Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н. Вильбергер М. Е.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.т.н. Вильбергер М. Е.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Мехатронные устройства и системы

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа: Мехатроника и автоматизация

Курс: 1, семестр : 1

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**1**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	36
4	Лекции, час.	16
5	Практические занятия, час.	16
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	из них практической подготовки, час.	9
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	2
11	Самостоятельная работа, час.	108
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	
13	Вид аттестации	3

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №147 от 28.02.2018 г. , дата утверждения: 22.03.2018 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭАПУ, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 7 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Попов Н. С.

Ответственный за образовательную программу:

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-1.В/ПР Способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности
	ПК-1.В/ПР. 2 Способен разрабатывать и анализировать обобщенные варианты решения проблемы
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
	УК-1. 3 Формирует возможные варианты решения задач

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-1.В/ПР. 2 Способен разрабатывать и анализировать обобщенные варианты решения проблемы	
Тенденции развития современных сложных инженерных систем, мехатронных узлов и модулей	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
УК-1. 3 Формирует возможные варианты решения задач	
Провести цифровое моделирование мехатронных систем и их элементов	Лекции; Практические занятия;

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 1					
Дидактическая единица: Тенденции развития современных систем					
1. Тенденции развития современных сложных инженерных систем. Понятия "мехатроника", "мехатронный узел или модуль"	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	На лекции рассматриваются тенденции развития современных сложных инженерных систем, история возникновения понятий "мехатроника", "мехатронный узел или модуль"
Дидактическая единица: Принципы построения современных мехатронных модулей и систем					
2. конструктивные решения модулей, мехатронный модуль электромеханизма поступательного движения	1	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Рассматриваются конструктивные решения модулей, мехатронный модуль электромеханизма поступательного движения

3. безредукторные модули мотор-шпинделя, поворотного стола,	1	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Рассматриваются конструктивные особенности безредукторных модулей мотор-шпинделя и поворотного стола для металлорежущих станков типа "Обрабатывающий центр".
4. Безредукторный мехатронный модуль мотор-колеса для индивидуального транспортного средства,	1	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Рассматриваются особенности построения безредукторных мехатронных модулей мотор-колеса для индивидуального транспортного средства
5. Безредукторный электромеханический усилитель руля автомобиля.	1	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	На лекции рассматриваются технические требования, предъявляемые к электромеханическим усилителям руля автомобиля и реализация этих требований с помощью мехатронного подхода к пректированию.
6. Механизмы с параллельной кинематикой.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Рассматривается принцип построения механизмов с параллельной кинематикой на примере гексапода. Используется фильм-лекция В.Г. Кагана.
Дидактическая единица: Векторное управление в мехатронных системах					
7. Принцип полеориентирования , понятие изображающего и результирующего вектора, их количественное соотношение	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Рассматривается принцип полеориентирования Феликса Блашке, понятие изображающего и результирующего вектора, их количественное соотношение
8. Координатные преобразователи для управления синхронным двигателем, построенные на основе элементов аналоговой техники	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Рассматриваются координатные преобразователи для управления синхронным двигателем, построенные на основе элементов аналоговой техники
9. Координатные преобразователи на основе элементов цифровой техники	2	0	0	УК-1.3	Рассматриваются функциональные схемы координатных преобразователей на основе элементов цифровой техники

10. Силовые преобразователи с векторной широтно-импульсной модуляцией.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Представление силового импульсного преобразователя векторным устройством, принцип формирования среднего значения вектора с помощью векторной ШИМ, алгоритмы векторной ШИМ и их схемная реализация.

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 1					
Дидактическая единица: Принципы построения современных мехатронных модулей и систем					
1. Мехатронный модуль электромеханизма поступательного движения	2	1	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Студенты, разбирая и рассматривая реальные образцы мехатронных модулей электромеханизмов поступательного движения, знакомятся с особенностями конструкций электромеханизмов проходного и выдвижного типа, с принципом работы шариковинтовой пары, с методами интеграции механических, электромеханических и электронных элементов в единый мехатронный модуль.
2. Мехатронные модули электромеханического усилителя руля автомобиля	2	1	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Разбирая и рассматривая реальные образцы электромеханических усилителей руля, студенты знакомятся с принципами построения мехатронных модулей, с устройством энергетически нагруженных и информационных элементов мехатронных систем, например таких, как датчик положения ротора на основе элемента Холла.

3. Мехатронный модуль безредукторного мотор-колеса	2	1	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Рассматривая реальные образцы мехатронных модулей мотор-колёс, выполненных на основе синхронных двигателей магнитоэлектрического возбуждения, студенты знакомятся с принципом действия и основными характеристиками энергетически нагруженных и информационно-измерительных устройств мехатронных систем.
4. Механизмы с параллельной кинематикой (гексаподы).	2	1	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	С использованием мультимедийного оборудования изучаются принципы построения и варианты применения гексаподов.
Дидактическая единица: Векторное управление в мехатронных системах					
5. Алгоритмы векторной ШИМ и их схемная реализация.	2	1	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Студенты рассматривают функциональные и принципиальные схемы систем управления инверторами напряжения, применяемых в системах векторного управления синхронными электродвигателями. При этом на занятиях заслушивается выступление студентов на заранее заданную тему с последующим обсуждением наиболее интересных моментов.
6. Системы управления с векторной ШИМ, работающие в шагающей системе координат.	2	1	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Студенты рассматривают функциональные и принципиальные схемы систем управления инверторами напряжения, применяемые в системах векторного управления и работающие в шагающей системе координат. При этом на занятиях заслушивается выступление студентов на заранее заданную тему с последующим обсуждением наиболее интересных моментов.

7. Принцип полеориентирования , понятие изображающего и результирующего вектора, их количественное соотношение	2	1	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Изучается принцип полеориентирования , понятие изображающего и результирующего вектора, их количественное соотношение, при этом на занятиях заслушивается выступление студентов на заранее заданную тему с последующим обсуждением наиболее интересных моментов.
8. Координатные преобразователи для управления синхронным двигателем, построенные на основе элементов аналоговой техники	1	1	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Студенты рассматривают функциональные и принципиальные схемы координатных преобразователей, применяемых в системах векторного управления синхронными электродвигателями, выполненных на основе индуктивных датчиков положения (сельсинов и синусно - косинусных вращающихся трансформаторов). При этом на занятиях заслушивается выступление студентов на заранее заданную тему с последующим обсуждением наиболее интересных моментов.
9. Координатные преобразователи на основе элементов цифровой техники	1	1	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Студенты рассматривают функциональные и принципиальные схемы координатных преобразователей, применяемых в системах векторного управления синхронными электродвигателями, выполненных на основе элементов цифровой техники. При этом на занятиях заслушивается выступление студентов на заранее заданную тему с последующим обсуждением наиболее интересных моментов.

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 1					
Дидактическая единица: Тенденции развития современных систем					

2. Построение бесконтактных прецизионных средств измерения механической энергии	12	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Изучение бесконтактных тахогенераторов, встроенных датчиков положения, интегрированных с двигателем и магнитоупругих измерителей вращающего момента.
Дидактическая единица: Принципы построения современных мехатронных модулей и систем					
1. Принципы постоения, отличительные свойства механизмов с параллельной кинематикой	12	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Рассматрение устройства конкретных примеров механизмов с параллельной кинематикой.
Дидактическая единица: Векторное управление в мехатронных системах					
3. Координатные преобразователи на основе индуктивных датчиков положения.	35	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Рассмотрение схемотехнических вариантов постоения координатных преобразрователей для реализации векторного управления.
4. Координатные преобразователи на основе элементов цифровой техники.	35	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Рассмотрение схемотехнических вариантов постоения координатных преобразрователей для реализации векторного управления.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Мехатронный модуль электромеханизма поступательного движения	Пр	Выполняет следующие виды работ: производят расчет электромеханической части
2	Мехатронные модули электромеханического усилителя руля автомобиля	Пр	Выполняет следующие виды работ: производят расчет электромеханической части мехатронной системы модуля ЭМУРа
3	Мехатронный модуль безредукторного мотор-колеса	Пр	Выполняет следующие виды работ: производят расчет электромеханической части мехатронной системы модуля
4	Механизмы с параллельной кинематикой (гексаподы).	Пр	Выполняет следующие виды работ: производят расчет электромеханической части
5	Алгоритмы векторной ШИМ и их схемная реализация.	Пр	Выполняет следующие виды работ: производят расчет формируемого напряжения для трехфазного мостового преобразователя.
6	Системы управления с векторной ШИМ, работающие в шагающей системе координат.	Пр	Выполняет следующие виды работ: производят расчет мощности коммутационных потерь СИПа.
7	Принцип полеориентирования , понятие изображающего и результирующего вектора, их количественное соотношение	Пр	Выполняет следующие виды работ: аналитическим способом выполняют оценку влияния алгорима управления на потери СИПа.

8	Координатные преобразователи для управления синхронным двигателем, построенные на основе элементов аналоговой техники	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняют поверочный расчет точности координатных преобразований при использовании аналоговой схемотехники.
9	Координатные преобразователи на основе элементов цифровой техники	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполняют поверочный расчет точности координатных преобразований при использовании цифровой схемотехники.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Подготовка к занятиям	ПК-1.В/ПР.2	6	0
При подготовке к практическим занятиям студент по конспекту и учебникам знакомится с основными вопросами соответствующей темы и формулирует непонятные вопросы.: Родыгин А. В. Силовая электроника (ЭАПУ) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Родыгин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222209. - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/ПР.2	8	2
Перед зачётом выдаётся перечень вопросов, по которым студент готовится, пользуясь учебниками и конспектом лекций.: Родыгин А. В. Силовая электроника (ЭАПУ) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Родыгин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222209. - Загл. с экрана.				
3	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-1.В/ПР.2	94	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Родыгин А. В. Силовая электроника (ЭАПУ) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Родыгин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222209. - Загл. с экрана.				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Консультирование	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

Таблица 3.5

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения:	

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 1		
Практические занятия:	40	80
Контролирующие материалы приводятся в "Родыгин А. В. Силовая электроника (ЭАПУ) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Родыгин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222209. - Загл. с экрана."		
Зачет:	20	20

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
			Зачет
ПК-1.В/ПР	ПК-1.В/ПР 2. Способен разрабатывать и анализировать обобщенные варианты решения проблемы		+
УК-1	УК-1 3. Формирует возможные варианты решения задач		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Зотов Л. Г. Энергоэффективные устройства и системы силовой электроники на основе структур с переключаемыми конденсаторами : [монография] / Л. Г. Зотов. - Новосибирск, 2020. - 401, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243129. - Доп. тит. л., огл. англ..

Дополнительная литература

1. Методы и средства управления промышленными роботами : учебное пособие / М. Е. Вильбергер, И. И. Сингизин, Н. С. Попов [и др.]; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2025.- 117, [2] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=229797

Интернет-ресурсы

1. Карнаухов, Н. Ф. Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем : учебное пособие / Н. Ф. Карнаухов. — Ростов-на-Дону : Донской ГТУ, 2017. — 391 с. — ISBN 978-5-7890-1406-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/238226 (дата обращения: 05.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Родыгин А. В. Силовая электроника (ЭАПУ) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Родыгин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222209. - Загл. с экрана.

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 НГТУ DiSpace - среда электронного обучения НГТУ

2 MathCAD - это интегрированная система программирования, ориентированная на проведение математических и инженерно-технических расчетов. PTC MathCAD

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Лабораторный стенд для исследования ЭП переменного тока	Ознакомление с алгоритмами векторного управления электродвигателями и силовыми преобразователями