**Тема 1. Архитектура устройств управления роботов и МТС.** Классификация и основные свойства непрерывных математических моделей. Экспериментальный подход при моделировании непрерывных математических моделей Аналитический подход при моделировании непрерывных математических моделей.

**Тема 2. Программное обеспечение микропроцессорных устройств управления МТС.** Классификация и основные свойства дискретных математических моделей. Экспериментальный подход при моделировании дискретных математических моделей. Аналитический подход при моделировании дискретных математических моделей

**Тема 3. Методы анализа характеристик МТС средствами программного обеспечения.** Метод наименьших квадратов в MatLab. Интерполяция полиномом Лагранжа. Фильтр Баттерворта с применением FDATools.

**3.4. Практические (семинарские) занятия учебным планом дисциплины не предусмотрены**

**3.5. Лабораторные занятия учебным планом дисциплины не предусмотрены**

### 3.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

№ п/п	Раздел дисциплины, участвующий в формировании компетенций	Часов на раздел	Компетенции		Количество компетенций
			ПК-3	ПК-4	
1	Архитектура устройств управления роботов и МТС	18	З	З, У	3
2	Программное обеспечение микропроцессорных устройств управления МТС	18	З, У	У	3
3	Методы анализа характеристик МТС средствами программного обеспечения	18	У, В	З, У, В	5
4	Промежуточная аттестация	18			
	Итого	72	5	6	11

*(Сумма компетенций, сформированных каждым разделом, соотношенная с часами на изучение данного раздела, позволяет оценить реальность формирования компетенций и скорректировать распределение часов отведенных на разделы).*

Условные обозначения: З – знать,  
У – уметь,  
В – владеть.

### 3.7. Организация самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Объем академических часов
1	2	3	4	5
1	Архитектура устройств управления роботов и МТС	3	1	6
2	Программное обеспечение микропроцессорных устройств управления МТС	3	2	6
3	Методы анализа характеристик МТС средствами программного обеспечения	3	3	6
4	Подготовка к зачету	3	1-3	18
	Итого:			36

### 4. Образовательные технологии

Методы и формы активизации деятельности	Виды учебной деятельности			
	ЛК	ПР	ЛР	СРС
Дискуссия	+	+		
IT-методы	+	+	+	+
Командная работа		+	+	+
Разбор кейсов		+		
Опережающая СРС	+	+	+	+
Индивидуальное обучение			+	+
Проблемное обучение		+	+	+
Обучение на основе опыта		+	+	+

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Виды и формы контроля по дисциплине**

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в КГЭУ.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, выполнении индивидуальных заданий в форме устного опроса, доклада, презентации. Текущему контролю подлежит посещаемость аспирантами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «Анализ характеристик мехатронных и робототехнических систем методами компьютерного моделирования») является промежуточная аттестация в форме зачета (зачета с оценкой), проводимая с учетом результатов текущего контроля в 3 семестре.

### **5.2. Типовые задания и материалы для оценки сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины**

#### **5.2.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

##### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Общие принципы построения цифроаналоговых ЭВМ.
2. Структура микроЭВМ.
3. Выборка команд из МП.
4. Две разновидности архитектуры МП.
5. Режимы работы МПС ЭВМ. Программный режим, запросы по прерыванию, прямой доступ к памяти.
6. Основные характеристики МП и МПС.
7. Виды памяти.
8. Классификация задач управления электротехнологическими установками.
9. Режим работы ЭВМ в АСУ.
10. Устройство связи управляющей ЭВМ с объектом управления.
11. Цифроаналоговый и аналого-цифровой преобразователь.
12. Устройство гальванической развязки.
13. Выбор управляющей ЭВМ по критериям разрядности и быстродействию. Теорема Котельникова.
14. МПС для управления ЭП и технологическими установками.
15. Микроконтроллеры.



16. Функциональная схема КПС-1.
17. Ввод и вывод информации в ЭВМ.
18. Микросхема КР-580 ВВ 55.
19. Микросхема КР-580 ЦР 82.
20. Алгоритмы ШИМ управления транзисторного АИН.
21. Системы базовых векторов.
22. Принципы получения ШИМ сигналов.
23. Алгоритмизация систем автоматики.
24. Процедурная модель, процедурное описание.
25. Встраиваемая микроЭВМ для построения объектно-ориентированных комплексов. Интеллектуальные датчики.
26. Фронтальная и центрированная ШИМ. Принципы работы канала.
27. Разновидности программного обеспечения МП систем управления.
28. Процедурная модель процесса сбора и первичной обработки информации.
29. Реализация типовых функций систем контроля и управления объектами.
30. Типовые функции МП систем.
31. Разновидности программных задач.
32. Программирование временных задержек.

### 5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине «Анализ характеристик мехатронных и робототехнических систем методами компьютерного моделирования» в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается. Что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

#### Критерии оценивания

Оценка	Критерии
<i>«отлично»</i>	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы
<i>«хорошо»</i>	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
<i>«удовлетворительно»</i>	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, необходимость дополнительных вопросов, правильные действия

	по применению знаний на практике
«неудовлетворительно»	Наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неточность ответов на дополнительные вопросы.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 основная литература:

1. Погодицкий О.В. Проектирование мехатронных систем: учебное пособие для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 15.03.06 "Мехатроника и робототехника" / О. В. Погодицкий, Н. А. Малев. - Казань: КГЭУ. - Текст: непосредственный. Ч. 1: Анализ и синтез. - 2018. - 312 с.
2. Муромцев Д.Ю. Математическое обеспечение САПР: учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Лань, 2014. - 464 с.

3. Бычков Ю.В. Расчет математических моделей динамических систем аналитически-численным методом. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами. Переходные и периодические режимы: научное издание / Ю. А. Бычков, С. В. Щербаков. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Технолит, 2010. - 380 с.

### 6.2 дополнительная литература:

4. Погодицкий О.В. Цифровые системы управления: учебное пособие / О.В.Погодицкий. - 2-е изд., перераб. и доп. - Казань: КГЭУ, 2010. - 184 с.
5. Шарифуллин В.Н. Математическое моделирование: лаб. практикум / В. Н. Шарифуллин. - Казань: КГЭУ, 2009.

### 6.3. Электронно-библиотечные системы

1. [iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru).
2. [knigafund.ru](http://knigafund.ru).
3. [ibooks.ru](http://ibooks.ru).
4. [znanium.com](http://znanium.com).
5. [e.lanbook.com](http://e.lanbook.com).
6. [library.bsu.ru/menu-electronic](http://library.bsu.ru/menu-electronic).

### 6.4. Программное обеспечение дисциплины

Пакеты прикладных программ для расчета параметров интерфейсов Multisim, MatLab, LabVIEW и Trace Mode.

### 6.5. Интернет-ресурсы

1. [http:// otherreferats.allbest.ru](http://otherreferats.allbest.ru).
2. [www.kgeu.ru](http://www.kgeu.ru).
3. [www.mirknig.com](http://www.mirknig.com)

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лекции	Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук), экран
2	Практические занятия	Специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук)
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: ПК, лицензионное программное обеспечение
4	Самостоятельная работа обучающихся	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), видеочкамеры, программное обеспечение
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

## 8. 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 нарушен-*

ным 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.

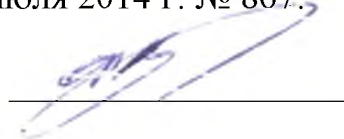
Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- 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.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки аспирантов «15.06.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 867.

Автор



к.т.н., доц. О.В. Козелков

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры ПМ от № 10 от 26.10.2020.

Заведующий кафедрой: О.В. Козелков

Программа одобрена на заседании методического совета ИЦТЭ, протокол № 2 от 26.10.2020

Зам. директора института



В.В. Косулин

Программа принята решением Ученого совета ИЦТЭ, протокол № 2 от 26.10.2020

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ изменения	Номера листов (страниц)			Всего листов в документе	ФИО и подпись лица, внесшего изменение	Дата
	замененных	новых	изъятых			