Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 15.07.2025 15:38:02
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование объектов управления и мехатронных систем

Направление подготовки
15.04.06 Мехатроника и робототехника

Профиль
Промышленная мехатроника

Квалификация
Магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры «Автоматика и управление»,
к.т.н., доцент  /А.С. Маклаков/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
Профессор кафедры «Автоматика и управление»,
д.т.н., доцент  /В.Р. Гасияров /

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3 Структура и содержание дисциплины ... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ... 6
3.3 Содержание дисциплины ... 8
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 9
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 9
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ... 9
4.2 Основная литература ... 10
4.3 Дополнительная литература ... 10
4.4 Электронные образовательные ресурсы ... 10
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 10
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 10
5 Материально-техническое обеспечение ... 11
6 Методические рекомендации ... 11
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 12
7 Фонд оценочных средств ... 12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 13
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 14
7.3 Оценочные средства ... 18

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является приобретение студентами теоретических и практических знаний в области использования специализированных программных продуктов для программирования и имитационного моделирования, анализа и синтеза элементов мехатронных систем в различных областях промышленности.

Задачи дисциплины: - приобретение теоретических и практических навыков программирования и имитационного моделирования в области мехатроники; - получение навыков решения стандартных задач при разработке программ и моделей различных элементов мехатронных систем.

Обучение по дисциплине «Математическое моделирование объектов управления и мехатронных систем» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**	**Наименование показателя оценивания**
ПК-5. Способен производить анализ компоновок гибких производственных систем, расчеты и проектирование отдельных устройств мехатронных систем с использованием современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в соответствии с техническим заданием	ИПК-5.1 Понимает основные методы анализа компоновок гибких производственных систем, методы расчета и проектирования отдельных устройств мехатронных систем, теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов мехатронных систем ИПК-5.2. Осуществляет анализ компоновок гибких производственных систем, производит расчеты и проектирование отдельных устройств мехатронных систем с использованием современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей. ИПК-5.3. Составляет техническое задание на проектирование гибких производственных систем; моделирует физические процессы в электротехнических устройствах и электроэнергетических и электромеханических системах в соответствии с техническим заданием.	**Знать**: основные понятия программного обеспечения в мехатронных системах, модулях комплексах; возможности программного обеспечения для анализа мехатронных систем и их элементов; перечень универсального и специализированного программного обеспечения; методы визуализации графической и цифровой информации **Уметь**: правильно ориентироваться в главных терминах программного обеспечения мехатронных систем; разделять сложную мехатронную систему на связанные между собой элементы с целью дальнейшего моделирования и анализа; пользоваться библиотекой элементов и задавать их параметры **Владеть**: методами представления реальных мехатронных систем и их элементов в программном обеспечении; навыками анализа мехатронных систем; навыками

		считывания полезной информации с виртуальной модели; навыками анализировать полученную информацию

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к элективным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Интеллектуальные системы управления;
Монтаж и наладка мехатронных и робототехнических систем;
Программное обеспечение и системные функции контроллеров;
Современные методы теории управления;
Управление промышленными мехатронными системами;
Электротехнические системы.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 4
1	**Аудиторные занятия**	**56**	**56**
	В том числе:		
1.1	Лекции	28	28
1.2	Семинарские/практические занятия	28	28
2	**Самостоятельная работа**	**88**	**88**
	В том числе:		
2.1	Выполнение и защита РГР	58	58
2.2	Подготовка к экзамену	18	18
2.3	Подготовка отчетов по практическим работам	14	14
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Программные продукты в мехатронных системах. Основные понятия и определения. Вопросы моделирования**	**36**	**6**	**8**	**0**	**0**	**22**
1.1	Тема 1. Введение в программный продукт, назначение основных элементов на панели задач. Создание файла модели. Работа и знакомство с библиотекой, перетаскивание элементов моделей и их параметрирование.		2				4
1.2	Тема 2. Общие вопросы установки параметров расчета модели, параметры обмена с рабочей областью, выполнение расчета.			2			4
1.3	Тема 3. Пакет расширения Sim Power Systems. Библиотеки пакета. Источники электрической энергии, измерительные и контрольные устройства.		2	2			4
1.4	Тема 4. Модельное исследование полупроводниковых диодов.			2			4
1.5	Тема 5. Модельное исследование однофазных полупроводниковых выпрямителей.			2			4
1.6	Тема 6. Модельное исследование биполярного транзистора.		2				2
2	**Раздел 2. Пакет Simulink - визуальная среда моделирования и анализа мехатронных систем и их элементов**	**38**	**8**	**8**	**0**	**0**	**22**
2.1	Тема 1. Модельное исследование полевого транзистора.		2				4
2.2	Тема 2. Модельное исследование тиристорного ключа			2			4
2.3	Тема 3. Модельное исследование стабилизатора тока.		2	2			4
2.4	Тема 4. Модельное исследование каскада усиления на биполярном транзисторе по схеме с общим эмиттером. Часть 1.			2			4

2.5	Тема 5. Модельное исследование каскада усиления на биполярном транзисторе по схеме с общим эмиттером. Часть 2.		2	2			4
2.6	Тема 6. Модельное исследование каскада усиления на полевом транзисторе.		2				2
3	**Раздел 3. Элементы электронных устройств в пакете Sim Power Systems. Модельное исследование электронных приборов, как компонентов мехатронных систем**	**34**	**6**	**6**	**0**	**0**	**22**
3.1	Тема 1. Модельное исследование дифференциального усилителя.		2				4
3.2	Тема 2. Модельное исследование операционного усилителя.			2			4
3.3	Тема 3. Модельное исследование мультивибратора.			2			4
3.4	Тема 4. Модельное исследование стабилизатора напряжения.		2				4
3.5	Тема 5. Модельное исследование аналого-цифрового преобразователя.			2			4
3.6	Тема 6. Разработка системы импульсно-фазового управления нереверсивным мостовым тиристорным преобразователем в программе Matlab/Simulink. Часть 1. Реализация функциональных блоков.		2				2
4	**Раздел 4. Модельное исследование функциональных электронных устройств, как компонентов мехатронных систем**	**36**	**8**	**6**	**0**	**0**	**22**
4.1	Тема 1. Разработка системы импульсно-фазового управления нереверсивным мостовым тиристорным преобразователем в программе Matlab/Simulink. Часть 2. Реализация силовой схемы.		2				4
4.2	Тема 2. Разработка системы импульсно-фазового управления нереверсивным мостовым тиристорным преобразователем в программе Matlab/Simulink. Часть 3. Проверка работоспособности модели.			2			4
4.3	Тема 3. Разработка алгоритма базового закона коммутации трехфазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink. Часть 1.		2				4

	Реализация функциональных блоков.						
4.4	Тема 4. Разработка алгоритма базового закона коммутации трехфазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink. Часть 2. Реализация силовой схемы.			2			4
4.5	Тема 5. Разработка алгоритма униполярной и биполярной ШИМ однофазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink.		2	2			4
4.6	Тема 6. Разработка алгоритма синусоидальной ШИМ трехфазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink.		2				2
	Итого	**144**	**28**	**28**	**0**	**0**	**88**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Программные продукты в мехатронных системах. Основные понятия и определения. Вопросы моделирования

Введение в программный продукт, назначение основных элементов на панели задач. Создание файла модели. Работа и знакомство с библиотекой, перетаскивание элементов моделей и их параметрирование. Общие вопросы установки параметров расчета модели, параметры обмена с рабочей областью, выполнение расчета. Пакет расширения Sim Power Systems. Библиотеки пакета. Источники электрической энергии, измерительные и контрольные устройства. Модельное исследование полупроводниковых диодов. Модельное исследование однофазных полупроводниковых выпрямителей.Модельное исследование биполярного транзистора.

Раздел 2. Пакет Simulink - визуальная среда моделирования и анализа мехатронных систем и их элементов

Модельное исследование полевого транзистора. Модельное исследование тиристорного ключа. Модельное исследование стабилизатора тока. Модельное исследование каскада усиления на биполярном транзисторе по схеме с общим эмиттером. Модельное исследование каскада усиления на полевом транзисторе.

Раздел 3. Элементы электронных устройств в пакете Sim Power Systems. Модельное исследование электронных приборов, как компонентов мехатронных систем

Модельное исследование дифференциального усилителя. Модельное исследование операционного усилителя. Модельное исследование мультивибратора. Модельное исследование стабилизатора напряжения. Модельное исследование аналого-цифрового преобразователя. Разработка системы импульсно-фазового управления нереверсивным мостовым тиристорным преобразователем в программе Matlab/Simulink. Часть 1. Реализация функциональных блоков.

Раздел 4. Модельное исследование функциональных электронных устройств, как компонентов мехатронных систем

Разработка алгоритма базового закона коммутации трехфазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink. Разработка алгоритма униполярной и биполярной ШИМ однофазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink. Разработка алгоритма синусоидальной ШИМ трехфазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практические занятия 1-2. Практическая работа №1. Модельное исследование полупроводниковых диодов.

Практические занятия 3-4. Практическая работа №2. Модельное исследование транзисторов.

Практические занятия 5-6. Практическая работа №3. Модельное исследование полупроводниковых выпрямителей.

Практическое занятие 7-8. Практическая работа №4. Модельное исследование усилителей.

Практические занятия 9-10. Практическая работа №5. Модельное исследование аналого-цифрового преобразователя.

Практические занятия 11-12. Практическая работа №6. Разработка алгоритма базового закона коммутации трехфазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink.

Практические занятия 13. Практическая работа №7. Разработка алгоритма униполярной и биполярной ШИМ однофазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink.

Практические занятия 14. Практическая работа №8. Разработка алгоритма синусоидальной ШИМ трехфазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink.

3.4.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены.

4.2 Основная литература

1. Мехатронные системы: структура и применение : учебное пособие / А.А. Игнатьев [и др.].. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2024. — 176 с. — ISBN 978-5-7433-3607-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/145556.html.

2. Лыкин А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие / Лыкин А.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 227 с. — ISBN 978-5-7782-2262-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/45384.html.

3. Интеллектуальные мехатронные системы : учебное пособие / И. В. Абрамов, А. И. Абрамов, Ю. Р. Никитин, С. А. Трефилов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 185 с. — ISBN 978-5-4497-3899-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/145148.html.

4.3 Дополнительная литература

1. Калихман Д.М. Математическое моделирование мехатронных систем. В 3 частях. Ч.1. Гироскопические измерители угловой скорости и акселерометры : учебно-методическое пособие / Калихман Д.М., Депутатова Е.А.. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020. — 68 с. — ISBN 978-5-7433-3418-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/117205.html.

2. Рассадкин, Ю. И. Компьютерное управление в мехатронных системах : учебное пособие / Ю. И. Рассадкин, А. В. Синицын. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2016. — 68 с. — ISBN 978-5-7038-4531-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/134955.html.

3. Камлюк, В. С. Мехатронные модули и системы в технологическом оборудовании для микроэлектроники : учебное пособие / В. С. Камлюк, Д. В. Камлюк. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 384 с. — ISBN 978-985-503-627-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/67660.html.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрено

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. MATLAB

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru

2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru

3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.

4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru

5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).

2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим и семинарским занятиям.

При подготовке к практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части практической работы следует подвести ее итоги: раскрыть положительные стороны и недостатки. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Математическое моделирование объектов управления и мехатронных систем» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита практических работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов РГР;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- выполнение и защита РГР;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к экзамену.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита практических работ;
- экзамен;
- выполнение и защита РГР.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по практическим работам индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**Наименование компетенции выпускника**
ПК-5	Способен производить анализ компоновок гибких производственных систем, расчеты и проектирование отдельных устройств мехатронных систем с использованием современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в соответствии с техническим заданием

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование объектов управления и мехатронных систем»

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика оценочного средства
1	Текущий	Защита практической работы	Практическая работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите практической работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о практической работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему практической работы. Далее проводится защита отчёта каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
2	Текущий	Выполнение и защита РГР	Обучающийся в течение семестра самостоятельно выполняет ряд заданий в соответствие с методическим указанием. РГР оценивается по 100 бальной шкале. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита РГР каждого студента индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
3	Промежуточный	Экзамен	Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются

			результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность экзамена 2 часа (120 минут).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Критерии оценивания компетенций

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
ПК-5. Способен производить анализ компоновок гибких производственных систем, расчеты и проектирование отдельных устройств мехатронных систем с использованием современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в соответствии с техническим заданием.				
знать: основные понятия программного обеспечения в мехатронных системах, модулях комплексах; возможности программного обеспечения для анализа мехатронных систем и их	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные понятия программного обеспечения в мехатронных системах, модулях комплексах; возможности	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные понятия программного обеспечения в мехатронных системах, модулях комплексах; возможности программного	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные понятия программного обеспечения в мехатронных системах, модулях комплексах; возможности программного	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные понятия программного обеспечения в мехатронных системах, модулях комплексах; возможности программного

элементов; перечень универсального и специализированного программного обеспечения; методы визуализации графической и цифровой информации	программного обеспечения для анализа мехатронных систем и их элементов; перечень универсального и специализированного программного обеспечения; методы визуализации графической и цифровой информации	обеспечения для анализа мехатронных систем и их элементов; перечень универсального и специализированного программного обеспечения; методы визуализации графической и цифровой информации. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	обеспечения для анализа мехатронных систем и их элементов; перечень универсального и специализированного программного обеспечения; методы визуализации графической и цифровой информации. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	обеспечения для анализа мехатронных систем и их элементов; перечень универсального и специализированного программного обеспечения; методы визуализации графической и цифровой информации. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: правильно ориентироваться в главных терминах программного обеспечения мехатронных систем; разделять сложную мехатронную систему на связанные между собой элементы с целью дальнейшего моделирования и анализа; пользоваться библиотекой элементов и задавать их параметры	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет правильно ориентироваться в главных терминах программного обеспечения мехатронных систем; разделять сложную мехатронную систему на связанные между собой элементы с целью дальнейшего моделирования и анализа; пользоваться библиотекой элементов и задавать их параметры	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: правильно ориентироваться в главных терминах программного обеспечения мехатронных систем; разделять сложную мехатронную систему на связанные между собой элементы с целью дальнейшего моделирования и анализа; пользоваться библиотекой элементов и задавать их параметры. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: правильно ориентироваться в главных терминах программного обеспечения мехатронных систем; разделять сложную мехатронную систему на связанные между собой элементы с целью дальнейшего моделирования и анализа; пользоваться библиотекой элементов и задавать их параметры. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности,	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: правильно ориентироваться в главных терминах программного обеспечения мехатронных систем; разделять сложную мехатронную систему на связанные между собой элементы с целью дальнейшего моделирования и анализа; пользоваться библиотекой элементов и задавать их параметры. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в

		умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	ситуациях повышенной сложности.
владеть: методами представления реальных мехатронных систем и их элементов в программном обеспечении; навыками анализа мехатронных систем; навыками считывания полезной информации с виртуальной модели; навыками анализировать полученную информацию	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами представления реальных мехатронных систем и их элементов в программном обеспечении; навыками анализа мехатронных систем; навыками считывания полезной информации с виртуальной модели; навыками анализировать полученную информацию	Обучающийся не в полностью владеет методами представления реальных мехатронных систем и их элементов в программном обеспечении; навыками анализа мехатронных систем; навыками считывания полезной информации с виртуальной модели; навыками анализировать полученную информацию. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами представления реальных мехатронных систем и их элементов в программном обеспечении; навыками анализа мехатронных систем; навыками считывания полезной информации с виртуальной модели; навыками анализировать полученную информацию. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами представления реальных мехатронных систем и их элементов в программном обеспечении; навыками анализа мехатронных систем; навыками считывания полезной информации с виртуальной модели; навыками анализировать полученную информацию. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамен

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное

	соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания текущего контроля

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Защита практической работы	Зачтено: набрано 3 и более баллов Незачтено: набрано 2 и менее баллов Расчеты выполнены верно – 1 балл, выводы логичны и обоснованы – 1 балл, оформление работы соответствует требованиям – 1 балл, правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 2 вопроса) – 1 балл.	Отчет по практической работе содержит расчеты, выводы. Защита отчета по практической работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты не выполнившие практическую работу к защите не допускаются
Выполнение и защита РГР	От 0 до 100 баллов	Набрано 85 и более баллов. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

		Набрано от 70 до 84 баллов. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. Набрано от 51 до 69 баллов. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации Набрано менее 50 баллов. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Теоретические вопросы к практической работе №1:

1. Принцип работы полупроводникового диода
2. Особенности моделирования диода в MaTlAB
3. Пояснить прямую ветвь ВАХ диода
4. Пояснить обратная ветвь ВАХ диода
5. Особенности построения ВАХ диода в пакете MATLAB
6. Представление диода для моделирования.

7. Способы математического описания диода.
8. Как собрать схему исследования диода в MATLAB.
9. Идеальный и реальный диоды в MATLAB.
10. Особенности моделирования пробоя диода

Теоретические вопросы к практической работе №2:

1. Особенности моделирования биполярного транзистора
2. Математическое описание биполярного транзистора
3. Как математически представляется биполярный транзистор в MATLAB.
4. Приведите схему модели для снятия входной ВАХ.
5. Приведите схему модели для снятия выходной ВАХ.
6. Как построить ВАХ транзистора программным способом?
7. Определение параметров транзистора как усилительного элемента и их задание в программе.
8. Представление биполярного транзистора линейным четырехполюсником для исследований в режиме малого сигнала.
9. Реализация ограничений при моделировании биполярного транзистора в программе.
10. Реализация ключевого режима работы в программе.

Теоретические вопросы к практической работе №3:

1. Особенности моделирования выпрямителя.
2. Принцип работы выпрямителя в среде моделирования.
3. Особенности задания параметров расчета схем выпрямления
4. Почему переменный шаг расчета более предпочтительный
5. Моделирование однополупериодной схемы выпрямления.
6. Как отобразить волновые диаграммы в пакете MATLAB.
7. Как построить внешнюю характеристику выпрямителя программным способом?
8. Особенности работы модели выпрямителя с добавлением емкостного фильтра.
9. Особенности работы модели выпрямителя с добавлением индуктивного фильтра.
10. Представления выпрямителя как звена передаточной функцией

Теоретические вопросы к практической работе №4:

1. Как собрать схему каскада усиления по схеме с общим эмиттером?
2. Оценить влияния емкости в цепи обратной связи на положение рабочей точки усилителя.
3. Снятие амплитудно-частотной характеристики средствами MATLAB.
4. Снятие фазо-частотной характеристики средствами MATLAB.
5. Определение по АЧХ полосы пропускания.
6. Представление усилительного каскада передаточной функцией теории автоматического управления.
7. Как определить устойчивость работы усилителя на биполярном транзисторе?
8. Определение порога самовозбуждения усилительного каскада и способы устранения.
9. Как определить коэффициент передачи усилительного каскада.
10. Особенности моделирования усилителя в MATLAB.

Теоретические вопросы к практической работе №5:

1. Преобразование спектра при дискретизации сигналов в MATLAB
2. Модели случайных процессов на выходе АЦП в MATLAB
3. Параллельные и последовательно-параллельные АЦП в MATLAB
4. АЦП последовательного счета и последовательного приближения
5. Интегрирующие АЦП в MATLAB
6. Сигма-дельта АЦП в MATLAB
7. Статические и динамические параметры АЦП
8. Определение ошибки преобразования средствами MATLAB.
9. Методы расчета, используемые при моделировании устройств АЦП и ЦАП
10. Задание параметров модели АЦП и ЦАП.

Теоретические вопросы к практической работе №6:

1. На чем основана имитационная модель тиристора?
2. Каким образом настраивается модель в Simulink при использовании блоков библиотеки Simscape?
3. Как выставить время расчета модели?
4. На что влияет метод расчета модели?
5. Как реализован узел синхронизации?
6. Как реализован компаратор?
7. Как реализована фазовая характеристика СИФУ?
8. Как построена имитационная модель генератора пилообразного напряжения?
9. Каким образом реализуется задание на угол управления преобразователем?
10. Зачем нужны фильтры в системе раздачи импульсов СИФУ?

Теоретические вопросы к практической работе №7:

1. На чем основана имитационная модель транзистора?
2. Каким образом настраивается модель в Simulink при использовании блоков библиотеки Simscape?
3. Как выставить время расчета модели?
4. На что влияет метод расчета модели?
5. Как реализован узел сравнения задающего напряжения с опорным?
6. Как формируется задающее напряжение?
7. Как формируется опорное напряжение?
8. Как построена имитационная модель силовой цепи инвертора?
9. Каким образом формируется коэффициент модуляции?
10. Где сохраняются полученные данные результатов моделирования?

Теоретические вопросы к практической работе №8:

1. Как задать время расчета модели?
2. Как определить шаг расчета модели?

3. Чем определяется выбор фиксированного шага расчета?
4. Чем определяется выбор переменного шага расчета?
5. Преимущества переменного шага расчет?
6. Преимущества фиксированного шага расчета?
7. Как задать точность расчет модели? Чем она определяется?
8. Выбор метода расчета (решателя)?
9. С какими решателями вы знакомы?
10. Критерии выбора решателя в модели.

РГР

Тему РГР студент выбирает самостоятельно, используя за основу тему своей выпускной квалификационной работы и области научных исследований. Выбранная тема согласовывается с преподавателем и утверждается, выдается задание на РГР. В случае, если у студента возникают трудности с выбором темы, преподаватель предлагает студенту тему из списка примеров.

Примеры тем для РГР:
1. Управление мехатронной системой конвейера.
2. Управление мехатронной системой непрерывного стана холодной прокатки.
а) Система центрирования полосы
б) Система регулирования толщины
в) Система регулирования ширины
3. Управление мехатронной системой лифта.
4. Управление мехатронной системой непрерывного стана горячей прокатки.
а) Система центрирования полосы
б) Система регулирования толщины
в) Система регулирования ширины
12. Машина подачи кислорода (кислородной фурмы) конвертера
13. Лифт пассажирский
14. Автоматизированная сортировка труб
15. Автоматизированное перемещение мостовых кранов

Задание на РГР:

Разработать систему управления мехатронной системой. Система управления должна иметь несколько подчинённых контуров регулирования. Моделирование должно быть выполнено в программе Matlab/Simulink.

План выполнения РГР:

1. Выполнить описание последовательности технологических операций, принципа действия и характеристик основного технологического оборудования;
2. Сформировать перечень технологических параметров, характеризующих технологический режим процесса, диапазон варьирования параметров согласно технологическому регламенту и качество полуфабриката или готового продукта;
3. Определить цель, задачи и требования к системе управления;
4. Составить техническое задание на проектирование системы управления;
5. Выполнить разработку структурной схемы системы управления;
6. Разработать математическую модель в программе Matlab/Simulink;

7. Выполнить анализ качества переходных процессов;
8. Заключение.

Типовые вопросы к защите РГР

1. Технологические особенности построения исследуемого мехатронного модуля
2. Технологические требования к мехатронному модулю
3. Требования к приводам и системам управления мехатронного модуля
4. Характеристика сенсорных составляющих исследуемого мехатронного модуля
5. Характеристика и кинематическая схема исследуемого механизма
6.Нагрузочные диаграммы и тахограммы (диаграммы перемещения) приводов
7. Структурная схема системы управления
8. Типы интерфейсов.
9. Структуры и порядок обмена информации по интерфейсам связи.
10. Структурная схема контроллера внешних устройств, принципы функционирования.
11. Способы передачи слов цифровой информации.
12. Параллельная передача, последовательная синхронная и асинхронная передача.
13. Порядок синхронизации внутренних генераторов.
14. Программная реализация фильтра низких частот.
15. Какие особенности реализации ПИД алгоритма в промышленных контроллерах?
16. Синтез параметров регулятора контура скорости
17. Синтез параметров регулятора контура перемещения (положения)
18. Система контурного силового управления технологическим объектом
19. Информационные и энергетические потоки в мехатронной системе
20. Экспериментальные методы настройки регуляторов

7.3.2 Промежуточный контроль

Перечень вопросов к экзамену

Текст вопроса	Код компетен-ции
1. Моделирование устройств силовой электроники. Основные инструментарии Simulink.	ПК-5
2. Библиотека SimPowerSystems.	ПК-5
3. Построение SPS-моделей с полупроводниковыми элементами.	ПК-5
4. Анализ динамических свойств устройств силовой электроники во временной области.	ПК-5
5. Анализ свойств устройств силовой электроники в частотной области.	ПК-5
6. Моделирование устройств силовой электроники. Программные и инструментальные средства представления результатов.	ПК-5
7. Модельное исследование основных характеристик силовых полупроводниковых преобразователей. Моделирование устройств силовой электроники.	ПК-5
8. Вторичные источники питания.	ПК-5
9. Системы управления силовой электроникой.	ПК-5
10. Моделирование инвертора напряжения.	ПК-5
11. На чем основана имитационная модель тиристора?	ПК-5

12. Каким образом настраивается модель в Simulink при использовании блоков библиотеки Simscape?	ПК-5
13. Как выставить время расчета модели?	ПК-5
14. На что влияет метод расчета модели?	ПК-5
15. Как реализован узел синхронизации?	ПК-5
16. Как реализован компаратор?	ПК-5
17. Как реализована фазовая характеристика СИФУ?	ПК-5
18. Как построена имитационная модель генератора пилообразного напряжения?	ПК-5
19. Каким образом реализуется задание на угол управления преобразователем?	ПК-5
20. Зачем нужны фильтры в системе раздачи импульсов СИФУ?	ПК-5
21. На чем основана имитационная модель транзистора?	ПК-5
22. Каким образом настраивается модель в Simulink при использовании блоков библиотеки Simscape?	ПК-5
23. Как выставить время расчета модели?	ПК-5
24. На что влияет метод расчета модели?	ПК-5
25. Как реализован узел сравнения задающего напряжения с опорным?	ПК-5
26. Как формируется задающее напряжение?	ПК-5
27. Как формируется опорное напряжение?	ПК-5
28. Как построена имитационная модель силовой цепи инвертора?	ПК-5
29. Каким образом формируется коэффициент модуляции?	ПК-5
30. Где сохраняются полученные данные результатов моделирования?	ПК-5