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
Энергетическая электроника

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.	16
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	9
8	из них практической подготовки, час.	11
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

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. 1 Знает специфику социально-экономического развития и рынка труда в области профессиональной деятельности в своем регионе.

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. 1 Знает специфику социально-экономического развития и рынка труда в области профессиональной деятельности в своем регионе.	
Уметь выбрать схему силовой электроники большой мощности и высокого напряжения по сформулированным требованиям	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Знать основные алгоритмы управления схемами и системами силовой электроники большой мощность и высокого нпряжения	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Уметь выбрать алгоритм управления силовой схемой и системой силовой электроники большой мощности и высокого напряжения	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Знать особенности построения и функционирования схем и систем силовой электроники большой мощности и высокого напряжения	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Уметь рассчитать основные электрические параметры и характеристики, выбрать необходимые элементы	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: 1					
Дидактическая единица: Основные схемы преобразоваателей частоты в энергетической электроники					
1. Циклоконверторы (преобразователи частоты с естественной коммутацией и непомредственной с вязью НПЧ с ЕК)	2	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучение принципа действия циклоконвертора
2. Циклоконверторы. Законы управления. Полоса пропускания.	2	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучение законов управления и анализ полосы пропускания циклоконвертора.
3. Циклоконверторы. Анализ электромагнитных процессов. Метод переключающих функций.	2	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучается специфика применения метода переключающих функций для циклоконверторов.

4. Циклоконверторы. Анализ электромагнитных процессов. Выходное напряжение циклоконвертора. Модуляционная характеристика. Коэффициенты усиления. Токи в элементах циклоконвертора.	2	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучаются: выходное напряжение циклоконвертора; модуляционная характеристика; коэффициенты усиления; токи в элементах циклоконвертора. Рассмотрен модифицированный интегральный метод.
5. Циклоконверторы. Анализ электромагнитных процессов. Основные энергетические характеристики.	2	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучаются: входной коэффицент мощности при различных законах управления и способы повышения его значения; КПД
6. Циклоконверторы. Основные алгоритмы управления.	2	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучаются алгоритмы управления циклоконвертором как источником напряжения и тока.
7. Автономные инверторы напряжения с широтно-импульсной модуляцией.	2	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучаются: классификация ШИМ; измерения в цепях с ШИМ, полоса пропускания, особенности метода переключающих функций; расчет выходного напряжения и токов в элементах схемы.
8. Результирующий вектор в трехфазных электрических цепях.	2	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучаются: понятие результирующего вектора; преобразования Кларка и Парка-Горева.
9. Автономный инвертор напряжения. Векторная ШИМ	2	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучается: понятие векторной ШИМ; основные виды векторной ШИМ и их достоинства и недостатки.
10. Автономный инвертор напряжения. Негативные факторы ШИМ.	2	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучаются: влияние "мертвого" времени и способы компенсации его влияния; акустические шумы и стохастическая ШИМ; синфазное напряжение и способы уменьшения его влияния на нагрузку; перенапряжения в выходной цепи АИН.
11. Многоуровневые инверторы напряжения.	2	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучаются: схемы на базе Н-мостов, с фиксирующими диодами и "плавающими" конденсаторами; алгоритмы управления, основные расчетные соотношения.

12. Векторный алгоритм управления инвертором напряжения и циклоконвертором.	2	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучаются векторный алгоритм управления для циклоконвертора и инвертора напряжения в режиме источника тока и напряжения.
Дидактическая единица: Основные системы энергетической электроники					
13. Активный выпрямитель.	2	0	1	ПК-16.В/ПК.1	Изучается: принцип действия активного выпрямителя на базе однофазной схемы инвертора напряжения, получены основные соотношения; активный выпрямитель на базе трехфазного инвертора напряжения; векторный алгоритм управления с контуром стабилизации напряжения.
14. Мощные накопители электрической энергии.	2	0	1	ПК-16.В/ПК.1	Изучаются: типы мощных накопителей электрической энергии; виды аккумуляторных батарей; силовые схемы накопителей электрической энергии.
15. Активный фильтр.	4	0	1	ПК-16.В/ПК.1	Изучается: принцип действия, схемы построения и включения; векторный алгоритм управления параллельным фильтром.
16. Системы силовой электроники в фотовольтаике.	2	0	1	ПК-16.В/ПК.1	Изучаются принципы построения устройств силовой электроники для фотовольтаики, области применения.

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 1					
Дидактическая единица: Основные схемы преобразоваателей частоты в энергетической электроники					
1. Датчики в системах энергетической электроники	2	1	1	ПК-16.В/ПК.1	изучаются особенности построения датчиков электрических величин в схемах и системах энергетической электроники
2. Определение параметров датчиков на основе представленной технической документации	2	1	1	ПК-16.В/ПК.1	изучаются основные параметры датчиков электрических величин, специфика выбора по технической документации

3. Способы построения драйверов для различных силовых ключей (тиристоров - SCR, GTO, IGCT, транзисторных модулей - IGBT, MOSFET)	2	1,5	0,5	ПК-16.В/ПК.1	изучаются схемы драйверов тиристоров и транзисторов большой мощности и высокого напряжения.
4. Основные параметры и характеристики мошных высоковольтных полупроводниковых силовых ключей с драйверами	2	1,5	0,5	ПК-16.В/ПК.1	рассматриваются характеристики и параметры модулей из мощных высоковольтных полупроводниковых ключей и драйверов
5. Расчет токов и напряжений, энергетических характеристик в циклоконверторах.	2	1,5	0,5	ПК-16.В/ПК.1	проводится расчет токов и напряжений в цепях циклоконверторов, рассчитываются КПД и входной коэффициент мощности
6. Расчет коммутационных потерь в мощных высоковольтных тиристорах	2	1,5	0,5	ПК-16.В/ПК.1	изучаются методики расчета динамических потерь в мощных высоковольтных тиртсторах
7. Расчет токов и напряжений в мощных автономных инверторах напряжения	2	1,5	0,5	ПК-16.В/ПК.1	изучаются методики расчета токов и напряжений в транзисторных IGBT модулях
8. Расчет коммутационных потерь в автномных инверторах напряжения	2	1,5	0,5	ПК-16.В/ПК.1	изучаются митодики расчета динамических потерь в силовых IGBT модулях

Темы для самостоятельного изучения	**Часы**	**Из них в форме практ. подг., час.**	**Активные формы, час.**	**Индикаторы достижения компетенций**	**Учебная деятельность**
Семестр: 1					
Дидактическая единица: Основные схемы преобразоваателей частоты в энергетической электроники					
1. Автономные инверторы напряжения. "Шестишаговый" режим работы.	20	0	0	ПК-16.В/ПК.1	Изучаются: особенности метода переключающих функций, расчет токов и напряжений в элементах схемы, КПД.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Датчики в системах энергетической электроники	Пр	Выполняет следующие виды работ: изучение особенностей построения датчиков электрических величин в схемах и системах энергетической электроники

2	Определение параметров датчиков на основе представленной технической документации	Пр	Выполняет следующие виды работ: изучение основных параметров датчиков электрических величин, специфика выбора по технической документации
3	Способы построения драйверов для различных силовых ключей (тиристоров - SCR, GTO, IGCT, транзисторных модулей - IGBT, MOSFET)	Пр	Выполняет следующие виды работ: изучение схем драйверов тиристоров и транзисторов большой мощности и высокого напряжения.
4	Основные параметры и характеристики мошных высоковольтных полупроводниковых силовых ключей с драйверами	Пр	Выполняет следующие виды работ: изучение характеристик и параметров модулей из мощных высоковольтных полупроводниковых ключей и драйверов
5	Расчет токов и напряжений, энергетических характеристик в циклоконверторах.	Пр	Выполняет следующие виды работ: выполнение расчета токов и напряжений в цепях циклоконверторов, рассчитываются КПД и входной коэффициент мощности
6	Расчет коммутационных потерь в мощных высоковольтных тиристорах	Пр	Выполняет следующие виды работ: изучение методики расчета динамических потерь в мощных высоковольтных тиртсторах
7	Расчет токов и напряжений в мощных автономных инверторах напряжения	Пр	Выполняет следующие виды работ: изучение методики расчета токов и напряжений в транзисторных IGBT модулях
8	Расчет коммутационных потерь в автномных инверторах напряжения	Пр	Выполняет следующие виды работ: изучение митодики расчета динамических потерь в силовых IGBT модулях

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	РГЗ/Реферат	ПК-16.В/ПК.1	8	0
Анализ задания. Синтез схемы и алгоритмов управления. Проведение расчетов (имитационного моделирования) согласно задания. Оформление пояснительной записки.: Силовая электроника : учебно-методическое пособие / А. В. Удовиченко, Е. В. Гришанов, С. В. Кучак, Р. Ю. Сараханова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 74, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=220797				
2	Подготовка к занятиям	ПК-16.В/ПК.1	6	1
Распечатать содержание следующей лекции. прочитать коспект предыдущей лекции.: Силовая электроника : учебно-методическое пособие / А. В. Удовиченко, Е. В. Гришанов, С. В. Кучак, Р. Ю. Сараханова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 74, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=220797				
3	Подготовка к аттестации	ПК-16.В/ПК.1	18	2
Изучение лекционного материала. Изучение теоретического раздела для самостоятельного анализа. Изучение вопросов к экзаменационным билетам.: Силовая электроника : учебно-методическое пособие / А. В. Удовиченко, Е. В. Гришанов, С. В. Кучак, Р. Ю. Сараханова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 74, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=220797				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-16.В/ПК.1	21	1

Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Силовая электроника : учебно-методическое пособие / А. В. Удовиченко, Е. В. Гришанов, С. В. Кучак, Р. Ю. Сараханова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 74, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=220797

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:udovichenko@corp.nstu.ru
Консультирование	e-mail:udovichenko@corp.nstu.ru
Контроль	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; ЭБС

Таблица 3.5

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ПК-16.В/ПК
Формируемые умения: 1. Знает специфику социально-экономического развития и рынка труда в области профессиональной деятельности в своем регионе.		
Краткое описание применения: Составление структурных схем управления		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Силовая электроника : учебно-методическое пособие / А. В. Удовиченко, Е. В. Гришанов, С. В. Кучак, Р. Ю. Сараханова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 74, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=220797"		
2	Лекция в форме дискуссии	
Краткое описание применения: Изучение документации на комплектующие элементы преобразователей		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Силовая электроника : учебно-методическое пособие / А. В. Удовиченко, Е. В. Гришанов, С. В. Кучак, Р. Ю. Сараханова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 74, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=220797"		

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		
Самостоятельное изучение теоретического материала:	3	5
Контролирующие материалы приводятся в "Силовая электроника : учебно-методическое пособие / А. В. Удовиченко, Е. В. Гришанов, С. В. Кучак, Р. Ю. Сараханова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 74, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=220797"		
Практические занятия:	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Силовая электроника : учебно-методическое пособие / А. В. Удовиченко, Е. В. Гришанов, С. В. Кучак, Р. Ю. Сараханова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 74, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=220797"		
РГЗ/Реферат:	17	35
Контролирующие материалы приводятся в "Силовая электроника : учебно-методическое пособие / А. В. Удовиченко, Е. В. Гришанов, С. В. Кучак, Р. Ю. Сараханова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 74, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=220797"		

Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Силовая электроника : учебно-методическое пособие / А. В. Удовиченко, Е. В. Гришанов, С. В. Кучак, Р. Ю. Сараханова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 74, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=220797"		

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-16. В/ПК	ПК-16.В/ПК 1. Знает специфику социально-экономического развития и рынка труда в области профессиональной деятельности в своем регионе.	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Харитонов А. С. Система генерирования электрической энергии постоянного тока на основе синхронного генератора с комбинированным возбуждением: анализ электромагнитных процессов и алгоритмов управления : учебное пособие / А. С. Харитонов, С. А. Харитонов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2026.- 163, [1] с.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=230286

2. 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

3. Система генерирования электрической энергии для ветроэнергетической установки с переменной частотой вращения вала ветровой турбины: анализ энергетических процессов : учебное пособие / С. А. Харитонов, А. С. Харитонов, М. А. Жарков [и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2026.- 99, [3] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=230274

Дополнительная литература

1. Гальперин, М. В. Электротехника и электроника : учебник / М.В. Гальперин. — 2-е изд. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 480 с. — (Среднее профессиональное образование). - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1819500 (дата обращения: 13.04.2022). – Режим доступа: по подписке.

2. Грабовецкий Г. В. Непосредственные преобразователи частоты с естественной коммутацией для электромеханических систем : учебное пособие [для 4-5 курсов РЭФ (специальность 2004) дневного обучения] / Г. В. Грабовецкий, О. Г. Куклин, С. А. Харитонов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 318, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000121697

3. Родыгин А. В. Силовая электроника : [учебное пособие] / А. В. Родыгин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2017.- 70, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000236033

Интернет-ресурсы

1. Виноградов А. Б. Новые алгоритмы пространственно-векторного управления матричным преобразователем частоты[Электронный ресурс] / А. Б. Виноградов // Вектор. - НТЦ Электропривода "Вектор", 2005-2017. - Режим доступа: http://vectorgroup.ru/articles/article11. - Загл. с экрана.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Силовая электроника : учебно-методическое пособие / А. В. Удовиченко, Е. В. Гришанов, С. В. Кучак, Р. Ю. Сараханова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 74, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=220797

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 интерактивный инструмент для моделирования, имитации и анализа динамических систем MathWorks Simulink

2 редактор диаграмм и блок-схем для Windows Microsoft Visio

3 Пакет офисных приложений Microsoft Office

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

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Ком-т типового оборуд-я "Силовая электроника-ведомые сетью и автономные преоб.."	подглтовка РГЗ, прием РГЗ
2	Экран проекционный SEM-1104	чтение лекций, прием результатов самостоятельной работы