

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

д.т.н., проф. _____

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Копыльцов _____

(инициалы, фамилия)



(подпись)

« 10 » февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование оптических систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	03.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладные математика и физика
Наименование направленности	Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н.

(должность, уч. степень, звание)

03.02.2025

(подпись, дата)

Г.В. Терещенко

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3

« 03 » февраля 2025 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

03.02.2025

(подпись, дата)

А.В. Копыльцов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

04.02.2025

(подпись, дата)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Моделирование оптических систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки / специальности 03.03.01 «Прикладная математика и физика» направленности «Прикладная физика и информационные технологии в нанотехнологиях». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен проектировать сложное вакуумное технологическое оборудование электровакуумного и полупроводникового производства»

ПК-9 «Способен разрабатывать новые программы и методики испытаний инновационной продукции нанотехнологий»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с созданием объектно-ориентированных моделей оптической системы для разных уровней проектирования, реализацией математических моделей формирования изображения, в виде программных модулей.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: (лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося).

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение обучающимися комплекса знаний и навыков в области практического применения методов моделирования процессов производства оптических материалов и процессов, происходящих при распространении электромагнитного поля в таких материалах.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен проектировать сложное вакуумное технологическое оборудование электровакуумного и полупроводникового производства	ПК-1.В.1 владеть навыками проектирования вакуумной системы сложного вакуумного технологического оборудования
Профессиональные компетенции	ПК-9 Способен разрабатывать новые программы и методики испытаний инновационной продукции наноиндустрии	ПК-9.3.1 знать современные достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в наноиндустрии ПК-9.3.2 знать основные понятия, термины и определения в области испытаний инновационной продукции наноиндустрии ПК-9.3.3 знать назначение, устройство и принцип действия оборудования, используемого для измерений параметров инновационной продукции наноиндустрии ПК-9.У.1 уметь анализировать требования, предъявляемые к инновационной продукции наноиндустрии ПК-9.У.2 уметь формировать программу проведения испытаний инновационной продукции наноиндустрии, определяющую цель проведения испытаний, объем испытаний, условия испытаний ПК-9.В.1 владеть навыками выбора методов испытаний инновационной продукции наноиндустрии

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

– «Компьютерное моделирование физики тонких пленок и нанопроцессов»,

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Конструирование оптико-электронных приборов и систем»,
- «Экспериментальные методы оптики»,
- «Вычислительная оптика».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	20	20
Аудиторные занятия, всего час.	40	40
в том числе:		
лекции (Л), (час)	20	20
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	20	20
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	68	68
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Тема 1.1. Объектно-ориентированные технологии в моделировании формирования изображения в оптических системах.	7		7		20
Раздел 2. Тема 2.1 Основы разработки современного программного обеспечения систем.	7		7		20
Раздел 3. Тема 3.1 . Формирование когерентного и некогерентного изображения в оптических системах.	6		6		28
Итого в семестре:	20		20		68

Итого	20	0	20	0	68

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1	<p>Объектно-ориентированные технологии в моделировании формирования изображения в оптических системах</p> <p>1.1. Технологии программирования. Объектно-ориентированная парадигма. Объекты и типы объектов. Атрибуты и типы атрибутов. Экземпляры и состояния. Жизненный цикл и поведение объектов: сообщения, события, методы, действия.</p> <p>1.2. Принципы объектно-ориентированного анализа: абстрагирование, инкапсуляция, наследование, полиморфизм, модульность, сохраняемость, параллелизм.</p> <p>1.3. Объектно-ориентированное проектирование. Диаграмма объекта и другие документы.</p> <p>1.4. Объектно-ориентированный анализ при решении задач оптоэлектроники. Выявление объектов и их атрибутов, анализ их состояний и поведения. Выявление супертипов и подтипов.</p> <p>1.5. Требования к структуре данных при автоматизации проектирования оптических систем на различных уровнях проектирования. Объектно-ориентированная модель конструктивных параметров оптической системы с различными базовыми объектами.</p> <p>1.6. Математическое и компьютерное представление поля для векторной и скалярной модели электромагнитного поля. Объектно-ориентированная модель реального и нулевого луча.</p>
Раздел 2	<p>Основы разработки современного программного обеспечения.</p> <p>2.1. Уровни абстракции в процессе разработки программного обеспечения (архитектура, структура, реализация). Цикл разработки программного обеспечения: концептуализация, анализ, проектирование, кодирование, тестирование, эволюция, сопровождение.</p> <p>2.2. Критерии оценки качества программы. Средства и инструменты разработки программного обеспечения. Стиль программирования. Разработка программного обеспечения группой.</p> <p>2.3. Примеры пользовательских интерфейсов оптических приложений. Визуализация научных и инженерных данных. Разработка интерфейсов оптических приложений. Диалоговое окно и стандартные элементы управления,</p>

	предназначенные для ввода информации и управления работой программы. Проектирование интерфейса для работы в режиме мастер (wizard). Проектирование однодокументного и многодокументного интерфейса.
Раздел 3	Формирование когерентного и некогерентного изображения в оптических системах. 3.1. Моделирование распространения света через оптическую систему. Описание свойств освещаемых предметов. Алгоритм моделирования распространения поля через оптическую систему в когерентном и некогерентном свете. Особенности выбора численных параметров моделирования (шаг, количество элементов в выборках, охват зрачка). Использование нормирующих коэффициентов при моделировании формирования изображения в некогерентном свете.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				
1	Вычисление параксиальных характеристик	3		1
2	Расчет хода реального луча через оптический элемент	3		1
3	Создание диалогового окна и вычисление оптической силы линзы	2		2
4	Создание приложения для вычисления параксиальных характеристик с интерфейсом на основе диалогового окна	2		2
5	Создание приложения для построения хода реальных лучей через оптический элемент на основе диалогового окна	2		2
6	Создание приложения для построения хода реальных лучей через оптический элемент на основе однодокументного интерфейса	2		2

7	Моделирование формирования изображения в когерентном освещении	3		3
8	Моделирование формирования изображения в некогерентном освещении	3		3
Всего		20		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	18	18
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	20	20
Домашнее задание (ДЗ)	15	15
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	15	15
Всего:	68	68

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
629.7 И 88	Исследование оптических характеристик бортовых средств отображения информации пилотируемых летательных аппаратов: учебное пособие / А. В. Шукалов. С.-Петерб. нац. исслед. ун-т информ. технологий, механики и оптики. - СПб. : Изд-во Ун-т ИТМО,	5

	2014.	
004.9 К 63	Компьютерное моделирование / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост. В.Ю. Гамов. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2014. - 39 с.	11
https://e.lanbook.com/book/106743	Агапов, Н. А. Прикладная оптика: учебное пособие / Н. А. Агапов. — Томск: ТПУ, 2017. - 286 с.	
https://urait.ru/bcode/514212	Суханов, И. И. Основы оптики. Теория изображения : учебное пособие для вузов / И. И. Суханов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 111 с.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://fizikaguap.ru/	Образовательный ресурс кафедры физики ГУАП
http://aco.ifmo.ru/el_books/modeling_op/	Компьютерные методы моделирования оптических систем
https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/GEOOPT	Курс «Геометрическая оптика»
https://openedu.ru/course/mipt/OPTICS/	Курс «Оптика»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	MS Windows
2	MS Office
3	68710015AutoCAD R20.1.49.0.0 (лицензия: сетевая 563-59077482)
4	Microsoft Visual Studio 2017 Community 15.0.26730.15 (лицензия: GPL)
5	Dev-C++ 5 (лицензия: GPL)
6	PascalABC.NET 3.3.0.1542 (лицензия: LGPL v3)
7	Scilab 6.0.2 (лицензия: GPL)
8	Umbrello UML Modeller 2.29.0 (лицензия: GPL)

9	Oracle VM Virtual Box 5.1.28.17968 (лицензия: GPL v2)
---	---

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Учебная аудитория для практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; лабораторное оборудование: ПЭВМ - 19 шт., объединенных в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет.	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №22-08
2	Учебная аудитория для лабораторных занятий. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (1.1. Фурье – спектрометр инфракрасный. ФСМ 22111; 1.2. Система обработки данных на базе ПЭВМ, включая монитор LCD 18,5” и лазерный принтер.; 2. Спектрофотометр СФ – 56; 3.1. Фурье – спектрометр инфракрасный ФСМ 1201, включая базовое программное обеспечение FSрес; 3.2. Система обработки данных спектрометра на базе ПЭВМ, включая монитор LCD 18,5” и лазерный принтер; 4. Комплекс лабораторный ЛКО - 2Р; 5. Комплекс лабораторный ЛКО – 6Р №28; 6. Приставка зеркального отображения ПЗО – 10; 7. Приставка зеркального отображения ПЗО – 9; 8. Приставка зеркального отображения ПЗО – 45)	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №31-04а
3	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №12-03

	информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования.	
--	---	--

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Опишите, в чем различие между геометрической и оптической разностью хода световых лучей.	ПК-1.В.1
2	Объясните, какое изображение дает двояковыпуклая линза. Предложите способ определения фокусного расстояния такой линзы.	ПК-1.В.1
3	Какой класс называется абстрактным? Можно ли создать его экземпляр?	ПК-9.3.1
4	Сформулируйте определение «кратность взаимоотношения».	ПК-9.3.1
5	Перечислите типы отношений, которые могут складываться между объектами.	ПК-9.3.2
6	Дайте определение объекта оптическая система в модели с базовым объектом ДЕТАЛЬ.	ПК-9.3.2
7	Назовите принцип ООА, помогающий скрыть внутреннее устройство объекта.	ПК-9.3.3
8	Сформулируйте принцип сохраняемости.	ПК-9.3.3
9	Объясните, каким образом на диаграмме объекта отображается видимость атрибутов и методов.	ПК-9.У.1
10	Объясните, как описать оптические среды в модели оптической системы с базовым объектом ПОВЕРХНОСТЬ.	ПК-9.У.1
11	Объясните, как описывается взаимное положение ПОВЕРХНОСТЕЙ и ДЕТАЛЕЙ.	ПК-9.У.2
12	Объясните, в каком отношении находятся объекты ЛУЧ и ПУТЬ ЛУЧА.	ПК-9.У.2
13	Приведите вариант диаграммы наследования от базового объекта ПОВЕРХНОСТЬ.	ПК-9.В.1
14	Проанализируйте, какой наибольший порядок спектра можно наблюдать на дифракционной решетке, если она имеет 500 штрихов на миллиметр и ее облучают светом с длиной волны 500 нм.	ПК-9.В.1

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Оцените предельный угол полного внутреннего отражения для стекла, показатель преломления которого равен $n = 1.8$.	ПК-1.В.1
2	Предложите способ получения плоскополяризованного света с использованием отражающей поверхности.	ПК-1.В.1
3	Назовите прибор, который используется для изучения спектрального состава оптического излучения? 1) Фотометр 2) Спектрометр 3) Фотоэлемент 4) Фотоколориметр	ПК-9.3.1
4	Оцените, как соотносятся углы падения α и отражения φ света. 1) $\alpha \gg \varphi$ 2) $\alpha > \varphi$ 3) $\alpha = \varphi$ 4) $\alpha < \varphi$	ПК-9.3.1
5	Предложите метод, пригодный для оценки случайной погрешности фотометрической величины, измеряемой непосредственно. 1) Метод конечных разностей 2) Расчет среднеквадратичного отклонения 3) Метод наименьших квадратов 4) Метод зон Френеля	ПК-9.3.2
6	Выберите утверждение, соответствующее одному из основных положений геометрической оптики. 1) Свет излучается атомами при переходах их между стационарными состояниями 2) В однородной среде свет распространяется прямолинейно 3) Свет представляет собой поток частиц – фотонов 4) Свет представляет собой поперечную электромагнитную волну	ПК-9.3.2
7	Для объяснения какого явления может быть использован принцип Гюйгенса-Френеля? 1) Когерентность 2) Дифракция 3) Поляризация 4) Корпускулярно-волновой дуализм	ПК-9.3.3
8	Назовите, каким основным параметром характеризуется	ПК-9.3.3

	<p>разрешающая способность спектрального прибора?</p> <p>1) Увеличением 2) Оптической силой 3) Интенсивностью 4) Дисперсией</p>	
9	<p>Проанализируйте, если ширина щели в дифракционной решетке равна a, а расстояние между краями соседних щелей – b. Чему равен период дифракционной решетки?</p> <p>1) $b-a$ 2) $a+b$ 3) $a-b$ 4) $(a+b)/2$</p>	ПК-9.У.1
10	<p>Проанализируйте, как соотносятся углы падения и преломления при переходе света из оптически более плотной среды в менее плотную.</p> <p>1) Угол падения равен углу преломления 2) Угол падения больше угла преломления 3) Угол преломления больше угла падения 4) Угол падения не влияет на угол преломления</p>	ПК-9.У.1
11	<p>В центре выпуклой линзы приклеили монету. Как это повлияет на действительное изображение предмета?</p> <p>1) Изображение станет нерезким 2) Исчезнет периферийная часть изображения 3) Уменьшится яркость всего изображения 4) Исчезнет центральная часть изображения</p>	ПК-9.У.2
12	<p>Источник света расположен на расстоянии 30 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см. На каком расстоянии от линзы будет находиться изображение источника?</p> <p>1) 15 см 2) 20 см 3) 40 см 4) 10 см</p>	ПК-9.У.2
13	<p>Проанализируйте, какое фокусное расстояние должно быть у двояковыпуклой тонкой линзы с радиусами кривизны 5 и 10 см, изготовленной из стекла ($n = 1.5$).</p> <p>1) 5 см 2) 10 см 3) 15 см 4) 6.67 см</p>	ПК-9.В.1
14	<p>Оцените степень поляризации P света, если свет представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным. Интенсивность поляризованного света в луче равна интенсивности естественного света.</p> <p>1) 25% 2) 35% 3) 50%</p>	ПК-9.В.1

	4) 75%								
	Вопросы для проверки остаточных знаний								
15	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Укажите, что из перечисленного <u>не</u> является строгим условием для когерентности световых волн.</p> <p>1) Одинаковость амплитуд 2) Постоянство разности фаз 3) Равенство длин волн 4) Равенство частот</p> <p>Ответ: 1) Одинаковость амплитуд, поскольку для устойчивой интерференционной картины необходимы равенство длин волн (а, следовательно, и частот) и постоянство разности фаз.</p>	ПК-1							
16	<p>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Укажите, что из перечисленного ниже <u>не</u> является экспериментом по наблюдению интерференции света.</p> <p>1) Опыт Юнга 2) Опыт Франка и Герца 3) Кольца Ньютона 4) Опыт Штерна и Герлаха 5) Бипризма Френеля</p> <p>Ответ: 1, 3 и 5, так как опыты Франка и Герца, Штерна и Герлаха не связаны с оптикой.</p>								
17	<p>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите позицию из правого столбца: Проведите соответствие между оптически прозрачными средами и величиной их абсолютного показателя преломления.</p> <table><tr><td>Среда</td><td>Показатель преломления</td></tr><tr><td>1) Вода</td><td>А) $n = 2.42$</td></tr><tr><td>2) Алмаз</td><td>Б) $n = 1.33$</td></tr><tr><td>3) Воздух</td><td>В) $n = 1$</td></tr></table> <p>Ответ: 1-Б, 2-А, 3-В</p>		Среда	Показатель преломления	1) Вода	А) $n = 2.42$	2) Алмаз	Б) $n = 1.33$	3) Воздух
Среда	Показатель преломления								
1) Вода	А) $n = 2.42$								
2) Алмаз	Б) $n = 1.33$								
3) Воздух	В) $n = 1$								
18	<p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо: Расположите перечисленные виды электромагнитного излучения в порядке <u>возрастания</u> длины волны.</p> <p>А) Оранжевый свет Б) Фиолетовый свет В) Инфракрасное излучение Г) Ультрафиолетовые лучи</p> <p>Ответ: ГБАВ</p>								
19	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный								

	<p><i>ответ:</i> Объясните, при каких условиях наблюдается явление полного внутреннего отражения света.</p> <p>Ответ: Полное внутреннее отражение наблюдается в том случае, когда свет падает из оптически более плотной среды в менее плотную под некоторым критическим углом.</p>								
20	<p><i>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i> Укажите, какой тип будет иметь двояковыпуклая линза.</p> <p>1) Собирающая 2) Рассеивающая 3) Искажающая 4) Выпрямляющая</p> <p>Ответ: 1) Собирающая, в силу взаимной ориентации сферических поверхностей.</p>	ПК-9							
21	<p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i> Отметьте основные типы спектральных приборов.</p> <p>1) Призмённые 2) Зеркальные 3) Линзовые 4) Дифракционные</p> <p>Ответ: 1 и 4, поскольку основным элементом спектрального прибора является диспергирующий элемент, а линзы и зеркала дисперсию не создают.</p>								
22	<p><i>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите позицию из правого столбца:</i> Установите соответствие между диапазоном длин электромагнитных волн и их типом.</p> <table><tr><td>Тип электромагнитного излучения</td><td>Диапазон</td></tr><tr><td>1) УКВ</td><td>А) ~400 – 800 нм</td></tr><tr><td>2) Видимый свет</td><td>Б) ~ 10 – 400 нм</td></tr><tr><td>3) Ультрафиолетовое излучение</td><td>В) ~ 1 мм – 10 м</td></tr></table> <p>Ответ: 1-В, 2-А, 3-Б</p>		Тип электромагнитного излучения	Диапазон	1) УКВ	А) ~400 – 800 нм	2) Видимый свет	Б) ~ 10 – 400 нм	3) Ультрафиолетовое излучение
Тип электромагнитного излучения	Диапазон								
1) УКВ	А) ~400 – 800 нм								
2) Видимый свет	Б) ~ 10 – 400 нм								
3) Ультрафиолетовое излучение	В) ~ 1 мм – 10 м								
23	<p><i>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</i> Упорядочьте приведенные типы поляризации электромагнитных волн по возрастанию степени поляризации.</p> <p>А) Линейная поляризация Б) Естественный свет В) Частично поляризованный свет</p> <p>Ответ: БВА</p>								

24	<p><i>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:</i></p> <p>Объясните, какие факторы ограничивают возможность наблюдения внешнего фотоэффекта.</p> <p>Ответ: Внешний фотоэффект наблюдается до красной границы – минимальной частоты падающего излучения, при которой оно способно вырвать электрон с поверхности облучаемого вещества.</p>	
----	---	--

Примечание. Система оценивания тестовых заданий различного типа:

1) **Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора** считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2) **Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора** считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3) **Задание закрытого типа на установление соответствия** считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4) **Задание закрытого типа на установление последовательности** считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5) **Задание открытого типа с развернутым ответом** считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный – 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- лекции согласно разделам (табл.3) и темам (табл.4)

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

В течение семестра каждый студент в соответствии с рабочей программой по дисциплине должен выполнить определенное число лабораторных работ. На каждую лабораторную работу планируется не менее двух занятий: одно на выполнение измерений, и одно на защиту отчета. Отчет пишется не во время занятий, а дома или в библиотеке.

В начале семестра до начала занятий студент должен быть проинструктирован по технике безопасности при проведении лабораторных работ. Прохождение инструктажа фиксируется в специальном журнале; там нужно обязательно расписаться.

В лабораторию студенты должны приходить подготовленными к назначенной работе. Необходимо заранее прочитать описание работы и теоретические сведения из соответствующего раздела курса. Не забывайте о рекомендованной литературе и обязательно получите в библиотеке все пособия, выпускаемые кафедрой.

Выполнять работу студенту разрешается, лишь после допуска, полученного после беседы с преподавателем. Преподаватель должен убедиться, что студент понимает:

- какие явления он будет наблюдать и исследовать;
- какая цель перед ним поставлена;
- какими приборами и как ведутся измерения;
- как следует проводить эксперимент.

Полученный допуск к работе отмечается преподавателем в журнале.

В процессе выполнения лабораторной работы нужно обязательно заполнить протокол измерений. У каждого студента протокол измерений должен быть свой; ведение одного протокола несколькими студентами вместе не допускается. Протокол ведется на листе формата А4. В протоколе должно быть отражено: точное полное название и номер лабораторной работы в соответствии с методическим пособием; фамилия, инициалы студента и номер группы; фамилия и инициалы преподавателя; таблица технических характеристик измерительных приборов (название прибора, рабочий диапазон, цена деления, класс точности и др.); параметры установки, на ней указанные; результаты измерений; дата и подпись студента.

Все записи должны вестись авторучкой, шариковой, капиллярной или гелевой ручкой. Запись наблюдений и данных карандашом не допускается, карандашом можно лишь чертить таблицы и графики. Ведение «черновиков протокола» и переписывание их в конце занятия начисто не рекомендуется; это ненужная трата времени и возможность допустить ошибку при переписывании. Старательность и аккуратность лучше проявить при оформлении отчета.

По окончании измерений протокол обязательно дается на подпись преподавателю. Без этой подписи протокол считается недействительным. Подпись студента в протоколе обозначает, что он отвечает за все проведенные измерения, а подпись преподавателя означает, что работа действительно выполнялась и указанные значения действительно получены именно тем студентом, который составил протокол.

По результатам, зафиксированным в протоколе измерений, студент дома пишет отчет и защищает его на следующем занятии. При защите отчета могут быть заданы любые вопросы по теории изучаемого явления и по полученным результатам. За принятый отчет преподаватель выставляет студенту оценку и после этого сообщает номер и название следующей лабораторной работы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать следующие разделы:

1. Цель работы.

Она сформулирована в описании лабораторной работы, отсюда ее следует переписать.

2. Описание лабораторной установки.

Описание установки должно быть кратким. Следует ограничиться функциональной или электрической схемой установки. Не нужно приводить внешнего вида приборов. Далее необходимо описать эксперимент и перечислить измерительные приборы в таблице технических характеристик, перенесенной из протокола измерений.

3. Рабочие формулы.

Рабочими называются только те формулы, по которым непосредственно производятся вычисления исследуемых величин. Слева в формуле должно стоять то, что следует определить, справа - то, что измерялось в работе или известно. Все приведенные формулы должны быть пронумерованы.

Вывод формул и промежуточные выражения в этом разделе приводить не нужно. Формулы для вычисления погрешностей и проведения математической обработки результатов измерений в этом разделе тоже не приводятся.

4. Результаты измерений и вычислений.

В этом разделе отчета должны быть приведены все измеренные и вычисленные результаты. По возможности, их нужно представлять в виде наглядных таблиц. В приводимых значениях нельзя оставлять лишние десятичные разряды (подробнее об этом пойдет речь ниже). В работе может быть несколько заданий, все они должны быть приведены в этом разделе.

5. Примеры вычислений.

В этом разделе отчета должны быть приведены подробные примеры вычислений по каждой рабочей формуле. Не нужно приводить всех вычислений, вполне достаточно одного примера по каждой формуле. Этот раздел нужен для того, чтобы преподавателю было легче найти ошибку в вычислениях или измерениях, если таковые встретятся.

6. Вычисление погрешностей.

В этом разделе отчета должны быть представлены формулы, по которым проводилась математическая обработка результатов измерений. Должны быть выведены формулы, по которым вычислялись систематические и случайные погрешности и представлены примеры вычислений по каждой из них.

Этот раздел отчета самый сложный для студентов. По нему больше всего вопросов, в нем больше всего ошибок. Теория погрешностей обычно бывает написана для подготовленного читателя, знакомого с высшей математикой. В настоящем пособии авторы постарались оставить лишь самое важное по этой теме и изложить материал по возможности просто.

7. Графики и рисунки.

Небольшие графики и рисунки размещаются в тексте, а большие - формата А4 - приводятся на отдельном листе. В любом случае они должны быть подписаны и пронумерованы, на них должны быть ссылки в тексте отчета. Графики обязательно выполняются на миллиметровой бумаге. На каждой оси должно быть обозначено, какая величина и в каких единицах вдоль нее откладывается. На самих осях должны быть нанесены только узлы координатной сетки. Измеренные на опыте значения подписывать на осях не следует. На график обязательно наносятся все экспериментальные точки, и проводится соединяющая их линия. Около одной или нескольких точек откладываются систематические погрешности соответствующих измерений (подробнее об этом пойдет речь ниже).

8. Окончательные результаты, их обсуждение, выводы.

В этом разделе отчета нужно подвести итог проделанной работы. Следует написать, какие получены величины, и с какими погрешностями.

Если измерения проводились разными методами, то обязательно нужно сравнить эти результаты и их погрешности, сделать заключение, какой метод лучше, точнее, удобнее.

Если известно табличное значение измеренной величины, то нужно обязательно сравнить его с полученным на опыте значением и дать аргументированное заключение об их совпадении или несовпадении.

Если в работе значения одной и той же величины получены экспериментально и теоретически, то эти результаты нужно обязательно сравнить и дать аргументированное заключение об их совпадении или несовпадении.

В случае, когда между сравниваемыми величинами имеются недопустимые расхождения, это нужно обязательно отметить в отчете и высказать предположение о возможных причинах этого несовпадения.

Если в работе ставилось целью проверить какой-то физический закон или изучить явление, то в данном разделе необходимо дать обоснованный ответ на поставленный вопрос.

Вывод должен соответствовать цели работы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

Методические указания по выполнению лабораторных работ приведены в следующих пособиях, имеющихся в библиотеке ГУАП в напечатанном и электронном виде:

1. Механика. Колебания и волны. Молекулярная физика. Лабораторный практикум // И.И. Коваленко, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, Г.Л. Плехоткина, Д.Е. Погарев, В.К. Прилипко, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин. СПбГУАП, 2014. 132 с.

2. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум // А.В. Копыльцов, Е.Н. Котликов, Н.П. Лавровская, Ю.А. Новикова, В.К. Прилипко, Г.В. Терещенко. СПбГУАП, 2021. 103 с.

3. Волновая оптика. Лабораторный практикум // Е.Н. Котликов, И.П. Крехтунова, Н.П. Лавровская, Ю.А. Новикова, А.Н. Тропин. СПбГУАП, 2013. 68 с.

4. Волновая оптика. Учебно-методическое пособие // Е.Н. Котликов, Ю.А. Новикова, Г.В. Терещенко. СПбГУАП, 2019. 118 с.

Квантовая физика. Лабораторный практикум // В.М. Андреев, М.Ю. Егоров, И.И. Коваленко, А.В. Копыльцов, Е.Н. Котликов, И.П. Крехтунова, Н.П. Лавровская, Ю.А. Новикова, Д.А. Попов, В.К. Прилипко, Г.В. Терещенко, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин. СПбГУАП, 2021. 90 с.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется по календарному учебному графику. Сроки контрольных мероприятий и сроки подведения итогов отображаются в рабочих учебных планах на семестр. Обучающийся должен выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренные на данный семестр, после чего преподаватель проставляет балльные оценки, набранные студентами по результатам текущего контроля.

Основными формами текущего контроля знаний, обучающихся являются: устный опрос на лекционных или практических занятиях; защита лабораторных работ. Средствами текущего контроля знаний, обучающихся могут быть: беседы преподавателя и обучающегося; контрольные вопросы и задания. Контрольное мероприятие считается выполненным, если за него студент получил оценку в баллах не ниже минимальной оценки, установленной преподавателем по данному мероприятию.

Ликвидация задолженности, образовавшейся в случае пропуска обучающимся занятий без уважительной причины, отказа, обучающегося от ответов на занятиях, неудовлетворительного ответа, обучающегося на занятиях, неудовлетворительного выполнения контрольных, лабораторных и практических работ может осуществляться на индивидуальных консультациях.

Результаты текущего контроля успеваемости обучающихся служат основой для промежуточной аттестации: получения зачета по учебной дисциплине или допуска к дифференциальному зачету или экзамену по учебной дисциплине.

В течение семестра для допуска к дифференциальному зачету или экзамену студенту необходимо сдать не менее 75% лабораторных и практических работ, выполнить тестирование в системе дистанционного обучения ГУАП <https://lms.guap.ru> не ниже оценки «удовлетворительно». В случае невыполнения вышеизложенного студент, при успешном прохождении промежуточной аттестации, не может получить аттестационную оценку выше «удовлетворительно».

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Основными ориентирами при подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине являются конспект лекций и перечень рекомендуемой литературы. При подготовке к сессии обучающемуся рекомендуется так организовать учебную работу, чтобы перед первым днем начала сессии были сданы и защищены все лабораторные работы. Основное в подготовке к сессии – это повторение всего материала курса, по которому необходимо пройти аттестацию. При подготовке к сессии следует весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнения работы.

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации».

студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой