

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

ПЕРЕДОВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА (ПИШ)

УТВЕРЖДАЮ



Декан факультета  
физический

Наименование факультета

Овчинников О.В.

подпись, расшифровка подписи

05.06.2025 г.

### ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

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

1. Код и наименование направления подготовки: 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика
2. Профиль подготовки: Материалы и устройства фотоники и оптоинформатики
3. Квалификация выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию практики: кафедра оптики и спектроскопии
6. Составители программы Леонова Лиана Юрьевна, кандидат физ.-мат. наук, доцент  
Смирнов Михаил Сергеевич, доктор физ.-мат. наук, доцент
7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 04.06.2025
8. Учебный год: 2026/2027 Семестр(ы): 4

## 9. Цель практики:

Б2.В.03(Пд) Производственная практика, преддипломная имеет своей целью сбор обучающимися необходимого для выполнения выпускной квалификационной работы материала, оформление магистерской диссертации и подготовка к ее защите.

## Задачи практики:

- анализ научной литературы, посвященной методам исследования в фотонике и оптоинформатике;
- написание литературного обзора по теме выпускной квалификационной работы.
- описание основных методик измерений, используемых в проведенных исследованиях;
- описание и анализ результатов выполненной научно-исследовательской работы;
- формулировка выводов по результатам проведенных научных исследований по теме магистерской диссертации.

## 10. Место практики в структуре ООП:

Б2.В.03(Пд) Производственная практика, преддипломная - часть, формируемая участниками образовательных отношений, Блок Б2.Практика. Для освоения данной практики требуются знания и навыки, полученные в рамках освоения курсов Блока Б1.Дисциплины. Освоение данной практики формирует практические навыки, необходимые для подготовки к защите и защиты выпускной квалификационной работы, предусмотренные учебным планом направления 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика.

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

**Вид практики:** производственная, преддипломная.

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

**Форма проведения практики:** 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 | Способен анализировать научно-технические проблемы и ставить цели и задач проводимых научных исследований на основе подбора и изучения литературных и патентных источников | ПК-1.1 | Составляет план поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники и оптоинформатики | Знать: основные научно-технические базы данных и основные правила составления планов поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники<br><br>Уметь: составлять планы поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники<br><br>Владеть: навыками составления планов поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники |
|      |                                                                                                                                                                            | ПК-1.2 | Проводит поиск и анализ научно-технической информации для                                                                     | Знать: основные научно-технические базы данных и правила проведения поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|      |                                                                                                                                |        |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                                |        | создания материалов и разработки устройств фотоники и оптоинформатики                                                                                                           | <p>созданию материалов и разработке устройств фотоники.</p> <p>Уметь: проводить поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по созданию материалов и разработке устройств фотоники.</p> <p>Владеть: навыками проведения поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по созданию материалов и разработке устройств фотоники.</p>                                                                                                       |
|      |                                                                                                                                | ПК-1.3 | Представляет информацию в систематизированном виде, оформляет научно-технические отчеты                                                                                         | <p>Знать: правила представления информации в систематизированном виде и правила оформления научно-технических отчетов.</p> <p>Уметь: представлять информацию в систематизированном виде, оформлять научно-технические отчеты.</p> <p>Владеть: навыками представления информации в систематизированном виде и оформления научно-технических отчетов.</p>                                                                                                                                                           |
| ПК-2 | Способен экспериментально исследовать перспективные материалы и моделировать процессы в устройствах фотоники и оптоинформатики | ПК-2.1 | Ставит задачи и определяет набор параметров, с учетом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы устройств фотоники и оптоинформатики | <p>Знать: основные подходы к выявлению принципов и путей создания перспективных материалов, моделированию процессов в устройствах фотоники.</p> <p>Уметь: формулировать задачи для выявления принципов и путей создания перспективных материалов, моделировать процессы в устройствах фотоники.</p> <p>Владеть: навыками формулирования задач для выявления принципов и путей создания перспективных материалов, моделирования процессов в устройствах фотоники.</p>                                              |
|      |                                                                                                                                | ПК-2.2 | Осуществляет подбор оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, разрабатывает методики оптических и фотонных исследований                             | <p>Знать: правила подбора оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, подходы к разработке методик оптических и фотонных исследований.</p> <p>Уметь: осуществлять подбор оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, разрабатывать методики оптических и фотонных исследований.</p> <p>Владеть: навыками осуществлять подбор оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, разработки методик оптических и фотонных исследований.</p> |
|      |                                                                                                                                | ПК-2.3 | Проводит анализ полученных результатов моделирования работы устройств фотоники и оптоинформатики на основе физических процессов и явлений                                       | <p>Знать: правила проведения, обработки и анализа результатов исследований, составления научно-исследовательских отчетов.</p> <p>Уметь: проводить, обрабатывать и анализировать результаты исследований, составляет научно-исследовательские отчеты.</p> <p>Владеть: навыками проведения, обработки и</p>                                                                                                                                                                                                         |

|      |                                                                                                                                                                                          |        |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                                                                                          |        |                                                                                                                                                                                          | анализа результатов исследований, составления научно-исследовательских отчетов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ПК-3 | Способен выбирать научно-исследовательское и технологическое оборудование с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания материалов и устройств фотоники и оптоинформатики | ПК-3.2 | Применяет знания физических принципов работы приборов квантовой электроники и фотоники, базовых технологических процессов создания наноматериалов и устройств фотоники и оптоинформатики | <p>Знать: подходы к решению профессиональных задач с применением знаний физических принципов работы приборов квантовой электроники и фотоники, базовых технологических процессов создания.</p> <p>Уметь: решать различные профессиональные задачи, применять знания физических принципов работы приборов квантовой электроники и фотоники, базовых технологических процессов создания.</p> <p>Владеть: навыками решения различных профессиональных задач, применения знания физических принципов работы приборов квантовой электроники и фотоники, базовых технологических процессов создания.</p> |

**13. Объем практики в зачетных единицах / ак. час. — 6 / 216.**

**Форма промежуточной аттестации зачет с оценкой.**

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

| Вид учебной работы                       | Трудоемкость |              |                |
|------------------------------------------|--------------|--------------|----------------|
|                                          | Всего        | По семестрам |                |
|                                          |              | 4 семестр    |                |
|                                          |              | ч.           | ч., в форме ПП |
| Всего часов                              | 216          | 213          | 108            |
| в том числе:                             |              |              |                |
| Лекционные занятия (контактная работа)   |              |              |                |
| Практические занятия (контактная работа) | 3            | 3            | -              |
| Самостоятельная работа                   | 213          | 213          | 108            |
| Итого:                                   | 216          |              |                |

#### **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 теоретических и 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.    | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5.    | Аракелян, С. М. Введение в фемтосекундную фотонику : 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. |
| 6.    | Латышев, С.М. Конструкторско-технологические методы и средства обеспечения показателей качества оптико-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                                                                                                                                                   |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.    | ЭБС «Университетская библиотека Online» – <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>                                                    |
| 8.    | ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») – <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a> |
| 9.    | ЭБС Лань – <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>                                                                                   |

**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:

- 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 твердых 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 ОНАУС PX224/Е аналитические;
- Спектрометр волоконно-оптический VISION2GO NIR Спектрометр 950-1630 нм (Р-Аэро).
- Блоки питания лабораторные НУ3005 (Mastech).
- Блоки питания лабораторные НУ3020 (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 АКИП-4122/12;
- Ультразвуковая ванна ПСБ-1322-05;
- Ультразвуковая ванна ПСБ-1360-05.

#### Лаборатория ИК спектроскопии:

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:

- 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 Alphasalas.
- Оптический стол;
- Набор механико-оптический;
- Набор оптоволоконного 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:

- 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.

Перечень помещений АО «Корпорация НПО "РИФ"» г. Воронежа, используемых для организации практической подготовки обучающихся:

| № п/п | Наименование помещения Профильной организации, адрес                            | Перечень оборудования                             |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1     | Лаборатория лазерной интерферометрии, г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, | Оборудование лаборатории лазерной интерферометрии |

|    |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | комната 2128                                             |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2  | г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2100   | Оборудование для выращивания полупроводниковых монокристаллов, включая установку для выращивания монокристаллов методом Чохральского                                                                                                            |
| 3  | г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2116/6 | Система диффузионная однозонная СД.ОМ-3/100                                                                                                                                                                                                     |
| 4  | г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2118/2 | П/А резки п/п пластин ЭМ-225                                                                                                                                                                                                                    |
| 5  | г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2118/4 | Оборудование для отмывки и сушки поверхностей деталей, включая<br>Установка отмывки и сушки 08Ч 08ЧХИ-100-005 ЩЦД.3.240.212<br>Установка химической обработки 08ЧХИ-100-002 ЩЦМ.3.240.220                                                       |
| 6  | г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2118/1 | Установка совмещения и экспонирования ЭМ-283<br>Автомат нанесения/проявления фоторезиста 08ФИ-125/200003                                                                                                                                        |
| 7  | г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2120   | Установка магнетронного распыления 01 ИИ-7-015<br>«Оратория-2М»<br>Установка магнетронного напыления УВИ-75 И-1                                                                                                                                 |
| 8  | г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2126   | Установка нанесения фоторезиста ИНФ-6ДЦ-130-3<br>Установка совмещения и экспонирования УИСЭ-3 ДЕМ 2.207.010<br>Установка химической обработки 08ЧХИ-100-002 ЩЦМ 3.240.220                                                                       |
| 9  | г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2130   | Установка лазерной подгонки «УЛИТР» Э504-05-00.00.000 ПС                                                                                                                                                                                        |
| 10 | г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2202   | Установка монтажно-сварочная ЧАСТОТА-4М<br>Установка лазерной сварки «Квант-15»<br>Установка контроля герметичности УКТМ-2<br>Пост опрессовки У-61-01М<br>Стенд для заполнения приборов газом или смесью газов УЗГ-2<br>Термостат ДЛТ 2.998.000 |
| 11 | г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2203   | Установка микросварки УМС-ИИК<br>Установка термозвуковой микросварки УМС-21ИК-08 с блоком ИТСП-3И<br>Цифровая система подогрева ИТ 1-10 КД.ПРО<br>Сушильный шкаф СНОЛ-3.5                                                                       |
| 12 | г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2207   | Стендовое оборудование<br>Камера тепла и холода ИЗТ-1                                                                                                                                                                                           |

Перечень необходимого программного обеспечения:

- WinPro 8 RUSUpgrdOLPNLAcdmс;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»
- Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product
- Программный комплекс для ЭВМ - MathWorksTotalAcademicHeadcount – 25
- Система инженерного моделирования ANSYSHFACademicResearch
- Пакет ПО для управления спектрофотометром USB 2000+ (OceanOptics), для анализа и обработки данных
- Пакет русскоязычного ПО для управления спектрометром Tensor 37 (BrukerOptics) анализа и обработки данных
- Пакет ПО для управления спектрометрическим комплексом на базе монохроматора МДР-41 (ОКБ Спектр)

## 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<br>ПК-2   | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Индивидуальные собеседования      |
| 2.    | Основной                                 | ПК-3           | ПК-3.2                               | Практико-ориентированные задания, |

| № п/п                                                               | Наименование раздела дисциплины (модуля)            | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства                  |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                                                                     |                                                     |                |                                     | <i>индивидуальные собеседования</i> |
| 3.                                                                  | <i>Заключительный (информационно-аналитический)</i> | ПК-1<br>ПК-2   | ПК-1.3<br>ПК-2.3                    | <i>Индивидуальные собеседования</i> |
| 4.                                                                  | <i>Представление отчетной документации</i>          | ПК-1           | ПК-1.3                              | <i>Отчет по практике</i>            |
| Промежуточная аттестация<br>форма контроля – <u>зачет с оценкой</u> |                                                     |                |                                     | <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: тесты, практико-ориентированные задания, индивидуальные собеседования с научным руководителем.

#### Пример КИМ

1. В чем отличие спонтанного излучения от индуцированного?

- А. Возникает самопроизвольно в отсутствие внешних полей.
- Б. Не требует наличия резонатора.
- В. Не зависит от внешних фононов.
- Г. Энергия системы в результате этого процесса уменьшается.

2. Что такое спин электрона?

- А. Отображение электрона на комплексное поле.
- Б. Внутренняя степень свободы, связанная с вращением.
- В. Вращательное движение электрона.
- Г. Возможность описания электрона матрицами.

3. Что такое унитарный оператор?

- А. Оператор, кратный единичному.
- Б. Оператор, сохраняющий нормировку вектора.
- В. Оператор, совпадающий с транспонированным.
- Г. Оператор, задающий эволюцию квантового состояния во времени.

4. Суть явления люминесценции заключается в:

- а) свечении атомов, ионов, молекул или других более сложных частиц, возникающем в результате электронного перехода в этих частицах при их возвращении из возбужденного состояния в основное;
- б) избирательном поглощении однородной нерассеивающей системой электромагнитного излучения различных участков спектра;
- в) излучении атомов, молекул, возникающем в результате электронных переходов между энергетическими уровнями возбужденных атомов или ионов.

5. Является ли люминесценция равновесным процессом?

- а) не является;
- б) является;
- в) является при комнатной температуре.



6. Термины фотолюминесценция, электролюминесценция, рентгенолюминесценция, хемилюминесценция, катодолюминесценция относятся к классификации по
- а) механизму свечения;
  - б) источнику возбуждения;
  - в) спектральному составу и длительности свечения?
7. Отличительной чертой рекомбинационной люминесценции является
- а) маленькая полуширина спектра свечения;
  - б) ионизация центра свечения при возбуждении.
  - в) наличие метастабильного уровня?
8. Какой длине волны соответствует энергия излучения 2.3 эВ?
- а) 590 нм;
  - б) 539 нм;
  - в) 560 нм;
  - г) 600 нм.
9. Что можно использовать в качестве эталона при измерении квантового выхода люминесценции в ближней ИК области?
- а) Родамин 6G;
  - б) Флуоресцин;
  - в) Индоцианин зеленый;
  - г) Радохлорин.
10. На квантовый выход флуоресценции не влияет:
- а) длина волны возбуждающего излучения;
  - б) количество флуоресцирующего вещества;
  - в) присутствие посторонних примесей;
  - г) температура.
11. Перечислите основные механизмы работы люминесцентных сенсоров.
12. Определить теоретическую разрешающую способность дифракционного монохроматора, если размер дифракционной решётки  $l = 110$  мм с числом штрихов на миллиметр  $n = 651$  мм<sup>-1</sup>?

### **Критерии оценивания:**

#### 1) тестовые задания:

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

#### 2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи:

- 5 балла – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
- 3 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

#### 3) ответ на теоретические вопросы:

- 5 балла – обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 3 балл – обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

• 0 баллов – обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

В зависимости от набранного балла за работу, выставляется оценка:

от 10 до 20 баллов - «зачтено»;

от 0 до 9 баллов - «не зачтено»;

## 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 преддипломной 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 *оценка*.

Критерии оценки работы обучающихся на учебной практике по получению первичных профессиональных навыков, которые соотносятся с уровнями сформированности компетенций:

-оценка «отлично» выставляется при полном соответствии работы обучающегося всем трем вышеперечисленным показателям. Соответствует высокому (углубленному) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень;

-оценка «хорошо» выставляется в случае, если работа обучающегося в ходе выполнения НИР 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, не в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень;

-оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если работа обучающегося в ходе выполнения НИР не соответствует любым двум из перечисленных показателей. Соответствует пороговому (базовому) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу;

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

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Перечень типовых заданий для проведения текущей аттестации**  
**Закрытые задания**

1. В чем отличие спонтанного излучения от индуцированного?
  - А. Возникает самопроизвольно в отсутствие внешних полей.
  - Б. Не требует наличия резонатора.
  - В. Не зависит от внешних фононов.
  - Г. Энергия системы в результате этого процесса уменьшается.
2. Что такое спин электрона?
  - А. Отображение электрона на комплексное поле.
  - Б. Внутренняя степень свободы, связанная с вращением.
  - В. Вращательное движение электрона.
  - Г. Возможность описания электрона матрицами.
3. Что такое унитарный оператор?
  - А. Оператор, кратный единичному.
  - Б. Оператор, сохраняющий нормировку вектора.
  - В. Оператор, совпадающий с транспонированным.
  - Г. Оператор, задающий эволюцию квантового состояния во времени.
4. Суть явления люминесценции заключается в:
  - а) свечении атомов, ионов, молекул или других более сложных частиц, возникающем в результате электронного перехода в этих частицах при их возвращении из возбужденного состояния в основное;
  - б) избирательном поглощении однородной нерассеивающей системой электромагнитного излучения различных участков спектра;
  - в) излучении атомов, молекул, возникающем в результате электронных переходов между энергетическими уровнями возбужденных атомов или ионов.
5. Является ли люминесценция равновесным процессом?
  - а) не является;
  - б) является;
  - в) является при комнатной температуре.
6. Термины фотолюминесценция, электролюминесценция, рентгенолюминесценция, хемилюминесценция, катодолюминесценция относятся к классификации по
  - а) механизму свечения;
  - б) источнику возбуждения;
  - в) спектральному составу и длительности свечения?
7. Отличительной чертой рекомбинационной люминесценции является
  - а) маленькая полуширина спектра свечения;
  - б) ионизация центра свечения при возбуждении.
  - в) наличие метастабильного уровня?

8. Какой длине волны соответствует энергия излучения 2.3 эВ?

- а) 590 нм;
- б) 539 нм;
- в) 560 нм;
- г) 600 нм.

9. Что можно использовать в качестве эталона при измерении квантового выхода люминесценции в ближней ИК области?

- а) Родамин 6G;
- б) Флуоресцин;
- в) Индоцианин зеленый;
- г) Радохлорин.

10. На квантовый выход флуоресценции не влияет:

- а) длина волны возбуждающего излучения;
- б) количество флуоресцирующего вещества;
- в) присутствие посторонних примесей;
- г) температура.

11. Спектры поглощения и люминесценции зеркально симметричны тогда, когда:

- а) поглощение квантов энергии производится одними частицами, а их испускание другими;
- б) системы колебательных уровней основного и возбужденного состояний молекул (или других частиц) имеют одинаковое строение или очень похожи;
- в) у излучающих молекул помимо энергии возбуждения имеется еще запас колебательной энергии.

**Открытые задания (расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы):**

1. Дайте определение и назовите причины пузырности стекла.
2. Охарактеризуйте понятие «Оптическая однородность стекла».
3. Дайте определение децентрировки линз и допуска на децентровку.
4. Перечислите основные механизмы работы люминесцентных сенсоров.
5. Сформулируйте закон Вавилова.
6. Дайте определение понятия «Стоксов сдвиг» в кристалле.
7. Определить ширину запрещённой зоны полупроводника в эВ, из которого необходимо создать фотоприёмник, чувствительный в видимой и УФ области спектра? (приведите краткое решение, ответ округлите до десятых).
8. Определить теоретическую разрешающую способность дифракционного монохроматора, если размер дифракционной решётки  $l = 110$  мм с числом штрихов на миллиметр  $n = 651 \text{ мм}^{-1}$ ?
9. Определить экспериментальную разрешающую способность призмного монохроматора, если в плоскости фотоприёмника отдельно наблюдаются две линии с длинами волн  $3120.01 \text{ А}$  и  $3120.12$ ?
10. Определить ширину спектра импульсного лазера с центральной длиной волны генерации  $\lambda = 532 \text{ нм}$  в нанометрах, если длительность импульса равна  $150 \text{ фс}$ ?