Б2.2.

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 радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А._____
(подпись)
_____2014 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Научно-исследовательская практика
(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности):
11.06.01. Электроника, радиотехника и системы связи
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): **05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах**
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения **очная** Срок обучения **нормативный**

Кафедра **полупроводниковой электроники и наноэлектроники**
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: **Зенин В.В., д.т.н.**
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии **ФРТЭ**
(наименование факультета)

Протокол № 9 от «16» 05 2014 г.

Председатель методической комиссии _____
(Ф.И.О)

Воронеж 2014 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 факультета радиотехники и электроники
проф. Небольсин В.А._____
(подпись)
_____2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Научно-исследовательская практика
(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и наноэлектроники

Направление подготовки (специальности):
11.06.01. Электроника, радиотехника и системы связи
(код, наименование)

Профиль: 05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах
(название профиля по УП)

Часов по УП: 216; **Часов по РПД:** 216;
Часов по УП (без учета часов на экзамены): 216; **Часов по РПД: 216;**
Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: -
Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: -
Часов на самостоятельную работу по УП: -;
Часов на самостоятельную работу по РПД: 96 (44,4%)
Общая трудоемкость в ЗЕТ: 6;
Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 0; Зачеты - 4; Курсовые проекты - 0; Курсовые работы - 0.
Форма обучения: очная;
Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ курса									
	1		2		3		4		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции							-	-	-	-
Лабораторные							-	-	-	-
Практические							216	120	216	120
Ауд. занятия							216	120	216	120
Сам. работа							-	96	-	96
Итого							216	216	216	216

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины по направлению подготовки 11.06.01. Электроника, радиотехника и системы связи утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 30 июля 2014 г. N 876

Программу составил: д.т.н., Зенин В.В.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы):_____

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки аспирантов **05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах**

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники

протокол № ____ от _____ 2014 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ _____ С.И. Рембеза

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКИ

Выписка из Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования направления 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи:

«_____
_____
_____»

1. ЦЕЛИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКИ

Научно-исследовательская практика аспирантов имеет цель расширение профессиональных знаний, полученных ими в процессе обучения, и формирование практических навыков ведения самостоятельной научно-исследовательской работы

2. ЗАДАЧИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКИ

Задачами практики являются:

- приобретение опыта в исследовании актуальной научной проблемы;
- теоретический анализ, экспериментальные исследования и компьютерное моделирование физических процессов;
- подбор необходимых материалов для выполнения квалификационной работы – кандидатской диссертации.

3. МЕСТО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б2, код дисциплины в УП: Б2.2

Требования к предварительной подготовке обучающегося.

Для успешного освоения дисциплины аспирант должен иметь знания, полученные при изучении курсов:

1. Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах
2. «Перспективные технологические процессы для производства больших интегральных схем, микро- и наносистем».
3. «Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве микро- и наносистем».

4. ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКИ

Практика включает *теоретические занятия, экскурсии по лабораториям кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники, выполнение экспериментальной части практики по индивидуальному заданию*.

5. МЕСТО И ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКИ

Практика проводится на кафедре полупроводниковой электроники и наноэлектроники (ППЭНЭ) ВГТУ. Время проведения практики – в течение 4 недель.

6. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКИ

ПК-1	способностью строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования
ПК-2	способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
ПК-3	готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

В результате прохождения научно-исследовательской практики обучающийся должен

6.1	**Знать:**
6.1.1	современные проблемы электроники и наноэлектроники (ПК-2);
6.1.2	состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений электроники и наноэлектроники в различных областях науки и техники (ПК-2);
6.1.3	физические процессы, используемые для совершенствования известных и создания новых приборов и устройств микро- и наноэлектроники (ПК-1, ПК-3).
6.2	**Уметь:**
6.2.1	проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований (ПК-1);
6.2.2	применять информационные технологии в научных исследованиях и про-

	граммные продукты, относящиеся к профессиональной сфере (ПК-1, ПК-2);
6.2.3	применять физические принципы и явления для решения прикладных задач в области микро- и наноэлектроники (ПК-1, ПК-2, ПК-3).
6.3	**Владеть:**
6.3.1	методикой систематизации и оформления результатов научной работы (ПК-1);
6.3.1	навыками написания научных статей в журналах по перечню ВАК РФ, например, «Вестник ВГТУ» и тезисов докладов на конференции различных уровней (ПК-2, ПК-3);
6.4	**Формировать профессионально-значимые качества личности:**
6.4.1	способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях электроники и наноэлектроники с учетом экономических и экологических требований;
6.4.2	готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий в области электроники и наноэлектроники.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКИ

Общая трудоемкость производственной практики составляет 216 часов.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды работы на практике включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Всего часов	Формы текущего контроля
		лекции	*экскурсии*	*научно-исследоват. работа*	*практика*		
1	Пленочная металлизация на кристаллах и корпусах для сборочных операций				15	15	отчет
2	Анализ свойств металлизации после нанесения и отжига на режимах пайки кристаллов				15	15	отчет
3	Способы и технологии разделения полупроводниковых пластин на кристаллы				15	15	отчет
4	Расчеты остаточных напряжений в системе «пленочная металлизация-подложка»				15	15	отчет
5	Анализ способов монтажа кристаллов на основания корпусов				15	15	отчет
6	Расчеты прочности соединений «кристалл-корпус»				15	15	отчет
7	Способы и оборудование для сборки 3D-изделий микроэлектроники				15	15	отчет

8	Расчеты прочности соединений контактных столбиков с кристаллами/корпусами при сборке по технологии «flip-chip»				15	15	отчет
9	Самостоятельная работа				96	96	зачет
Итого					216	216	

План-график проведения научно-исследовательской практики

№ недели	№ п/п	Виды работ студентов и организационных мероприятий	Аудиторных занятий час.
1	1	Пленочная металлизация на кристаллах и корпусах для сборочных операций	15
	2	Анализ свойств металлизации после нанесения и отжига на режимах пайки кристаллов	15
2	3	Способы и технологии разделения полупроводниковых пластин на кристаллы	15
	4	Расчеты остаточных напряжений в системе «пленочная металлизация-подложка»	15
3	5	Анализ способов монтажа кристаллов на основания корпусов	15
	6	Расчеты прочности соединений «кристалл-корпус»	15
4	7	Способы и оборудование для сборки 3D-изделий микроэлектроники	15
	8	Расчеты прочности соединений контактных столбиков с кристаллами/корпусами при сборке по технологии «flip-chip»	15
	9	Самостоятельная работа	96
ИТОГО:			**216**

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ И НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКЕ

	В рамках прохождения научно-исследовательской практики предусмотрены следующие образовательные технологии:
8.1	**Лекции**: *информационные лекции, лекции – визуализации (ИФ), проблемные лекции (ИФ), лекции с разбором конкретной ситуации (ИФ)*
8.3	**Научно-исследовательская работа** (ознакомление с оборудованием, приборами, проведение эксперимента, измерений, выполнение расчетов): – *выполнение индивидуального задания:* - *оформление и защита отчета*;
8.4	**Самостоятельная работа студентов**: – *изучение теоретического материала,* – *подготовка к экспериментальной работе,*

	– *работа с учебно-методической литературой,* – *составление и оформление отчета,* - *подготовка к зачету*
8.4	**Консультации** по всем вопросам учебной практики.

Индивидуальное задание включает:

1. «Способы и технологии формирования металлизации на кристаллах и корпусах полупроводниковых изделий».
2. «Способы и технологии разделения полупроводниковых пластин на кристаллы».
3. «Физико-механические и технологические свойства клеев и паст, используемых при сборке изделий микроэлектроники».
4. «Перспективные технологические процессы для производства больших интегральных схем».
5. «Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве микро- и наносистем».
6. «Особенности сборки «Системы в корпусе»».
7. «Способы охлаждения полупроводниковых изделий».
8. «Особенности охлаждения полупроводниковых изделий с использованием эффекта Пельтье».

Формы аттестации (по итогам практики) - зачет с оценкой

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКЕ

9.1. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	**Авторы, составители**	**Заглавие**	**Годы издания. Вид издания**	**Обеспеченность**
7.1.1 Основная литература				
1	Ефимов И.Е.	Основы микроэлектроники : Учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. - 3-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2008. - 384 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0866-5 : 374-70.	208 Печатный	1.0
2	Коледов Л.А.	Технологии и конструкции микросхем, микропроцессов и микросборы : Учеб. пособие / Л. А. Коледов. - 3-е изд., стереотип. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2009. - 400 с. : ил	2009 Печатный	1.0

		. - ISBN 978-5-8114-0766-8 : 349-70.		
3	Турцевич А.С.	Технология герметизации интегральных схем с пониженным содержанием подкорпусной влаги : Монография / А. С. Турцевич. - Минск : Интегралполиграф, 2013. - 192 с. - ISBN 978-985-6845-40-9 : 300-00.	2013 Печатный	0.1
4	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учеб. пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - М. : Лань, 2009. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - (Допущ. МО). - ISBN 978-5-8114-0368-4.	2009 Печатный	0
7.1.2. Дополнительная литература				
1	**Зенин, В.В.**	Процессы сборки в технологии производства 3-D-изделий микроэлектроники [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В. В. Зенин. - Электрон. текстовые, граф. дан. (17,3 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - 1 файл. - 30-00.	2011 Магнитный носитель	1
7.1.3. Методические разработки				
1	Зенин В.В., Землянский А.И.	Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Перспективные технологические процессы и оборудование для производства ИС и 3D изделий микроэлектроники" для студентов направления 16.04.01 "Техническая физика" (магистерская программа подготовки "Физика и техника полупроводников") очной формы обучения [Электронный ресурс] / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; Сост.: В. В. Зенин, А. И. Землянский. - Электрон. текстовые, граф. дан. (5,3 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 1 файл. - 00-00.	2014 Магнитный носитель	1

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

10.1	Учебные лаборатории:
10.2	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами и проекторами

10.3	Натурные лекционные демонстрации:.
10.4	Плакаты и наглядные пособия из фонда кафедры ППЭНЭ

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	**Авторы, составители**	**Заглавие**	**Годы издания. Вид издания**	**Обеспеченность**
7.1.1 Основная литература				
1	Ефимов И.Е.	Основы микроэлектроники : Учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. - 3-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2008. - 384 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0866-5 : 374-70.	208 Печатный	1.0
2	Коледов Л.А.	Технологии и конструкции микросхем, микропроцессов и микросборы : Учеб. пособие / Л. А. Коледов. - 3-е изд., стереотип. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2009. - 400 с. : ил . - ISBN 978-5-8114-0766-8 : 349-70.	2009 Печатный	1.0
3	Турцевич А.С.	Технология герметизации интегральных схем с пониженным содержанием подкорпусной влаги : Монография / А. С. Турцевич. - Минск : Интегралполиграф, 2013. - 192 с. - ISBN 978-985-6845-40-9 : 300-00.	2013 Печатный	0.1
4	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учеб. пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - М. : Лань, 2009. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - (Допущ. МО). - ISBN 978-5-8114-0368-4.	2009 Печатный	0
7.1.2. Дополнительная литература				
1	Зенин В.В.	Процессы сборки в технологии производства 3-D-изделий микроэлектроники [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В. В. Зенин. - Электрон. текстовые, граф. дан. (17,3 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - 1 файл. - 30-00.	2011 Магнитный носитель	1
7.1.3. Методические разработки				
1	Зенин В.В., Землянский А.И.	Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Перспективные технологические процессы и оборудование для производства ИС и 3D изделий микро-	2014 Магнитный носитель	1

		электроники" для студентов направления 16.04.01 "Техническая физика" (магистерская программа подготовки "Физика и техника полупроводников") очной формы обучения [Электронный ресурс] / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; Сост.: В. В. Зенин, А. И. Землянский. - Электрон. текстовые, граф. дан. (5,3 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 1 файл. - 00-00.		

Зав. кафедрой _____ С.И. Рембеза

Директор НТБ _____ Т.И. Буковшина