


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
21.06.2023 г.

ПРОГРАММА ПРАКТИКИ
Б2.В.01(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа

1. Код и наименование направления подготовки:

12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

2. Профиль подготовки:

Перспективные материалы и устройства фотоники

3. Квалификация выпускника: _____ магистр

4. Форма обучения: _____ очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию практики: кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы:

Смирнов Михаил Сергеевич, доктор физ.-мат. наук, профессор

Кондратенко Тамара Сергеевна, кандидат физ.-мат. наук, доцент

Гревцева Ирина Геннадьевна, кандидат физ.-мат. наук, доцент

Леонова Лиана Юрьевна, кандидат физ.-мат. наук, доцент

7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 20.06.2023

8. Учебный год: 2023/2024, 2024/2025

Семестр(ы): 2, 3

9. Цель практики:

Б2.В.01(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа имеет своей целью закрепление и углубление теоретической и практической подготовки обучающихся, приобретение ими практических навыков и компетенций по выполнению научных исследований, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

Задачи практики:

- изучение патентных и литературных источников, в том числе на иностранном языке, по теме исследования с целью их использования при выполнении выпускной квалификационной работы;
- анализ научно-технических проблем и перспектив развития отечественной и зарубежной фотоники и оптоинформатики; систематизация и обобщение научно-технической информации по теме исследований;
- проведение теоретического или экспериментального исследования согласно заданиям руководителя НИР;
- подготовка и написание отчета о выполнении НИР.

10. Место практики в структуре ООП:

Б2.В.01(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа - 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 прохождения дальнейших производственных практик и написания выпускной квалификационной работы, предусмотренных учебным планом направления 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика.

11. Вид практики, способ и форма ее проведения

Вид практики: производственная, научно-исследовательская работа

Способ проведения практики: стационарная

Форма проведения практики: непрерывная.

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 к анализу состояния научно-технической проблемы и постановке 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	Знать: основные научно-технические базы данных и основные правила составления планов поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники Уметь: составлять планы поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники Владеть: навыками составления планов поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники
		ПК-1.2	Проводит поиск и	Знать: основные научно-технические

			анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по созданию материалов и разработке устройств фотоники	<p>базы данных и правила проведения поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по 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	ПК-2.3	Проводит, обрабатывает и анализирует результаты исследований, составляет научно-исследовательские отчеты	<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 анализа результатов исследований, составления научно-исследовательских отчетов.</p>
ПК-3	Способен выбирать научно-исследовательское и технологическое оборудование с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания	ПК-3.1	Проводит научные исследования в области нанофотоники, используя специализированное исследовательское оборудование, приборы и установки	<p>Знать: основные методики проведения научных исследований в области нанофотоники с использованием специализированного исследовательского оборудования, приборов и установок.</p> <p>Уметь: проводить научные исследования в области нанофотоники, используя специализированное исследовательское оборудование, приборы и установки.</p>

	материалов и устройств нанофотоники			Владеть: навыками проведения научных исследований в области нанофотоники с использованием специализированного исследовательского оборудования, приборов и установок.
		ПК-3.2	Решая различные профессиональные задачи, применяет знания физических принципов работы приборов квантовой электроники и фотоники, базовых технологических процессов создания	<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>
ПК-4	Способен разрабатывать техническое задание на исследование выбранных материалов для реализации приборов фотоники с заданными параметрами и экспериментальную проверку технологических процессов в рамках разработанной концепции, утверждать экспериментальные методики	ПК-4.1	Производит согласование возможности и порядка использования лабораторного оборудования для исследовательских и экспериментальных работ по анализу материалов и апробированию технологических процессов	<p>Знать: возможности и порядка использования лабораторного оборудования для исследовательских и экспериментальных работ по анализу материалов и апробированию технологических процессов.</p> <p>Уметь: производить согласование возможности и порядка использования лабораторного оборудования для исследовательских и экспериментальных работ по анализу материалов и апробированию технологических процессов.</p> <p>Владеть: навыками согласования возможностей и порядка использования лабораторного оборудования для исследовательских и экспериментальных работ по анализу материалов и апробированию технологических процессов.</p>
		ПК-4.2	Формулирует техническое задание на проведение исследований материалов для приборов фотоники, оптоэлектроники и для	<p>Знать: требования и нормативную документацию по формулировке технического задания на проведение исследований материалов для приборов фотоники, оптоэлектроники и оптоэлектроники для экспериментальной проверки технологических процессов.</p> <p>Уметь: формулировать техническое задание на проведение исследований материалов для приборов фотоники,</p>

			экспериментальной проверки технологических процессов	оптотехники и оптоэлектроники для экспериментальной проверки технологических процессов. Владеть: навыками формулировки технического задания на проведение исследований материалов для приборов фотоники, оптоэлектроники и оптоэлектроники для экспериментальной проверки технологических процессов.
		ПК-4.3	Производит экспертную оценку результатов исследовательских работ и принятие решения о выборе оптимального варианта технологического процесса	Знать: основы проведения экспертной оценки результатов исследовательских работ и подходы к выбору оптимального варианта технологического процесса. Уметь: производить экспертную оценку результатов исследовательских работ и принимать решения о выборе оптимального варианта технологического процесса Владеть: навыками проведения экспертной оценки результатов исследовательских работ и подходы к выбору оптимального варианта технологического процесса.

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

Форма промежуточной аттестации зачет.

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	12	252	144	144	72
в том числе:					
Лекционные занятия (контактная работа)					
Практические занятия (контактная работа)	12	4		8	
Самостоятельная работа	384	248	144	136	72
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 теоретических и экспериментальных исследований.
3.	Заключительный (информационно-аналитический)	Обработка экспериментальных данных, составление и оформление отчета.
4.	Представление отчетной документации	Публичная защита отчета по производственной практике.

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: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=566765 – 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: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=566783 – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
3.	Зверев, В. А. Основы вычислительной оптики : учебное пособие / В. А. Зверев, И. Н. Тимошук, Т. В. Точилина. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-3140-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169259 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Демтрёдер, Вольфганг. Современная лазерная спектроскопия : [учебное пособие] / В. Демтрёдер ; пер. с англ. М.В. Рябининой, Л.А. Мельникова, В.Л. Дербова ; под ред. Л.А. Мельникова. Долгопрудный : Издательский дом Интеллект, 2014. 1071 с. : ил., табл. ISBN 978-5-91559-114-0.
5.	Салех, Б.Е.А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие] : [в 2 т.] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В.Л. Дербова. — Долгопрудный : Изд. Дом "Интеллект" — 2012. — 759 с.
6.	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 : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048122.html (дата обращения: 02.11.2021). - Режим доступа : по подписке.
7.	Латыев, С.М. Конструкторско-технологические методы и средства обеспечения показателей качества оптико-электронных приборов и систем. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / С.М. Латыев, Г.В. Егоров, С.С. Митрофанов, А.М. Бурбаев. — Электрон. дан. — СПб.: НИУ ИТМО, 2012. — 112 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/40826

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

№ п/п	Ресурс
8.	ЭБС «Университетская библиотека Online» – https://biblioclub.ru/
9.	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») – http://www.studentlibrary.ru/
10.	ЭБС Лань – https://e.lanbook.com/

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

Практика, предусмотренная учебным планом, проводится на предприятии – стратегическом партнере программы из высокотехнологичного сектора промышленности региона АО «Корпорация НПО "РИФ"».

Обязанности студента при прохождении практики:

- строго соблюдать правила охраны труда;
- знать и соблюдать сроки прохождения практики на предприятии;
- полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики;
- строго выполнять указания руководителей практикой и действовать в соответствии с правилами техники безопасности, предусмотренными для конкретных рабочих мест;
- подчиняться действующим на предприятии правилам трудового внутреннего распорядка, вежливо обращаться со всеми работниками предприятия, грамотно и корректно задавать вопросы по тематике практики;
- доводить до руководителя практики обо всех нарушениях и не соблюдении правил техники безопасности всеми студентами и другими лицами, обнаруженных ими в период прохождения практики на территории предприятия;
- бережно обращаться со всеми плановыми, отчетными, статистическими, финансовыми, бухгалтерскими и иными документами предприятия, используемыми при копировании и сборе информации по заданной теме исследования;
- своевременно и качественно оформлять всю документацию, связанную с выполнением задания и прохождением практики (ведение дневника, составление схем, спецификаций, копирование чертежей и т.п.);
- в установленный срок представить руководителю практики письменный отчет по установленной форме о выполнении всех заданий и пройти аттестацию по итогам практики.

По окончании практики студент составляет письменный отчет и сдает его руководителю практики от университета в назначенный день приема отчета по практике одновременно с документами, подтверждающими его деятельность в период прохождения практики. В качестве таких документов должны быть представлены: дневник прохождения практики, подписанный руководителем практики от предприятия. Подпись лица, подписавшего дневник, должна быть заверена специалистом в отделе кадров предприятия и на этом документе должна стоять печать предприятия (можно печать отдела кадров). Подготовка отчета осуществляется студентами в течение всего времени прохождения практики.

Отсутствие зачета по любому виду практики является основанием для отчисления из университета. Студент, пропустивший без уважительных причин установленный приказом срок практики, не выполнивший программу практики и график учебного процесса, отчисляется из университета в порядке, предусмотренном Уставом ВГУ.

По результатам практики составляется отчет, структура которого определяется вышеназванными задачами в соответствии с методическими указаниями по сбору материала. В отчет включаются и результаты выполнения индивидуального задания и специального вопроса.

Содержание отчета по практике должно включать:

1. Титульный лист.
2. Содержание.
3. Задание.
4. Введение, в котором указываются: актуальность исследования, цель и задачи;
5. Основная часть, содержащую: литературный обзор по теме работы, используемые методы исследования, обработку результатов;
6. Заключение, включающее описание результатов, полученных в ходе выполнения производственной практики;
7. Список использованной литературы;

8. Приложения, которые могут включать: иллюстрации в виде фотографий, графиков, рисунков, схем, таблиц.

9. Календарный график.

Содержание дневника по прохождению практики

1. Титульный лист.

2. Предписание.

3. Индивидуальное задание.

4. График прохождения практики. Примерный регламент работ.

5. Учет работы студента-практиканта.

6. Отзыв руководителя от предприятия.

7. Отзыв руководителя от университета.

Отчет по практике оформляется в соответствии с требованиями стандартов. Выполненный и оформленный отчет по учебной практике подписывается студентом и предъявляется руководителям практики от предприятия и от университета на проверку. Отчет, удовлетворяющий предъявляемым требованиям к содержанию и оформлению, после исправления замечаний руководителя (если они имеются) допускается к защите.

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 OHAUS PX224/E аналитические;

- Спектрометр волоконно-оптический VISION2GO NIR Спектрометр 950-1630 нм (Р-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 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:

- 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 оптиковолокonnого 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 "Эффект Фарадея";
- Лабораторная установка "Интерферометр Маха-Цендера";
- Модульный учебный комплекс МУК-ОВ (Волновая оптика);
- Лабораторная установка «Изучение внешнего фотоэффекта»;
- Лабораторная установка «Закон Стефана-Больцмана»;
- Рефрактометр ИРФ-454Б2М;

Учебная лаборатория:

- Оптическая скамья ОСК-2;
- Гониометр Г-5

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, комната 2128	Оборудование лаборатории лазерной интерферометрии
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 2112/12	Оборудование для ионно-лучевого травления поверхности, Установка ионно-лучевая «Везувий-5»
4	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2114	Установка отмывки и сушки 08Ч 08ЧХИ-100-005 ЩЦМ.3.240.212
5	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2116/6	Система диффузионная однозонная СД.ОМ-3/100
6	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2118/2	П/А резки п/п пластин ЭМ-225
7	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2118/4	Оборудование для отмывки и сушки поверхностей деталей, включая Установка отмывки и сушки 08Ч 08ЧХИ-100-005 ЩЦД.3.240.212 Установка химической обработки 08ЧХИ-100-002 ЩЦМ.3.240.220
8	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2118/1	Установка совмещения и экспонирования ЭМ-283 Автомат нанесения/проявления фоторезиста 08ФИ-125/200003
9	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2120	Установка магнетронного распыления 01 ИИ-7-015 «Оратория-2М» Установка магнетронного напыления УВИ-75 И-1
10	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната	Установка нанесения фоторезиста ИНФ-6ДЦ-130-3 Установка совмещения и экспонирования УИСЭ-3 ДЕМ

	2126	2.207.010 Установка химической обработки 08ЧХН-100-002 ЩЦМ 3.240.220
11	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2130	Установка лазерной подгонки «УЛИТР» Э504-05-00.00.000 ПС
12	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2202	Установка монтажно-сварочная ЧАСТОТА-4М Установка лазерной сварки «Квант-15» Установка контроля герметичности УКТМ-2 Пост опрессовки У-61-01М Стенд для заполнения приборов газом или смесью газов УЗГ-2 Термостат ДЛТ 2.998.000
13	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2203	Установка микросварки УМС-ИИК Установка термозвуковой микросварки УМС-21ИК-08 с блоком ИТСП-3И Цифровая система подогрева ИТ 1-10 КД.ПРО Сушильный шкаф СНОЛ-3.5
14	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2201-А	Установка групповой пайки компонентов «АУРЕЛЬ» Установка разварки 1 И7.ШИМ-2.332.005
15	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2207	Стендовое оборудование Камера тепла и холода ИЗТ-1
16	г. Воронеж, ул. Дорожная, 17/2, ИТК №304, комната 2201-Б	Автомат QUADRA DVC Трафаретный принтер SR-2300 TWS AUTOMATION Установка APR-5000 Конвекционная печь TWS-1380 Установка отмывки печатных плат COMPACLEAN II

Перечень необходимого программного обеспечения:

- Microsoft Windows Server Standard;
- Microsoft Windows 8 Professional (Upgrd OLP NL Acdmc);
- MathWorks Campus-Wide Suite;
- Tanner Tools Pro IC Design Suite (TTP);
- Ansys Academic Research HF;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»;
- СПС "Консультант Плюс" для образования;
- 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 ПК-4	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-4.1 ПК-4.2	Индивидуальные собеседования
2.	Основной	ПК-3	ПК-3.1	Практико-ориентированные задания,

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
		ПК-4	ПК-3.2 ПК-4.1	<i>индивидуальные собеседования</i>
3.	<i>Заключительный (информационно-аналитический)</i>	ПК-1 ПК-2 ПК-4	ПК-1.3 ПК-2.3 ПК-4.3	<i>Индивидуальные собеседования</i>
4.	<i>Представление отчетной документации</i>	ПК-1	ПК-1.3	<i>Отчет по практике</i>
Промежуточная аттестация форма контроля – <u>зачет</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:

Требования к выполнению заданий:

Зачет выставляется на основании следующих показателей выполнения индивидуального плана производственной практики, научно-исследовательской работы:

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

регулярное и своевременное выполнение заданий, запланированной обучающемуся на период работы;

подбор методов решения задач практики и обработка полученных данных с использованием математического аппарата, ее соответствие поставленным задачам;

обсуждение, грамотное формулирование выводов, корректное представление результатов практики.

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

посещение установочного и заключительного занятий;

_____ посещение обучающимся консультаций индивидуального руководителя в ходе производственной, научно-исследовательской практики;

- посещение предприятия и выполнение производственных задач;

своевременное предоставление отчетной документации в полном объеме (обучающийся должен отчитаться о результатах практики в течение 2 дней после ее окончания).

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Отчет по практике

Рекомендуемая структура отчета:

1. Титульный лист.

2. Содержание.

3. Задание.

4. Введение, в котором указываются: актуальность исследования, цель и задачи;

5. Основная часть, содержащую: литературный обзор по теме работы, используемые методы исследования, обработку результатов;

6. Заключение, включающее описание результатов, полученных в ходе выполнения производственной практики;

7. Список использованной литературы;
8. Приложения, которые могут включать: иллюстрации в виде фотографий, графиков, рисунков, схем, таблиц.
9. Календарный график.

20.2.1 Требования к оформлению отчета:

Отчет отражает проделанную во время производственной, научно-исследовательской 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. К отчету прикладывается дневник по прохождению производственной, научно-исследовательской практики на предприятии с подписью и отзывом руководителя практики на предприятии. Подпись лица, подписавшего дневник, должна быть заверена специалистом в отделе кадров предприятия и на этом документе должна стоять печать предприятия (можно печать отдела кадров).

20.2.2 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 производственной, научно-исследовательской 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.

Примерный перечень вопросов к докладу отчета по практике:

1. Назовите цели и задачи производственной, научно-исследовательской работы.
2. Дайте обоснование выбора методов проведения исследования, планирования действий и т.д.
3. Проанализируйте кратко теоретический материал.
4. Какие задания были выполнены Вами за время проведения учебной практики?
5. Какой основной результат был получен?

Примерный перечень тестовых вопросов, направленных на проверку теоретической подготовки студентов:

1. Какую размерность имеет интенсивность света?
а) Вт/м. б) Дж/м². в) Вт/м². г) Дж/с.
2. Какой параметр лазерного излучения можно варьировать, используя коллиматор?
а) мощность. б) расходимость. в) когерентность. д) частоту.
3. Ограничители мощности лазерного излучения на эффекте обратного насыщения поглощения являются:
а) активными. б) пассивными. в) с обратной связью. г) таких не существует.
4. Ограничитель оптической мощности на эффекте фокусировки/дефокусировки лазерного излучения меняет:
а) длину волны излучения. б) мощность. в) интенсивность. г) яркость.
5. Укажите верное значение потерь мощности монохроматического оптического излучения при прохождении света через оптический элемент с показателем преломления 1.5 без просветляющего покрытия:
а) ~2%. б) ~10%. в) потерь не будет. г) ~8%.
6. Чему равна длина волны несущей частоты генерации Nd³⁺:YAG лазера?
а) 532 нм. б) 1,064 мкм. в) 0,633 мкм. г) 405 нм.
7. Времяпролетный лазерный дальномер может различить два отдельных объекта в том случае, если полученные от них сигналы не перекрываются во времени. Для этого необходимо, чтобы два объекта были разнесены в направлении лазерного луча не меньше, чем на расстояние
а) равное произведению длительности импульса на скорость света;
б) равное длине волны;
в) равное удвоенному произведению длительности импульса на скорость света;
г) кратное четному числу полуволн.
8. Какой фактор не влияет на точность измерений лазерных дальномеров?
а) нестабильность интенсивности импульсов;
б) длительность импульсов;
в) неоднородности рассеяния света на мишени (спекл-эффекты);
г) неоднородности атмосферы.
9. Передача информации на большие расстояния в оптическом диапазоне имеет ряд преимуществ, и главное среди них – огромная полоса пропускания светового канала. Пропускная способность линии связи напрямую связана с частотой несущего сигнала. Для передачи данных по оптоволокну частота колебаний несущей волны составляет величину порядка:
а) 1 ГГц; б) 10 ГГц; в) 1 ТГц; г) 100 ТГц.
10. Максимальная дальность для наземных линий оптической связи с помощью лазерного излучения составляет не более

а) 250 м; б) 1 км ; в) 4 км; г) 10 км.

11. В каком диапазоне работают лазерные радары – измерители скорости транспортных средств.

а) ультрафиолетовом; б) видимом; в) инфракрасном; г) рентгеновском.

12. Лазерная батиметрия – это методика измерения глубины, как правило, относительно мелководных прибрежных вод, с помощью сканирующего импульсного лазерного луча. На какой длине волны происходит сканирование?

а) 268 нм; б) 532 нм; в) 800 нм; г) 1064 нм.

13. Внешние потери поглощения вызваны

- а) только молекулярным строением материала волновода,
- б) наличием примесей только в виде гидроксильных групп,
- в) наличием примесей только в виде металлов,
- г) наличием примесей металлов и гидроксильных групп.

14. Обобщенным критерием технологичности оптической системы является:

- а) технологическая способность предприятия к производству данного изделия,
- б) экономическая целесообразность при заданном качестве и принятых условиях производства, эксплуатации и ремонта,
- в) минимальная себестоимость,
- г) наличие необходимой технологической оснастки,
- д) отсутствие прямых аналогов разработанного изделия,
- е) минимальное время производства изделия.

15. Числовой характеристикой пространственного конуса, внутри которого можно осуществить ввод излучения в оптическое волокно, является:

- а) числовая апертура,
- б) диаметр сердцевины волокна,
- в) относительная частота,
- г) толщина оболочки.

16. Для чего предназначен фоторезистор?

- а) Для преобразования оптического сигнала в электрический;
- б) Для преобразования электрического сигнала в оптический;
- в) Для управления интенсивностью оптического сигнала;
- г) Для управления фазой оптического сигнала

17. Чем определяется чувствительность фотодетектора?

- а) электрическим шумом;
- б) Интенсивностью излучения;
- в) Температурой фотоприёмника
- г) Длиной волны излучения

18. Чем определяется отношение сигнал/шум? (Может быть несколько вариантов ответа)

- а) тепловым шумом фотоприёмника;
- б) интенсивностью излучения;
- в) температурой фотоприёмника.
- г) площадью фотоприёмника

19. Закон о независимости спектра молекулярной фотолюминесценции от длины волны возбуждающего излучения носит название

- а) Закон Вавилова;
- б) Правило Лёвшина);
- в) Закон Стокса;
- г) Закон Кирхгофа

20. Что такое квантовый выход фотолюминесценции:

- а) Это отношение числа поглощённых квантов возбуждения к числу испущенных квантов люминесценции;
- б) Это отношение числа испущенных квантов люминесценции к числу поглощённых квантов возбуждения;

- в) Это отношение поглощённой энергии фотовозбуждения к энергии фотолюминесценции;
 - г) Это отношение энергии фотолюминесценции к энергии поглощённого фотовозбуждения;
21. Закон затухания в случае мономолекулярной кинетики люминесценции:
- а) Гиперболический;
 - б) Параболический;
 - в) Экспоненциальный;
 - г) Полиномиальный;
 - д) эллиптический
22. Устройство, которое принимает искаженный оптический сигнал на свой вход и преобразует его в почти идеальную копию сигнала, похожую на ту, какая была передана предыдущим передатчиком является
- а) оптическим усилителем,
 - б) терминатором,
 - в) лазером,
 - г) регенератором.
23. Чем отличаются лазерные источники света от естественных?
- а) Большой мощностью.
 - б) Когерентностью и направленностью.
 - в) Малой спектральной шириной.
 - г) Короткой длительностью.
24. Какое явление лежит в основе работы вакуумного фотоэлемента?
- а) внутренний фотоэффект;
 - б) внешний фотоэффект;
 - в) пирозлектрический эффект;
 - г) зависимость сопротивления от температуры;
25. Размерный эффект в спектре оптического поглощения квантовой точки проявляется по сравнению с монокристаллом:
- а) в длинноволновом сдвиге спектра;
 - б) в коротковолновом сдвиге спектра;
 - в) в коротковолновом сдвиге и появлении дискретной структуры спектра;
 - г) только в изменении оптической плотности по всему спектру.
26. Что такое концентрационная чувствительность абсорбционного метода?
- а) наименьшая концентрация вещества в растворе, достоверно определяемая указанным методом;
 - б) изменение оптической плотности при изменении концентрации вещества;
 - в) возможность получить зависимость от концентрации оптической плотности растворов исследуемого вещества;
 - г) диапазон концентраций, для которых выполняется закон Бугера.
27. Является ли люминесценция термодинамически равновесным процессом?
- а) не является;
 - б) является;
 - в) является при комнатной температуре;
 - г) процесс становится равновесным после прекращения возбуждения.
28. Выберите безызлучательные переходы в молекуле
- а) замедленная флуоресценция;
 - б) флуоресценция;
 - в) интеркомбинационная конверсия;
 - г) фосфоресценция.
29. Что необходимо для получения истинных спектров поглощения растворов исследуемых молекул?
- а) спектр поглощения кюветы с растворителем;

- б) спектр поглощения растворителя;
 - в) спектр поглощения кюветы;
 - г) провести измерения при низкой температуре.
30. Укажите пункт, в котором процессы в конкретной молекуле приведены в порядке увеличения времени затухания:
- а) фосфоресценция, флуоресценция, замедленная флуоресценция;
 - б) флуоресценция, фосфоресценция, замедленная флуоресценция;
 - в) флуоресценция, замедленная флуоресценция, фосфоресценция
 - г) замедленная флуоресценция, фосфоресценция, флуоресценция,
31. Что такое квантовый выход люминесценции?
- а) доля радиационных переходов по отношению ко всем процессам, приводящим к уменьшению заселенности возбужденного электронного состояния;
 - б) отношение излучаемой при люминесценции энергии к поглощенной энергии возбуждающего излучения;
 - в) отношение числа квантов люминесценции, испускаемых единицей объема вещества в единицу времени, к числу поглощенных фотонов возбуждающего излучения;
 - г) отношение интенсивности люминесценции к интенсивности возбуждающего излучения.
32. Что такое концентрационная чувствительность абсорбционного метода?
- а) наименьшая концентрация вещества в растворе, достоверно определяемая указанным методом;
 - б) изменение оптической плотности при изменении концентрации вещества;
 - в) возможность получить зависимость от концентрации оптической плотности растворов исследуемого вещества;
 - г) диапазон концентраций, для которых выполняется закон Бугера.

Примерный перечень практико-ориентированных и расчетных задач, направленных на проверку теоретической подготовки студентов:

Задача 1. Чему равна энергия фотона на длинах волн 1.064 мкм, 633 нм, 405 нм? Ответ дать в эВ.

Ответ: $E = 1.17$ эВ, 1.95 эВ, 3.06 эВ

Задача 2. Определить интенсивность лазерного излучения длительностью 10 нс, энергией 0.1 мДж, диаметр пучка 6.3 мм. Ответ дать в Вт/см².

Ответ: $I = 32154.34$ Вт/см²

Задача 3. Рассчитать потери мощности монохроматического лазерного излучения при прохождении оптического элемента с показателем преломления 1.74 без просветляющих покрытий. Ответ дать в %.

Ответ: 13.96 %.

Задача 4. Рассчитать энергию в импульсе лазерного излучения длительностью 20 нс, интенсивностью 45 кВт/см², диаметр пучка 0.6 см. ответ дать в мДж.

Ответ: $E = 0.25$ мДж.

Задача 5. Рассчитать энергию фотона, полученного удвоением частоты на нелинейном кристалле KDP, основная длина волны генерации 1,064 нм. Ответ дать в эВ.

Ответ: $E = 2.33$ эВ.

Задача 6. Рассчитать диаметр перетяжки лазерного излучения с длиной волны 660 нм, при условии прохождения пучка через линзу с фокусным расстоянием 15 см. Ширина пучка лазера при входе в линзу равнялась $d = 3.4$ мм. Ответ дать в мкм.

Ответ: $E = 37$ мкм.

Задача 7. Определите, сколько различных полуволен q укладывается на длине резонатора $L = 12$ см, состоящего из двух плоскопараллельных зеркал и заполненный активной средой $Y_3Al_5O_{12}$, активированный ионами Nd^{3+} и Cr^{3+} (показатель преломления $n = 1,823$). Длина волны излучения составляет $\lambda = 1064$ нм.

Ответ: $4 \cdot 10^5$.

Задача 8. Как разнесены резонансные частоты двух соседних типов продольных колебаний $\Delta\nu$ (МГц) для резонатора $L=12$ см, состоящего из двух плоскопараллельных зеркал и заполненный активной средой $Y_3Al_5O_{12}$, активированный ионами Nd^{3+} и Cr^{3+} (показатель преломления $n = 1,823$). Длина волны излучения составляет $\lambda = 1064$ нм

Ответ: 685 МГц.

Задача 9. В усилителе бегущей волны коэффициент усиления слабого сигнала $\alpha_0 = 0,1 \text{ см}^{-1}$, коэффициент нерезонансных потерь $\beta = 0,01 \text{ см}^{-1}$. Во сколько раз предельная интенсивность, которая может быть достигнута в усилителе, больше интенсивности насыщения?

Ответ: в 10 раз.

Задача 10. Определите, сколько различных полуволен q укладывается на длине резонатора $L=24$ см, состоящего из двух плоскопараллельных зеркал и заполненного активной средой: α -корунд ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), активированный ионами хрома Cr^{3+} (показатель преломления $n = 1,77$). Длина волны излучения составляет $\lambda = 693$ нм.

Ответ: $1,23 \cdot 10^6$.

Задача 11. Как разнесены резонансные частоты двух соседних типов продольных колебаний $\Delta\nu$ (МГц) для резонатора длиной $L=24$ см, состоящего из двух плоскопараллельных зеркал и заполненного активной средой: α -корунд ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), активированный ионами хрома Cr^{3+} (показатель преломления $n = 1,77$). Длина волны излучения составляет $\lambda = 693$ нм

Ответ: 353 МГц.

Задача 12. В усилителе бегущей волны коэффициент усиления слабого сигнала $\alpha_0 = 0,2 \text{ см}^{-1}$, коэффициент нерезонансных потерь $\beta = 0,01 \text{ см}^{-1}$. Во сколько раз предельная интенсивность, которая может быть достигнута в усилителе, больше интенсивности насыщения?

Ответ: в 20 раз.

Задача 13. Оценить потери при соединении оптических волокон с показателями преломления 1.5184 и 1.5045 в отсутствии воздушного зазора. Результат округлить до 10^{-4} , размерность ответа децибелы.

Ответ: 0.0001 дБ.

Задача 14. Вычислить значение числовой апертуры для оптического волокна, если коэффициенты преломления сердцевины и оболочки составляют 1.5242 и 1.5228 соответственно. Полученное значение округлить до 10^{-4} .

Ответ: 0.0653.

Задача 15. Вычислить значение числовой апертуры для оптического волокна, если коэффициенты преломления сердцевины и оболочки составляют 1.5264 и 1.5193 соответственно. Полученное значение округлить до 10^{-3} .

Ответ: 0.147.

Задача 16. Рассчитать концентрацию раствора, содержащего $Fe(III)$, по следующим данным и условиям фотометрического определения. К 1 мл искомого раствора добавлен ацетон, раствор роданида аммония и вода до 100 мл. Фотометрирование проводилось в кювете 2 см. Оптическая плотность (при 480 нм) окрашенного раствора равнялась 0.75. Молярный коэффициент светопоглощения при данных условиях равняется 14000. Ответ указать с точность до десятых в ммоль/л.

Ответ: 2.7 ммоль/л.

Задача 17. Рассчитать концентрацию урана (VI) и урана (IV) в концентрированном растворе фосфорной кислоты по следующим данным: молярный коэффициент светопоглощения:

при 410 нм для урана (IV) равен 2.0, для урана (VI) – 11;

при 630 нм для урана (IV) равен 330, для урана (VI) – 0.

При измерении исследуемого раствора найдены оптические плотности:

при 410 нм – 0.50, а при 630 нм – 0.80. Применялась кювета 1 см. Ответ представить в ммоль/л с точностью до десятых.

Ответ: 2.4 ммоль/л, 45.0 ммоль/л.

Задача 18. Коэффициент молярного поглощения окрашенного комплекса никеля с α -бензоилдиоксином при 406 нм равен 12500. Какую минимальную концентрацию никеля (в мг/л с точностью до десятых) можно определить фотометрически в кювете с длиной равной 0.5 см, если минимальная оптическая плотность, регистрируемая прибором, равна 0.02? Молярная масса никеля 58.7 г/моль.

Ответ: 0.2 мг/л.

Задача 19. Рассчитайте боровский радиус электрона для квантовых точек CdS с учетом параметров $m_e = 0.205m_0$, $m_0 = 9.1 \cdot 10^{-28}$ г, $\epsilon = 9.3$, $\hbar = 1.054 \cdot 10^{-27}$ эрг·с., $e = 4.8 \cdot 10^{-10}$ СГСЕд. Ответ приведите в нм с точностью до десятых.

Ответ: 2.4 нм.

Задача 20. Рассчитайте боровский радиус дырки для квантовых точек PbS с учетом параметров $m_h = 0.81m_0$, $m_0 = 9.1 \cdot 10^{-28}$ г, $\epsilon = 17.5$, $\hbar = 1.054 \cdot 10^{-27}$ эрг·с., $e = 4.8 \cdot 10^{-10}$ СГСЕд. Ответ приведите в нм с точностью до десятых.

Ответ: 1.1 нм.

Задача 21. Определить работу выхода для кислород-сурьмяно-цезиевого фотокатода в электрон-вольтах, если область спектральной чувствительности занимает диапазон от 200 до 900 нм?

Ответ:
$$\varphi = \frac{hc}{\lambda_{900}} = 1.38 \text{ эВ}$$

Задача 22. Определить ширину запрещенной зоны полупроводника в эВ, из которого необходимо создать фотоприёмник, чувствительный в видимой и УФ области спектра?

Ответ:
$$E_g = \frac{hc}{\lambda} = 1.6 \text{ эВ}$$

Задача 23. Установлено, что кривая затухания фотолюминесценции, зарегистрированная в полосе с максимумом 950 нм, с хорошей точностью аппроксимируется суммой трех экспонент:

$$I_i(t) = \sum (a_i \cdot \exp(t/\tau_i))$$

$$a_1 = 530 \text{ отн.ед.}, a_2 = 210 \text{ отн.ед.}, a_3 = 16 \text{ отн.ед.};$$

$$\tau_1 = 360 \text{ нс}, \tau_2 = 200 \text{ нс}, \tau_3 = 5 \text{ нс}.$$

Рассчитайте среднее время жизни люминесценции. Ответ представьте в нс с точностью до целых.

Ответ: $\langle \tau \rangle = 308 \text{ нс}$.

Задача 24. Установлено, что кривая затухания фотолюминесценции, зарегистрированная в полосе с максимумом 880 нм, с хорошей точностью аппроксимируется суммой трех экспонент:

$$I_i(t) = \sum (a_i \cdot \exp(t/\tau_i))$$

$$a_1 = 800 \text{ отн.ед.}, a_2 = 640 \text{ отн.ед.}, a_3 = 185 \text{ отн.ед.};$$

$$\tau_1 = 615 \text{ нс}, \tau_2 = 330 \text{ нс}, \tau_3 = 20 \text{ нс}.$$

Рассчитайте среднее время жизни люминесценции. Ответ представьте в нс с точностью до целых.

Ответ: $\langle \tau \rangle = 435 \text{ нс}$.

Задача 25. Установлено, что кривая затухания фотолюминесценции, зарегистрированная в полосе с максимумом 780 нм, с хорошей точностью аппроксимируется суммой трех экспонент:

$$I_i(t) = \sum (a_i \cdot \exp(t/\tau_i))$$

$a_1 = 730$ отн.ед., $a_2 = 535$ отн.ед., $a_3 = 210$ отн.ед.;

$\tau_1 = 1400$ нс, $\tau_2 = 900$ нс, $\tau_3 = 145$ нс.

Рассчитайте среднее время жизни люминесценции. Ответ представьте в нс с точностью до целых.

Ответ: $\langle \tau \rangle = 1040$ нс.

Задача 26. Установлено, что кривая затухания фотолюминесценции, зарегистрированная в полосе с максимумом 900 нм, с хорошей точностью аппроксимируется суммой трех экспонент:

$$I_i(t) = \sum (a_i \cdot \exp(t/\tau_i))$$

$a_1 = 58$ отн.ед., $a_2 = 27$ отн.ед., $a_3 = 16$ отн.ед.;

$\tau_1 = 415$ нс, $\tau_2 = 115$ нс, $\tau_3 = 36$ нс.

Рассчитайте среднее время жизни люминесценции. Ответ представьте в нс с точностью до целых.

Ответ: $\langle \tau \rangle = 275$ нс.

Задача 27. Имеется система двух последовательно расположенных кювет с растворами, оптическая плотность которых равна $D_1 = 0.18$ и $D_2 = 0.94$. Найти общую оптическую плотность D (с точностью до сотых).

Ответ: $D = 1.12$.

Приложение 1

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Физический факультет

Кафедра оптики и спектроскопии

**Отчет о прохождении производственной практики (научно-исследовательская
работа)**

Направление подготовки 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

Направленность (профиль) программы: Перспективные материалы и устройства
фотоники

Зав. кафедрой _____ .___.20__
Подпись, расшифровка, ученая степень, звание

Обучающийся _____
Подпись, расшифровка подписи

Руководитель практики от ВГУ _____
Подпись, расшифровка подписи, ученая степень, звание

*Руководитель практики от предприятия _____
Подпись, расшифровка подписи, ученая степень, звание

**Если этот руководитель есть*

Воронеж 20__