

Минобрнауки России

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета



(Овчинников О.В.)

05.06.2025

ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Б2.В.02 (У) Учебная практика, проектно-конструкторская

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 образования: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию практики:

физики твердого тела и наноструктур

6. Составители программы: Богатилов Е.В.,

кандидат физ.-мат. наук, доцент

7. Рекомендована: НМС физического факультета протокол №6 от 04.06.2025

8. Учебный год: 2025–2026

Семестр: 2

9. Цель практики: получение первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, знакомство с организацией научных исследований в лабораториях университета, профильных научно-исследовательских институтов, закрепление и углубление знаний и умений, полученных в процессе обучения в рамках учебного плана; формирование элементов общенаучных, социально-личностных компетенций; приобретение практических навыков, компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности, способствующих успешному освоению специальных дисциплин, изучаемых в соответствии с требованиями и квалификационной характеристикой магистра, установленными ФГОС ВО по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», на основе изучения современного прикладного и специализированного программного обеспечения кафедры физики полупроводников и микроэлектроники и кафедры физики твердого тела и наноструктур.

Задачи практики:

- ознакомление обучающихся с вычислительными мощностями университета, кафедры физики полупроводников и микроэлектроники и кафедры физики твердого тела и наноструктур;
- практическое освоение операционных систем и современных компьютерных оболочек;
- закрепление и расширение навыков использования пакетов прикладных программ;
- ознакомление со специализированными пакетами программ компьютерного моделирования и проектирования технологических процессов, приборов и систем микро- и наноэлектроники;
- создание и оформление отчетов с помощью пакета MS Office.

10. Место практики в структуре ОПОП: часть, формируемая участниками образовательных отношений блока Б2.

11. Вид практики, способ и форма ее проведения

Вид практики: учебная.

Способ проведения практики: стационарная, с возможностью дистанционного обучения.

Форма проведения практики: дискретная.

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

ПК-3.1; ПК-3.3; ПК-4.3; ПК-5.2

ПК-3 Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путём подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников.

- ПК-3.1 Составляет описание алгоритма функционирования и циклограммы работы СнК и формулирует предложения по их реализации аппаратными или программными средствами;

- ПК-3.3 Проводит технико-экономический анализ и обосновывает принимаемые решения по выбору архитектуры СнК;

ПК-4 Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

- ПК-4.3 Оформляет результаты испытаний поведенческой модели СнК

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-5.2 Создает необходимые условия для проведения испытаний изделий «система в корпусе» и проводить испытания согласно программе измерений и испытаний.

13. Объем практики в зачетных единицах / ак. час.— 3 / 108 .

Форма промежуточной аттестации зачет .

14. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		2 семестр
Всего часов	108	108
в том числе:		
Контактная работа (включая НИС)	2	2
Самостоятельная работа, практическая подготовка	36	36
Самостоятельная работа	106	106
Итого:	108	108

15. Содержание практики (или НИР)

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды учебной работы	Объем учебной работы, ч	
			Контактные часы	Самостоятельная работа
1.	Подготовительный (организационный)	Инструктаж по технике безопасности, общее знакомство с местом практики (учебными и научно-исследовательскими лабораториями), ознакомление вычислительными мощностями кафедры физики твердого тела и наноструктур и кафедры физики полупроводников и микроэлектроники, экскурсии по научно-производственным и научно-образовательным подразделениям и лабораториям ВГУ, составление и утверждение графика прохождения практики, изучение литературных источников по теме экспериментального исследования, реферирование научного материала.	1	7
2.	Основной (исследовательский)	Освоение методов исследования, выполнение производственных заданий, проведение самостоятельных экспериментальных исследований, освоение компьютерных средств решения при-		68

		кладных и профессиональных задач в области профессиональной деятельности. Решение профильных и профессиональных задач: - физическая постановка задачи; - выбор и обоснование математических методов решения; - обоснование и выбор программных средств решения; - разработка алгоритма решения поставленной задачи; - проведение численных экспериментов.		
3.	Заключительный (информационно-аналитический)	Обработка экспериментальных данных, составление и оформление отчета и т.д.		24
4.	Представление отчетной документации	Собеседование по результатам практики.	1	7

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Прикладная информатика .— Москва : "Синергия ПРЕСС", 2012 .— 145 с. // Электронно-библиотечная система. - URL : http://biblioclub.ru
2.	Уткин В.Б. Математика и информатика / В.Б. Уткин ; Балдин К. В. ; Рукосуев А. В. — 4-е изд. — Москва : Дашков и Ко, 2014 .— 470 с. // Электронно-библиотечная система. - URL : http://biblioclub.ru
3.	Колокольникова А.И. Информатика / А.И. Колокольникова ; Прокопенко Е. В. ; Таганов Л. С. — Москва : Директ-Медиа, 2013 .— 115 с. // Электронно-библиотечная система. - URL : http://biblioclub.ru
4.	Аверьянов Г.П. Современная информатика / Г.П. Аверьянов ; Дмитриева В. В. — Москва : МИФИ, 2011 .— 436 с. — ISBN 978-5-7262-1421-4 .— <URL: // Электронно-библиотечная система. - URL :
5.	Муромцев Д.Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014 .— 464 с.
6.	Хлебников А.А. Информационные технологии : [учебник для студ. вузов] / А.А. Хлебников . — Москва : КНОРУС, 2014 .— 462 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
7.	Основы цифровой электроники : учебное пособие для вузов : [для студ. 5-6 к. очной и очно-заоч. форм обучения физ. фак. направления 010800 - Радиофизика, специальности 010801 - Радиофизика и электроника]. Ч. 2. / А.М. Бобрешов, А.Г. Кошелев ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012 .— 38 с. : ил., табл. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-169.pdf >
8.	Поляков А.К. Языки VHDL и Verilog в проектировании цифровой аппаратуры / А.К. По-

	ляков. – М.: Солон-Пресс, 2003. 320 с.
9.	Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника : полный курс : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; под ред. О. П. Глудкина. — М. : Горячая линия-Телеком, 2007. — 768 с.
10.	Орлов С.А. Теория и практика языков программирования / С.А. Орлов. — Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2014. — 688 с.
11.	Курганский, С.И. Разработка проектов в среде САПР QUARTUS II. Часть 1. Основные этапы проектирования: учебно-методическое пособие / С.И. Курганский, О.И. Дубровский, Е.Р. Лихачев, М.Д. Манякин // Воронежский государственный университет. - Воронеж. - 2016. - 34 с. – URL : http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-265.pdf
12.	Манякин, М.Д. Программный пакет Wien2K. Часть 1. Моделирование электронной структуры кристаллов. Зонная структура и плотность состояний: учебно-методическое пособие / М.Д. Манякин, О.И. Дубровский, Е.Р. Лихачев, С.И. Курганский // Воронежский государственный университет. - Воронеж. - 2015- 48 с. – URL : http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-265.pdf
13.	Манякин, М.Д. Программный пакет Wien2K. Часть 2. Моделирование рентгеновских эмиссионных и абсорбционных спектров: учебно-методическое пособие / М.Д. Манякин, О.И. Дубровский, Е.Р. Лихачев, С.И. Курганский // Воронежский государственный университет. - Воронеж. - 2017- 31 с. – URL : http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-154.pdf
14.	Приборно-технологическое проектирование компонентной базы микро- и нанoeлектроники : учебно-методическое пособие / сост. : Г.В. Быкадорова, А.Ю. Ткачѳв, Е.Н. Бормонтов, Л.А. Битюцкая. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016. — 119 с.
15.	Приборно-технологическое проектирование полевых полупроводниковых приборов : учебно-методическое пособие / сост. А.В. Быстрицкий, Г.В. Быкадорова, К.Г. Пономарев, А.Ю. Ткачѳв. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017. — 36 с.
16.	Быкадорова Г.В. 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 нанoeлектроника (профили подготовки Микроэлектроника и твердотельная электроника, Нанoeлектроника) / Воронеж. гос. ун-т ; сост. : Г.В. Быкадорова, А.Ю. Ткачѳв. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014. — 32 с.

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

№ п/п	Ресурс
17.	http://www.lib.vsu.ru – Зональная научная библиотека ВГУ
18.	http://www.moodle.vsu.ru
19.	https://elibrary.ru – Научная электронная библиотека
20.	https://lanbook.com – ЭБС «Лань»
21.	https://biblioclub.ru – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
22.	www.iprbookshop.ru – ЭБС «IPRbooks»

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

Практика проводится в форме контактной и самостоятельной работы; рекомендации обучающимся: необходимость ведения дневника практики, рекомендации по выполнению проекта, по организации самостоятельной работы, по формированию и представлению отчетной документации и др.)

18. Материально-техническое обеспечение практики: для прохождения учебной практики по получению первичных навыков научно-исследовательской работы используются вычислительные комплексы, лицензионное прикладное и специализированное программ-

ное обеспечение лаборатории компьютерных технологий, САПР и математического моделирования кафедры физики твердого тела и наноструктур: компьютеры Pentium Intel Core i7 (6 шт.), Pentium Intel Core Duo (6 шт.).

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Подготовительный (организационный)	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	Опрос с отметкой в журнале по ТБ
2.	Основной (исследовательский)	ПК-4	ПК-4.3	Практические задания
3	Заключительный (информационно-аналитический)	ПК-5	ПК-5.2	Практические задания
4	Представление отчетной документации	ПК-3, ПК-4, ПК-5	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.3, ПК-5.2	Отчет по практике
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Отчет по практике

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

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: Практические задания, Проект, Реферат, Сообщение/доклад/презентация

Перечень практических заданий, тем проектов, рефератов, сообщений, презентаций, докладов.

1. _Компьютерное моделирование электронной структуры и физических свойств кремния
2. _Компьютерное моделирование рентгеновских эмиссионных спектров кремния.
3. _Компьютерное моделирование рентгеновских абсорбционных спектров кремния.
4. _Компьютерное моделирование электронной структуры и физических свойств соединений A^3B^5 .
5. _Компьютерное моделирование электронной структуры и физических свойств соединений A^2B^6 .
6. _Оптимизация атомной структуры наночастиц кремния
7. _Оптимизация атомной структуры кремний-металлических нанокластеров
8. _Разработка проекта синхронизируемого уровнем D-триггера
9. _Разработка проекта синхронизируемого передним фронтом D-триггера
10. Разработка проекта синхронизируемого уровнем T-триггера
11. Разработка проекта синхронизируемого передним фронтом T-триггера
12. Разработка проекта синхронизируемого уровнем JK-триггера
13. Разработка проекта синхронизируемого передним фронтом JK-триггера
14. Разработка проекта конечного автомата состояний

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: Отчет по практике

Промежуточная аттестация в форме зачета осуществляется руководителем учебной практики по получению первичных навыков научно-исследовательской работы.

В конце учебной практики по получению первичных навыков научно-исследовательской работы студент обязан оформить отчет и сдать его на проверку руководителю от кафедры. Объем отчета 5-7 страниц формата А4, включая иллюстрации. Руководитель составляет отзыв с оценкой работы студента. Защита отчета происходит на студенческой конференции. Студент готовит доклад с презентацией о проделанной работе продолжительностью 5 мин.

Каждому студенту задаются вопросы по всем разделам учебной практики по получению первичных навыков научно-исследовательской работы. При определении оценки учитываются следующие показатели:

- уровень профессиональной подготовки;
- качество и своевременность выполнения профессиональных задач по практике;
- содержание и качество оформления отчета;
- ответы на вопросы;
- характеристика работы студента руководителем практики.

На основании выступления обучающегося и представленных документов с учетом критериев оценки итогов учебной практики в ведомость выставляется «зачтено»/«незачтено».

Критерии оценки работы обучающихся, которые соотносятся с уровнями сформированности компетенций:

- оценка «зачтено» выставляется при полном соответствии работы обучающихся всем вышеуказанным показателям: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически и в полном объеме. Данный уровень обязателен для всех осваивающих ОПОП;

- оценка «незачтено» выставляется в случае несоответствия работы обучающегося требуемым показателям, неорганизованности, безответственности и низкого качества работы при выполнении практических заданий, проектов, рефератов, сообщений, презентаций, докладов, предусмотренных рабочей программой учебной практики.