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

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“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 твердотельной электроники

Образовательная программа: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль: Полупроводниковые микро- и наносистемы

Курс: 4, семестр : 7

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**7**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	56
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	32
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	8
8	из них практической подготовки, час.	24
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)	контр.
13	Вид аттестации	Э

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС введен в действие приказом №924 от 19.09.2017 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): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ППиМЭ, 31.08.2026

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

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Остертак Д. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Остертак Д. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-3/ПК Готов рассчитывать и проектировать компоненты нано- и микросистемной техники
	ПК-3/ПК. 1 Знает принципы конструирования отдельных блоков компонентов нано- и микросистемной техники
	ПК-3/ПК. 3 Владеет навыками подготовки принципиальных электрических схем
Профессиональные компетенции	ПК-4/ПК Готов рассчитывать и проектировать основные параметры техники наноструктурных материалов различного функционального назначения
	ПК-4/ПК. 2 Умеет проводить оценочные расчеты основных параметров наноструктурных материалов различного функционального назначения

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-3/ПК. 1 Знает принципы конструирования отдельных блоков компонентов нано- и микросистемной техники	
Иметь представление об обобщенном маршруте проектирования цифро-аналоговых ИМС	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Иметь представление о широко распространенных технологических процессах полупроводниковой промышленности	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знать физику работы МОП транзисторов	Лекции; Самостоятельная работа
Знать основные схемотехнические архитектуры токовых зеркал	Лекции; Самостоятельная работа
Знать схемотехнические архитектуры простейших дифференциальных усилителей	Лекции; Самостоятельная работа
Иметь представление о частотной коррекции Миллера	Лекции; Самостоятельная работа
Иметь представление о методах температурной стабилизации напряжения и тока в схемах опорных источников напряжения и тока	Лекции; Самостоятельная работа
Знать основные параметры стабилизаторов напряжения	Лекции; Самостоятельная работа
Иметь представление об аналоговых фильтрах по полосе пропускания и по передаточной функции	Лекции; Самостоятельная работа
Знать основные схемотехнические конструкции аналоговых генераторов частоты	Лекции; Самостоятельная работа
ПК-3/ПК. 3 Владеет навыками подготовки принципиальных электрических схем	
Иметь опыт построения схем трансляции опорного тока с использованием токовых зеркал	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Уметь проектировать принципиальные схемы простейших однокаскадных дифференциальных усилителей	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Уметь проектировать принципиальные схемы простейшего двухкаскадного операционного усилителя	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК-4/ПК. 2 Умеет проводить оценочные расчеты основных параметров наноструктурных материалов различного функционального назначения	
Уметь моделировать статические характеристики МОП транзисторов	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Уметь моделировать амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики усилителя	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Уметь проектировать источники опорного напряжения пропорционального напряжению запрещенной зоны	Лабораторные работы; Самостоятельная работа

Уметь проектировать принципиальные схемы стабилизаторов напряжения	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Уметь проектировать аналоговые активные фильтры с произвольной передаточной функцией , включая передаточные функции высоких порядков	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Уметь проектировать простейшие генераторы частоты	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Уметь моделировать фазовый шум генераторов частоты	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: 7					
Дидактическая единица: Общие вопросы проектирования аналоговых ИМС					
1. Обобщенный маршрут проектирования аналоговых ИМС	3	0	0	ПК-3/ПК.1	Лекция
Дидактическая единица: МОП-транзисторы					
2. Основные характеристики МОП-транзисторов	3	0	0	ПК-3/ПК.1	Лекция
Дидактическая единица: Токовые зеркала					
3. Источники тока на токовых КМОП зеркалах	2	0	0	ПК-3/ПК.1	Лекция
Дидактическая единица: Операционные усилители					
4. Схемотехника простейших операционных усилителей	2	0	0	ПК-3/ПК.1	Лекция
Дидактическая единица: Источники опорного напряжения					
5. Методы температурной стабилизации опорного напряжения в схемах генераторов опорных напряжений	2	0	0	ПК-3/ПК.1	Лекция
Дидактическая единица: Стабилизаторы напряжения					
6. Линейные регуляторы с малым падением напряжения на выходе	2	0	0	ПК-3/ПК.1	Лекция
Дидактическая единица: Аналоговые фильтры					
7. Аналоговые фильтры Баттерворта, Чебышева, Кауэра, Бесселя	2	0	0	ПК-3/ПК.1	Лекция
Дидактическая единица: Аналоговые генераторы периодических сигналов					
8. Схемные решения генераторов гармонических сигналов	2	0	0	ПК-3/ПК.1	Лекция

Темы лабораторных работ	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 7					
Дидактическая единица: Общие вопросы проектирования аналоговых ИМС					

1. Моделирование схем на основе резисторов	4	3	1	ПК-3/ПК.1	Лабораторная работа
Дидактическая единица: МОП-транзисторы					
2. Моделирование основных характеристик МОП-транзисторов	4	3	1	ПК-4/ПК.2	Лабораторная работа
Дидактическая единица: Токовые зеркала					
3. Проектирование токовых зеркал	4	3	1	ПК-3/ПК.3	Лабораторная работа
Дидактическая единица: Операционные усилители					
4. Проектирование двухкаскадного КМОП усилителя	4	3	1	ПК-3/ПК.3, ПК-4/ПК.2	Лабораторная работа
Дидактическая единица: Источники опорного напряжения					
5. Проектирование принципиальной схемы опорного источника напряжения пропорционального ширине запрещенной зоны	4	3	1	ПК-4/ПК.2	Лабораторная работа
Дидактическая единица: Стабилизаторы напряжения					
6. Проектирование интегрального линейного компенсационного стабилизатора напряжения	4	3	1	ПК-4/ПК.2	Лабораторная работа
Дидактическая единица: Аналоговые фильтры					
7. Проектирование активных RC-фильтров	4	3	1	ПК-4/ПК.2	Лабораторная работа
Дидактическая единица: Аналоговые генераторы периодических сигналов					
8. Проектирование LC-генератора на перекрестной паре транзисторов	4	3	1	ПК-4/ПК.2	Лабораторная работа

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Моделирование схем на основе резисторов	Лб	Выполняет следующие виды работ: проведение расчетов для формирования навыков проектирование интегральных микросхем
2	Моделирование основных характеристик МОП-транзисторов	Лб	Выполняет следующие виды работ: проведение расчетов для формирования навыков проектирование интегральных микросхем
3	Проектирование токовых зеркал	Лб	Выполняет следующие виды работ: проведение расчетов для формирования навыков проектирование интегральных микросхем
4	Проектирование двухкаскадного КМОП усилителя	Лб	Выполняет следующие виды работ: проведение расчетов для формирования навыков проектирование интегральных микросхем

5	Проектирование принципиальной схемы опорного источника напряжения пропорционального ширине запрещенной зоны	Лб	Выполняет следующие виды работ: проведение расчетов для формирования навыков проектирование интегральных микросхем
6	Проектирование интегрального линейного компенсационного стабилизатора напряжения	Лб	Выполняет следующие виды работ: проведение расчетов для формирования навыков проектирование интегральных микросхем
7	Проектирование активных RC-фильтров	Лб	Выполняет следующие виды работ: проведение расчетов для формирования навыков проектирование интегральных микросхем
8	Проектирование LC-генератора на перекрестной паре транзисторов	Лб	Выполняет следующие виды работ: проведение расчетов для формирования навыков проектирование интегральных микросхем

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	Контрольные работы	ПК-3/ПК.3,ПК-4/ПК.2	54	2
: Дуркин В. В. Схемотехника аналоговых электронных устройств. Общие вопросы проектирования импульсных усилителей : учебно-методическое пособие / В. В. Дуркин, С. В. Тырыкин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 65, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=225418				
2	Подготовка к аттестации	ПК-3/ПК.1,ПК-3/ПК.3,ПК-4/ПК.2	34	2
: Дуркин В. В. Схемотехника аналоговых электронных устройств. Общие вопросы проектирования импульсных усилителей : учебно-методическое пособие / В. В. Дуркин, С. В. Тырыкин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 65, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=225418				

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

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: 7		
Лекция:	5	10
Лабораторная:	15	30
Контрольные работы:	10	20
Экзамен:	20	40

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

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
		Контр. раб.	Экзамен
ПК-3/ПК	ПК-3/ПК 1. Знает принципы конструирования отдельных блоков компонентов нано- и микросистемной техники		+
	ПК-3/ПК 3. Владеет навыками подготовки принципиальных электрических схем	+	+
ПК-4/ПК	ПК-4/ПК 2. Умеет проводить оценочные расчеты основных параметров наноструктурных материалов различного функционального назначения	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Пасынков Ю. А. Современная схемотехника. Теория современных операционных усилителей на базе устройств фирмы Analog Devices : учебное пособие / Ю. А. Пасынков, Д. В. Лаптев, М. М. Бабичев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 93, [2] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=220981

2. Основы схемотехники : учебное пособие / С. В. Брованов, М. А. Дыбко, В. Г. Токарев [и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 95, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=224820

3. Шейдаков, Н. Е. Основы электроники и схемотехники : учебное пособие / Н. Е. Шейдаков. - Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический комплекс Рост. гос. экон. ун-та (РИНХ), 2020. - 208 с. - ISBN 978-5-7972-2766-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2212260 (дата обращения: 22.06.2026). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Подъяков, Е. А. Схемотехника : учебное пособие / Е. А. Подъяков, В. В. Кожухов, П. А. Бачурин. — Новосибирск : НГТУ, 2016. — 196 с. — ISBN 978-5-7782-3024-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118153 (дата обращения: 22.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Мамаев, Ю. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств : учебное пособие / Ю. Н. Мамаев. - Москва : КУРС, 2024. - 177 с. - ISBN 978-5-907228-83-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2192307 (дата обращения: 22.06.2026). – Режим доступа: по подписке.

3. Гильванов, Р. Г. Схемотехника : учебное пособие / Р. Г. Гильванов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2021. — 59 с. — ISBN 978-5-7641-1646-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/222521 (дата обращения: 22.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Тюрин, С. Ф. Схемотехника : учебное пособие / С. Ф. Тюрин. — Пермь : ПНИПУ, 2017. — 170 с. — ISBN 978-5-398-01702-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160716 (дата обращения: 22.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

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

2. Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - ЭБС "Лань", 2016. - Режим доступа : http://e.lanbook.com. - Загл. с экрана.

3. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт. – Москва, 2011– . – URL: http://znanium.com/ (дата обращения: 02.03.2022). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Дуркин В. В. Схемотехника аналоговых электронных устройств. Общие вопросы проектирования импульсных усилителей : учебно-методическое пособие / В. В. Дуркин, С. В. Тырыкин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 65, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=225418

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Создание отчётов для лабораторных работ. Microsoft Microsoft Office

2 Spectrum Software Micro-CAP

3 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	Компьютерный класс №2	Компьютеры используются в учебном процессе