


Минобрнауки России  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физического факультета

  
подпись

(Овчинников О.В.)  
расшифровка подписи

16.06.2022

## ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

### Б2.В.04(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа (концентрированная)

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника
2. Профиль подготовки/специализация: Интегральная электроника и наноэлектроника
3. Квалификация (степень) выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию практики: кафедра физики полупроводников и микроэлектроники
6. Составители программы: Быкадорова Г.В., к.т.н., доцент
7. Рекомендована: НМС физического факультета, 14.06.2022, протокол № 6.  
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)
8. Учебный год: 2023-2024 Семестр: 4

**9.Цель практики:** Целями научно-исследовательской работы являются закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося, приобретение им практических навыков и компетенций, формирование системы базовых знаний и навыков, необходимых для проведения самостоятельных научных исследований, обработки, анализа и представления экспериментальных и теоретических результатов, а также накопление опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

**Задачи практики:** Индивидуальные задания на научно-исследовательскую работу должны быть направлены на подготовку магистра, способного решать следующие профессиональные задачи в соответствии с направленностью образовательной программы магистратуры и видами профессиональной деятельности:

разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей;

сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи;

разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов;

использование физических эффектов при разработке новых методов исследований и изготовлении макетов измерительных систем;

разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере;

подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары;

фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности;

анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;

определение цели, постановка задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовка технических заданий на выполнение проектных работ;

проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований;

разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

В результате прохождения данной дисциплины обучающийся должен приобрести знания, умения, навыки общепрофессиональных компетенций, необходимых для обеспечения трудовых функций:

С/01.7 Разработка архитектуры изделий «система в корпусе»; С/02.7 «Расчёт, моделирование и трассировка отдельных частей изделий «система в корпусе»» профессионального стандарта 29.006 «Специалист по проектированию систем в корпусе»;

В/02.7 «Разработка функционального описания цифровых блоков аппаратной части СнК»; В/03.7 «Моделирование функционального описания с использованием программ событийного и/или временного моделирования»; В/04.7 «Моделирование разработанных цифровых блоков в составе всей системы в целом»; В/05.7 «Проведение программно-аппаратной верификации СнК»; Е/02.7 «Проектировка поведенческой модели аналоговой части проекта для моделирования в составе всей системы в целом»; Е/03.7 «Осуществление верификации поведенческой модели в составе всей СнК»; Е/04.7 «Разработка схемотехнических описаний блоков аналоговой части»; Е/05.7 «Моделирование и анализ результатов моделирования отдельных аналоговых блоков и аналоговой части в целом»; F/01.7 «Разработка описания СнК, разработка комплекта технических документов, подготовка описания и назначения использования чипа СнК» профессионального стандарта

40.016 «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле».

**10. Место практики в структуре ОПОП:** практика относится к обязательным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б2 «Практики».

Освоение дисциплины «Производственная практика, научно-исследовательская работа» базируется на предшествующих дисциплинах учебного плана: «Профессиональное общение на иностранном языке», «Профессиональное общение на иностранном языке», «Научно-исследовательская и проектно-конструкторская документация», «Проектный менеджмент», «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники», «Компьютерные технологии в научных исследованиях», «Методы математического моделирования», «Физика приборов нанoeлектроники», «Исследование и диагностика микро- и наноструктур», «Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы», «Микроконтроллеры и операционные системы реального времени», «Проектирование цифровых устройств на Verilog», «Языки проектирования схем смешанного сигнала», «Компьютерное моделирование электронной структуры наносистем», «Проектирование систем на кристалле», «LabView в автоматизации эксперимента»/« Аппаратная реализация нейронных сетей» «Основы микро- и наносистемной техники»/« Трёхмерные интегральные схемы».

В результате прохождения данной дисциплины обучающийся должен приобрести знания, умения, навыки общепрофессиональных компетенций, необходимых для обеспечения трудовых функций:

С/01.7 Разработка архитектуры изделий «система в корпусе»; С/02.7 «Расчёт, моделирование и трассировка отдельных частей изделий «система в корпусе»» профессионального стандарта 29.006 «Специалист по проектированию систем в корпусе»;

В/02.7 «Разработка функционального описания цифровых блоков аппаратной части СнК»; В/03.7 «Моделирование функционального описания с использованием программ событийного и/или временного моделирования»; В/04.7 «Моделирование разработанных цифровых блоков в составе всей системы в целом»; В/05.7 «Проведение программно-аппаратной верификации СнК»; Е/02.7 «Проектировка поведенческой модели аналоговой части проекта для моделирования в составе всей системы в целом»; Е/03.7 «Осуществление верификации поведенческой модели в составе всей СнК»; Е/04.7 «Разработка схемотехнических описаний блоков аналоговой части»; Е/05.7 «Моделирование и анализ результатов моделирования отдельных аналоговых блоков и аналоговой части в целом»; F/01.7 «Разработка описания СнК, разработка комплекта технических документов, подготовка описания и назначения использования чипа СнК» профессионального стандарта 40.016 «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле».

Знания, полученные при освоении дисциплины «Производственная практика, научно-исследовательская работа», необходимы при выполнении научно-исследовательских работ и магистерской выпускной квалификационной работы в области микро- и нанoeлектроники.

**11. Вид практики, способ и форма ее проведения**

**Вид практики:** *производственная, научно-исследовательская работа*

**Способ проведения практики:** *стационарная, выездная.*

**Форма проведения практики:** *непрерывная, дискретная*

Реализуется частично в форме практической подготовки (ПП).

**12. Планируемые результаты обучения при прохождении практики (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1.2	Проводит анализ критически важных узлов, тепловыделяющих элементов, источников мощных помех и определяет пути повышения надежности, а также процента выхода годных изделий «система в корпусе»	Уметь: - адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; - определять в структуре изделий «система в корпусе» критически важные узлы и тепловыделяющие элементы Владеть методами оптимизации конструкции изделий «система в корпусе» с целью повышения их надёжности и повышения процента выхода
		ПК-1.3	Применяет современные методы и средства для оценки и снижения влияния внешних факторов на работу компонентов конструкции изделий «система в корпусе»	Знать современные методы и средства для оценки и снижения влияния внешних факторов на работу компонентов изделий микроэлектроники Уметь оценивать влияние внешних факторов на работу компонентов конструкции изделий «система в корпусе» Владеть: - современными методами и средствами для оценки и снижения влияния внешних факторов на работу компонентов конструкции изделий «система в корпусе»; - навыками методологического анализа научного исследования и его результатов
ПК-2	Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, гото-	ПК-2.1	Выполняет обоснованный выбор материалов для изделий «система в корпусе»	Знать: - свойства материалов для изделий «система в корпусе»; - критерии выбора материалов для изделий микроэлектроники; Уметь обосновать выбор материалов для изделий «система в корпусе» Владеть навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники;

	вить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-2.2	Формулирует технологические, технические условия и ограничения на процесс производства изделий «система в корпусе»	Знать условия и ограничения на процесс производства изделий «система в корпусе» Уметь формулировать технологические и технические условия производства изделий «система в корпусе» в условиях конкретного производственно-технологического цикла
		ПК-2.3	Оформляет техническую и сопроводительную документацию на изготовление изделий «система в корпусе», подготавливает информацию для оформления патентной документации	Знать правила оформления технической и сопроводительной документацию на изготовление изделий «система в корпусе» Уметь подготавливать научные публикации на основе результатов исследований
ПК-5	Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	ПК-5.3	Выполняет статистический анализ результатов измерений и испытаний изделий «система в корпусе» и готовит заключение по данным статистического анализа	Знать: современные методы статистического анализа; - принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований Уметь применять современные методы статистического анализа результатов измерений и испытаний изделий «система в корпусе» Владеть: - навыками проведения измерений в реальном масштабе времени; - методами статистического анализа; - информационно-измерительными комплексами для проведения исследований в реальном масштабе времени
ПК-6	Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	ПК-6.1	Создает высокоуровневые поведенческие модели аналоговой части СнК	Знать методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач Уметь разрабатывать высокоуровневые поведенческие модели аналоговых блоков Владеть современными программными средствами для создания высокоуровневых поведенческих моделей СнК
		ПК-6.2	Формирует наборы тестовых воздействий для общей поведенческой модели всей СнК	Знать поведенческие модели всей СнК Уметь использовать алгоритмы решения исследовательских задач с применением современных языков про-

				граммирования Владеть современными программными средствами для формирования наборов тестовых воздействий
--	--	--	--	---

### 3. Объем практики в зачетных единицах / ак. час. 16,75/603

**Форма промежуточной аттестации:** зачет с оценкой

### 14. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		4 семестр	
		ч.	в форме ПП, ч
Всего часов	603	199	404
в том числе:			
Контактная работа (включая НИС)	8		8
Самостоятельная работа	595	199	396
Форма промежуточной аттестации		зачет с оценкой	
Итого:	603	199	404

### 15. Содержание практики (или НИР)

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды учебной работы
1.	Подготовительный этап	Инструктаж по технике безопасности, общее знакомство с местом практики (научно-исследовательскими лабораториями), составление и утверждение графика прохождения практики, изучение литературных источников по теме экспериментального исследования, реферирование научного материала и т.д. Изучение патентных и литературных источников, в том числе на иностранном языке, по разрабатываемой теме с целью их использования при выполнении выпускной квалификационной работы.
2.	Обработка и анализ полученной информации	Анализ научно-технических проблем и перспектив развития отечественной и зарубежной электроники и наноэлектроники; систематизация и обобщение научно-технической информации по теме исследований. Освоение методов исследования, выполнение производственных заданий*, проведение самостоятельных экспериментальных исследований, посещение отделов предприятий, знакомство с особенностями организационно-управленческой деятельности предприятия и т.д.
3.	Экспериментально-исследовательский этап	Теоретическое или экспериментальное исследование в рамках поставленных задач. Обработка экспериментальных данных, составление и оформление отчета и т.д.
4.	Заключительный этап	Подготовка и написание отчета о выполнении НИР. Публичная защита отчета на итоговом занятии в группе ИЛИ Собеседование по результатам практики и др.

## 16. Перечень учебной литературы, ресурсов сети «Интернет», необходимых для прохождения практики

### а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Асхаков С. И. Основы научных исследований: учебное пособие / С.И. Асхаков. – Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева, 2020. – 348 с. [Электронный ресурс. ЭБС Лань] (неограниченный доступ). <a href="https://e.lanbook.com/book/161998">https://e.lanbook.com/book/161998</a> .
2.	Сергеев В. А. Элементы и устройства наноэлектроники: Учебное пособие / В.А. Сергеев. - Ульяновский государственный технический университет, 2016. – 137 с. [Электронный ресурс. ЭБС Лань] (неограниченный доступ). <a href="https://e.lanbook.com/book/165019">https://e.lanbook.com/book/165019</a> .
3.	Пасынков В. В. Полупроводниковые приборы: Учебное пособие. / Пасынков В. В., Чиркин Л. К. - Издательство "Лань", 2021. – 480 с. [Электронный ресурс. ЭБС Лань] (неограниченный доступ) <a href="https://e.lanbook.com/book/167773?category=43738">https://e.lanbook.com/book/167773?category=43738</a>
4.	Игнатов А. Н. Микросхемотехника и наноэлектроника: Учебное пособие / Игнатов А. Н. - Издательство "Лань" 2021. – 480 с.[Электронный ресурс. ЭБС Лань] (неограниченный доступ) . <a href="https://e.lanbook.com/book/167901?category=43738">https://e.lanbook.com/book/167901?category=43738</a>
5.	Введение в нанотехнологию: учебник / Марголин В. И., Жабрев В. А., Лукьянов Г. Н., Тупик В. А - Издательство "Лань" 2021. – 480 с - [Электронный ресурс. ЭБС Лань] (неограниченный доступ) <a href="https://e.lanbook.com/book/168460?category=43738">https://e.lanbook.com/book/168460?category=43738</a>
6.	Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: учебное пособие для вузов / Издательство "Лань", 2020. - 224 с. . [Электронный ресурс. ЭБС Лань] (неограниченный доступ) <a href="https://e.lanbook.com/book/145848?category=43749">https://e.lanbook.com/book/145848?category=43749</a>
7.	Игнатов С. Д. Основы прикладных и научных исследований: Учебное пособие / Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2019. – 95 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/149526?category=43749">https://e.lanbook.com/book/149526?category=43749</a>
8.	Новиков Ю.Н. Подготовка и защита бакалаврской работы, магистерской диссертации, дипломного проекта: учебное пособие/ Издательство "Лань" 2018. – 32 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/103143?category=43749">https://e.lanbook.com/book/103143?category=43749</a> .
9.	Ефимов И. Е., Козырь И. Я. Основы микроэлектроники: учебник / Издательство "Лань", 2021. – 384 с. . [Электронный ресурс. ЭБС Лань] (неограниченный доступ) <a href="https://e.lanbook.com/book/167727?category=43738">https://e.lanbook.com/book/167727?category=43738</a>
10.	Коледов Л. А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок: учебное пособие/ Издательство "Лань" 2021. – 400 с. . [Электронный ресурс. ЭБС Лань] (неограниченный доступ) <a href="https://e.lanbook.com/book/167727?category=43738">https://e.lanbook.com/book/167727?category=43738</a>
11.	Петров М. Н., Гудков Г. В. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем: учебное пособие/ Издательство "Лань" 2021. – 464 с. . [Электронный ресурс. ЭБС Лань] (неограниченный доступ) <a href="https://e.lanbook.com/book/167727?category=43738">https://e.lanbook.com/book/167727?category=43738</a>
12.	Попов В. Д., Белова Г. Ф. Физические основы проектирования кремниевых цифровых интегральных микросхем в монолитном и гибридном исполнении: учебное пособие/ Издательство "Лань" 2021. – 408 с. . [Электронный ресурс. ЭБС Лань] (неограниченный доступ) <a href="https://e.lanbook.com/book/167727?category=43738">https://e.lanbook.com/book/167727?category=43738</a>
13.	Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники: учебное пособие/ Издательство "Лань" 2021. – 496 с. . [Электронный ресурс. ЭБС Лань] (неограниченный доступ) <a href="https://e.lanbook.com/book/167727?category=43738">https://e.lanbook.com/book/167727?category=43738</a>
14.	Абдулаев, В. И. Программная инженерия : учебное пособие. 1. Проектирование систем / В.И. Абдулаев ; Поволжский государственный технологический университет .— Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016 .— 168 с. : схем., табл., ил. — Библиогр. в кн .— <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .— ISBN 978-5-8158- 1767-8 (ч. 1); ISBN 978-5-8158- 1766-1 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459449">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459449</a> >.

15.	Головин Ю.И. Введение в нанотехнику / Ю.И. Головин .— М. : Машиностроение, 2007 .— 493 с.
16.	17. Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] / Игнатов А. Н. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2017 .— 596 с. — Книга из коллекции Лань - Физика .— ISBN 978-5-8114-1136-8 .— <URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/95150">https://e.lanbook.com/book/95150</a> >.
18.	Комаров, А. С. Управление техническим уровнем высокоинтегрированных электронных систем (научно-технологические проблемы и аспекты развития) : монография / А.С. Комаров, Д.В. Крапухин, Е.И. Шульгин ; под ред. П. П. Мальцев ; Российская Академия Наук ; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники российской Академии наук .— Москва : Техносфера, 2014 .— 240 с. : ил.,табл., схем. — (Мир радиоэлектроники) .— Библиогр. в кн .— <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .— ISBN 978-5-94836-397-4 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=443319">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=443319</a> >.
19.	Щука, А.А. Нанозлектроника : учебное пособие / А.А. Щука .— 5-е изд., электрон. — Москва : Лаборатория Знаний, 2020 .— 345 с. — (Нанотехнологии) .— ISBN 978-5-00101-730-1 .— <URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=466637">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=466637</a> >.
20.	Фостер, Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Л. Фостер ; пер. А. В. Хачоян .— Москва : РИЦ "Техносфера", 2008 .— 337 с. — (Мир материалов и технологий) .— <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .— ISBN 978-5-94836-161-1 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=135424">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=135424</a> >.



б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
21	Гвоздева, Е. А. Мир науки. Курс английского языка для физиков / The world of science. A coursebook in science english [Электронный ресурс] / Гвоздева Е. А. — 1-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2017 .— 360 с. — Книга из коллекции Лань - Физика .— ISBN 978-5-8114-2204-3 .— <URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/91077">https://e.lanbook.com/book/91077</a> >.
22	Драгунов В.П. Основы наноэлектроники : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению "Электроника и микроэлектроника", специальностям "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и "Микросистемная техника" / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин .— М. : Физматкнига : Логос, 2006 .— 494 с. (4)
23	Драгунов, Валерий Павлович. Основы наноэлектроники : Учебное пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы" / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин .— Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2000 .— 331 с. (10)
24	Кожухар, В. М. Практикум по основам научных исследований : учебное пособие / В.М. Кожухар .— Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2008 .— 111 с. : табл., схем. — <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .— ISBN 978-5-93093-547-9 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=273482">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=273482</a> >. Муромцев Д.Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014 .— 464 с.
25	Неволин, В. К. Квантовая физика и нанотехнологии / В.К. Неволин .— 2-е изд., испр. и доп. — Москва : РИЦ "Техносфера", 2013 .— 128 с. — (Мир физики и техники) .— <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .— ISBN 978-5-94836-361-5 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88981">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88981</a> >.
26	Неволин, В. К. Квантовый транспорт в устройствах электроники / В.К. Неволин .— Москва : РИЦ "Техносфера", 2012 .— 88 с. — <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .— ISBN 978-5-94836-314-1 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=214289">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=214289</a> >.
27	Неволин, В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике : монография / В.К. Неволин .— Изд. 2-е, испр. — Москва : Техносфера, 2014 .— 174 с. : ил., схем., табл. — (Мир электроники) .— Библиогр. в кн .— <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .— ISBN 978-5-94836-382-0 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=260697">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=260697</a> >.
28	Электрические параметры нано-МОП транзисторов : учебное пособие для вузов : [для студ. 4 к. физ. фак. направлений: 210100 Электроника и наноэлектроника, 210600 Микроэлектроника и полупроводниковые приборы] / Воронеж. гос. ун-т ; сост. : Б.К. Петров, В.В. Воробьев .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012 .— 60 с. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-21.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-21.pdf</a> >.
29	Изучение углеродных нанотрубок методом сканирующей электронной микроскопии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 3 к. днев. отд-ния, для специальности: 010803 Микроэлектроника и полупроводниковые приборы; направления 210600 Нанотехнология] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: Ю.В. Соколов, Л.А. Битюцкая, Е.Н. Бормонтов .— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2010.
30	Проектирование электронных схем в пакете САПР MULTISIM 10.1 [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : [для студ. 3, 4 и 5 к. физ. фак. специальностей: 010803 - Микроэлектроника и полупроводниковые приборы; 210601 Нанотехнология в электронике; 210104 Микроэлектроника и твердотельная электроника]. Ч. 1. Основные операции моделирования и анализа электрических цепей / Воронеж. гос. ун-т ; сост. : В.И. Ключин, Ю.К. Николаенков, С.А. Быстрицкий .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012.
31	Проектирование электронных схем в пакете САПР MULTISIM 10.1 [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : [для студ. 3, 4 и 5 к. физ. фак. специальностей: 010803 Микроэлектроника и полупроводниковые приборы; 210601 Нанотехнология в электронике; 210104 Микроэлектроника и твердотельная электроника]. Ч. 2. Моделирование цифровых устройств / Воронеж. гос. ун-т ; сост. : В.И. Ключин, Ю.К. Николаенков, С.А. Быстрицкий .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из

	интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-221.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-221.pdf</a> >.
32	Практикум по курсу "Проектирование и технология электронной компонентной базы" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 1 к. очной формы обучения физ. фак., ; для направления 210100 Электроника и наноэлектроника (профили подготовки Микроэлектроника и твердотельная электроника, Наноэлектроника) / Воронеж. гос. ун-т ; сост. : Г.В. Быкадорова, А.Ю. Ткачев .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014.
33	Физика МДП-приборов. Электронное пособие. - < <a href="http://sbis.karelia.ru/~ivash/MOПT_b/index.html">http://sbis.karelia.ru/~ivash/MOПT_b/index.html</a> >.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

1	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – Зональная научная библиотека ВГУ
2	<a href="http://www.moodle.vsu.ru">http://www.moodle.vsu.ru</a>
3	<a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a> – Научная электронная библиотека
4	<a href="https://lanbook.com">https://lanbook.com</a> – ЭБС «Лань»
5	<a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
6	<a href="http://www.iprbookshop.ru">www.iprbookshop.ru</a> – ЭБС «IPRbooks»
7	Computer Aids for VLSI Design. - <URL: <a href="http://www.rulabinsky.com/cavd/">http://www.rulabinsky.com/cavd/</a> >.

## 17. Образовательные технологии, применяемые при проведении практики и методические указания для обучающихся по прохождению практики

Практика проводится в форме контактной и самостоятельной работы; руководителем практики от кафедры непосредственно даются рекомендации и консультации обучающимся, в частности, рекомендации по организации самостоятельной работы, по формированию и к последующему представлению отчетной документации.

Обучающиеся, осваивающие ОПОП ВО в период прохождения практики:

- выполняют индивидуальные задания, предусмотренные программами практики; соблюдают действующие в организациях правила внутреннего трудового распорядка;
- соблюдают требования охраны труда и пожарной безопасности;
- ведут дневник практики студента;
- готовят отчет о прохождении практики.

Подготовительный этап включает: проведение собрания по организации практики: знакомство обучающихся с целями, задачами, требованиями к практике и формой отчетности; распределение заданий; инструктаж по охране труда и пожарной безопасности. Все обучающиеся перед началом практики должны получить на кафедре направление на практику, пройти инструктаж о порядке прохождения практики и по технике безопасности. При прохождении практик, предусматривающих выполнение работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), обучающиеся проходят соответствующие медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. No 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 октября 2011 г., регистрационный No 22111) с изменениями, внесенными приказами Министерства здра-

вохранения Российской Федерации от 15 мая 2013 г. N296н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 3 июля 2013 г., регистрационный No 28970) и от 5 декабря 2014 г. No 801н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 3 февраля 2015 г., регистрационный No 35848).

По прибытии в организацию обучающиеся проходят инструктаж по противопожарной безопасности и охране труда, проходит ознакомление с организацией (местом проведения практики). Обучающиеся знакомятся с правилами внутреннего трудового распорядка на предприятии, выполнение которых обучающиеся подтверждают росписью в соответствующем журнале, изучают нормативно-техническую документацию.

Каждая практика должна начинаться со знакомства обучающихся с работой предприятия. Для этого рекомендуется руководителям практик от предприятия провести производственную экскурсию. Обучающихся изучают технологическую цепь предприятия, а затем их распределяют на то или иное рабочее место. Проходит ознакомление обучающихся с рабочим местом и должностными инструкциями. Рабочее место определяется руководителем практики от вуза по согласованию с руководителем от производства и начальником цеха предприятия.

При наличии в организации вакантной должности, работа на которой соответствует требованиям к содержанию практики, с обучающимся может быть заключен срочный трудовой договор о замещении такой должности. Практическая работа: выполнение индивидуальных заданий, сбор практического материала. Время, отведенное на отдельные разделы практики, уточняется при составлении календарного плана непосредственно на предприятии руководителями практики от вуза и предприятия.

Подготовка отчета: обработка материалов практики, подбор и структурирование материала для раскрытия соответствующих тем для отчета. Оформление отчета. Предоставление отчета руководителю. На заключительном этапе практики обучающийся должен обобщить материал, собранный в период прохождения практики, определить его достаточность и достоверность, оформить отчет по практике. По окончании практики руководитель практики от организации составляет на обучающегося характеристику. По завершении практики обучающиеся в последний день практики представляют на кафедру отчетную документацию по практике.

Отчетная документация обучающихся по прохождению практик:

- индивидуальное задание;
- отчет по результатам прохождения практики обучающегося, включающий текстовые, табличные и графические материалы, отражающие решение предусмотренных заданием на практику задач. В отчете приводится анализ поставленных задач; выбор необходимых методов и инструментальных средств для решения поставленных задач; результаты решения задач практики; общие выводы по практике.

## **18. Материально-техническое обеспечение практики:**

Для прохождения производственной практики, НИР используется лабораторный фонд кафедр физики полупроводников и микроэлектроники и физики твердого тела и наноструктур физического факультета университета по моделированию и приборно-технологическому проектированию современных изделий электронной техники, научно-исследовательских подразделений физического факультета, лабораторий Центра коллективного пользования ВГУ (приложение 1).

Для проведения численных экспериментов используется следующее программное обеспечение:

- лицензионное: Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019; программный комплекс для ЭВМ – MathWorks Total Academic Headcoun, Университетская лицензия, договор 3010-07/01-19 от 09.01.19; ПО Kaspersky Endpoint Security, договор 3010-07/04-20 от 27.01.2020; NI Multisim13.0 Договор №

0331100013513000142\_153581 от 18.11.2013 на поставку учебного комплекса NI ELVIS II Circuit Design Bundle (For Academic Use Only)

- свободно распространяемое: MATLAB Classroom (сублицензионный контракт 3010-07/01-19 от 09.01.19); LibreOffice (GNU Lesser General Public License (LGPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://ru.libreoffice.org/about-us/license/>); Lazarus (GNU Lesser General Public License (LGPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://www.lazarus-ide.org/index.php>); Free Pascal (GNU General Public License (GPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://www.freepascal.org/faq.html>); Python 2/3 (Python Software Foundation License (PSFL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://docs.python.org/3/license.html>); TeXstudio (GNU General Public License (GPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://texstudio.org/>); Maxima (GNU General Public License (GPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <http://maxima.sourceforge.net/faq.html>);

а также программные пакеты собственной разработки: свидетельства о гос. рег. программ для ЭВМ № 2011614890 от 22.06.2011; № 2011615201 от 01.07.2011, №2019614209 от 21.03.2019; №2020617277 от 28.05.2020.

При прохождении студентом производственной практики, научно-исследовательской работы на предприятиях и в организациях для выполнения научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ используется оборудование и специализированное программное обеспечение по месту прохождения данного вида производственной практики согласно договорам:

- АО «НИИЭТ», договор о практической подготовке обучающихся № 825 от 11.06.2021, срок действия до 31.12.2026;
- АО «ВЗПП-Микрон», договор о практической подготовке обучающихся № 88/21-416 от 17.03.2021, срок действия до 31.12.2026;
- АО «КТЦ Электроника», договор о практической подготовке обучающихся № 219 от 24.02.2021, срок действия до 01.12.2026;
- ООО «АЕДОН», договор о практической подготовке обучающихся № 22/07-32 от 04.07.2022, срок действия до 31.12.2022;
- АО «НИИП», договор о практической подготовке обучающихся № 203/3090-Д-22/06-1 от 02.06.2022, срок действия до 01.06.2025.

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по практике

№ п/п	Наименование раздела практики	Компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Подготовительный этап. Задача на НИР	ПК-1	ПК-1.2	Аналитическая часть отчета о НИР
2.	Обработка и анализ полученной информации	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2	Постановка задач исследования в отчете по НИР
		ПК-6	ПК-6.1	
3.	Экспериментально-исследовательский этап	ПК-1	ПК-1.3	Экспериментальная часть отчета по НИР
		ПК-5	ПК-5.3	
		ПК-6	ПК-6.1, ПК-6.2	
4.	Заключительный этап: подготовка и написание отчета о выполнении НИР	ПК-5	ПК-2.3, ПК-5.3	Заключение в отчетах с обсуждением результатов НИР. Отзыв руководителя

№ п/п	Наименование раздела практики	Компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Оценочные средства
Промежуточная аттестация - форма контроля				Зачет с оценкой

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: практические задания (индивидуальные и коллективные задания), сообщение, доклад, презентация.

Руководителем практики от кафедры в соответствии с основными научными направлениями кафедры формируются практические индивидуальные задания, темы презентаций, докладов. Задание выполняется обучающимся под руководством руководителя практики, Обучающийся отчитывается о прохождении производственной практики НИР в виде сообщения, доклада, презентации, которые представляются обучающимся руководителю.

### 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: отчет по практике в виде устного доклада, зачет с оценкой.

По окончании выполнения производственной практики, НИР обучающийся должен оформить отчет о ней в соответствии с предъявляемыми требованиями и после доклада результатов научно-исследовательской работы на заключительном занятии своевременно сдать его на кафедру.

Рекомендуемая последовательность размещения материала в отчете: титульный лист (приложение 2), содержание, введение, аналитическая часть с разбивкой на главы и разделы, экспериментальная часть, заключение, список использованных источников, приложения.

Отчет отражает проделанную во время выполнения практики работу и должен содержать 40-50 страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New Roman, размер шрифта 14 пунктов, межстрочный интервал полуторный. В заголовках таблиц, названиях рисунков допускается одинарный межстрочный интервал. Отступы (поля) сверху и снизу страницы по 20 мм. Отступ справа 10 мм, слева 25 мм.

Заголовки отделяют от текста двумя интервалами. Название разделов (заголовки) печатают прописными буквами без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Таблицы подписываются сверху, а рисунки – снизу. Ссылки на таблицы, рисунки и приложения в тексте обязательны. Нумерация рисунков и таблиц сквозная (1, 2, 3 и т.д.) или по разделам (1.1, 1.2, 1.3 и т.д.). Страницы нумеруют от титульного листа до последнего. Номер на титульном листе не проставляется. Нумерация страниц выполняется арабскими цифрами в нижней части страниц по центру. Абзацный отступ автоматический (1,25 см). Текст выравнивается по ширине, а заголовки – по центру. Каждый раздел начинается с новой страницы.

Список использованной литературы включает перечень источников, в том числе научной и учебной литературы, периодических изданий, изданий на иностранных языках, адреса интернет-сайтов. В основном тексте отчета по практике и приложениях обязательны ссылки на все использованные источники. Список рекомендуемой литературы оформляется по ГОСТ 7.1. – 2003 Приложения оформляются в форме схем, таблиц, ри-

сунков, диаграмм и др. Все расчеты, выполненные с применением вычислительной техники, рекомендуется внести в приложения.

Отчет представляет собой завершённое исследование, он должен быть сброшюрован, в нем освещается вся выполненная работа. Во время выполнения научно-исследовательской работы студент должен творчески и научно обоснованно подходить к изучению, разработке и решению поставленных задач. Рекомендуется постоянно консультироваться в процессе работы с руководителями НИР от кафедры (университета).

Критерии оценки отчета по производственной практике, научно-исследовательской работе студента:

– оценка «отлично» выставляется при полном соответствии отчета студента по практике всем требованиям, он соответствует углубленному уровню сформированности компетенций, которые сформированы полностью и проявляются, используются систематически, в полном объеме.

– оценка «хорошо» выставляется в случае, если отчет студента в ходе выполнения практики не соответствует всем требованиям или в случае предоставления отчетной документации позже установленного срока. Отчет соответствует повышенному уровню сформированности компетенций, которые в целом сформированы, но проявляются и используются не в полном объеме, фрагментарно;

– оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если работа студента в ходе выполнения НИР не соответствует требованиям, сформированность компетенций соответствует пороговому уровню: компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично;

– оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае несоответствия отчета студента всем установленным требованиям, проявленных им в процессе выполнения неорганизованности, безответственности практики, а также низкого качества работы при выполнении заданий, предусмотренных программой практики.

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту во время практики и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется вместе с рекомендуемой оценкой в отзыве руководителя от кафедры.

Если студент не выполняет план научно-исследовательской работы в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к дифференцированному зачету (с оценкой) по данному виду учебной работы. Если студент получает неудовлетворительную оценку, он обязан пройти данный вид практики повторно в полном объеме в текущем семестре.

## Приложение 1 Материально-техническое обеспечение

Учебная лаборатория микропроцессорных систем (к.224)	Отладочные комплекты микроконтроллера K1986BE92QI - 6 шт., отладочные комплекты ПЛИС Altera MAX II - 8 шт., компьютеры Lenovo V520-15IKL - 8 шт., цифровые осциллографы UTD2025CL - 3 шт., функциональные генераторы UTG2025A - 3 шт., источники питания QJ1503C – 3 шт., мультиметры цифровые UT39B – 3 шт., телевизор LED 48” – 1 шт.
Лаборатории компьютерных технологий, САПР и математического моделирования кафедры физики твердого тела и наноструктур (к. 19, 18)	Компьютеры Pentium Intel Corei7 - 6 шт., компьютеры Pentium Intel Core Duo - 8 шт.
Учебно-исследовательская лаборатория проектирования интегральных схем (к.144)	Учебный комплекс NI Elvis II – 1 шт., программируемый источник питания QJ3003P – 1 шт., компьютер Pentium DuoCore – 3 шт.
Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (к.146)	Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 10 шт.
Лаборатория функциональных наноматериалов кафедры физики ППИМЭ (к.55)	анализатор размеров наночастиц Photocor Mini – 1 шт.; аналитические весы VIBRA HT 84RCE – 1 шт.; ультразвуковой диспергатор УЗД1-0,063/22 – 1 шт.; микроинтерферометр МИИ4 – 1 шт.
Лаборатория спецпрактикумов кафедры ФТТИНС (к.126)	Лабораторный стенд для исследования эффекта термо-ЭДС - 1 шт; Лабораторный стенд для исследования электропроводности полупроводников - 1 шт; осциллограф цифровой Rohde&SchwarzHMO 3054 - 1 шт.; осциллограф цифровой Rohde&SchwarzHMO 1004 - 1 шт.
Лаборатория инфракрасной спектроскопии ЦКПНО ВГУ (к.49)	ИК-Фурье спектрометр Vertex-70 - 1 шт; Спектрофотометр LAMBDA_650 - 1 шт.
Совместная лаборатория физики наногетероструктур и полупроводниковых материалов (лаб. 28)	Установка для измерения параметров полупроводниковых материалов на эффекте Холла HMS-2000 - 1 шт.
Лаборатория электронной микроскопии ЦКПНО ВГУ (к.7)	Растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6380LV с микроанализатором OxfordInstruments - 1 шт.
Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа (лаб. 21)	рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023 - 1 шт., Спектрометр универсальный рентгеновский «Реном» СУР-01 - 1 шт.
Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа (лаб. 26)	рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -07 - 1 шт.
Лаборатория учебного практикума (ауд. 129)	Лабораторный стенд для получения тонких пленок и наноструктур методами химического осаждения из газовой фазы и электрохимическими методами - 1 шт.; вакуумная технологическая установка для магнетронного и термического нанесения металлических и диэлек-

	трических пленок - 1 шт.; электропечь ПТК-1,4-40 с контролируемой атмосферой и автоматизированным управлением для получения материалов с заданными стехиометрией - 1 шт.
Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа (лаб. 25)	рентгеновский спектрометр-монокроматор РСМ-500 - 1 шт.
Лаборатории технологических практикумов кафедры ФППиМЭ (лаб. 109, 126)	установка вакуумного напыления УВН-2Н – 3 шт., лабораторный макет диффузионной печи – 3 шт.; печь для термического окисления материалов «Изоприн» - 1 шт.; лабораторный макет установки для измерения удельного сопротивления полупроводников – 1 шт., микроскоп МИИ-4 – 1 шт., эллипсометр Э-3 – 1 шт.
Лаборатория плазменной технологии в микроэлектронике (лаб.17)	Лабораторный макет установки радикального травления – 1шт., лабораторный макет установки плазмохимического травления – 1шт., лабораторный макет установки реактивного ионно-плазменного травления – 1 шт., микроскоп МИИ-4 – 1 шт., микроскоп МБС-1 – 1 шт., весы аналитические ВЛАО-200 – 1 шт.
Лаборатория наноскопии и нанотехнологий ЦКПНО ВГУ (лаб.142)	сканирующий зондовый микроскоп Femtoscan 001, сканирующий зондовый микроскоп Solver P47Pro



Приложение 2  
(обязательное)

Образец титульного листа отчета о производственной практике

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Физический факультет

Кафедра \_\_\_\_\_

Отчет

о прохождении \_\_\_\_\_ практики  
*вид практики*

студентом \_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ формы обучения физического факультета  
*очной, очно-заочной*

по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника

\_\_\_\_\_  
*фамилия, имя, отчество студента*

В \_\_\_\_\_  
*место и время прохождения практики*

\_\_\_\_\_ с \_\_\_\_\_.20\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_.20\_\_\_\_ .

Отчет проверен:

\_\_\_\_\_  
*подпись руководителя*

\_\_\_\_\_  
*расшифровка подписи*

\_\_\_\_\_.20\_\_\_\_  
*дата*

Воронеж 20\_\_