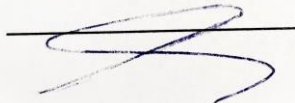


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физики твердого тела и наноструктур  
(Середин П.В.)  
  
31.08.2022

## ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Б2.В.03(Пд) Производственная практика (преддипломная)

**1. Код и наименование направления подготовки:**

03.03.02 Физика

**2. Профиль подготовки:**

Физика твердого тела

**3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр**

**4. Форма обучения: очная**

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра физики твердого тела и наноструктур

**6. Составители программы:** Середин П.В., доктор физ.-мат. наук, доцент

Дубровский О.И., кандидат физ.-мат наук, доцент

**7. Рекомендована:** Рекомендована: Научно-методическим советом физического факультета, протокол №

5 от 25.05.2023

**8. Учебный год:** 2026/27

**Семестр:** 8

**9. Цель практики:** Основными целями производственной преддипломной практики являются: получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, в том числе: закрепление и расширение теоретических знаний и практических навыков в научно-исследовательской работе и инновационной деятельности, подбор необходимого для выполнения выпускной бакалаврской работы материала, совершенствование профессиональных умений его обработки и анализа. написание выпускной квалификационной (бакалаврской) работы.

**Задачи практики:** Задачами практики являются: изучение научной литературы, знакомство с основными методиками исследований атомного и электронного строения, фазового состава, электрофизических и оптических свойств различных функциональных материалов и написание литературного обзора по теме выпускной квалификационной работы:

**10. Место практики в структуре ООП:** Практика Б2.В.03(Пд) "Производственная преддипломная практика" является дисциплиной вариативной части цикла Б2. Задачи практики соотносятся с содержанием и задачами профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники по направлению подготовки 03.03.02 Физика. Обучающиеся должны иметь теоретическую и практическую подготовку по всему объему теоретического и практического материала, полученного за предыдущие семестры.

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

**Вид практики:** производственная.

**Способ проведения практики:** стационарная.

**Форма проведения практики:** дискретная.

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-3	готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	уметь: применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований; знать: основы теории и методы физических исследований; владеть: навыками практического использования профессиональных знаний теории и методов физических исследований
ПК-5	способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	уметь: пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований; знать: современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований; владеть: навыками использования методов обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

**13. Объем практики в зачетных единицах / ак. час.** (в соответствии с учебным планом) — 3/108.

**Форма промежуточной аттестации** зачет с оценкой

## 14. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№8 семестра	№ семестра	...
Аудиторные занятия				
в том числе: лекции				
практические		4		
лабораторные				
Самостоятельная работа		104		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – час.)				
Итого:		108		

## 15. Содержание практики (или НИР)

п/п	Разделы (этапы) практики	Содержание раздела
1.	Начальный	В течение первой недели обучающиеся знакомятся с программой, целями и задачами преддипломной практики; посещают базы практики; реализуют программу эмпирического (экспериментального) исследования; знакомятся с правилами оформления текста выпускной бакалаврской работы, критериями выставления дифференцированного зачета (с оценкой), порядком подведения итогов практики, проводят математико-статистическую обработку эмпирических данных с применением современных математических методов и использованием адекватных поставленным целям статистических критериев; посещают консультации руководителя в университете.
2.	Заключительный	В течение второй недели обучающиеся проводят анализ эмпирических данных; наглядно оформляют полученные результаты (в виде графиков, таблиц, диаграмм и т.п.), формулируют предварительные выводы, оформляют методические руководства к каждой из использованных в эмпирическом исследовании методик на бумажном и электронном носителях; готовят реферат по итогам исследования. В конце второй недели обучающиеся оформляют отчетную документацию и участвуют в заключительной конференции по практике.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	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 : <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-265.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-265.pdf</a>
2.	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 : <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-154.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-154.pdf</a>
3.	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 : <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-265.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-265.pdf</a>
4.	Драгунов В.П. Микро- и наноэлектроника / В.П. Драгунов ; Остертак Д. И. - Новосибирск : НГТУ, 2012 . - 38 с. // Электронно-библиотечная система. - URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>

5.	Троян П.Е. Нанoeлектроника / П.Е. Троян ; Сахаров Ю. В. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010 .– 88 с. // Электронно-библиотечная система. – URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
6.	Щука А.А. Нанoeлектроника / А.А. Щука .– 2-е изд. (эл.) .– Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .– 349 с. // Электронно-библиотечная система. - URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
7.	Борисенко В.Е. Нанoeлектроника: теория и практика / В.Е. Борисенко .– 3-е изд. (эл.) .– Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 .– 371 с. – (Учебник для высшей школы) . // Электронно-библиотечная система. – URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
8.	Воронов Ю.А. Моделирование технологии и параметров кремниевых наноразмерных транзисторных структур / Ю.А. Воронов ; Касков С. Ю. ; Мочалкина О. Р. – Москва : МИФИ, 2012 .– 80 с. // Электронно-библиотечная система. – URL : <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=231695">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=231695</a>
9.	Шень А.Х. Классические и квантовые вычисления / А.Х. Шень ; Вялый М. Н. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. – 236 с. – // Электронно-библиотечная система. - URL : <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=234673">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=234673</a>
10.	Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ / Г.В. Фетисов. - М. : Физматлит, 2007. - 672 с. ISBN 978-5-9221-0805-8.
11.	Спектроскопия рентгеновского поглощения наноструктурированных материалов Часть 1. С. Ю. Турищев, В. А. Терехов, О. А. Чувенкова, Э. П. Домашевская // Учебное пособие для вузов. Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015, - С.42.
12.	Просолович В.С. Основы современных технологических процессов : курс лекций / В.С. Просолович, Ю.Н. Янковский, Д.И. Бринкевич .– Минск : БГУ, 2011 .– 134 с
13.	Пентин, Юрий Андреевич. Физические методы исследования в химии : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности 011000 "Химия" и направлению подгот. 510500 "Химия" / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков .– М. : Мир, 2006 .– 683 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
14.	Хлебников А.А. Информационные технологии : [учебник для студ. вузов] / А.А. Хлебников . – Москва : КНОРУС, 2014 .– 462 с.
15.	Муромцев Д.Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин .– Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014 .– 464 с.
16.	Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: учебное пособие для вузов / И.П.Степаненко. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004 .– 488 с
17.	Марголин В. И. Физические основы микроэлектроники / В. И. Марголин, Жабров В. А., Тупик В. А. - М.: Академия, 2008. – 39 с.
18.	Томилин В.И. Физико-химические основы технологии электронных средств: учебник / В.И. Томилин - М.: Академия, 2010. - 409 с.
19.	Мартинес-Дуарт Дж.М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда ; пер. с англ. А. В. Хачояна под ред. Е. Б. Якимова .– М. : Техносфера, 2007 .– 367 с.
20.	Булярский С.В. Углеродные нанотрубки: технология, управление свойствами, применение / С.В. Булярский .– Ульяновск : ООО "Стрежень", 2011 .– 479 с.
21.	Неволин В. Зондовые нанотехнологии в электронике / В. Неволин .– М. : Техносфера, 2005 .– 147 с. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подгот. 210100 "Электроника и микроэлектроника" / В.И. Старосельский .– М. : Юрайт, 2011 .– 463 с.
22.	Скрышевский В.А., Толстой В.П. Инфракрасная спектроскопия полупроводниковых структур. / Киев.: Изд. КГУ им. Шевченко. 1991. 188 с.
23.	Савицкая, Лидия Константиновна. Рентгеноструктурный анализ : курс лекций. Ч.2 / Л.К. Савицкая ; Том. гос. ун-т; под ред. А.А. Тухфатуллина .– Томск : Изд-во Том. ун-та, 1990 .– 157 с.
24.	Колесников, В.Н. Рентгеноструктурный анализ : Учебное пособие / В.Н. Колесников .– Харьков : ХГУ, 1982 .– 66 с.
25.	Хейкер, Даниэль Моисеевич. Рентгеновская дифрактометрия / Д.М. Хейкер, Л.С. Зевин ; под ред. Г.С. Жданова .– М. : Физматгиз, 1963 .– 380 с.
26.	Михайлин В. В. Синхротронное излучение / В. В. Михайлин, И.М. Тернов. - М. : Знание, 1988. - 64 с.
27.	Физика рентгеновских лучей / М.А. Блохин .– 2-е изд., перераб. — М. : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1957 .– 518 с.
28.	Ультрамалая рентгеновская спектроскопия / Т.М. Зимкина, В.А. Фомичев .– Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1971 .– 132 с.
29.	Физические методы исследования поверхности твердых тел / В.И. Нефедов, В.Т. Черепин ; АН СССР, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова .– М. : Наука, 1983 .– 294 с.
30.	Рентгеноэлектронная спектроскопия химических соединений : Справочник / В.И. Нефедов .– М. : Химия, 1984 .– 255 с
31.	Рентгеновская оптика и микроскопия: Пер. с англ./ Под ред. Г. Шмаля и Д. Рудольфа. М.:Мир, 1987. 464 с.
32.	Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха .– М. : Мир, 1987 .– 600с.
33.	Карлсон, Томас. Фотоэлектронная и Оже-спектроскопия / Т.А. Карлсон .– Л. : Машиностроение, 1981 .– 431 с.

34.	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: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-169.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-169.pdf</a> >
-----	--

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

№ п/п	Ресурс
35.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> - Зональная научная библиотека ВГУ
36.	<a href="http://www.moodle.vsu.ru">http://www.moodle.vsu.ru</a>
37.	<a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a> - Научная электронная библиотека
38.	<a href="https://lanbook.com">https://lanbook.com</a> - ЭБС «Лань»
39.	<a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a> - ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
40.	<a href="http://www.iprbookshop.ru">www.iprbookshop.ru</a> - ЭБС «IPRbooks»
41.	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Образовательный портал "Электронный университет ВГУ"

### 17. Информационные технологии, используемые при проведении практики, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

- использование технологий презентации и самопрезентации при представлении обучающимся итогов выполнения практики, определение обучающимся путей профессионального самосовершенствования;
- информационные технологии: компьютерные технологии, в том числе доступ в Интернет для получения профессиональной информации, представленной на сайтах отечественных и зарубежных компаний, занимающихся компьютеризацией научных исследований в области физики; программные продукты, имеющиеся в учебных лабораториях кафедры физики твердого тела и наноструктур физического факультета и Центра коллективного пользования ВГУ.

### 18. Материально-техническое обеспечение практики:

Для проведения производственной преддипломной практики требуется оборудование кафедры физики твердого тела и наноструктур, в составе:

Компьютеры Pentium Intel Core i7,

компьютеры Pentium Intel Core Duo.

Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа (к.25) Рентгеновский спектрометр-монокроматор РСМ-500;

Лабораторный комплекс динамических измерений характеристик электрических цепей - 1 шт.

Рентгеновский дифрактометр ДРОН - 4 -07.

Рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023,

Спектрометр универсальный рентгеновский «Реном» СУР-01;

лабораторная установка Leybold rontgengerat X-ray apparatus 554800.

Лабораторный стенд для получения тонких пленок и наноструктур методами химического осаждения из газовой фазы и электрохимическими методами;

вакуумная технологическая установка для магнетронного и термического нанесения металлических и диэлектрических пленок;

Электропечь ПТК-1,4-40 с контролируемой атмосферой и автоматизированным управлением для получения материалов с заданными стехиометрией;

Лабораторные стенды для импеданс-спектроскопии - LCR-спектрометр Elins-1500,

LCR-спектрометр GWInstek LCR-819;

Рамановский спектрометр РамМикс 532;

Установка для измерения параметров полупроводниковых материалов на эффекте Холла HMS-2000;

Оптический микроскоп-твердомер ПМТ-3;

Интерферометр МИИ-4.

Дистиллятор лабораторный АЗ-14 «Я-ФП»-01;  
 Центрифуга лабораторная ЦЛн-16;  
 Магнитная мешалка с подогревом MagicLAB - US-1500D;  
 Импедансметр Z-1500J;  
 Диспергатор роторный - Ika-T18D;  
 рН-метр/ионметр ИПЛ 111-1,  
 Печь Nabertherm-LE;  
 Печь LIOP-LF;  
 Ванна ультразвуковая -СТ431D2;  
 Источник тока GWInstek PSW7 800-2.88;  
 Источник тока GWInstek GPR - 30H10D,  
 Мультимедийная доска TriumphBord78"MultiTouch;  
 Лабораторный стенд для исследования эффекта Холла;  
 Лабораторный стенд для исследования эффекта термо-ЭДС;  
 Лабораторный стенд для исследования электропроводности полупроводников;  
 Лабораторный стенд для исследования свойств р-п перехода;  
 Лабораторный стенд для исследования терморезистора;  
 Лабораторный стенд для исследования фотодиода;  
 Лабораторный стенд для исследования туннельного диода;  
 Лабораторный стенд для исследования фоторезистора;  
 Спектрофотометр СФ-56А;  
 Учебный стенд «Электрические измерения и основы метрологии»;  
 Осциллограф цифровой Rohde & Schwarz HMO 3054;  
 Осциллограф цифровой Rohde & Schwarz HMO 1002;  
 Лабораторный стенд для исследования вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик гетероструктур;  
 ИК - Фурье спектрометр Vertex 70;  
 Фурье спектрометр ближнего ИК диапазона МРА (Брукер);  
 Спектрометр Lambda 650 (PerkinElmer);  
 Растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6380LV с микроанализатором Oxford Instruments;  
 Просвечивающий электронный микроскоп ЭМВ-100БР;  
 Многоканальный цифровой осциллограф-регистратор АСК-4106 с расширенным программным обеспечением;  
 Для проведения численных расчетов электронной структуры имеются программные пакеты Wien2k и Quantum Espresso.  
 Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ".

## 19. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (этапы) практики)
---	--	---

ПК-3: готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	уметь: применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований; знать: основы теории и методы физических исследований; владеть: навыками практического использования профессиональных знаний теории и методов физических исследований	Все разделы
ПК-5: способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	уметь: пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований; знать: современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований; владеть: навыками использования методов обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	Все разделы
<b>Форма отчетности - отчёт</b>		

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

**Зачет с оценкой по производственной преддипломной практике выставляется на основании следующих показателей:**

1. Систематичность работы обучающегося в период практики, степень ответственности в ходе выполнения всех видов деятельности научно-исследовательской деятельности:

- своевременность предоставления руководителю промежуточных отчетов о проделанной работе: о проведении эмпирического (экспериментального) исследования, о выполнении математико-статистической обработки эмпирических данных, о проведении анализа результатов исследования;
- отсутствие срывов в установленных сроках реализации задания на выполнение выпускной бакалаврской работы.

2. Уровень профессионализма (профессиональные качества, знания, умения, навыки и компетенции), демонстрируемый обучающимся:

- адекватность программы эмпирического исследования (в частности, методов его проведения и обработки полученных данных) выдвинутой гипотезе, поставленным задачам;
- адекватность и точность количественного и качественного оценивания; владение математическим аппаратом обработки данных, используя адекватные статистические критерии;
- степень глубины анализа и обсуждения результатов эмпирического исследования, сочетание методов количественного и качественного анализа результатов;
- грамотность предварительно сформулированных выводов;
- содержательность, структурированность, логичность и полнота отражения в подготовленном реферате итогов выполненного исследования.

3. Соблюдение организационных и дисциплинарных требований, предъявляемых к обучающемуся:

- посещение установочного и заключительного занятий;
- посещение обучающимся консультаций руководителя в ходе практики;
- полнота и своевременность реализации задания на выполнение выпускной бакалаврской работы;
- завершенность исследования (не менее чем на 80%);
- степень завершенности оформления текста выпускной бакалаврской работы не менее чем на 80%;

- своевременное предоставление отчетной документации в полном объеме (не позднее даты окончания практики) и в полном соответствии с предъявляемыми программой практики требованиями к ее содержанию и качеству оформления.

Шкала оценивания работы обучающегося на производственной преддипломной практике, которые соотносятся с уровнями сформированности компетенций:

- оценка «отлично» выставляется при полном соответствии работы обучающегося всем вышеуказанным показателям. Соответствует высокому (углублённому) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически и в полном объёме;

- оценка «хорошо» выставляется в случае, если работа обучающегося не соответствует одному из перечисленных показателей или в случае предоставления отчетной документации позже установленного срока. Соответствует повышенному (продвинутому) уровню сформированности компетенций: компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно и не в полном объеме;

- оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если работа обучающегося не полностью соответствует перечисленным выше показателям. Соответствует пороговому (базовому) уровню сформированности компетенций компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются частично. Данный уровень обязателен для всех осваивающих ООП;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае несоответствия работы обучающегося всем требуемым показателям, неорганизованности, безответственности и низкого качества работы при выполнении заданий, предусмотренных программой практики.

Получение оценки «неудовлетворительно» по производственной преддипломной практике автоматически влечет за собой недопущение обучающегося к государственной итоговой аттестации и отчисление из Университета, поскольку эта практика является завершающим этапом обучения и непосредственно предшествует государственной итоговой аттестации.