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
Микропроцессорные системы силовой электроники

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

Курс: 1, семестр : 1

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**1**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	56
4	Лекции, час.	34
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	16
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	9
8	из них практической подготовки, час.	23
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	4
11	Самостоятельная работа, час.	52
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, по выбору студента

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-16.В/ПК Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом региональных особенностей и потребностей работодателей.
	ПК-16.В/ПК. 2 Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-16.В/ПК. 2 Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.	
Уметь решать комплекс задач, характерных для разработки и производства устройств силовой электроники, предназначенных для электропривода, электротехнологии и систем генерирования электроэнергии.	Лекции; Лабораторные работы; 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: 1					
Дидактическая единица: МПСУ вентильными преобразователями. Общие понятия и требования.					
1. ИУМПС: структура, отличительные признаки, решаемые задачи. Особенности ВП как объекта управления и МП - как средства управления	1	0	0	ПК-16.В/ПК.2	
3. Типовые функции МПСУ ВП (основные и сервисные), требования к МП	1	0	0,5	ПК-16.В/ПК.2	Самостоятельное формирование перечня задач МПСУ ВП на основе изученного курса Основ силловой электроники.
Дидактическая единица: МПСУ управляемыми выпрямителями					
4. Структура ЭП постоянного тока. Его особенности как объекта управления/	1	0	0	ПК-16.В/ПК.2	
5. Типовая структурная схема МПСУ УВ, назначение и функции блоков	1	0	0		
6. Синхронизация с сетью МПСУ УВ	2	0	0	ПК-16.В/ПК.2	

7. Программный и аппаратный способы формирование фазового сдвига в МПСУ УВ. Расчет параметров счетчиков	1	0	1		Самостоятельный вывод соотношений для расчета параметров аппаратного и программного счетчиков
8. МП ФСУ: число каналов, способы распределения импульсов управления	1	0	0,5		Самостоятельное формирование классификационного признака МП ФСУ по числу каналов на основе изученного курса Основ силовой электроники.
9. МП ФСУ: способы организации момента отсчета временных интервалов	1	0	0		
10. Реализация синхронной одноканальной МП ФСУ при больших углах управления	1	1	0		
11. Блок-схема ПО МПСУ УВ: время выполнения программы меньше ИП, время выполнения программы больше ИП	2	0	0		
Дидактическая единица: МПСУ автономными инверторами напряжения					
13. Структура ЭП переменного тока, особенности, требования к МП	1	0	0	ПК-16.В/ПК.2	
14. Типы модулирующего и опорного сигналов ШИМ, характеристики ШИМ	1	1	1		Самостоятельно на основе материала изученной дисциплины Основы силовой электроники оапредилить типы модулирующего и опорного сигналов для реализации ШИМ.
15. Способы скалярной ШИМ в однофазном АИН	1	0	0		
16. Принцип векторной ШИМ, представленной на комплексной плоскости	1	1	1		Самостоятельное построение диаграммы векторной шим на комплексной плоскости
17. Представление гармонического сигнала в МПС	1	0	0	ПК-16.В/ПК.2	
18. Вычисление кода ступеньки модулирующего сигнала при биполярном опорном сигнале	1,5	0	0		
19. Вычисление кода ступеньки модулирующего сигнала при однополярном опорном сигнале, в том числе на отрицательном полупериоде	2	0	0		

20. Особенности МП-реализации синусоидальной ШИМ с добавлением третьей гармоники и векторной ШИМ, представленной во временной области	1	1	1		На основе информации, полученной в курсе Основ силовой электроники самостоятельно аналитически описать расчет ступенек модулирующего сигнала для данных способов ШИМ.
22. Развертывание модулирующего сигнала во времени: кратность частот целочисленная и постоянная	2	0	1		На основании изученных курсов Основ силовой электроники и электропривода самостоятельное предложение критериев смены кратности при частотном регулировании асинхронного двигателя
23. Развертывание модулирующего сигнала во времени в случае некратных частот: варианты с дополнительной и без дополнительной аппаратурой	2	0	0		
24. Пропорциональное регулирование амплитуды и частоты выходного напряжения АИН и его мп-реалиация.	2	0	1		На основании изученного курса электропривода выявление особенностей работы асинхронного двигателя в крайних режимах.
25. Способы умножения целого числа на десятичную дробь	1	0	0		
Дидактическая единица: Цифровые регуляторы					
26. Регуляторы: определение, структура замкнутой САР. Типы регуляторов и их основные характеристики.	2	0	1		На основании изученного курса ТАУ основных понятий, структур и типов регуляторов
27. Дискретная модель ПИД-регулятора	1	0	0		
28. Этапы разработки и реализации регуляторов для МПСУ.	1,5	0	0	ПК-16.В/ПК.2	
29. Итоговое занятие по курсу	1	4	1	ПК-16.В/ПК.2	Устные ответы на вопросы экспрес-опроса по пройденному курсу. Анализ связей данного курса с изученными дисциплинами.

Темы лабораторных работ	**Часы**	**Из них в форме практ. подг., час.**	**Активные формы, час.**	**Индикаторы достижения компетенций**	**Учебная деятельность**
Семестр: 1					
Дидактическая единица: МПСУ управляемыми выпрямителями					

1. Микропроцессорная реализация фазосдвигающего устройства УВ	4	2	0		Реализация на лабораторном стенде микропроцессорное синхронное ФСУ УВ с использованиенм программных и аппаратных средств DSC STM32F410RBT6.
Дидактическая единица: МПСУ автономными инверторами напряжения					
2. Микропроцессорное управление трехфазным АИН с широтно-импульсным управлением	4	2	0	ПК-16.В/ПК.2	Изучение принципов микропроцессорного управления трехфазным мостовым АИН с ШИР. Освоить на лабораторном стенде физическую модель АИН.
3. Микропроцессорное управление трехфазным АИН с широтно-импульсной модуляцией	4	2	0	ПК-16.В/ПК.2	Изучить принципы микропроцессорного управления трехфазным мостовым АИН с синусоидальной ШИМ с использованием возможностей усовершенствованного таймера 1 микроконтроллера STM32F410RBT6
4. Микропроцессорное управление трехфазным вентильным преобразователем	4	8	0	ПК-16.В/ПК.2	Выполнение курсового проекта по заданному варианту. Разработка демонстрационного варианты программного обеспечения для показа основных функций МПСУ преобразователем с ШИМ преподавателю на лабораторном стенде.

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 1					
Дидактическая единица: МПСУ управляемыми выпрямителями					
1. Алгоритмы реализации типовых микропроцессорных ФСУ на базе микроконтроллера STM32F410RBT6.	10	1	0		На основании изученного материала разработка алгоритмов реализации типовых микропроцессорных ФСУ (аппаратный и программный аспекты) на базе микроконтроллера STM32F410RBT6..
Дидактическая единица: МПСУ автономными инверторами напряжения					

2. Способы ОШИР, ШИР в трехфазном АИН, достоинства, недостатки. Реализация ШИР с использованием возможностей таймеров микроконтроллера STM32F410RBT6	4	0	0	ПК-16.В/ПК.2	На основании изученного материала в курсах Основы силовой электроники и основы микропроцессорной техники Ч.2 выявить особенности способов ШИР и ОШИР и возможности (аппаратный и программный аспекты) их реализации средствами микропроцессорной техники.
3. Реализация векторной ШИМ в микроконтроллере STM32F410RBT6	4	0	0		Разработка блок-схем аппаратных и программных средств для реализации векторной ШИМ на заданном МК.
4. Способ синусоидальной ШИМ трехфазным трехуровневым АИН, его реализация в микроконтроллере STM32F410RBT6	4	0	0	ПК-16.В/ПК.2	Разработка блок-схем аппаратных и программных средств для реализации синусоидальной ШИМ на заданном МК.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Реализация синхронной одноканальной МП ФСУ при больших углах управления	Л	Выполняет следующие виды работ:
2	Типы модулирующего и опорного сигналов ШИМ, характеристики ШИМ	Л	Выполняет следующие виды работ:
3	Принцип векторной ШИМ, представленной на комплексной плоскости	Л	Выполняет следующие виды работ:
4	Особенности МП-реализации синусоидальной ШИМ с добавлением третьей гармоники и векторной ШИМ, представленной во временной области	Л	Выполняет следующие виды работ:
5	Итоговое занятие по курсу	Л	Выполняет следующие виды работ:
6	Микропроцессорная реализация фазосдвигающего устройства УВ	Лб	Выполняет следующие виды работ:
7	Микропроцессорное управление трехфазным АИН с широтно-импульсным управлением	Лб	Выполняет следующие виды работ:
8	Микропроцессорное управление трехфазным АИН с широтно-импульсной модуляцией	Лб	Выполняет следующие виды работ:
9	Микропроцессорное управление трехфазным вентильным преобразователем	Лб	Выполняет следующие виды работ:
10	Алгоритмы реализации типовых микропроцессорных ФСУ на базе микроконтроллера STM32F410RBT6.	Самост.	Выполняет следующие виды работ: на основании изученного материала разработка алгоритмов реализации типовых микропроцессорных ФСУ (аппаратный и программный аспекты) на базе микроконтроллера STM32F410RBT6.. Работа проводится в контексте Лабораторной работы № 1.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Курсовая работа	ПК-16.В/ПК.2	36	2
Тема курсового проекта: "Разработка МПСУ АИН с ШИМ на базе DSC типа STM32F410RBT6" (согласно варианта). В процессе выполнения КР студент должен самостоятельно выполнить следующие виды работ. - Описать алгоритм управления АИН (временные диаграммы от исходных сигналов до импульсов управления). Проверить его работу в компьютерной программе моделирования PSIM или Matlab. - Разработать функциональную и принципиальную схемы МПСУ (до драйверов), описание ее работы. - Описать использование периферийных устройств: реализуемая функция, используемые каналы, режимы работы, составление управляющих слов. - Рассчитать параметры ПО и используемых периферийных устройств: ступенек модулирующего сигнала, периода таймеров/счетчиков, разрядности данных с АЦП и т.д. - Разработать блок-схему ПО и описать состав и назначение ее компонентов. - Разработать текст ПО на языке Си. : Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники : учебно-методическое пособие / Г. С. Зиновьев, А. С. Околович ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2018.- 37, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238278 Однокристальные микроЭВМ : методические указания к лабораторным работам для бакалавров 4 курса РЭФ дневного отделения (направление 210100.62 - Электроника и наноэлектроника, профиль - Промышленная электроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. А. Баховцев, И. В. Александров].- Новосибирск, 2019.- 61, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241360			
2	Подготовка к занятиям	ПК-16.В/ПК.2	10	0
Перед лекциями студенты должны вспомнить материал предыдущей лекции по конспектам. При наличии непонятных вопросов проконсультироваться у преподавателя. : Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники : учебно-методическое пособие / Г. С. Зиновьев, А. С. Околович ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2018.- 37, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238278 Однокристальные микроЭВМ : методические указания к лабораторным работам для бакалавров 4 курса РЭФ дневного отделения (направление 210100.62 - Электроника и наноэлектроника, профиль - Промышленная электроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. А. Баховцев, И. В. Александров].- Новосибирск, 2019.- 61, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241360			
3	Подготовка к аттестации	ПК-16.В/ПК.2	20	2
Повторение материала лекций, а также лабораторных рабюот и курсовой работы. : Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники : учебно-методическое пособие / Г. С. Зиновьев, А. С. Околович ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2018.- 37, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238278 Однокристальные микроЭВМ : методические указания к лабораторным работам для бакалавров 4 курса РЭФ дневного отделения (направление 210100.62 - Электроника и наноэлектроника, профиль - Промышленная электроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. А. Баховцев, И. В. Александров].- Новосибирск, 2019.- 61, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241360			
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-16.В/ПК.2	22	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники : учебно-методическое пособие / Г. С. Зиновьев, А. С. Околович ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2018.- 37, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238278 Однокристальные микроЭВМ : методические указания к лабораторным работам для бакалавров 4 курса РЭФ дневного отделения (направление 210100.62 - Электроника и наноэлектроника, профиль - Промышленная электроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. А. Баховцев, И. В. Александров].- Новосибирск, 2019.- 61, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241360			

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:igor_55@ngs.ru
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ:http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/5312

Таблица 3.5

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения: Материал темы, сходный с материалом ранее изученных дисциплин, студенты в интерактивном режиме с преподавателем формулируют в контексте, соответствующем изучаемой дисциплине.	
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники : учебно-методическое пособие / Г. С. Зиновьев, А. С. Околович ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2018.- 37, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238278"	

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		
Дополнительная учебная деятельность:	0	
Лекция:	5	10
Контролирующие материалы приводятся в "Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники : учебно-методическое пособие / Г. С. Зиновьев, А. С. Околович ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2018.- 37, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238278"		
Лабораторная:	16	30
Контролирующие материалы приводятся в "Однокристальные микроЭВМ : методические указания к лабораторным работам для бакалавров 4 курса РЭФ дневного отделения (направление 210100.62 - Электроника и наноэлектроника, профиль - Промышленная электроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. А. Баховцев, И. В. Александров].- Новосибирск, 2019.- 61, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241360"		
Курсовая работа: Итого	10	100 *(в состав баллов за КР)*
Контролирующие материалы приводятся в "Однокристальные микроЭВМ : методические указания к лабораторным работам для бакалавров 4 курса РЭФ дневного отделения (направление 210100.62 - Электроника и наноэлектроника, профиль - Промышленная электроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. А. Баховцев, И. В. Александров].- Новосибирск, 2019.- 61, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241360"		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники : учебно-методическое пособие / Г. С. Зиновьев, А. С. Околович ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2018.- 37, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238278"		

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 Л/Р	Экзамен
ПК-16. В/ПК	ПК-16.В/ПК 2. Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Баховцев И. А. Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники. Структуры и алгоритмы : [учебное пособие] / И. А. Баховцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2018.- 217, [1] с. : ил., табл..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238185

Дополнительная литература

1. Микропроцессорные системы управления электроприводами и технологическими комплексами : учебное пособие / [Г. М. Симаков и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2016.- 113, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232431

Интернет-ресурсы

1. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессами, экспериментом, оборудованием [Электронный ресурс] / В. В. Денисенко. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2009. - 610 с. - Режим доступа: http://padabum.com/d.php?id=31804. - Загл. с экрана.

2. Леонтьев А. Г. Микропроцессорные электромеханические системы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Г. Леонтьев. - 92 с. - Режим доступа: http://www.initkms.ru/umk/etf/d/mikroprotsessornyie_elektromehanicheskie_sistemyi__leontev.pdf. - Загл. с экрана.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Однокристальные микроЭВМ : методические указания к лабораторным работам для бакалавров 4 курса РЭФ дневного отделения (направление 210100.62 - Электроника и наноэлектроника, профиль - Промышленная электроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. А. Баховцев, И. В. Александров].- Новосибирск, 2019.- 61, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241360

2. Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники : учебно-методическое пособие / Г. С. Зиновьев, А. С. Околович ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2018.- 37, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238278

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Моделирование электромагнитных процессов MathWorks Matlab Simulink

2 Интегрированная среда разработки Microsoft Visual C++

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	Мультимедиа проектор V11H429040	Для визуализации презентаций о примерах выполнения КП и для публичной защиты КП
2	Компьютерный класс №42	Используется как носитель системного программного обеспечения для эмулятор-отладочной платы
3	Учебный эмулятор-отладочная плата для разработки и отладки программ пользователя для процессора TMS320F2812	Выполнение лабораторных работ, проверка кода ПО при выполненни курсового проектирования
4	Осциллограф циф.	Визуализация, измерение амплитудно-временных характеристик и копирование осциллограмм токов и напряжений в физических модулях устройствах силовой электроники