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

Кафедра электроники и Электротехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
к.т.н. Стрельцов С. А.

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Специальные главы электропривода

Образовательная программа: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистерская программа: Проектирование и эксплуатация энергетических установок летательных аппаратов

Курс: 2, семестр : 3

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**3**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	56
4	Лекции, час.	34
5	Практические занятия, час.	16
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	9
8	из них практической подготовки, час.	3
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	4
11	Самостоятельная работа, час.	88
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	Э

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

ФГОС введен в действие приказом №959 от 22.09.2017 г. , дата утверждения: 09.10.2017 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭЭ, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Харитонов С. А.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Удовиченко А. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-15.В/ПК Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники.
	ПК-15.В/ПК. 1 Знает аналоговую и цифровую схемотехнику, схемотехнику импульсных схем, схемы смешанного типа.

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-15.В/ПК. 1 Знает аналоговую и цифровую схемотехнику, схемотехнику импульсных схем, схемы смешанного типа.	
Знать основные схемы для согласования датчиков тока и напряжения с управляющим микроконтроллером	
Понимать способы организации и проведения экспериментальных исследований	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Обладать навыками разработки стратегии и методологии исследования изделий силовой электроники и мехатроники.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Способность подготавливать научные публикации на основе результатов исследований	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

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: 3					
Дидактическая единица: Электрические машины переменного тока					
1. Асинхронная электрическая машина	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Конструктивное исполнение различных типов асинхронной электрической машины. Принцип вращающегося магнитного поля, Т-образная схема замещения. Расчетные соотношения, формулы для построения естественной механической характеристики

2. Синхронная электрическая машина	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Конструктивное исполнение различных типов синхронной электрической машины. Расчетные соотношения, формулы для построения естественной механической и угловой характеристики
Дидактическая единица: Параметрическое регулирование частоты вращения АД					
1. Регулирование частоты вращения АД с фазным ротором	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Реостатное регулирование частоты вращения АД с фазным ротором. Основные соотношения, искусственные механические характеристики. Электрические и электромеханические каскадные схемы регулирования скорости АД, техническая реализация, достоинства недостатки
2. Регулирование частоты вращения многоскоростных АД и фазовое регулирование скорости ротора АД	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Регулирование частоты вращения АД путем контактного соединения секций фазных обмоток статора. Основные соотношения, искусственные механические характеристики при регулировании с постоянством длительно-допустимого момента и мощности. Техническая реализация фазового регулирования в системах с обратной связью и П-регулятором скорости, ее достоинства недостатки
3. Частотное регулирование угловой скорости вала АД	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Частотное регулирование угловой скорости вала АД. Общая форма записи закона М.П. Костенко и его частные случаи при регулировании с постоянством длительно допустимого момента и мощности на валу
Дидактическая единица: Математическая модель асинхронного двигателя в системах частотно-регулируемого электропривода					

1. Математическая модель АД в пространстве фазных переменных	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Основные допущения. Векторно-матричная форма записи дифференциальных уравнений в пространстве состояний. Уравнения электрического равновесия напряжений статора и ротора АД в трехфазной системе координат
2. Прямое и обратное преобразование алгебраических векторов трехфазных переменных E. Clarke и R. H. Park	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Прямое и обратное преобразование трехфазных переменных в неподвижную двухфазную систему координат. Математическая модель АД в двумерном пространстве, связанном со статором
3. Математическая модель АД во вращающейся системе координат	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Векторно-матричная модель АД в обобщенной вращающейся системе координат с ориентацией продольной оси по опорному вектору. Двухфазная вращающаяся система координат, ориентированная по вектору потокосцепления ротора. Электромагнитный момент, векторная диаграмма и структурная схема асинхронной машины при управлении токами статора
Дидактическая единица: Синтез двуканальных замкнутых систем векторного управления трехфазными двигателями переменного тока					
1. Принцип векторного управления АД координатами пространственного вектора токов статора	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Функциональная схема системы векторного управления частотой вращения ротора АД, принцип работы, основные соотношения, непосредственное и косвенное полеориентирование

2. Синтез внутреннего контура регулирования токов статора	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Основное допущение, метод гармонической реализации, структурные схемы релейного и непрерывного контура токов статора в замкнутом состоянии, синтез трехканального релейного и двухканального пропорционально-интегрального регулятора токов статора
3. Синтез внешнего контура регулирования частоты вращения АД	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Основное допущение, структурная схема, синтез последовательного корректирующего устройства при настройке контура в замкнутом состоянии на стандартную линейную форму, расчет параметров ПИ-регулятора частоты вращения и задающего апериодического фильтра на входе
4. Синтез внешнего контура регулирования модуля вектора потокосцеплений ротора	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Основное допущение, условие разделения движений. Структурная схема конура регулирования в замкнутом состоянии. Расчетные формулы для определения коэффициентов передачи П- и ПИ-регулятора. Узел формирования задающего воздействия при работе во второй зоне регулирования с ослаблением магнитного поля
5. Наблюдатель магнитного состояния и динамическая подсистема оценки текущей частоты вращения ротора АД	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Наблюдатель координат вектора потокосцеплений ротора в неподвижных осях. Синтез последовательного пропорционально-интегрального корректирующего устройства. Структурная схема MRAS (model reference adaptive system). Вычислитель частоты вращения ротора

6. Система векторного управления синхронным двигателем с постоянными магнитами	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Векторно-матичная модель синхронного двигателя с постоянными магнитами после преобразований E. Clarke и R. H. Park с ориентацией по магнитной оси ротора. Векторная диаграмма. Функциональная схема системы векторного управления
Дидактическая единица: Оптимальное управление электромеханическими системами					
1. Основы теории оптимального управления	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Функционал качества, критерии оптимальности. Классическое и неклассическое вариационное исчисление
2. Задача о безусловном и условном экстремуме функционала качества	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Уравнение Эйлера-Пуассона. Метод множителей Лагранжа. Синтез оптимального по критерию минимума потерь энергии управления позиционной электромеханической системой постоянного тока
3. Элементы неклассического вариационного исчисления	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Принцип максимума Л. С. Понтрягина.

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Электрические машины переменного тока					
1. Методика пересчета параметров Г-образной схемы замещения одной фазы в Т-образную	2	1	1	ПК-15.В/ПК.1	Расчет параметров Т-образной схемы замещения одной фазы АД по паспортным данным
Дидактическая единица: Параметрическое регулирование частоты вращения АД					
1. Искусственные механические характеристики АД при различных способах параметрического регулирования частоты вращения.	2	0	2	ПК-15.В/ПК.1	Анализ влияния параметров асинхронной машины на искусственные механические характеристики при различных способах параметрического регулирования частоты вращения ротора
Дидактическая единица: Математическая модель асинхронного двигателя в системах частотно-регулируемого электропривода					

1. Прямое и обратное преобразование E. Clarke	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Векторные диаграммы при различных способах получения матрицы преобразования E. Clarke. Координатный переход с соблюдением требования инвариантности скалярных величин
2. Векторно-матричная модель асинхронной машины в неподвижной и вращающейся двухфазной системе координат	2	0	2	ПК-15.В/ПК.1	Структурные схемы АД в различных координатах пространства состояний
Дидактическая единица: Синтез двуканальных замкнутых систем векторного управления трехфазными двигателями переменного тока					
1. Синтез релейного и непрерывного контура регулирования токов статора	2	1	2	ПК-15.В/ПК.1	Расчет параметров непрерывного ПИ-регулятора и дифференцирующего фильтра в канале отрицательной обратной связи, работающем в автоколебательном режиме с заданной частотой переключения
2. Синтез внешних контуров регулирования частоты вращения и модуля вектора потокосцеплений ротора АД	2	1	0	ПК-15.В/ПК.1	Расчет параметров П- и ПИ-регуляторов соответствующих управляемых переменных и задающего апериодического фильтра на входе контура регулирования частоты вращения на основании методов желаемой ЛАЧХ САУ в разомкнутом состоянии и желаемой передаточной функции контура в замкнутом состоянии
3. Синтез системы векторного управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором	2	0	0	ПК-15.В/ПК.1	Расчет параметров регуляторов двухконтурной системы векторного управления АД
Дидактическая единица: Оптимальное управление электромеханическими системами					
1. Задача оптимального быстродействия	2	0	2	ПК-15.В/ПК.1	Синтез оптимального по быстродействию управления позиционной электромеханической системой постоянного тока на основании принципа максимума Л. С. Понтрягина

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)

1	Методика пересчета параметров Г-образной схемы замещения одной фазы в Т-образную	Пр	Выполняет следующие виды работ: студенты самостоятельно вычисляют параметры асинхронной электрической машины в соответствии с выданным заданием
2	Синтез релейного и непрерывного контура регулирования токов статора	Пр	Выполняет следующие виды работ: студенты самостоятельно выполняют синтез контура регулирования токов статора в соответствии с выданным заданием
3	Синтез внешних контуров регулирования частоты вращения и модуля вектора потокосцеплений ротора АД	Пр	Выполняет следующие виды работ: студенты самостоятельно выполняют синтез контура регулирования модуля вектора потокосцеплений ротора в соответствии с выданным заданием

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	РГЗ/Реферат	ПК-15.В/ПК.1	40	2
Расчет и подготовка пояснительной записки: Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083.- Загл. с экрана. Нос О. В. Основы вентильного электропривода [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243199.- Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	ПК-15.В/ПК.1	21	0
Прочтение лекций: Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083.- Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	ПК-15.В/ПК.1	27	2
Знакомство с вопросами к экзамену. Повторение материала: Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083.- Загл. с экрана. Нос О. В. Основы вентильного электропривода [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243199.- 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	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	e-mail

Таблица 3.5

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Лекция в форме дискуссии
Краткое описание применения: Лекции читаются с обменом мнениями	
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083.- Загл. с экрана."	
2	Метод проектов
Формируемые умения: 1. Знает аналоговую и цифровую схемотехнику, схемотехнику импульсных схем, схемы смешанного типа.	
Краткое описание применения: выполнение практических заданий проектов	
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Нос О. В. Основы вентильного электропривода [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243199.- Загл. с экрана."	

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: 3		
Подготовка к занятиям:	0	
Дополнительная учебная деятельность:	0	
Лекция:	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083.- Загл. с экрана."		
Практические занятия:	0	
РГЗ/Реферат:	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Нос О. В. Основы вентильного электропривода [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243199.- Загл. с экрана."		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Нос О. В. Основы вентильного электропривода [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243199.- Загл. с экрана."		

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

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
		Защита РГЗ/Р	Экзамен
ПК-15.В/ПК	ПК-15.В/ПК 1. Знает аналоговую и цифровую схемотехнику, схемотехнику импульсных схем, схемы смешанного типа.	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Параллельная работа статических преобразователей энергии : учебное пособие / С. А. Харитонов, А. В. Сапсалев, А. И. Христолюбова [и др.] ; Новосиб. гос. техн.ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2026.- 137, [2] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=230304

2. Топорков Д. М. Исследование переходных процессов в электрических машинах : учебное пособие / Д. М. Топорков, Г. Б. Вяльцев, Д. Ю. Бабицкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 77, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=225383

Дополнительная литература

1. Нос О. В. Математические модели преобразования энергии в асинхронном двигателе : учебное пособие / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2008.- 166, [1] с. : ил., схемы.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087429.- Инновационная образовательная программа НГТУ 'Высокие технологии'.

2. Панкратов В. В. Энергооптимальное векторное управление асинхронными электроприводами : учебное пособие / В. В. Панкратов, Е. А. Зима ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 118, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000046885

3. Панкратов В. В. Избранные разделы теории автоматического управления : [учебное пособие для вузов по направлениям подготовки: 'Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств', 'Автоматизированные технологии и производства'] / В. В. Панкратов, О. В. Нос, Е. А. Зима ; [Новосиб. гос. техн. ун-т].- Новосибирск, 2011.- 222 с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161733

4. Нос О. В. Теория автоматического управления. Теория управления особыми линейными и нелинейными непрерывными системами : [учебное пособие] / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2019.- 164, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241021

Интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система НГТУ [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – [Россия], 2011. – Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/. – Загл. с экрана.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Нос О. В. Основы вентильного электропривода [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243199.- Загл. с экрана.

2. Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083.- Загл. с экрана.

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Моделирование электромагнитных процессов MathWorks Matlab Simulink

2 редактор диаграмм и блок-схем для Windows Microsoft Visio

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

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Проведение лекций

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Проведение практических занятий

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Ком-т типового оборуд-я "Силовая электроника-ведомые сетью и автономные преоб.."	Проведение практических занятий