

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета факультета заочного обучения

проф. Подоприхин М.Н. _____

(подпись)

2015 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Технология изделий электроники и нанoeлектроники

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности): 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): Микроэлектроника и твердотельная электроника
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения заочная Срок обучения ускоренный

Кафедра полупроводниковой электроники и нанoeлектроники
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: Меньшикова Т.Г., к.ф.-м.н.
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии ФЗО
(наименование факультета)

Протокол № _____ от « _____ » _____ 2015 г.

Председатель методической комиссии _____
(Ф.И.О)

Воронеж 2015 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВПО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
 Председатель Ученого совета фа-
 культета заочного обучения

проф. Подоприхин М.Н. _____
 (подпись)
 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология изделий электроники и нанoeлектроники

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Направление подготовки (специальности): 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
 (код, наименование)

Профиль: Микроэлектроника и твердотельная электроника
 (название профиля по УП)

Часов по УП: 144; **Часов по РПД:** 144;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 135; **Часов по РПД:** 135;

Часов на самостоятельную работу по УП: 121 (84%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 121 (84%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 4;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены –9; Зачеты - 0; Зачет с оценкой -0;
 Курсовые проекты - 4; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид заня- тий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 12		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции													6	6			6	6
Лабораторные													4	4			4	4
Практические													4	4			4	4
Ауд. занятия													14	14			14	14
Сам. работа													121	121			121	121
Итого													135	135			135	135

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 12 марта 2015 г. №218.

Составитель программы _____ к.ф.-м.н., Меньшикова Т.Г.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): _____

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 “Электроника и нанoeлектроника”, профиль “Микроэлектроника и твердотельная электроника”.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

протокол № _____ от _____ 2015 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ _____ С.И. Рембеза

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины: Цель изучения дисциплины – изучение закономерностей протекания основных технологических операций, применяемых при изготовлении материалов и изделий электроники и нанoeлектроники. Изучение расчетных и экспериментальных методов определения режимов технологических операций. Изучение принципов действия основных элементов вакуумного оборудования и технологических устройств. Формирование навыков работы на технологическом оборудовании. Изучение типовых технологических процессов изготовления изделий электроники и нанoeлектроники.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	формирование знаний о физических принципах работы приборов микро- и нанoeлектроники изучение основных физических, физико-химических процессов и закономерностей сплошных сред, которые используются при проектировании, производстве и эксплуатации электронных средств.
1.2.2	формирование навыков экспериментальных исследований материалов и приборных структур электронной, микроэлектронной техники, нанoeлектроники.
1.2.3	формирование у студентов практических навыков работы с технологическим оборудованием, используемым в технологии производства интегральных схем и полупроводниковых приборов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ОД.16
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении курсов:	
Б1.Б.12	Метрология, стандартизация и технические измерения
Б1.Б.14	Материалы электронной техники
Б1.Б.15	Физика конденсированного состояния
Б1.В.ОД.8	Физическая химия материалов и процессов электронной техники
Б1.В.ОД.13	Методы исследования материалов и структур электроники
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.В.ОД.7	Математическое моделирование технологических процессов и интегральных схем
Б1.В.ОД.18	Проектирование БИС
Б1.В.ДВ.8.1	Проектирование микропроцессорных устройств
Б1.В.ДВ.9.1	Проектирование цифровых устройств в базисе ПЛИС

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-5	готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
ПК-7	готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим норма-

	тивным документам
ПК-8	способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники
ПК-20	готовностью к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники
ПК-21	способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики, проектирования, технологии изготовления и применения микроэлектронных приборов и устройств

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные технологические методы, применяемые при изготовлении материалов и изделий электроники и наноэлектроники (ПК-5);
3.1.2	физические закономерности, лежащие в основе этих методов (ПК-7);
3.2	Уметь:
3.2.1	ориентироваться в многообразии современных технологических методов (ПК-8);
3.2.2	разрабатывать технологические схемы производства изделий электроники различных типов (ПК-8);
3.2.3	определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций (ПК-8);
3.2.4	использовать для выполнения отдельных операций стандартное вакуумное технологическое оборудование (ПК-8);
3.3	Владеть:
3.3.1	основными навыками работы на стандартном вакуумном технологическом оборудовании (ПК-8);
3.3.2	представлениями о перспективах и тенденциях развития технологии изделий электроники и наноэлектроники (ПК-20, ПК-21).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Основные тенденции развития микро- и нанoeлектроники в России и зарубежном.	7	19-22	1			20	
2	Материалы микро- и нанoeлектроники. Технологические основы микро- и нанoeлектроники	7	19-22	1			20	
3	Возможности, ограничения и перспективы развития литографических, плазменных и плазмохимических процессов производства	7	19-22	1			20	
4	Эпитаксия. Физические явления в гетероструктурах и приборные применения гетероструктур.	7	19-22	1			20	
5	Получение пленок методами термовакuumного испарения и ионно-плазменного распыления.	7	19-22	1			20	
6	Микроминиатюризация изделий микроэлектроники и нанoeлектроники. Методы получения и устройства нанoeлектроники	7	19-22	1			21	
Итого				6			121	

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
1. Основные тенденции развития микро- и нанoeлектроники в России и зарубежом		1	
19-22	Вводные понятия. Исторический экскурс. Полупроводниковые приборы. Гибридные интегральные схемы. Полупроводниковые интегральные схемы. Переход к низкоразмерным системам	1	
2. Материалы микро- и нанoeлектроники. Технологические основы микро- и нанoeлектроники		1	
19-22	Определения мезоскопических структур, систем пониженной размерности, наночастиц, нанотехнологий, квантоворазмерных структур, сложных (бинарных, третичных и т.д.) полупроводниковых монокристаллических материалов, гетероструктур и гетеропереходов, сверхрешеток, нанотрубок, магнитных мультислоев, нитевидных нанокристаллов.	1	

3. Возможности, ограничения и перспективы развития литографических, плазменных и плазмохимических процессов производства		1	
19-22	<p>Основные цели и задачи литографических процессов. Фоторезисты и их свойства. Фотолитография и основные этапы ее проведения. Физические и технологические ограничения фотолитографии. Основы УФ-, рентгено-, электроно- и ионолитографии, их возможности и проблемы.</p> <p>- нанолитография: электронно-лучевая фотография (ЭЛЛ), ионно-лучевая литография (ИЛЛ), нанопечать, перьевая нанолитография; - саморегулирующиеся процессы: самосборка, самоорганизация на поверхности материала и в объёме.</p>	1	
4. Эпитаксия. Физические явления в гетероструктурах и приборные применения гетероструктур		1	
19-22	<p>Физические основы методов эпитаксиального выращивания пленок. Две концептуальные парадигмы получения наноустройств – «сверху-вниз» и «снизу-вверх» (по работам Р. Феймана и Э. Дрекслера), механизмы роста гетероструктур в наноэлектронике (островковый, послойный и промежуточный); стадии ростового процесса; учет поверхностной энергии при формировании устройств наноэлектроники</p>	1	
5. Получение пленок методами термовакuumного испарения и ионно-плазменного распыления		1	
19-22	<p>Термическое вакуумное напыление. Распыление материалов ионной бомбардировкой. Катодное распыление. Ионно-плазменное распыление. Высокочастотное распыление. Магнетронное распыление. Многослойные контактные системы. Методы контроля качества омических контактов, пути повышения надежности контактных систем.</p>	1	
6. Микроминиатюризация изделий микроэлектроники и наноэлектроники. Методы получения и устройства наноэлектроники		1	
19-22	<p>Физическое масштабирование полупроводниковых структур. Физические и параметрические ограничения при масштабировании элементов интегральных схем. Объекты наноэлектроники. Пространственные масштабы наноэлектроники. Общая структура наноэлектронных приборов.</p> <p>Методы получения наночастиц и наноматериалов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - химические методы; - высокочастотный индукционный нагрев; - импульсные лазерные методы; 	1	
Итого часов		6	

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
2. Материалы микро- и нанoeлектроники. Технологические основы микро- и нанoeлектроники		1		Отчет
1-2	Расчет параметров наноструктур	1		
3. Возможности, ограничения и перспективы развития литографических, плазменных и плазмохимических процессов производства		1		Отчет
7-8	Расчет распределения примесей при диффузии из источника с постоянной концентраций	1		
4. Эпитаксия. Физические явления в гетероструктурах и приборные применения гетероструктур		1		Отчет
	Расчет параметров эпитаксиальных структур, расчет режимов получения пленок с заданными параметрами (МЛЭ, ГФЭ, ЖФЭ).	1		
6. Микроминиатюризация изделий микро-электроники и нанoeлектроники. Методы получения и устройства нанoeлектроники		1		Отчет
	Обработка данных и расчет параметров рельефа поверхности структур, полученного методом АСМ-микроскопии.	1		
Итого часов		4		

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
2. Материалы микро- и нанoeлектроники. Технологические основы микро- и нанoeлектроники		2		
2	Исследование поверхности методом атомно-силовой микроскопии	1		отчет
9	Плазмохимическое травление кремния и оксида кремния	1		отчет
4. Эпитаксия. Физические явления в гетероструктурах и приборные применения гетероструктур		2		
11	Выращивание эпитаксиальных слоев арсенида гал-	2		отчет.

	лия методом газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений			
Итого часов		4		

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
	Подготовка к выполнению лаб. работы		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником	Отчет на консультацию	10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником	Отчет на консультацию	10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником		10
	Подготовка к выполнению лаб. работы, работа с конспектом лекций, с учебником, подготовка к зачету	Отчет на консультацию	11
Итого			121

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции: информационные лекции.
5.2	Лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ; – защита выполненных работ;

5.3	Практические занятия: – выполнение практических заданий; – выполнение контрольных работ;
5.4	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к экзамену, курсовых проектов.
5.5	консультации по всем вопросам учебной программы.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: отчет и защита выполненных лабораторных работ;
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает примерные вопросы к экзамену. Фонд оценочных средств представлен в учебно – методическом комплексе дисциплины.
6.2	Темы письменных работ
6.2.1	Контрольная работа по теме «Расчет параметров рельефа поверхности структур, полученного методом АСМ-микроскопии»

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, со- ставители	Заглавие	Годы изда- ния. Вид издания	Обеспечен- ность
7.1.1 Основная литература				
1	Щука А.А.	Электроника : учеб. посо- бие / под ред. А.С.Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург.	2005, Печатный	
2	Новокреще- нова Е.П.	Материалы и элементы электронной техники : Учеб. пособие. Ч. - Воро- неж : ГОУВПО "Воронеж- ский государственный тех- нический университет",.	2010 Магнитный носитель	
3	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учебник / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 7-е изд., испр. - СПб. : Лань.	2003	
4	Свистова Т.В.	Материалы и элементы электронной техники : Учеб. пособие. Ч.2- Воро- неж : ГОУВПО "Воронеж- ский государственный тех- нический университет".	2010 Магнитный носитель	
5	Лозовский В.Н.	Нанотехнологии в электро- нике- СПб. : Лань.	2008 Магнитный носитель	
7.1.2. Дополнительная литература				
1	Пантелеев В.И.	Физика и технология по- лупроводниковых гетеро- переходных структур : учеб. пособие / В. И. Пан- телеев, Е. В. Бордаков. - Воронеж : Изд-во ВГТУ.	2000 Печатный	
2	Под ред.К.А.Джек со- на,В.Шретера.	Энциклопедия технологии полупроводниковых мате- риалов : Пер. с англ.Э.П.Домашевский. Т.1 : Электронная структура и свойства полупроводников / - Воронеж : Изд- во "Водолей".	2004 Печатный	

3	Рембеза С.И., Б. М. Синельников, Е. С. Рембеза, Н. И. Каргин	Физические методы исследования материалов твердотельной электроники : учеб. - Ставрополь : Северо-Кавказский ГТУ	2002 Печатный	
7.1.3. Методические разработки				
1	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков. -	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Технология СБИС" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" очной формы Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет» 2007	2007 Печатный	
2	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3-4 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 59-2010	2010 Печатный	
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
1	http://perst.issp.ras.ru — информационный бюллетень «Перспективные технологии» http://www.nanodigest.ru — интернет-журнал о нанотехнологиях http://www.nano-info.ru — сайт о современных достижениях в области микро- и нанотехнологий http://www.kit.ru — журнал «Компоненты и технологии». http://www.strf.ru — журнал «Электроника: наука, технология, бизнес».			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.2	Производственные мощности Воронежского завода полупроводниковых приборов – Микрон (ВЗПП-М);
8.3	Учебные лаборатории: 213/4, 214/4 ,212/4
8.4	Натурные лекционные демонстрации: демонстрации изделий электроники и микроэлектроники: дискретных приборов, интегральных микросхем; образцов полупроводниковых материалов, подложек микросхем, фотошаблонов и др.
8.5	Плакаты и наглядные пособия из фонда кафедры ППЭНЭ

Зав. кафедрой ППЭНЭ

Рембеза С.И.

Директор НТБ

Т.И. Буковшина

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой
«Технология изделий электроники и нанoeлектроники»**

№ п/п	Авторы, со-ставители	Заглавие	Годы изда-ния. Вид издания	Обеспечен-ность
1 Основная литература				
1	Щука А.А.	Электроника : учеб. посо-бие / под ред. А.С.Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург.	2005, Печатный	0,5
2	Новокреще-нова Е.П.	Материалы и элементы электронной техники : Учеб. пособие. Ч. - Воро-неж : ГОУВПО "Воронеж-ский государственный тех-нический университет",.	2010 Магнитный носитель	0,5
3	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учебник / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 7-е изд., испр. - СПб. : Лань.	2009, Магнитный носитель	1,0
4	Свистова Т.В.	Материалы и элементы электронной техники : Учеб. пособие. Ч.2- Воро-неж : ГОУВПО "Воронеж-ский государственный тех-нический университет".	2010 Магнитный носитель	
5	Лозовский В.Н.	Нанотехнологии в электро-нике- СПб. : Лань.	2008 Магнитный носитель	
2. Дополнительная литература				
1	Пантелеев В.И.	Физика и технология по-лупроводниковых гетеро-переходных структур : учеб. пособие / В. И. Пан-телеев, Е. В. Бордаков. - Воронеж : Изд-во ВГТУ.	2000 Печатный	0,25
2	Под ред.К.А.Джек со-на,В.Шретера.	Энциклопедия технологии полупроводниковых мате-риалов : Пер. с англ.Э.П.Домашевский. Т.1 : Электронная структура и свойства полупроводников / - Воронеж : Изд-во"Водолей".	2004 Печатный	0,25
3	Рембеза С.И., Б. М. Синель-ников, Е. С.	Физические методы иссле-дования материалов твер-дотельной электроники :	2002 Печатный	

	Рембеза, Н. И. Каргин	учеб. - Ставрополь : Северо-Кавказский ГТУ		
3. Методические разработки				
1	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков. -	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Технология СБИС" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" очной формы Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет» 2007	2007 Печатный	1,0
2	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3-4 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 59-2010	2010 Печатный	1,0

Зав. кафедрой ППЭНЭ

Рембеза С.И.

Директор НТБ

Т.И. Буковшина