

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем

Кафедра физики твердого тела и микроэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭИС, профессор
С.И.Эминов
«29» января 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

ПРОЦЕССЫ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИИ

по направлению подготовки
11.03.04 Электроника и микроэлектроника
Направленность (профиль) Микроэлектроника и твердотельная электроника

СОГЛАСОВАНО

Начальник УОД

А.Н.Макаревич
«21» января 2019 г.

Разработал

Профессор кафедры ФТТМ

М.А.Захаров
«24» 12 2018 г.

Принято на заседании кафедры ФТТМ

Протокол № 4 от 26.12 2018 г.

Заведующий кафедрой ФТТМ

Б.И.Селезнев
«26» 12 2018 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии» – развитие компетентности студентов в области технологических процессов, протекающих при формировании микро- и наноразмерных структур и объектов, предназначенных для применений в микро- и нанoeлектронике, приборостроении.

Основные задачи:

- иметь представление об основных задачах, решаемых при разработке технологического процесса производства электронных приборов, и о путях их решения;
- изучение обобщенного поэтапного состава технологического процесса производства электронных приборов;
- изучение основных методов и приемов технологии производства приборов микро- и нанотехнологии, их общих принципов и сравнительных характеристик;
- иметь представление о математических моделях основных технологических процессов и уметь применять их для расчета параметров и режимов проведения этих процессов;
- иметь представление об основных тенденциях и перспективах развития отечественной и зарубежной технологии микро- и нанoeлектронных приборов;
- подготовить студентов к активному использованию приобретенных знаний и умений в области физических основ нанoeлектроники как при изучении смежных дисциплин подготовки бакалавра, так и в своей дальнейшей профессиональной деятельности.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина относится к элективной части учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника и направленности (профилю) Микроэлектроника и твердотельная электроника (далее – ОПОП).

В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках изучения следующих дисциплин: «Физика», «Высшая математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Квантовая механика и статистическая физика».

Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения учебных дисциплин направления подготовки 11.03.04: «Нанoeлектроника», «Математическое моделирование полупроводниковых приборов и интегральных микросхем».

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

Общепрофессиональные компетенции:

ПК-3 Способен анализировать, контролировать и корректировать существующие технологические процессы выпуска изделий микроэлектроники.

Таблица 1 – Результаты освоения учебной дисциплины

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)</i>		
ПК-3 Способен анализировать, контролировать и корректировать существующие технологические процессы выпуска изделий микроэлектроники	Знает базовые технологические процессы и основные материалы производства изделий микроэлектроники	Умеет аргументированно выбирать, анализировать и корректировать технологический процесс получения изделия из действующего типового группового технологического процесса	

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

Таблица 2 – Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

<i>Части учебной дисциплины (модуля)</i>	<i>Всего</i>	<i>Распределение по семестрам</i>
		<i>7 семестр</i>
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	90	90
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	90	90
5. Промежуточная аттестация <i>(зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ)</i>	Экзамен	Экзамен

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Введение.

Раздел 2. Процессы технологии микроэлектронных приборов.

Раздел 3. Процессы нанотехнологии.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

Таблица 3 – Трудоемкость разделов учебной дисциплины

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)					Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС	Экзамен		
		ЛЕ К	ПЗ	ЛР				
1.	Раздел 1. Введение.	4	-		-		4	
2.	Раздел 2. Процессы технологии микроэлектронных приборов.	16	27		8		43	разноуровневые задачи, расчетно-графическая задача
3.	Раздел 3. Процессы нанотехнологии.	16	27		10		43	разноуровневые задачи, расчетно-графическая задача
	Промежуточная аттестация					36		экзамен
	ИТОГО	36	54		18	36	90	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 4 – Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
1.	Раздел 1. Введение. Предмет учебного модуля и его место в системе подготовки специалистов в области микроэлектроники. Задачи учебного модуля, обобщенная характеристика его разделов и связь с другими учебными модулями. Краткая справка об истории развития микро- и наноразмерных электронных приборов и технологии их изготовления. Современное состояние технологии исследования и производства микро- и нанoeлектронных приборов в России и за рубежом. Тенденции и перспективы развития технологии производства микро- и наноразмерных электронных приборов. Организационно-технологические принципы, лежащие в основе разработки и производства микро- и наноразмерных приборов. Требования к производственным помещениям, оборудованию, персоналу и применяемым материалам. Производственная гигиена. Общая классификация микро- и нанoeлектронных приборов. Обобщенная поэтапная схема технологического процесса производства электронных приборов (информационные лекции)	4
2.	Раздел 2. Процессы технологии микроэлектронных приборов. Классификация и рассмотрение процессов технологии микроэлектронных приборов: межоперационный контроль, диффузионное и ионное легирование, вакуумное напыление металлов и диэлектриков, оптическая, рентгеновская и электронная литография, химическая, температурная, оптическая и другие виды обработки полупроводника. Технологическое оборудование технологии микроэлектронных приборов. Автоматизация технологического процесса производства микро- и нанoeлектронных приборов. Технологическая документация. Методы математического моделирования процессов технологии микроэлектронных приборов - диффузии и ионной имплантации. Технология производства гибридных и твердотельных интегральных микросхем, оптоэлектронных приборов и микроэлектронных приборов на основе полупроводниковых соединений и гетероструктур. Технологические ограничения интеграции и миниатюризации микроэлектронных приборов (информационные лекции)	16
3.	Раздел 3. Процессы нанотехнологии. Направления реализации нанoeлектронных устройств. Обзор основных нанoeлектронных приборов и структур: одноэлектронный транзистор, квантовая ячейка, атомарный переключатель, транзистор на основе резонансно-туннельного эффекта, нанотрубки и др. Специфика технологии нанoeлектронных приборов. Методы изготовления наноразмерных электронных структур: литография, молекулярно-лучевая эпитаксия, механический синтез с использованием наноразмерных зондов (сканирующая туннельная и атомная силовая микроскопия), хемосинтез (информационные лекции)	16
ИТОГО		36

Таблица 5 – Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Раздел 2. Процессы технологии микроэлектронных приборов (решение задач с обсуждением результатов)	27
2.	Раздел 3. Процессы нанотехнологии (решение задач с обсуждением результатов)	27
	ИТОГО	54

Методические рекомендации по теоретической части учебной дисциплины

Теоретическая часть учебной дисциплины направлена на формирование системы знаний об основных процессах микро- и нанотехнологии, методах их реализации для нужд микро- и нанoeлектроники.

Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела.

Методические рекомендации по практическим занятиям

Цель практических занятий – закрепление теоретического материала и выработка у студентов умения решать задачи по практическим аспектам учебной дисциплины.

Практические занятия строятся следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовой задачи у доски;
- 70% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами;
- 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок при решении задач.

Большинство задач содержится в Фонде оценочных средств данной учебной дисциплины.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины представлено в приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 6 – Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)
		компьютерный класс с выходом в Интернет, в том числе для проведения практических занятий
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера, выход в Интернет)
2.	Мультимедийное оборудование	ПК IBM ATX Inwia S500 с подключением к сети «Интернет», монитор 17/КК/м,

		проектор Epson EMP-X5, экран подвесной (800х600)	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Windows 10 for Educational Use		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard		Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018
Kaspersky Endpoint Security Standard*		Лицензия № 1C1C-180910-103950-813-1463	10.09.2018
Microsoft Office 2013 Standard		Open License № 62018256	31.07.2016
Подписка Microsoft Office 365		свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-
Skype		свободно распространяемое	-
Teams		свободно распространяемое	-

* отечественное производство

Приложение А
(обязательное)
Фонд оценочных средств
учебной дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 – Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Решение разноуровневых задач	Разделы 2, 3.	15x10	ПК-3
2.	Решение расчетно-графических задач	Разделы 2, 3.	50x2	
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	ПК-3
	ИТОГО		300	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

1) Решение разноуровневых задач

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество задач</i>
Способен правильно подобрать нужные формулы и правильно их применить	24	1
Выполнены нужные вычисления и преобразования		
Получен правильный ответ		

Пример разноуровневых задач по разделу 2.

Задача № 1.

После механической обработки полированная кремниевая пластина на отдельных участках имеет клиновидность k (мкм/см). На её поверхность наложена плоская стеклянная пластина. При нормальном освещении монохроматическим светом с длиной волны λ в зазоре наблюдаются интерференционные полосы, расположенные на расстоянии l одна от другой. Определите недостающие в таблице значения.

Вариант	k мкм/см	λ мкм	l см
1	?	0,45	0,1
2	?	0,47	0,2
3	?	0,5	0,3
4	?	0,55	0,4
5	?	0,6	0,5
6	?	0,65	0,6
7	?	0,45	0,6
8	?	0,47	0,5
9	?	0,5	0,4
10	?	0,55	0,3
11	?	0,6	0,2
12	?	0,65	0,1
13	0,2	0,45	?
14	0,3	0,47	?
15	0,4	0,5	?
16	0,5	0,55	?
17	0,6	0,6	?
18	0,7	0,65	?
19	0,8	0,45	?
20	0,9	0,47	?
21	1,0	0,5	?
22	1,1	0,55	?
23	1,2	0,6	?
24	1,3	0,65	?

2) Решение расчетно-графических задач

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество задач</i>
Способен правильно подобрать нужные формулы и правильно их применить	24	1
Выполнены нужные вычисления и преобразования		
Получен правильный ответ		

Пример расчетно-графических задач по разделу 2.

Задача № 5. (Расчетно-графическая задача)

1. Определить неизвестные параметры процесса имплантации примесей в кремний.
2. Построить графики распределения примесей.

№ n/n	Ион	U кВ	Ns см⁻²	N₀ см⁻³	N_{max} см⁻³	I₀ мкм	Q мкКл/ см²
1.	BF₃⁺	120	1,4•10 ¹⁴	1•10 ¹⁵	?	?	?
2.	BF₃⁺⁺	90	1,4•10 ¹⁴	1•10 ¹⁵	?	?	?
3.	PH₃⁺⁺	160	4•10 ¹⁴	5•10 ¹⁴	?	?	?
4.	PH₃⁺	100	2•10 ¹⁴	5•10 ¹⁴	?	?	?
5.	PCl₃⁺	90	2•10 ¹³	4•10 ¹⁴	?	?	?
6.	PCl₃⁺⁺	120	1•10 ¹³	4•10 ¹⁴	?	?	?
7.	AsH₃⁺⁺	110	1•10 ¹⁴	2•10 ¹⁵	?	?	?

8.	AsH_3^+	140	$1 \cdot 10^{14}$	$2 \cdot 10^{15}$	?	?	?
9.	SbH_3^+	150	$4 \cdot 10^{13}$	$8 \cdot 10^{14}$	?	?	?
10.	SbH_3^{++}	150	$6 \cdot 10^{13}$	$6 \cdot 10^{14}$	?	?	?
11.	GaCl_3^{++}	130	$3 \cdot 10^{13}$	$9 \cdot 10^{14}$	?	?	?
12.	GaCl_3^+	130	$2 \cdot 10^{13}$	$9 \cdot 10^{14}$	?	?	?
13.	BF_3^+	?	?	$1 \cdot 10^{15}$	$2 \cdot 10^{19}$	0,14	?
14.	BF_3^{++}	?	?	$1 \cdot 10^{15}$	$3 \cdot 10^{19}$	0,24	?
15.	PH_3^+	?	?	$2 \cdot 10^{15}$	$3 \cdot 10^{20}$	0,25	?
16.	PH_3^{++}	?	?	$2 \cdot 10^{15}$	$1 \cdot 10^{20}$	0,35	?
17.	PCl_3^+	?	?	$2 \cdot 10^{15}$	$3 \cdot 10^{20}$	0,25	?
18.	PCl_3^{++}	?	?	$9 \cdot 10^{14}$	$2 \cdot 10^{20}$	0,12	?
19.	AsH_3^{++}	?	?	$8 \cdot 10^{14}$	$3 \cdot 10^{20}$	0,3	?
20.	AsH_3^+	?	?	$8 \cdot 10^{14}$	$5 \cdot 10^{20}$	0,11	?
21.	SbH_3^+	?	?	$7 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{19}$	0,12	?
22.	SbH_3^{++}	?	?	$7 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{19}$	0,29	?
23.	GaCl_3^+	?	?	$6 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{19}$	0,05	?
24.	GaCl_3^{++}	?	?	$5 \cdot 10^{14}$	$8 \cdot 10^{18}$	0,07	?

3) Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Демонстрирует всестороннее и глубокое знание теоретического материала	12	3
Задача решена правильно		

Экзамен состоит из двух частей: теоретической и практической. Теоретическая часть экзамена представляет собой два вопроса. Практическая часть экзамена состоит из задачи. Комплект экзаменационных билетов представлен в закрытой части ФОС (хранится на кафедре).

Вопросы к экзамену.

1. Основные этапы и перспективы развития электроники.
2. Классификация ИС по их конструктивно-технологическим признакам и по степени интеграции элементов.
3. Основные принципы разработки технологии ИС.
4. Требования, предъявляемые к качеству обработки пластин в планарной технологии.
5. Способы ориентации монокристаллических слитков.
6. Принципы механической обработки п/п материалов. Обработка свободным и связанным абразивами. Строение поверхностного слоя.
7. Способы резки слитков на пластины.
8. Шлифовка и полировка п/п пластин. Особенности химико-механической полировки.
9. Способы разделения пластины на кристаллы: скрайбирование, абразивная резка, химическое травление и др.
10. Химическое травление п/п. Полирующее, дифференциальное и анизотропное травление. Обобщенный состав травителя.
11. Электрохимическое травление п/п.
12. Ионное и плазмохимическое травление п/п.

13. Механизмы диффузии примесей в твердых телах. Коэффициент диффузии и причины, влияющие на его величину. Связь растворимости и скорости диффузии примесей.
14. Расчет глубины залегания р-п переходов, получаемых одностадийной и двухстадийной диффузией.
15. Методы осуществления процесса диффузии: в запаянной ампуле, в потоке газаносителя, бокс метод, из поверхностных стекол, из легированных окислов, из слоя поликристаллического кремния.
16. Характеристики важнейших диффузантов, используемых в технологии планарных кремниевых приборов.
17. Ионное легирование п/п. Профиль торможения в аморфных мишенях. Проецированный пробег, дисперсия пробегов.
18. Распределение внедренных ионов в монокристаллах. Эффект каналирования.
19. Радиационные нарушения при ионном легировании. Отжиг дефектов. Радиационно-управляемая диффузия.
20. Особенности получения р-п переходов методом ионного легирования. Примеры использования ионного легирования в технологии п/п устройств.
21. Назначение и способы получения маскирующих слоев двуокиси кремния: термическое окисление, пиролиз, окисление силана, напыление. Свойства получаемых слоев.
22. Получение, свойства и использование в планарной технологии защитных слоев нитрида кремния.
23. Методы контроля толщины защитных диэлектрических слоев на поверхности полупроводниковых структур.
24. Фотолитография в производстве п/п приборов. Позитивные и негативные фоторезисты. Способ контактной фотолитографии.
25. Процесс изготовления фотошаблонов. Способы увеличения срока службы фотошаблонов.
26. Проекционная фотолитография в технологии п/п приборов.
27. Рентгенолитография в технологии п/п приборов.
28. Электронолитография в технологии п/п приборов.
29. Фотолитография в области коротковолнового ультрафиолета.
30. Изоляция элементов биполярных ИС с помощью р-п переходов. Методы разделительной диффузии, КИД, БИД.
31. Изоляция элементов ИС тонким диэлектрическим слоем на проводящей подложке. Эпик методы.
32. Гибридные методы изоляции элементов ИС. Изопланар, V-АТЕ, VIP.
33. Диэлектрическая изоляция элементов ИС. Методы КНД и КВД.
34. Технология пассивных элементов биполярных ИС.
35. Стандартная технология МДП транзисторов с каналами п- и р-типов. Недостатки стандартной технологии.
36. Технология МДП транзисторов с самосовмещающимися затворами. Кремниевые затворы, использование ионного легирования.
37. Технология МДП транзисторов с короткими каналами. Д-МОП и V-МОП приборы.
38. Пассивные элементы МДП ИС. Особенности МДП ИС.
39. Межэлементные соединения. Металлизация алюминием. Другие способы металлизации.

40. Сборка п/п приборов. Монтаж кристаллов в корпус, присоединение выводов, герметизация корпуса.

41. Групповые методы сборки п/п приборов с объемными выводами.

42. Физические основы метода вакуумной термической технологии. Испарение вещества, перенос паров, конденсация. Схема установки.

Пример экзаменационного билета

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Институт электронных и информационных систем
Кафедра физики твердого тела и микроэлектроники

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

Учебная дисциплина «**Процессы микро- и нанотехнологии**»
Для направления подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника
Направленность (профиль) Микроэлектроника твердотельная электроника

1. Основные принципы разработки технологии ИС.
2. Физические основы метода вакуумной термической технологии. Испарение вещества, перенос паров, конденсация. Схема установки.
3. Задача.

Определите клиновидность кремниевой пластины, если при наложении на ее поверхность плоской стеклянной пластины для нормально падающего света с длиной волны $\lambda=0,5$ мкм наблюдается пять интерференционных полос ($N=5$) на расстоянии $\Delta l=1$ см.

Принято на заседании кафедры

«___» _____ 20__ г.

Протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ (ФИО)

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии»

Таблица Б.1 – Основная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. Нов- ГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий : учеб. пособие для вузов: в 2 т. / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2010-2011. Т. 1 : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. - 2010. - 392 с.	6	нет
2 Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий : учеб. пособие для вузов: в 2 т. / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2010-2011. Т. 2 : Технологические аспекты / М. В. Акуленок [и др.]. - 2011. - 252 с..	2	нет
3 Пасынков В. В. Материалы электронной техники : учебник. - 3-е изд. - СПб. : Лань, 2001. - 366,[1]с.	28	нет
Пасынков В. В. Материалы электронной техники : учебник. - 5-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2003. - 366,[1]с.	47	нет
Пасынков В.В. Материалы электронной техники : учеб. для вузов. - 6-е изд.,стер. - СПб. : Лань, 2004. - 366,[1]с.	2	нет
4 Технология материалов микро- и нанoeлектроники / Моск.гос.ин-т стали и сплавов (технолог.ун-т). - М. : МИСИС, 2007. – 542 с.	3	
Электронные ресурсы		
Электронный каталог НБ МГУ		http://window.edu.ru/resource/125/72125

Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. Нов- ГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Таиров Ю.М. Технология полупроводниковых и ди-электрических приборов: учеб. для вузов / Ю.М.Таиров, В.Ф.Цветков. - 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2002. – 423 с.	22	
2 Антипов Б.Л. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы: учеб. для студентов вузов. - 3-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2003. – 206 с.	102	
Электронные ресурсы		
Электронная библиотека по физике		https://mexalib.com/?id=55

Таблица Б.3 – Информационное обеспечение

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
Национальная подписка в рамках проекта Министерства образования и науки РФ (Госзадание № 4/2017 г.) к наукометрическим БД Scopus и Web of Science https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	регистрация (территория вуза)	2022
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.пф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/	в открытом доступе	-

Зав. кафедрой  Б. У. Селезнев
подпись И.О.Фамилия
 «26» 12 20 18 г.

Приложение В
(обязательное)

**Лист актуализации рабочей программы
учебной дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии»**

Рабочая программа актуализирована на 2020/2021 учебный год.
 Протокол № 13 заседания кафедры от « 02 » 06 2020 г.
 Разработчик: Захаров М.А.
 Зав. кафедрой Семезов Б.И.

Рабочая программа актуализирована на 2021/2022 учебный год.
 Протокол № 7 заседания кафедры от « 10 » 02 2021 г.
 Разработчик: Захаров М.А.
 Зав. кафедрой Семезов Б.И.

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
 Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » ____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

Таблица В.1 – Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:

Номер изменения	№ и дата протокола заседания кафедры	Содержание изменений	Зав.кафедрой	Подпись
1	Протокол №13 от 02.06.2020	Обновлена и актуализирована таблица в п. 7.2	Семезов Б.И.	
2	Протокол №7 от 10.02.2021	Обновлена и актуализирована таблица в п. 7.2	Семезов Б.И.	

Содержание изменений:

1 Актуализировать п. 7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица - Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)	
		компьютерный класс с выходом в Интернет, в том числе для проведения практических занятий	
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера , выход в Интернет)	
2.	Мультимедийное оборудование	ПК IBM ATX Inwia S500 с подключением к сети «Интернет», монитор 17/КК/м, проектор Epson EMP-X5, экран подвесной (800x600)	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Windows 10 for Educational Use		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Office 2013 Standard		Open License № 62018256	31.07.2016
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard		Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018
Kaspersky Endpoint Security Standard*		Лицензия № 1C1C1909170834236571324	17.09.2019
Антиплагиат. Вуз.*		Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	10.02.2020
Подписка Microsoft Office 365		свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-
Teams		свободно распространяемое	-
Skype		свободно распространяемое	-
Zoom		свободно распространяемое	-

* отечественное производство

2 Актуализировать п. 7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица - Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)	
		компьютерный класс с выходом в Интернет, в том числе для проведения практических занятий	
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера , выход в Интернет)	
2.	Мультимедийное оборудование	ПК IBM ATX Inwia S500 с подключением к сети «Интернет», монитор 17/КК/м, проектор Epson EMP-X5, экран подвесной (800x600)	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Windows 10 for Educational Use		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Office 2013 Standard		Open License № 62018256	31.07.2016
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard		Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018

ABBYY FineReader PDF 15 Business. Версия для скачивания (годовая лицензия с академической скидкой)*	Договор №191/Ю	16.11.2020
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999. Node 1 year Educational Renewal License *	Договор №148/ЕП(У)20-ВБ, 1С1С-200914-092322-497-674	11.09.2020
Антиплагиат. Вуз.*	Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
Подписка Microsoft Office 365	свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat	свободно распространяемое	-
Teams	свободно распространяемое	-
Skype	свободно распространяемое	-
Zoom	свободно распространяемое	-

* отечественное производство