

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

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 11 7D 78 67 C2 66 A3 34 B2 CE 4F 9A FD E9 38 84 E5 28 4A 09  
Владелец: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Новгородский государственный университет  
имени Ярослава Мудрого»  
Действителен: с 08.07.2021 до 08.10.2022



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭИС

С.И.Эминов

« 25 » декабря 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
учебной дисциплины (модуля)

**ДИАГНОСТИКА МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ТВЁРДОТЕЛЬНОЙ  
ЭЛЕКТРОНИКИ**

по направлению подготовки  
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника  
Направленность (профиль) Микро- и нанoeлектронные устройства

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник отдела обеспечения  
деятельности ИЭИС

П.В.Лысухо  
« 25 » 12 2020 г.

Разработал

Доцент ФТТМ

В.Е.Удальцов  
« 26 » 11 2020 г.

Принято на заседании кафедры ФТТМ  
Протокол № 4 от 26.11.2020 г.

Заведующий кафедрой

Б.И. Селезнев  
« 26 » 11 2020 г.

## **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Цель освоения учебной дисциплины: формирование компетентности у студентов в области диагностики материалов и элементов твердотельной электроники, необходимой для их дальнейшей профессиональной деятельности.

Задачи:

- изучение методов контроля качества материалов и элементов твердотельной электроники,
- изучение методов анализа и обеспечения качества материалов и структур твердотельной электроники;
- знакомство с теоретическими основами методов интегральной и локальной диагностики;
- изучение принципов и направлений применения методов интегральной и локальной диагностики;
- изучение и освоение методов и методик определения показателей качества на разных стадиях технологического процесса.

## **2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП**

Учебная дисциплина «Диагностика материалов и элементов твердотельной электроники» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника и направленности (профилю) Микро- и микроэлектронные устройства (далее – ОПОП). В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин, изученных студентами при подготовке по направлению 11.03.04 Электроника и микроэлектроника: «Квантовая механика и статистическая физика», «Микроэлектроника и твердотельная электроника», «Физическая химия материалов и процессов электронной техники», «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Физика конденсированного состояния». Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения и выполнения научно-исследовательской работы (НИР), предусмотренной данной магистерской программой.

## **3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины**

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

*Профессиональные компетенции:*

- ПК-2 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.

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-2 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	Знать способы организации и проведения экспериментальных исследований	Уметь самостоятельно проводить экспериментальные исследования

## 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
		I семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	45	45
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	135	135
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ)	<b>экзамен</b> <b>36</b>	экзамен 36

### 4.2 Содержание учебной дисциплины

Тема 1. Введение.

Тема 2. Критерии качества и методы оценки параметров материалов ЭТ.

Тема 3. Основы физики взаимодействия излучения с твердым телом.

Тема 4. Методы электронно-зондовой диагностики.

Тема 5. Рентгеновские методы анализа.

Тема 6. Масс-спектрометрия вторичных ионов (ВИМС).

Тема 7. Атомно-силовая микроскопия.

### 4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

Таблица 3 – Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

№	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		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР				
1.	Введение	1					15	
2.	Критерии качества и методы оценки параметров материалов ЭТ	1	4		1		20	решение задач
3.	Основы физики взаимодействия излучения с твердым телом	2	4		1		20	решение задач
4.	Методы электронно-зондовой	1	12		1		20	решение

	диагностики						задач
5.	Рентгеновские методы анализа	2	4		2		решение задач
6.	Масс-спектрометрия вторичных ионов (ВИМС)	1	4		2		решение задач
7.	Атомно-силовая микроскопия	1	8		2		решение задач
							презентация
	Промежуточная аттестация						экзамен
	<b>ИТОГО</b>	<b>9</b>	<b>36</b>		<b>9</b>	<b>36</b>	<b>135</b>

#### 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 – Темы лекционных занятий

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Принципы и классификация физических методов диагностики материалов и приборов (вводная лекция)	1
2.	<b>Критерии качества и методы оценки параметров материалов ЭТ.</b> Современные полупроводниковые и диэлектрические материалы для биполярных и полевых транзисторов, микросхем, СВЧ - приборов, фотодиодных элементов и светоизлучающих приборов. Специальные критерии качества полупроводников – figure of merit (FM): JM, KM, VM, VN, QFI. Механические, электрические и оптические методы оценки параметров (информационная лекция)	1
3.	<b>Взаимодействие излучения с твердым телом.</b> Характеристика излучения (фотоны, электроны, ионы). Принципы получения и формирования зондирующего излучения. Детекторы излучения. Классификация методов диагностики материалов и структур электроники (информационная лекция)	2
4.	<b>Растровая электронная микроскопия</b> (основные принципы и аналитические возможности). Механизмы формирования контраста (топологический, химический – от атомного номера Z, в поглощенных электронах, потенциальный, кристаллографический, магнитный, катодолуминесценция). Основные узлы растрового электронного микроскопа. Термоэлектронная эмиссия, уравнение Ричардсона-Дэшмана. Электронная пушка. Применение РЭМ для анализа наноструктурированных объектов. Просвечивающая электронная микроскопия (основные принципы и аналитические возможности). Методы подготовки образцов для ПЭМ. Микродифракция (информационная лекция)	1
5	<b>Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия</b> (основные принципы и аналитические возможности). Фотоэффект. Соотношение Коопмана. Рентгеновские фотоэлектронные спектры (основные и валентные уровни, ширина линий, Оже-серии). Химические сдвиги основных уровней. Особенности аппаратной реализации метода РФЭС (источники рентгеновского излучения, особенности энергоанализа фотоэлектронов) (информационная лекция)	1

	<b>Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ</b> (основные принципы и аналитические возможности). Тормозное излучение, источники рентгеновского излучения для РСФА. Принципы качественного и количественного анализа. Приборная реализация метода РСФА (вакуумный и атмосферный вариант прибора – достоинства и недостатки) (информационная лекция)	1
6	<b>Масс-спектрометрия вторичных ионов (ВИМС)</b> . Физические основы метода. Коэффициент ионно-ионной эмиссии (положительные и отрицательные вторичные ионы). Качественный анализ масс-спектров (виды вторичных ионов). Влияние сорта первичных ионов и матричные эффекты. Состояние поверхности и ее влияние на выход вторичных ионов. Приборная реализация метода ВИМС (метод прямого изображения, сканирующий ионный зонд). Источники первичных ионов (дуоплазмотрон, жидкометаллические источники). Детекторы вторичных ионов. Послойный анализ методом ВИМС. Факторы, определяющие разрешение по глубине. Чувствительность метода ВИМС (факторы, определяющие порог чувствительности) Возможности количественного анализа. Масс-спектрометрия нейтральных атомов (информационная лекция)	1
7	<b>Атомно-силовая микроскопия</b> . Физические основы метода. Бесконтактный, контактный и полуконтактный режимы. Особенности анализа структур с объемным зарядом (информационная лекция)	1
	<b>ИТОГО</b>	<b>9</b>

Таблица 5 – Темы практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
Тема 2	Современные полупроводниковые и диэлектрические материалы Специальные критерии качества полупроводников – figure of merit (FM): JM, KM, VM, VN, QFI. Механические, электрические и оптические методы оценки параметров (решение задач)	4
Тема 3	Поглощение рентгеновского излучения. Фотоэффект, вероятность фотоэлектронных переходов, сечение фотоионизации. Массовый и линейный коэффициент поглощения (решение задач)	4
Тема 4	1. Термоэлектронная эмиссия, уравнение Ричардсона-Дэшмана. Электронная пушка. Система формирования зонда, развертка в растр. Детектор вторичных электронов Эверхарда-Торнли (решение задач)	4
	2. Безизлучательные переходы, Оже-процесс. Обозначение, энергия, вероятность Оже-переходо (решение задач)	4
	3. Волновые свойства электронов. Дифракция быстрых и медленных электронов. Приборная реализация, аналитические возможности методов (решение задач)	4
Тема 5	1. Фотоэффект. Соотношение Коопмана (решение задач)	2
	2. Вторичная структура спектров (рентгеновские сателлиты, мультиплетное расщепление, дифракция фотоэлектронов). Тормозное излучение (решение задач)	2
Тема 6	Масс-спектрометрия вторичных ионов (ВИМС) Физические основы метода. Приборная реализация и возможности количественного анализа (решение задач)	4
Тема 7	1. Автоэлектронная (полевая) эмиссия. Ионизация атомов в сильных электрических полях. Полевой ионный микроскоп с атомным зондом (атомное разрешение) (решение задач)	4
	2. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Теория, аппаратная реализация, возможности применения (решение задач)	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>

### *Рекомендации к проведению лекционных занятий.*

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 Лебедев А.А. SiC электроника в новом веке. – Сборник материалов Международного научного семинара «Карбид кремния и родственные материалы», В. Новгород, 2000. – С.7-11.

2 Павлов Л.П. Методы измерения параметров полупроводниковых материалов: учебн. для ВУЗов. - 2-е изд. М.: Высш.шк.,1987. – 239 с.

3 Фурье-спектрометр инфракрасный. ФСМ 1202. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 2011.

4 Профилометр оптический «TALYSURF CCI Lite» (Великобритания). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 2011.

5 Эгертон Р.Ф. Физические принципы электронной микроскопии. – М.: Техносфера, 2010.

6 Сканирующий электронный микроскоп HIROXSH-1500 (Корея). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 2011.

7 Черепин В.Т. Ионный зонд. – Киев: Наукова думка,1981.

8 Атомно-силовой микроскоп Солвер Некст, руководство по эксплуатации (РЭ).

### *Рекомендации к проведению практических занятий.*

1. На практических занятиях студенты решают задачи.

Пример задачи:

Критерий качества (figure of merit (FM)) по Джонстону для кремния  $JM=1$ , оцените значение  $JM$  для нитрида галлия, если  $E_{cr}=1000B$ ,  $V_{sat}= 2,2 \cdot 10^5$  м/с.

2. Презентация (доклад).

Презентация – представление самостоятельно изученного материала по дисциплине.

Презентации проводятся в течение семестра в часы аудиторной самостоятельной работы.

Также для самостоятельного изучения предлагаются виды и содержание стандартов по управлению качеством и надежностью изделий электронной техники.

## **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)	
		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		
	<b>Наименование программного продукта</b>	<b>Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)</b>	<b>Дата выдачи</b>
	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

**Приложение А**  
(обязательное)  
**Фонд оценочных средств**  
учебной дисциплины «Диагностика материалов и элементов твердотельной электроники»

### 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 задач	Тема 2	20	ПК-2
2.	Решение задач	Тема 3	20	
3.	Решение задач	Тема 4	20x3	
4.	Решение задач	Тема 5	20x2	
5.	Решение задач	Тема 6	20	
6.	Решение задач	Тема 7	20x2	
7.	Презентация	В течение семестра	50	
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	
	<b>ИТОГО</b>		<b>300</b>	

### 3 Рекомендации к использованию оценочных средств

#### 1) Решение задач

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>
Способен правильно подобрать нужные формулы и правильно их применить	1

#### 2) Презентация

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>
Работа с литературой	3
Качество подготовки презентации	
Изложение материала	
Выдерживание регламента	
Логичные и четкие ответы на вопросы	

Примерные темы:

1. Методы производственного контроля качества полупроводниковых приборов;
2. Виды и назначение испытаний;
3. Группы исполнения и типы защиты от воздействия окружающей среды.

### 3) Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Правильный ответ на теоретический вопрос	8	2 в билете
Правильное решение теста		

Экзамен состоит из двух частей: теоретической и практической. Теоретическая часть экзамена представляет собой один вопрос из тем дисциплины. Практическая часть экзамена состоит из тестового задания.

Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену по дисциплине «Диагностика материалов и элементов твердотельной электроники»

1. Значение и роль диагностических методов и результатов испытаний в проблеме обеспечения качества материалов и элементов электроники.

2. Современные полупроводниковые материалы для биполярных и полевых транзисторов, микросхем, СВЧ - приборов, фотодиодных элементов и светоизлучающих приборов.

3. Специальные критерии качества полупроводников – figure of merit (FM): JM, KM, VM, VN, QFI.

4. Основные параметры полупроводников: - ширина запрещенной зоны, критическая напряженность электрического поля, насыщенная скорость дрейфа носителей заряда, удельная теплопроводность, подвижности носителей заряда.

5. Основные технические параметры, предельно-допустимые значения параметров и режимов эксплуатации полупроводниковых приборов. ТУ и ОСТы на приборы.

6. Требования международных стандартов ISO, IPC, IEC и др.

7. Основные понятия и показатели качества. Виды и методы контроля качества.

8. Классификация испытаний. Методы и средства анализа качества изделий электронной техники на разных стадиях технологического процесса.

9. Классификация методов неразрушающего контроля качества материалов и элементов твердотельной электроники.

10. Методы и средства визуального контроля, повышение эффективности использования средств визуального контроля.

11. Методы регистрации тепловых полей, контактные методы, инфракрасные радиометры, тепловизоры.

12. Количественные показатели надежности и их оценка статистическим и физическим методами.

13. Растровая электронная микроскопия. Основные принципы построения электронного микроскопа. Возможности использования.

14. Методы формирования контраста в растровой электронной микроскопии.

15. РЭМ - приборная реализация. Источники электронов. Методы формирования электронного зонда. Детектор вторичных электронов Эверхарда-Торнли.

16. Неупругие электрон - электронные взаимодействия. Сечение ударной ионизации.

17. Средняя длина свободного пробега. Потери энергии на ионизацию и возбуждение плазмонов.
18. Безизлучательные переходы. Эффект Оже. Система обозначений. Энергия Оже-электронов. Переходы Костера-Кронига.
19. Электронная Оже-спектроскопия – метод элементного анализа поверхности. Физические основы. Возможности применения.
20. Анализ заряженных частиц по энергиям. Энергоанализатор с тормозящим полем. Электрическое дифференцирование. Энергоанализатор типа «цилиндрическое зеркало».
21. Приборная реализация метода электронной Оже-спектроскопии. Требования к вакуумным условиям. Параметры основных узлов спектрометра.
22. Принципы послойного анализа в методе электронной Оже-спектроскопии. Послойное разрешение. Возможности применения.
23. Аналитические возможности метода электронной Оже-спектроскопии.
24. Излучательные переходы. Правила отбора. Спектроскопические обозначения рентгеновских линий. Относительная интенсивность и ширина линий в рентгеновских спектрах.
25. Поглощение рентгеновского излучения. Основные механизмы. Сечение фотоионизации. Коэффициент поглощения.
26. Фотоэффект. Химические сдвиги в спектрах фотоэлектронов.
27. РФЭС – метод элементного и химического анализа поверхности твердых тел. Физические основы. Возможности применения.
28. Источники рентгеновского излучения. Основные принципы. Требования к источникам для РФЭС. Полусферический энергоанализатор: режимы работы.
29. Аналитические возможности РФЭС.
30. Ионное распыление. Основные понятия, закономерности и механизмы. Источники ионов. Методы формирования ионных пучков.
31. Ионно-ионная эмиссия. Механизмы и основные закономерности.
32. Масс – спектрометрия вторичных ионов. Физические основы метода.
33. Приборная реализация метода ВИМС.
34. Масс – спектр. Качественный анализ в методе ВИМС.
35. Послойный анализ в методе ВИМС.
36. Основные аналитические параметры метода ВИМС. Его применение в микро и оптоэлектронике.

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

## Пример экзаменационного билета

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

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

Учебная дисциплина «**Диагностика материалов и элементов твердотельной электроники**»

Для направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  
Направленность (профиль) Микро- и наноэлектронные устройства

1. Методы формирования контраста в растровой электронной микроскопии.
2. Тестовое задание.

**1. Локальность метода ЭОС по глубине:**

<input type="checkbox"/> глубиной выхода Оже- электронов	<input type="checkbox"/> энергией первичных электронов	<input type="checkbox"/> углом падения первичных электронов
--	--	---

**2. Контраст по Z обусловлен:**

<input type="checkbox"/> Истинно вторичными электронами	<input type="checkbox"/> Упруго отраженными электронами	<input type="checkbox"/> Энергией первичных электронов
---	---	--

**3. Энергоанализатор с тормозящим полем измеряет:**

<input type="checkbox"/> распределение электронов по энергиям $N(E)$	<input type="checkbox"/> $dN/dE$	<input type="checkbox"/> кривую задержек
--	----------------------------------	--

**4. Топологический контраст в РЭМ создается за счет:**

<input type="checkbox"/> изменения плотности образца	<input type="checkbox"/> изменения угла падения первичных электронов	<input type="checkbox"/> изменения энергии первичных электронов
--	--	---

**5.  $K\alpha$ ,  $K\beta$ ,  $L\alpha$ ,  $L\beta$  и т.п.:**

<input type="checkbox"/> Обозначения Оже- процесса	<input type="checkbox"/> Обозначения линий характеристического рентгеновского излучения	<input type="checkbox"/> Обозначения электронных термов
--	---	---

Принято на заседании кафедры \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (ФИО)

**Приложение Б**  
(обязательное)  
**Карта учебно-методического обеспечения**  
**Учебной дисциплины «Диагностика материалов и элементов твердотельной электроники»**

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		
<b>1 Брандон Д.</b> Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учебное пособие / Пер. с англ., под ред. С.Л. Баженова с доп. О.В. Егоровой. - Москва : Техносфера, 2006. - 377с. : ил. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 362-375. - Указ.: с. 376-377. - На корешке: VI.02. - ISBN 5-94836-018-0. - ISBN 0-471-98501-5	2	
<b>2 Гусев А. И.</b> Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва : Физматлит, 2009. - 414, [1] с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Указ.: с. 406-414. - ISBN 978-5-9221-0582-8	11	
<b>3 Диагностика материалов и элементов твердотельной электроники :</b> методические указания к лаб. работам / сост. В. В. Гаврушко, Г. В. Гудков, А. А. Сапожников. - Великий Новгород, 2016. - 56 с. – URL: <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3168">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3168</a>	50	БиблиоТех
<b>4 Кларк Э.Р.</b> Микроскопические методы исследования материалов / Пер. с англ. С.Л. Баженова; РАН, Ин-т синтез. полимер. материалов им. Н.С. Ениколопова. - Москва : Техносфера, 2007. - 371с. : ил. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-94836-121-5. - ISBN 1-85573-587-3	1	
<b>5 Миронов В.Л.</b> Основы сканирующей зондовой микроскопии : учебное пособие для вузов / РАН, Ин-т физики микроструктур. - Москва : Техносфера, 2005. - 143с. : ил. - (Мир физики и техники). - Библиогр.: с. 140-143. - На кор.: II.02. - ISBN 5-94836-034-2	2	
Электронные ресурсы		
1		

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		
<b>1 Горелик С.С.</b> Рентгенографический и электронно-оптический анализ : учебное пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : МИСИС, 2002. - 357, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 357-358. - Прил.: с. 257-356. - ISBN 5-87623-096-0	4	
<b>2 Неразрушающий контроль и диагностика.</b> - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 656с. - ISBN 5-217-03178-6	2	
Электронные ресурсы		
1 Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы / Под ред. В.В. Лучинина, Ю.М. Таирова – М.: Физматлит, 2006. – 552 с. Режим доступа: <a href="http://www.twirpx.com/file/217878/">http://www.twirpx.com/file/217878/</a>		

Таблица Б.3 – Информационное обеспечение

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

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

