

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, проф.
С.И.Эминов
«25» декабря 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

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

СОГЛАСОВАНО
Начальник отдела обеспечения
деятельности ИЭИС
П.В.Лысухо
«25» декабря 2020 г.

Разработал
Заведующий кафедрой ФТТМ, проф.
Б.И. Селезнев
«26» 11 2020 г.

Принято на заседании КФТТМ
Протокол № 4 от 26.11 2020 г.
Заведующий кафедрой, проф.
Б.И.Селезнев

1 Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения учебной дисциплины: формирование компетентности студентов в области анализа явлений на поверхности полупроводников, границ раздела полупроводник-диэлектрик и диэлектрических пленках и формирование научной основы для создания элементов, приборов и устройств микро и наноэлектроники.

Задачи:

- установление связей между характеристиками поверхности и технологией создания твердотельных микро- и наноструктур;
- выявление доминирующих характеристик поверхности, определяющих параметры твердотельных микроприборов и элементов интегральных схем;
- анализ областей применения диэлектрических пленок в микроэлектронике;
- анализ характеристик границ раздела диэлектрик-полупроводник, металл-полупроводник.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника 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: «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Физика конденсированного состояния», «Микроэлектроника», «Твердотельная электроника», «Основы проектирования и технологии электронной компонентной базы», «Физические основы наноэлектроники».

Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения учебных дисциплин направления подготовки 11.03.04: «Элементная база сверхбольших интегральных схем», «Процессы микро- и нанотехнологии», «Наноэлектроника».

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

профессиональные:

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

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
ПК-3 Способен анализировать, контролировать и корректировать	Знает базовые технологические процессы и основные материалы производства	Умеет аргументированно выбирать, анализировать и коррек-	

существующие технологические процессы выпуска изделий микроэлектроники	изделий микроэлектроники	тировать 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

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам
		8 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	4
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	56	56
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	88	88
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ)	ДЗ	ДЗ

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 . Теория поверхности.

Тема 1. Введение. Расчет напряженности электрического поля и заряда.

Тема 2. Расчет распределения потенциала в области пространственного заряда.

Тема 3. Параметры поверхности.

Тема 4. Поверхностная проводимость.

Раздел 2. Реальная поверхность полупроводника и диэлектрические пленки.

Тема 1. Реальная поверхность полупроводника. Быстрые поверхностные состояния.

Тема 2. Реальная поверхность полупроводника. Медленные поверхностные состояния.

Тема 3. Эквивалентная схема МДП системы и ее вольт-фарадная характеристика.

Тема 4. Диэлектрические пленки в микроэлектронике.

Тема 5. Технологические методы управления структурой и характеристиками диэлектрических пленок.

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	Экза мен		
		ЛЕ К	ПЗ	ЛР				
	Раздел 1. Теория поверхности							
1.1	Введение. Расчет напряженности электрического поля и заряда	1	4				8	опрос, решение задач

1.2	Расчет распределения потенциала в области пространственного заряда	1	6		1		11	опрос, решение задач
1.3	Параметры поверхности	1	4		1		10	опрос, решение задач
1.4	Поверхностная проводимость	1	6		1		8	опрос, решение задач контрольная работа
	Раздел 2 Реальная поверхность полупроводника и диэлектрические пленки							
2.1	Реальная поверхность полупроводника. Быстрые поверхностные состояния	2	4		1		10	опрос решение задач
2.2	Реальная поверхность полупроводника. Медленные поверхностные состояния	2	4		1		10	опрос, решение задач,
2.3	Эквивалентная схема МДП системы и ее вольт-фарадная характеристика	2	4		1		11	опрос, решение задач,
2.4	Диэлектрические пленки в микроэлектронике	2	4		1		10	опрос, решение задач
2.5	Технологические методы управления структурой и характеристиками диэлектрических пленок	2	6		1		10	опрос, решение задач, контрольная работа
	Промежуточная аттестация							дифференцированный зачет
	ИТОГО	14	42		8		88	

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)	Трудоемкость в АЧ
	Раздел 1. Теория поверхности	
1.1	<i>Введение. Расчет напряженности электрического поля и заряда. Роль поверхностных явлений в полупроводниках в микро- и нанoeлектронике. Атомарно чистая поверхность. Поверхностные уровни. Диэлектрические пленки в микроэлектронике. Границы раздела. Поверхность реального кристалла. Модель реальной поверхности. Энергетические зоны у поверхности полупроводника. Расчет напряженности поля и суммарного заряда. Вывод выражения для функции $F(\varphi)$ (информационная лекция)</i>	1
1.2	<i>Расчет распределения потенциала в области пространственного заряда. Расчет распределения потенциала в области пространственного заряда.</i>	1

	Квазинейтральная область. Длина экранирования. Зависимость потенциала от координаты. Обедненная область. Ход потенциала в обедненной области. Инверсные и обогащенные слои. Условия существования инверсионных и обогащенных слоев (информационная лекция)	
1.3	<i>Параметры поверхности.</i> Безразмерный электростатический потенциал Ψ . Безразмерный поверхностный электростатический потенциал Ψ_s . Безразмерная величина λ , характеризующая объемные свойства образца полупроводника. Уровень инжекции δ . Функция $F(\Psi, \lambda, \delta)$. Поверхностный и объемный заряд. Емкость приповерхностного слоя пространственного заряда. Зависимость емкости пространственного заряда от Ψ_s . Дифференциальная емкость, соответствующая изменению заряда, захваченного на поверхностные уровни. Полная дифференциальная емкость. Поверхностная рекомбинация. Скорость поверхностной рекомбинации. Зависимость скорости поверхностной рекомбинации от Ψ_s (информационная лекция)	1
1.4	<i>Поверхностная проводимость.</i> Приповерхностные избытки носителей заряда и поверхностная проводимость. Зависимость поверхностной проводимости от Ψ_s . Эффект поля (информационная лекция)	1
	Раздел 2. Реальная поверхность полупроводника и диэлектрические пленки	
2.1	<i>Реальная поверхность полупроводника. Быстрые поверхностные состояния.</i> Быстрые поверхностные состояния. Параметры быстрых поверхностных состояний. Энергетический спектр центров захвата. Модели происхождения центров захвата. Параметры рекомбинационных центров. Влияние внешних воздействий на концентрацию рекомбинационных центров. Модели центров поверхностной рекомбинации (информационная лекция)	2
2.2	<i>Реальная поверхность полупроводника. Медленные поверхностные состояния.</i> Медленные состояния. Зависимость медленной релаксации от температуры. Место локализации медленных состояний. Модель медленной релаксации. Связь электрофизических параметров поверхности с ее адсорбционными характеристиками. О возможной физико-химической природе поверхностных состояний (информационная лекция)	2
2.3	<i>Эквивалентная схема МДП-системы и ее вольт-фарадная характеристика.</i> Низкочастотная эквивалентная схема МДП-структуры. Влияние поверхностных состояний. Математическое выражение полных равновесных емкостей. Равновесная дифференциальная емкость МДП-структуры. Полная эквивалентная схема МДП-структуры. Математические выражения для компонент полной эквивалентной схемы. Эквивалентная схема объема. Сопротивление рекомбинации области объемного заряда. Вольт-фарадная характеристика МДП-структур (информационная лекция)	2
2.4	<i>Диэлектрические пленки в микроэлектронике.</i> Значение диэлектрических пленок в интегральной электронике. Применение методов ИК спектроскопии для исследования структуры и состава пленок окислов кремния и нитрида кремния. ИК - спектры поглощения пассивирующих и защитных стекол (информационная лекция)	2
2.5	<i>Технологические методы управления структурой и характеристиками диэлектрических пленок.</i> Функциональные возможности пленок диоксида кремния и нитрида кремния. Управление плотностью фиксированного заряда и плотностью поверхностных состояний. Способы уменьшения подвижного заряда. Применение лазерного и фотонного отжига для управления структурой диэлектрических пленок (информационная лекция)	2
	ИТОГО	14

Таблица 5 – Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
	Раздел 1	
1.	Введение. Расчет напряженности электрического поля и заряда (решение задач с обсуждением результатов)	4
2.	Расчет распределения потенциала в области пространственного заряда (решение задач с обсуждением результатов)	6
3.	Параметры поверхности (решение задач с обсуждением результатов)	4
4.	Поверхностная проводимость (решение задач с обсуждением результатов)	6
	Раздел 2	
1.	Реальная поверхность полупроводника. Быстрые поверхностные состояния (изучение методики анализа поверхности методом атомно-силовой микроскопии, опрос с обсуждением результатов)	4

2.	Реальная поверхность полупроводника. Медленные поверхностные состояния. (проведение анализа поверхности микроэлектронных структур методом атомно-силовой микроскопии, опрос с обсуждением результатов)	4
3.	Эквивалентная схема МДП системы и ее вольт-фарадная характеристика (изучение измерительного комплекса микроструктур на пластине, опрос с обсуждением результатов)	4
4.	Диэлектрические пленки в микроэлектронике (измерение вольт-фарадных характеристик с применением измерительного комплекса микроструктур на пластине, опрос с обсуждением результатов)	4
5.	Технологические методы управления структурой и характеристиками диэлектрических пленок (анализ структуры диэлектрических пленок методом ИК Фурье-спектроскопии, опрос с обсуждением результатов)	6
	ИТОГО	42

Рекомендации к проведению лекционных занятий.

Теоретическая часть учебной дисциплины направлена на формирование системы знаний о характеристиках реальной поверхности полупроводников, свойствах диэлектрических пленок и границах раздела диэлектрик-полупроводник.

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.

Дополнительная литература, не вошедшая в таблицу Б.2:

1 Бонч-Бруевич В.Л. Физика полупроводников / В.Л.Бонч-Бруевич, С.Г.Калашников. – М.: Наука, 1990. – 627 с.

2 Сборник задач по физике полупроводников / В.Л.Бонч-Бруевич, И.П.Звягин, И.В.Карпенко, А.Г.Миронов. – М.: Наука, 1987. – 144 с.

3 Зи С. Физика полупроводниковых приборов: в 2-х кн. / Пер. с англ. – Кн. 1. – М.: Мир, 1984. – 456 с.

Методические рекомендации по практическим занятиям.

1. Решение задач.

Цель практических занятий – получение навыков расчета параметров и характеристик поверхности, ознакомление со сложным аналитическим оборудованием.

На практических занятиях студенты знакомятся с методами расчета зарядовых эффектов, параметров поверхностной рекомбинации, поверхностной проводимости, методами анализа спектров ИК-пропускания диэлектрических пленок и микрофотографий атомно-силовой микроскопии. Зарядовые эффекты рассчитываются на основе экспериментально измеренных студентами вольт-фарадных характеристик.

На практических занятиях студентам предлагается анализ сложного аналитического оборудования из учебного пособия: Поверхностные явления в полупроводниках. Атомно-силовая микроскопия и ИК Фурье - спектроскопия: методические указания к практическим занятиям [электронный ресурс] / сост. Б.И. Селезнев, А.В. Штро; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2021. – 10 с.

Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов.

Самостоятельная работа студентов по учебной дисциплине предусматривает проработку необходимых разделов конспекта лекций и подготовку к практическим занятиям. На занятиях студент, прежде всего, должен освоить методы расчета параметров поверхности и характеристик систем полупроводник-диэлектрик и методики

исследований поверхности полупроводников на сложном аналитическом оборудовании.

Оценка самостоятельной работы студентов по темам проверяется на опросах. Вопросы для проверки самостоятельной работы содержатся в закрытой части фонда оценочных средств (ФОС) к данной рабочей программе.

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) Аналитическое оборудование для исследования поверхности полупроводников: • Научно Образовательный Комплекс по нанотехнологиям NanoEducator. • Сканирующий зондовый микроскоп Solver NEXT (Россия). • Установка измерения эффекта Холла (Корея). • Аппаратно-программный комплекс для тестирования электронных компонентов (Германия). • Система позиционирования и контактирования для проведения параметрического анализа» <u>ЗАО «Компания «НТНК»</u>. • Модернизационный комплект 4200-SCS/4200-upgrade для системы тестирования полупроводников(США). 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)
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212
Microsoft Windows 10 for Educational Use		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212
Microsoft Office 2013 Standard		Open License № 62018256
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard		Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212
		Дата выдачи
Microsoft Windows 7 Professional		30.04.2015
Microsoft Windows 10 for Educational Use		30.04.2015
Microsoft Office 2013 Standard		31.07.2016
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard		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

Приложение А

(обязательное)

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Поверхностные явления в полупроводниках»

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 (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.	Опрос	Раздел 1. Темы 1.1 – 1.4	5x4	ПК-3
		Раздел 2. Темы 2.1 – 2.5	5x5	
2.	Решение задач	Раздел 1. Темы 1.1 –1.4	10x4	
		Раздел 2. Темы 2.1 – 2.5	15x5	
3.	Контрольная работа	Раздел 1	20	
		Раздел 2	20	
Промежуточная аттестация				
	Дифференцированный зачет			
	ИТОГО		200	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

1) Опрос

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Способен дать правильные ответы на вопрос (ы)	1	1

Примерные вопросы для опроса:

Раздел 1. Теория поверхности.

1. Атомарно чистая поверхность. Поверхностные уровни Тамма.
2. Применение диэлектрических пленок в микроэлектронике.
3. Поверхность реальных кристаллов германия и кремния.

2) Решение задач

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество задач
Способен правильно подобрать нужные формулы и правильно их применить	5	1
Выполнены нужные вычисления и преобразования		
Получен правильный ответ		

Пример задачи:

Вычислить величину загиба зон на поверхности кремния *n*-типа, если на поверхности адсорбированы доноры, концентрация которых *N* (считать все доноры полностью ионизованными), при этом $e\phi/kT \gg 1$, $n = 2,0 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$, $\epsilon = 12$, $T = 300 \text{ К}$.

Таблица – Значения адсорбированной донорной примеси

№ варианта	1	2	3	4	5
$N, \text{ см}^{-2}$	$7 \cdot 10^{11}$	$8 \cdot 10^{11}$	10^{12}	$2 \cdot 10^{12}$	$3 \cdot 10^{12}$

3) Контрольная работа

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество задач
Способен правильно подобрать нужные формулы и правильно их применить	6	2
Выполнены нужные вычисления и преобразования		
Получен правильный ответ		

Пример контрольной работы:

1. При каких значениях потенциала образуются инверсные слои в германии, если концентрация $N_D - N_A = 10^{16} \text{ см}^{-3}$.

2. Рассчитать и построить зависимость потенциала ϕ в обедненной области от $(d - x)^2$. Концентрацию $N_A - N_D$ принять равной $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$.

3. Какие наиболее серьезные последствия существования заряда на границе Si-SiO₂ с точки зрения характеристик биполярных или МДП-схем?

4. Какова физическая природа заряда на границе Si-SiO₂?

Приложение Б
(обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины «Поверхностные явления в полупроводниках»

Таблица Б.1 – Основная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Епифанов Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие для вузов / Г. И. Епифанов. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. - 287, [1] с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с. 275-281. - Прил.: с. 273-274. - ISBN 978-5-8114-1001-9	5	
2 Ефимов И. Е. Основы микроэлектроники : учебник для вузов / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2008. - 383, [1] с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с. 381-382. - ISBN 978-5-8114-0866-5	26	
3 Красников Г. Я. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов : в 2 ч. Ч. 1 / Г. Красников. - Москва : Техносфера, 2002. - 413 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-94836-001-6	2	
Красников Г. Я. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов : в 2 ч. Ч. 2 / Г. Красников. - Москва : Техносфера, 2004. - 535 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-94836-001-6	2	
Красников Г. Я. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов / Г. Я. Красников. - 2-е изд., испр. - Москва : Техносфера, 2011. - 799, [1] с. : ил. - (Мир электроники). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-94836-289-2	4	
4 Красников Г. Я. Общая теория технологий и микроэлектроника / Г. Я. Красников, Е. С. Горнев, И. В. Матюшкин. - Москва : Техносфера, 2020. - 433, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 412-430. - Прил.: с. 386-411. - ISBN 978-5-94836-611-1	2	
5 Шалимова К. В. Физика полупроводников : учебник для вузов / К. В. Шалимова. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. - 390, [2] с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Прил.: с. 378-382. - Указ.: с. 383-387. - ISBN 978-5-8114-0922-8	15	
Электронные ресурсы		
Дистанционный электронный учебный курс «Физика и технология широкозонных полупроводниковых соединений типа A ^{III} N» / Б.И.Селезнев, М.Н.Петров, И.С.Телина, Г.В.Гудков, Д.Федоров; Электронный вариант. Сайт НовГУ, 2017. – 167 С. – http://do.novsu.ru/course/index.php?categorid=88		

Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Красников Г. Я. Система кремний - диоксид кремния субмикронных СБИС / Г. Я. Красников, Н. А. Зайцев. - Москва : Техносфера, 2003. - 383 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-94836-008-3	2	
2 Матухин В. Л. Физика твердого тела : учебное пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 218, [1] с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с. 215. - ISBN 978-5-8114-0923-5	3	
3 Старосельский В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие для вузов / В. И. Старосельский. - Москва : Юрайт, 2011. - 463, [1] с. : ил. - (Основы наук). - Библиогр.: с. 455-457. - Прил.: с. 458-463. - ISBN 978-5-9916-0808-4. - ISBN 978-5-9692-0962-6	12	
Старосельский В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие для вузов / В. И. Старосельский. - Москва : Юрайт, 2014. - 463, [1] с. : ил. - (Основы наук). - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 458-463. - ISBN 978-5-9916-0808-4. - ISBN 978-5-9692-0962-6	2	
Электронные ресурсы		

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.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-

Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека
Сектор учета *Павлов*

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
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	-

Проверено НБ НовГУ

Зав. кафедрой  Б.У. Снезнев
подпись И.О. Фамилия
 « 26 » 11 2020 г.



Приложение В
(обязательное)

Лист актуализации рабочей программы
учебной дисциплины «Поверхностные явления в полупроводниках»

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

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

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