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
Основы конструирования и технологии производства электронных средств

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

Курс: 3, семестр : 6

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**6**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	58
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	16
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	8
8	из них практической подготовки, час.	2
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	4
11	Самостоятельная работа, час.	50
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	3

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: Факультативные дисциплины, 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-1/НА Способен проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий
	ПК-1/НА. 1 Знает физические и математические законы и модели физических процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники
Профессиональные компетенции	ПК-2/НА Готов проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нанои микросистемной техники
	ПК-2/НА. 2 Умеет планировать и проводить исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
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. 2 Умеет проводить оценочные расчеты характеристик компонентов нано- и микросистемной техники
Профессиональные компетенции	ПК-4/ПК Готов рассчитывать и проектировать основные параметры техники наноструктурных материалов различного функционального назначения
	ПК-4/ПК. 3 Владеет навыками оценки влияния различных воздействий на параметры наноструктурных материалов

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/НА. 1 Знает физические и математические законы и модели физических процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники	
уметь использовать основы теории твердого тела для постановки и решения задач описания процессов, происходящих в различных материалах;	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК-2/НА. 2 Умеет планировать и проводить исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	
уметь осуществлять выбор технологии изготовления аналоговых и цифровых интегральных схем в зависимости от требований к электрическим характеристикам;	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ументь обеспечивать технологическую реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники;	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК-3/ПК. 1 Знает принципы конструирования отдельных блоков компонентов нано- и микросистемной техники	
знать виды брака и способы его предупреждения	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
знать основное используемое оборудование и принципы его работы	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
знать действующие стандарты и технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программам испытаний, оформлению технической документации	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК-3/ПК. 2 Умеет проводить оценочные расчеты характеристик компонентов нано- и микросистемной техники	

уметь определять надежность, стабильность и воспроизводимость характеристик твердотельных объектов или приборов при наличии внешних воздействий	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
владеть сведениями о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники;	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК-4/ПК. 3 Владеет навыками оценки влияния различных воздействий на параметры наноструктурных материалов	
владеть современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации;	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
владеть новыми технологиями, обеспечивающими повышение эффективности проектов, технологических процессов, эксплуатации и обслуживания новой техники в области электроники и наноэлектроники;	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
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Физико-химические основы процессов кристаллизации полупроводников				
1. Применение термодинамики при изучении процессов полупроводниковой технологии	4	0	0	ПК-3/ПК.1
2. Фазовые превращения однокомпонентных бинарных систем.	4	0	0	ПК-3/ПК.1
Дидактическая единица: Технология изготовления монокристаллов полупроводников.				
3. Модели зарождения и роста кристаллов.	4	1	0	ПК-2/НА.2
4. Методы полуения кристаллов из жидкой и твердой фаз.	4	1	0	ПК-3/ПК.2
Дидактическая единица: Примеси в полупроводниках.				
5. Легирование полупроводниковых материалов. Политропия примеси.	4	0	0	ПК-3/ПК.2
6. Неконтролируемое легирование. Равновесные концентрации фоновых примесей в полупроводниках.	4	0	0	ПК-1/НА.1
Дидактическая единица: Технология очистки полупроводников.				
7. Очистка материалов вакуумной перегонкой.	4	0	0	ПК-3/ПК.1
Дидактическая единица: Технология получения простых и сложных полупроводников.				
8. Синтез и выращивание полупроводниковых структур на основе кремния.	4	0	0	ПК-3/ПК.1
9. Синтез, очистка и выращивание кристаллов и слоев арсенида галлия.	4	0	0	ПК-3/ПК.1

Темы лабораторных работ	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Физико-химические основы процессов кристаллизации полупроводников					

1. Физико-химиеские основы технологии производства монкристаллов.	2	0	1	ПК-1/НА.1	практические занятия с решением задач.
2. Способы предупреждения брака в полупроводниковом производстве	2	0	1	ПК-3/ПК.1	Практические занятия в аудитории и учебной лаборатории.
Дидактическая единица: Технология изготовления монокристаллов полупроводников.					
3. Физико-химические основы процессов роста монокристаллов полупрводников.	2	0	1	ПК-3/ПК.1	Практическое занятие в компьютерном классе.
4. Эависимость вспроизводимости параметров приборов от внешних факторов	2	0	1	ПК-3/ПК.2	Студенческие компьютерные презентации во время практических занятий.
5. Работа с программами в компьютерном классе.	2	0	1	ПК-4/ПК.3	Конструкторско-технологическая документация, программное обеспечение.
Дидактическая единица: Примеси в полупроводниках.					
6. Основные технологии изготовления материалов для элементной базы электроники.	2	0	1	ПК-3/ПК.2	Практические занятия с решением задач.
Дидактическая единица: Технология очистки полупроводников.					
7. Основы технологии изготовления аналоговых и цифровых схем.	2	0	1	ПК-2/НА.2	Изучение вопросов постоения технологических циклов при изготовлении интегральных схем.
Дидактическая единица: Технология получения простых и сложных полупроводников.					
8. Основные направления реализации новых полупроводниковых материалов.	2	0	1	ПК-2/НА.2, ПК-3/ПК.1, ПК-4/ПК.3	Компьютерные презентации по темам.

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Физико-химические основы процессов кристаллизации полупроводников					
1. Фазовые превращения простых и сложных полупроводников. Метод термического анализа.	2	0	0	ПК-1/НА.1, ПК-3/ПК.2	Работа с литературой.
Дидактическая единица: Технология изготовления монокристаллов полупроводников.					
2. Механизм и кинетика роста кристаллов полупроводников.	5	0	0	ПК-1/НА.1, ПК-3/ПК.1, ПК-4/ПК.3	Работа с литературой и конспектом. Подготовка к контрольной работе.
Дидактическая единица: Примеси в полупроводниках.					

3. Распределение примесей при росте кристаллов. Методы получения однородно-легированных монокристаллов полупроводников.	4	0	0	ПК-1/НА.1, ПК-3/ПК.1	Работа с литературой. Подбор материала для РГЗ.
Дидактическая единица: Технология очистки полупроводников.					
4. Очистка материалов методами дистилляции и ректификации.	3	0	0	ПК-1/НА.1, ПК-2/НА.2, ПК-3/ПК.1, ПК-3/ПК.2	Работа с литературой и конспектом.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Модели зарождения и роста кристаллов.	Л	Выполняет следующие виды работ: изучение технологии
2	Методы полуения кристаллов из жидкой и твердой фаз.	Л	Выполняет следующие виды работ: изучение технологии

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	Защита выполненной работы, представление презентации по теме.	ПК-3/ПК.1,ПК-3/ПК.2	18	4
: Каменская А. В. Основы технологии материалов микроэлектроники : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 94, [1] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198				
2	Подготовка к занятиям	ПК-1/НА.1,ПК-3/ПК.1,ПК-3/ПК.2,ПК-4/ПК.3	2	0
Работа с литературными источниками: Каменская А. В. Основы технологии материалов микроэлектроники : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 94, [1] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198 Полупроводниковые материалы и их свойства : методическое руководство к лабораторной работе для РЭФ дневной и заочной форм обучения, направлений: 210100 "Электроника и микроэлектроника", 210600 - "Нанотехнология"; специальности: 210104 - Микроэлектроника и твердотельная электроника, 210108 - Микросистемная техника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Каменская, А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2010. - 18, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000146774				
3	Подготовка к аттестации	ПК-2/НА.2,ПК-3/ПК.1	16	0
: Каменская А. В. Основы технологии материалов микроэлектроники : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 94, [1] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-1/НА.1,ПК-2/НА.2,ПК-3/ПК.1,ПК-3/ПК.2,ПК-4/ПК.3	14	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Каменская А. В. Основы технологии материалов микроэлектроники : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 94, [1] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198				

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	Социальные сети
Консультирование	Портал НГТУ
Контроль	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ

Таблица 3.5

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Лекция в форме дискуссии
Краткое описание применения: Студентам предварительно выдаются обсуждаемые вопросы по теме лекции. Докладчики выступают с кратким сообщением, затем проходит дискуссия, принимается наиболее оптимальное решение по рассматриваемым вопросам	

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: 6		
Подготовка к занятиям: Опрос во время занятий	5	10
Контролирующие материалы приводятся в "Каменская А. В. Технологические процессы в микроэлектронике : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 43 с. : схемы,табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000044161"		
Лабораторная:	20	40
РГЗ/Реферат: Выступление	15	30
Контролирующие материалы приводятся в "Полупроводниковые материалы и их свойства : методическое руководство к лабораторной работе для РЭФ дневной и заочной форм обучения, направлений: 210100 "Электроника и микроэлектроника", 210600 - "Нанотехнология"; специальности: 210104 - Микроэлектроника и твердотельная электроника, 210108 - Микросистемная техника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Каменская, А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2010. - 18, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000146774"		
Зачет: Ответы на вопросы	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Каменская А. В. Физическая химия в микроэлектронной технологии : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 82, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000058486"		

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	Зачет
ПК-1/НА	ПК-1/НА 1. Знает физические и математические законы и модели физических процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники	+	+
ПК-2/НА	ПК-2/НА 2. Умеет планировать и проводить исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	+	+
ПК-3/ПК	ПК-3/ПК 1. Знает принципы конструирования отдельных блоков компонентов нано- и микросистемной техники		+
	ПК-3/ПК 2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик компонентов нано- и микросистемной техники	+	+
ПК-4/ПК	ПК-4/ПК 3. Владеет навыками оценки влияния различных воздействий на параметры наноструктурных материалов	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Васильев В. Ю. Технологии формирования изолирующих областей интегральных микросхем с использованием тонких диэлектрических пленок : учебное пособие / В. Ю. Васильев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2025.- 105, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=229708

2. Илюшин В. А. Эпитаксия микро- и наноструктур : учебное пособие / В. А. Илюшин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2024.- 133, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=227559

3. Орликов, Л. Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 1 : учебное пособие / Л. Н. Орликов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 98 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/13990.html (дата обращения: 23.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Орликов, Л. Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 2 : учебное пособие / Л. Н. Орликов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 100 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/13991.html (дата обращения: 23.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Васильев В. Ю. Современное производство изделий микроэлектроники : [учебное пособие] / В. Ю. Васильев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 86, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241180

Дополнительная литература

1. Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013.- 131, [2] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062

2. Величко А. А. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Ч. 2 : учебное пособие / А. А. Величко, Н. И. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014.- 225, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208144

3. Васильев В. Ю. Технологии многоуровневой металлизации интегральных микросхем : учебное пособие / В. Ю. Васильев.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 129, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=222278

Интернет-ресурсы

1. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : [сайт]. – 2000– . – URL: https://elibrary.ru/ (дата обращения: 12.08.2022). – Текст : электронный.

2. Электронно-библиотечная система НГТУ : [сайт]. – Текст : электронный / Новосибирский государственный технический университет. – 2011– . – URL: https://elibrary.nstu.ru/ (дата обращения: 26.02.2021).

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Полупроводниковые материалы и их свойства : методическое руководство к лабораторной работе для РЭФ дневной и заочной форм обучения, направлений: 210100 "Электроника и микроэлектроника", 210600 - "Нанотехнология"; специальности: 210104 - Микроэлектроника и твердотельная электроника, 210108 - Микросистемная техника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Каменская, А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2010. - 18, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000146774

2. Каменская А. В. Физическая химия в микроэлектронной технологии : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 82, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000058486

3. Каменская А. В. Основы технологии материалов микроэлектроники : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 94, [1] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198

4. Каменская А. В. Технологические процессы в микроэлектронике : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 43 с. : схемы,табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000044161

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Операционная система Microsoft Windows

2 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	Аппаратно- программный комплекс Nicolet 6700	Используется для лабораторных исследований
2	МИКРОСКОП МИИ-4	Используется в учебном процессе
3	МИКРОСКОП МЕТАМ-Р1	Используются в учебном процессе