

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

физический

Наименование факультета

Овчинников О.В.

подпись, расшифровка подписи

31.05.2023 г.

ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

**Б2.В.02(П) Производственная практика (проектно-конструкторская )**

*Код и наименование(тип) практики/НИР в соответствии с учебным планом*

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: **03.04.02. Физика**
2. Профиль подготовки/специализация: **физика передовых технологий производства изделий микро0 и нанозлектроники**
3. Квалификация (степень) выпускника: Высшее образование (магистр)
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию практики: кафедра физики твердого тела и наноструктур
6. Составители программы: Середин П.В., д.ф.-м.н., профессор

7. Рекомендована: НМС физического факультета ВГУ, протокол №5 от 25.05.2023г.  
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы): 3

## 9. Цель практики:

Целью производственной научно-исследовательской практики является: формирование навыков решения конкретных физических задач современной оптики и нанофотоники с привлечением экспериментальных, а так же теоретических методов исследований; умений интерпретировать и использовать полученные знания для достижения основных целей в рамках выполнения магистерской диссертации, а также расширение теоретических знаний и практических навыков в научно-исследовательской работе и инновационной деятельности по программе подготовки "Оптика и нанофотоника".

Задачи производственной научно-исследовательской практики:

- формирование навыков исследователя и аналитика в области оптики и нанофотоники;
- формирование у магистранта представления о содержании и формах планирования, контроля и анализа научных исследований;
- создание условий для приобретения собственного опыта, необходимого для выработки профессионального мышления и мировоззрения;
- проведение научных исследований, решение конкретных научно-инновационных задач;
- формирование профессиональных умений и навыков самостоятельного получения нового научного знания и его применения для решения научных задач;
- установление и укрепление связи теоретических знаний, полученных обучающимися при изучении дисциплин основной образовательной программы, с решением исследовательских и инновационных задач.

## 10. Место практики в структуре ООП:

*Б2.В.02(П) Производственная практика, проектно-конструкторская относится к вариативной части блока Б2. Для освоения данной практики требуются знания и навыки, полученные в рамках освоения курсов базовой части образовательной программы. Освоение данной практики формирует практические навыки, необходимые для прохождения дальнейших производственных практик и написания выпускной квалификационной работы, предусмотренных учебным планом направления 03.04.02 Физика.*

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

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

**Способ проведения практики:** стационарная

**Форма проведения практики:** непрерывная

## 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	Способен к формулировке и анализу поставленной задачи исследований в области оптики и нанофотоники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и	ПК-1.1	Проводит поиск научно-технической информации для разработки и анализа методик контроля технологических процессов создания наноструктурированных материалов для приборов квантовой	<p>Знать: основные научно-технические базы данных и основные правила составления планов поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств электроники и фотоники</p> <p>Уметь: составлять планы поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств электроники и фотоники</p> <p>Владеть: навыками составления планов поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств</p>

	экспериментальные методы		электроники и фотоники	электроники и фотоники
		ПК-1.2	Работает с научно-технической информацией, представляет информацию в систематизированном виде, обосновывает предлагаемые решения при выборе теоретических и экспериментальных методов	<p>Знать: научно-техническую информацию, необходимую для решения теоретических и экспериментальных проблем.</p> <p>Уметь: работать с научно-технической информацией, представлять информацию в систематизированном виде, обосновывать предлагаемые решения при выборе теоретических и экспериментальных методов.</p> <p>Владеть: навыками работы с научно-технической информацией, представления информации в систематизированном виде, обоснования предлагаемых решений при выборе теоретических и экспериментальных методов.</p>
		ПК-1.3	Производит анализ исходных требований к параметрам разрабатываемых оптических и оптико-электронных приборов	<p>Знать: требования к параметрам разрабатываемых оптических и оптико-электронных приборов.</p> <p>Уметь: производить анализ исходных требований к параметрам разрабатываемых оптических и оптико-электронных приборов.</p> <p>Владеть: навыками анализа исходных требований к параметрам разрабатываемых оптических и оптико-электронных приборов.</p>
ПК-2	Способен создавать базы данных о физических свойствах и технологических особенностях наноструктурных материалов, проводить экспериментальную проверку выбранных технологических решений производства оптических и акустооптических приборов, исследовать параметры наноструктурных материалов в соответствии с самостоятельно выбранной и утвержденной методикой	ПК-2.1	Осуществляет подготовку реестра допустимых значений физических свойств и параметров наноструктурных материалов и комплектующих для разработки технологических процессов	<p>Знать: порядок подготовки реестра допустимых значений физических свойств и параметров наноструктурных материалов и комплектующих для разработки технологических процессов.</p> <p>Уметь: осуществлять подготовку реестра допустимых значений физических свойств и параметров наноструктурных материалов и комплектующих для разработки технологических процессов.</p> <p>Владеть: навыками подготовки реестра допустимых значений физических свойств и параметров наноструктурных материалов и комплектующих для разработки технологических процессов</p>

		ПК-2.2	Умеет разрабатывать технические задания на экспериментальную проверку технологических процессов и испытания выбранных наноструктурных материалов в рамках разработанной концепции и утвержденных экспериментальных методик	<p>Знать: принципы разработки технических заданий на экспериментальную проверку технологических процессов и испытания выбранных наноструктурных материалов в рамках разработанной концепции и утвержденных экспериментальных методик.</p> <p>Уметь: разрабатывать технические задания на экспериментальную проверку технологических процессов и испытаний выбранных наноструктурных материалов в рамках разработанной концепции и утвержденных экспериментальных методик.</p> <p>Владеть: навыками разработки технических заданий на экспериментальную проверку технологических процессов и испытаний выбранных наноструктурных материалов в рамках разработанной концепции и утвержденных экспериментальных методик.</p>
		ПК-2.3	Анализирует состояние научно-технической проблемы, систематизирует и обобщать научно-техническую информацию по теме исследований в области квантовой электроники и фотоники и наноструктурных материалов	<p>Знать: состояние научно-технических проблем в области квантовой электроники и фотоники и наноструктурных материалов.</p> <p>Уметь: анализировать состояние научно-технических проблем в области квантовой электроники и фотоники и наноструктурных материалов.</p> <p>Владеть: навыками систематизации и обобщения научно-технической информации по теме исследований в области квантовой электроники и фотоники и наноструктурных материалов.</p>
ПК-3	Способен к разработке и оптимизации технологий производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов	ПК-3.1	Анализирует научно-техническую информацию по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	<p>Знать: научно-техническую информацию по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p> <p>Уметь: анализировать научно-техническую информацию по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p> <p>Владеть: навыками систематизации и анализа научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p>

**13. Объем практики в зачетных единицах / ак. час. (в соответствии с учебным планом) — 11 / 396.**

**Форма промежуточной аттестации зачет, зачет с оценкой**

#### **14. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость				
	Всего	По семестрам			
		2 семестр		3 семестр	
		ч.	ч., в форме ПП	ч.	ч., в форме ПП

Всего часов	396	248	4	140	4
в том числе:					
Лекционные занятия (контактная работа)					
Практические занятия (контактная работа)	8		4		4
Самостоятельная работа	388	248		140	
Итого:	396				

#### 15. Содержание практики (или НИР)

п/п	Разделы (этапы) практики	Виды учебной работы
1.	Подготовительный	Инструктаж по технике безопасности, общее знакомство с местом проведения практики (научно-исследовательскими лабораториями), знакомство с целями и задачами практики, составление и утверждение графика прохождения практики, изучение литературных источников по теме экспериментального исследования, реферирование научного материала и т.д.
2.	Основной	Освоение методов проведения научных исследований, проведение самостоятельных экспериментальных исследований.
3.	Заключительный (информационно-аналитический)	Обработка экспериментальных данных, составление и оформление отчета.
4.	Представление отчетной документации	Публичная защита отчета.

#### 16. Перечень учебной литературы, ресурсов сети «Интернет», необходимых для прохождения практики (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

##### а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Амосова, Л. П. Введение в физику оптоэлектронных и фотонных устройств для информационных систем : учебное пособие : [16+] / Л. П. Амосова ; Университет ИТМО. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 127 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=566765">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=566765</a> (дата обращения: 02.11.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
2.	Сидоров, А. И. Сенсорная фотоника : учебное пособие : [16+] / А. И. Сидоров ; Университет ИТМО. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 99 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=566783">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=566783</a> (дата обращения: 02.11.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
3.	Зверев, В. А. Основы вычислительной оптики : учебное пособие / В. А. Зверев, И. Н. Тимощук, Т. В. Точилина. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-3140-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/169259">https://e.lanbook.com/book/169259</a> (дата обращения: 02.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

##### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Салех, Б.Е.А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие] : [в 2 т.] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В.Л. Деброва. — Долгопрудный : Изд. Дом "Интеллект" — 2012. — 759 с.
2.	Аракелян, С. М. Введение в фемтонанопотонику : фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов : учебное пособие / С. М. Аракелян, А. О. Кучерик, В. Г. Прокошев, В. Г. Рау, А. Г. Сергеев; под общ. ред. С. М. Аракеляна - Москва : Логос, 2017. - 744 с. - ISBN 978-5-98704-812-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048122.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048122.html</a> (дата обращения: 02.11.2021). - Режим доступа : по подписке.
3.	Латыев, С.М. Конструкторско-технологические методы и средства обеспечения показателей качества опико-электронных приборов и систем. Учебное пособие.

	[Электронный ресурс] : Учебные пособия / С.М. Латышев, Г.В. Егоров, С.С. Митрофанов, А.М. Бурбаев. — Электрон. дан. — СПб.: НИУ ИТМО, 2012. — 112 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/40826">http://e.lanbook.com/book/40826</a>
--	---

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

№ п/п	Ресурс
1.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – Зональная научная библиотека ВГУ
2.	Научная электронная библиотека <a href="http://elibrary.ru">elibrary.ru</a>
3.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" – <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
4.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" – <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
5.	Электронно-библиотечная система "Лань" – <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
6.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" – <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы и т.д.

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

Практика проводится в форме контактной и самостоятельной работы. В соответствии с конкретными решаемыми задачами обучающиеся используют: развивающие проблемно-ориентированные технологии; личностно-ориентированные технологии; информационные технологии.

### 18. Материально-техническое обеспечение практики:

Оборудование учебно-научных лабораторий кафедры оптики спектроскопии:

Лаборатория люминесцентной спектроскопии (ауд. 132):

- Спектрофлуориметр на базе монохроматоров МДР-41, МДР-4 и ФЭУР955Р (Hamamatsu), работающего в режиме счета фотонов;
- Волоконно-оптический спектральный комплекс фирмы OceanOptics базе спектрометра USB-2000+XR1 с источником излучения USB-DT, и набором зондов для измерения диффузного ISP-80-8-R и зеркального отражения RSS-VA и люминесценции R400-7-SR, пропускания и люминесценции жидких и твёрдых образцов CUV-VAR и CUV-ALL-UV;
- Установка для производства воды аналитического качества УПВА-5;
- Вакуумные двухступенчатые насос VE-2100N (Value);
- Вакуумный насос VE-215 (Value);
- Весы OHAUS PX224/E аналитические;
- Спектрометр волоконно-оптический VISION2GO NIR Спектрометр 950-1630 нм (P-Аэро).
- Блоки питания лабораторные HY3005 (Mastech).
- Блоки питания лабораторные HY3020 (Mastech).
- Лазерный Модуль/блок пит., поворотн. креплен.;
- Лазерный модуль LM-650180 (блок пит., креп. повор.);
- Вытяжной шкаф;
- Центрифуги лабораторные;
- рН-метр 150МИ;
- Оптический стол;
- Набор цветных стекол;
- Лабораторный стенд: "Люминесценция";
- Лазер ЛГИ-21;
- Осциллограф цифровой Rigol;
- Осциллограф АК ИП-4122/12;
- Ультразвуковая ванна ПСБ-1322-05;
- Ультразвуковая ванна ПСБ-1360-05.

Лаборатория ИК спектроскопии (ауд. 136):

Инфракрасный Фурье спектрометр Tensor 37, Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ;

Лаборатория оптоэлектроники и фотоники (ауд. 57):

- Лабораторная установка "Эффект Фарадея";
- Лабораторная установка "Интерферометр Маха-Цендера";

- Модульный учебный комплекс МУК-ОВ (Волновая оптика);
- Компьютер Intel Core I5;
- Лазер с гауссовым резонатором LS-2132UTF;
- Прецизионный, автоматический спектрофлуориметр на базе монохроматора МДР-23;
- Модуль ФЭУ в составе: ФЭУ PMC-100-20 с контроллером управления DCC-100, пр-ль Becker&Hickl;
- Детектор для ИК области InGaAs KitKIT-IF-25C, пр-ль MicroPhotonDevices;
- Импульсный источник излучения PICOPOWERLD 375, пр-ль Alphas.
- Оптический стол;
- Набор механико-оптический;
- Набор оптиковолоконного оборудования в составе: Ромб Френеля FR600QM; Измеритель мощности PM120VA; S120-FC адаптер; адаптер S120-SMA; Волокно многомодовое M72L02; Волокно многомодовое M72L05; Волокно одномодовое P1-630A-FC-2; ADAFC2 адаптер; адаптер ADAFC1; коннектор 30125D1; призма PS605; призма PS609; Полосовой интерференционный фильтр FL5332-10; фотодиод FDS10X10; LG4 очки защитные; фотодетектор PDA20C/M; блок питания LDS1212-EC 15.

Лаборатория атомной спектроскопии (ауд. 133):

- Лабораторная установка «Изучение внешнего фотоэффекта»;
- Лабораторная установка «Закон Стефана-Больцмана»;
- Рефрактометр ИРФ-454Б2М;
- Оптическая скамья ОСК-2.

Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации (ауд. 133).

Перечень необходимого программного обеспечения:

- WinPro 8 RUSUpgrdOLPNLAcademic (Дог. 3010-07/37-14 от 18.03.2014);
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ» Сублицензионный договор 3010-06/05-21 от 11.06.2021
- Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product (Дог. 3010-07/69-20 от 16.11.2020)
- Программный комплекс для ЭВМ - MathWorksTotalAcademicHeadcount – 25 (Лицензия до 31.01.2022, сублиц. контракт 3010-07/01-19 от 09.01.19)
- Система инженерного моделирования ANSYSHFACademicResearch (Дог. №3010-15/1349-14 от 19.11.2014)
- Пакет ПО для управления спектрофотометром USB 2000+ (OceanOptics), для анализа и обработки данных, Договор № 0331100013513000022 от 26.03.2013 г. (бессрочный)
- Пакет русскоязычного ПО для управления спектрометром Tensor 37 (BrukerOptics) анализа и обработки данных, Договор № 0331100013513000023 от 12.03.2013 г. (бессрочный)
- Пакет ПО для управления спектрометрическим комплексом на базе монохроматора МДР-41 (ОКБ Спектр), Контракт № 3010-07/41-16 от 25.04.2016 г. (бессрочный)

## 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-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2	Индивидуальные собеседования
2.	Основной	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1	Практико-ориентированные задания, индивидуальные собеседования
3.	Заключительный (информационно-аналитический)	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1.3 ПК-2.3 ПК-3.3	Индивидуальные собеседования
4.	Представление отчетной документации	ПК-1	ПК-1.3	Отчет по практике

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	Промежуточная аттестация форма контроля – зачет, зачет с оценкой			<i>Публичная защита отчета.</i>

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

### **20.1 Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Практико-ориентированные задания, индивидуальные собеседования с научным руководителем.

### **20.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

*Отчет по практике*

Рекомендуемая структура отчета:

- *Введение.*
- *Литературный обзор.*
- *Практическая часть.*
- *Заключение.*
- *Список цитированной литературы.*

Требования к оформлению отчета:

Отчет отражает проделанную во время учебной практики, проектно-конструкторской практики работу и должен содержать 20-30 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. Абзацный отступ автоматический (1,25 см). Текст выравнивается по ширине, а заголовки – по центру. Каждый раздел начинается с новой страницы.

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.

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 учебной вычислительной практике и приложениях обязательны ссылки на все использованные источники. Список рекомендуемой литературы оформляется по ГОСТ 7.1. – 2003. Приложения оформляются в форме схем, таблиц, рисунков, диаграмм и др. Все расчеты, выполненные с применением вычислительной техники, рекомендуется вынести в приложения.

Отчет должен быть сброшюрован.

Описание технологии проведения

В конце практики обучающийся обязан оформить отчет и сдать его на проверку руководителю от кафедры. Объем отчета 20-30 страниц формата А4, включая иллюстрации. Руководитель составляет отзыв с оценкой работы обучающегося. Защита отчета происходит на

студенческой конференции. Обучающийся готовит доклад с презентацией о проделанной работе продолжительностью 5 мин.

Каждому обучающемуся задаются вопросы по всем разделам учебной практики, проектно-конструкторской практики. 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 обучающегося руководителем практики.

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

Критерии оценки работы обучающихся на учебной практике по получению первичных профессиональных навыков, 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 ООП;

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