

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ» (ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
заведующий кафедрой
физики твердого тела и наноструктур
(П.В.Середин)
03.06.2025



ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

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

1. Код и наименование направления подготовки:

03.03.02 Физика

2. Профиль подготовки:

Физика медицинских, лазерных технологий и наноматериалов

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: НМС физического факультета, протокол
№5 от 30.05.2025

8. Учебный год: 2028/29

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, 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 и зачет соценкой

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 (соценок), 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 методически руководство каждой из использованных эмпирических исследований и 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. Зональная 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
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: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-154.pdf
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: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-265.pdf
4.	Драгунов В.П. Микро- и наноэлектроника / В.П. Драгунов; Остертак Д.И. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 38 с. // Электронно-библиотечная система. - URL: http://biblioclub.ru

5.	Троян П.Е. Нанoeлектроника/П.Е. Троян; Сахаров Ю.В. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. – 88с. // Электронно-библиотечная система. – URL: http://biblioclub.ru
6.	Щука А.А. Нанoeлектроника/А.А. Щука. – 2-е изд. (эл.). – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 349с. // Электронно-библиотечная система. – URL: http://biblioclub.ru
7.	Борисенко В.Е. Нанoeлектроника: теория и практика/В.Е. Борисенко. – 3-е изд. (эл.). – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 371с. – (Учебник для высшей школы). // Электронно-библиотечная система. – URL: http://biblioclub.ru
8.	Воронов Ю.А. Моделирование технологии и параметров кремниевых наноразмерных транзисторных структур/Ю.А. Воронов; Касков С.Ю.; Мочалкина О.Р. – Москва: МИФИ, 2012. – 80с. // Электронно-библиотечная система. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231695
9.	Шень А.Х. Классические и квантовые вычисления/А.Х. Шень; Вялый М. Н. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. – 236с. // Электронно-библиотечная система. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234673
10.	Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ/Г.В. Фетисов. – М.: Физматлит, 2007. – 672с. ISBN 978-5-9221-0805-8.
11.	Спектроскопия рентгеновского поглощения наноструктурированных материалов Часть 1. С.Ю. Турещев, 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. – 134с
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. – 683с.

б) дополнительная литература:

№п/п	Источник
14.	Хлебников А.А. Информационные технологии: [учебник для студ. вузов]/А.А. Хлебников. – Москва: КНОРУС, 2014. – 462с.
15.	Муромцев Д.Ю. Математическое обеспечение САПР: учебное пособие/Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар : Лань, 2014. – 464с.
16.	Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: учебное пособие для вузов/И.П. Степаненко. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 488с
17.	Марголин В.И. Физические основы микроэлектроники/В.И. Марголин, Жабров В.А., Тулик В.А. – М.: Академия, 2008. – 39с.
18.	Томилин В.И. Физико-химические основы технологии электронных средств: учебник/В.И. Томилин. – М.: Академия, 2010. – 409с.
19.	Мартинес-Дуарте Дж.М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарте, Р.Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Рюда ; пер. с англ. А. В. Хачояна под ред. Е. Б. Якимова. – М. : Техносфера, 2007. – 367с.
20.	Булярский С.В. Углеродные нанотрубки: технология, управление свойствами, применение/С.В. Булярский. – Ульяновск: ООО "Стрежень", 2011. – 479с.
21.	Неволин В. Зондовые нанотехнологии в электронике/В. Неволин. – М.: Техносфера, 2005. – 147с. 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. – 463с.
22.	Скрышевский В.А., Толстой В.П. Инфракрасная спектроскопия полупроводниковых структур. / Киев.: Изд. КГУ им. Шевченко. 1991. 188с.
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. – 157с.
24.	Колесников, В.Н. Рентгеноструктурный анализ: Учебное пособие/В.Н. Колесников. – Харьков: ХГУ, 1982. – 66с.
25.	Хейкер, Даниэль Моисеевич. Рентгеновская дифрактометрия/Д.М. Хейкер, Л.С. Зевин; под ред. Г.С. Жданова. – М.: Физматгиз, 1963. – 380с.
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. – 518с.
28.	Ультракрасная рентгеновская спектроскопия/Т.М. Зимкина, В.А. Фомичев. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1971. – 132с.
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. – 294с.
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. Шмалля и Д. Рудольфа. М.: Мир, 1987. 464 с.
32.	Анализ поверхности методами ионно-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. – 431с.

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: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-169.pdf >
-----	---

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

№п/п	Ресурс
35.	http://www.lib.vsu.ru - Зональная научная библиотека ВГУ
36.	http://www.moodle.vsu.ru
37.	https://elibrary.ru - Научная электронная библиотека
38.	https://lanbook.com - ЭБС «Лань»
39.	https://biblioclub.ru - ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
40.	www.iprbookshop.ru - ЭБС «IPRbooks»
41.	https://edu.vsu.ru - 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

eDuo.

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 röntgengerat 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 свойствами;

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

1500, LCR-спектрометр GW Instek LCR-819;

Рамановский спектрометр РамМикс 532;

Установка для измерения параметров полупроводниковых материалов на эффекте Холла НМ S-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; pH-метр/ионметр ИПЛ111-1; Печь Nabertherm-LE; Печь LIOP-LF; Ванна ультразвуковая-СТ431D2; Источник тока GW Instek PSW7800-2.88; Источник тока GW Instek GPR-30H10D; Мультимедийная доска Triumph Bord 78" 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 p-n 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 основы метрологии»; Осциллограф цифровой Rohde & Schwarz HMO3054; Осциллограф цифровой Rohde & Schwarz HMO1002; 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 (Perkin Elmer); Растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6380LV с микроанализатором Oxford Instruments; Просвечивающий электронный микроскоп ЭМБ-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 содержания 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	Всеразделы
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	Всеразделы
Форма отчетности-отчет		

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 на 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 предварительных 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 содержанию и качеству оформления.

Шкала оценивания работы обучающегося на производственной преддипломной практике, которая соотносится 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 в полном объеме;

- 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 в неполном 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.