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
Процессы микро- и нанотехнологии

Образовательная программа: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, магистерская программа: Материалы микро- и наносистемной техники

Курс: 1, семестр : 1

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**1**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	44
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	из них практической подготовки, час.	8
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	6
11	Самостоятельная работа, час.	136
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): 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС введен в действие приказом №921 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 10.10.2017 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, обязательная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 28.04.01 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности
	ОПК-6. 1 Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников
	ОПК-6. 2 Оценивает по критериям технологии синтеза материалов нано- и микросистемной техники с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
	УК-1. 5 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ОПК-6. 1 Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников	
Умеет моделировать процессы нанесения, удаления и модифицирования материалов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Умеет рассчитывать режимы работы изделий нанотехнологии и микросистемной техники в приборах	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Умеет рассчитывать длительность выполнения основных технологических операций процесса микроэлектронного производства с использованием нормативных справочников	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК-6. 2 Оценивает по критериям технологии синтеза материалов нано- и микросистемной техники с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды	
Знает физико-химические основы процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов микро- и наносистемной техники	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Умеет оценивать технологии синтеза материалов нано- и микросистемной техники с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды	Лекции; Самостоятельная работа
УК-1. 5 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов	
Умеет анализировать проблемные ситуации и находить способы их преодоления применительно к процессам микро- и нанотехнологии	Лекции; Самостоятельная работа
Имеет опыт анализа эффективности производственного процесса, в области микроэлектронного производства, анализа брака, разработки мероприятий по повышению эффективности ТП	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: Классификация процессов микро- и нанотехнологии					
1. Системная модель технологического процесса: объект, воздействие, процесс. Классификация процессов микро- и нанотехнологии	6	0	0	ОПК-6.2	Изучение теоретических материалов
Дидактическая единица: Методы удаления веществ					
2. Шлифование и полирование пластин. Механическое, лазерное и электронно-лучевое скрайбирование. Процессы химического травления: механизмы травления; оборудование, методы и среды для жидкостного, газового и ионно-плазменного травления травления; локальное и анизотропное ориентационно-чувствительное травление; маскирующие, "жертвенные" и "стоп"-слои..	6	0	0	ОПК-6.1,ОПК-6.2,УК-1.5	Изучение теоретических материалов
Дидактическая единица: Методы модифицирования веществ					
1. Оборудование и методы окисления. Высокотемпературное термическое сухое и влажное окисление. Теоретические модели окисления. Окисление и нитрирование в плазме.	2	0	0	ОПК-6.1,ОПК-6.2	Изучение теоретических материалов
3. Диффузия примесей: распределение примесей при диффузии, стадии загонки и разгонки примесей, оборудование и методы диффузии из газообразных, жидких и твердых источников.	2	0	0	ОПК-6.1,ОПК-6.2,УК-1.5	Изучение теоретических материалов

4. Ионная имплантация: распределение примесей, оборудование и методы ионной имплантации. Высокоэнергетические сильноточные процессы ионной имплантации: окисление, нитрирование, протонирование, радиационно-стимулированная диффузия, химический синтез. Активация процессов при ионном легировании и химическом синтезе:	2	0	0	ОПК-6.1,ОПК-6.2,УК-1.5	Изучение теоретических материалов

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 1					
Дидактическая единица: Методы модифицирования веществ					
1. Диффузия примесей: распределение примесей при диффузии, стадии загонки и разгонки примесей, глубина залегания pn-перехода	5	2	5	ОПК-6.1,ОПК-6.2	Решение задач по расчету диффузионных структур
2. Диффузия примесей. Обратная задача.	4	2	4	ОПК-6.1,ОПК-6.2	Решение задач по расчету режимов диффузии
3. Ионная имплантация: распределение примесей	5	2	5	ОПК-6.1,ОПК-6.2	Решение задач по расчету параметров ионно-имплантированных структур
4. Ионная имплантация. Обратная задача.	4	2	4	ОПК-6.1,ОПК-6.2	Решение задач по расчету режимов имплантации

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Диффузия примесей: распределение примесей при диффузии, стадии загонки и разгонки примесей, глубина залегания pn-перехода	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет профиля распределения примеси, определение глубины залегания pn-перехода, определение удельного сопротивления слоя
2	Диффузия примесей. Обратная задача.	Пр	Выполняет следующие виды работ: .Расчет технологических режимов диффузии по электрофизическм параметрам структуры.
3	Ионная имплантация: распределение примесей	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет профиля распределения примеси, определение глубины залегания pn-перехода, определение удельного сопротивления слоя
4	Ионная имплантация. Обратная задача.	Пр	Выполняет следующие виды работ: .Расчет технологических режимов имплантации по электрофизическм параметрам структур.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Контрольные работы	ОПК-6.1,ОПК-6.2,УК-1.5	24	4
: Процессы микро- и нанотехнологии : методическое руководство к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направление 210100) заочной и дневной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Илюшин].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 54, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000065893				
2	Подготовка к занятиям	ОПК-6.1,ОПК-6.2,УК-1.5	72	0
: Процессы микро- и нанотехнологии : методическое руководство к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направление 210100) заочной и дневной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Илюшин].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 54, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000065893				
3	Подготовка к аттестации	ОПК-6.1,ОПК-6.2,УК-1.5	40	2
: Процессы микро- и нанотехнологии : методическое руководство к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направление 210100) заочной и дневной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Илюшин].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 54, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000065893				

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; Чат
Консультирование	Чат
Контроль	e-mail; Чат
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС

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		
Подготовка к занятиям:	0	
Практические занятия:	15	30

Контролирующие материалы приводятся в "Процессы микро- и нанотехнологии : методическое руководство к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направление 210100) заочной и дневной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Илюшин].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 54, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000065893"		
Контрольные работы:	15	30
Контролирующие материалы приводятся в "Процессы микро- и нанотехнологии : методическое руководство к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направление 210100) заочной и дневной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Илюшин].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 54, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000065893"		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Процессы микро- и нанотехнологии : методическое руководство к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направление 210100) заочной и дневной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Илюшин].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 54, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000065893"		

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**
ОПК-6	ОПК-6 1. Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников	+	+
	ОПК-6 2. Оценивает по критериям технологии синтеза материалов нано- и микросистемной техники с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды	+	+
УК-1	УК-1 5. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: НГТУ, 2004.- 107 с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072

2. Илюшин В. А. Физикохимия наноструктурированных материалов : учебное пособие / В. А. Илюшин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013.- 105, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741

3. Васильев В. Ю. Технология тонких пленок для микро- и наноэлектроники : [учебное пособие] / В. Ю. Васильев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 105, [1] с. : ил., схемы.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241166

Дополнительная литература

1. 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

Интернет-ресурсы

1. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - [Россия], 2010. - Режим доступа: http://e.lanbook.com. - Загл. с экрана.

2. 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

3. 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

4. Исакова, И. В. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / И. В. Исакова, Е. В. Черкасова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 68 с. — ISBN 978-5-00137-058-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/122211 (дата обращения: 04.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Процессы микро- и нанотехнологии : методическое руководство к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направление 210100) заочной и дневной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Илюшин].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 54, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000065893

6.2 Специализированное программное обеспечение

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется

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	Комплект мультимедийного оборудования	демонстрация презентаций