

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

ДОЦ., К.Т.Н.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Гладкий

(инициалы, фамилия)



(подпись)

« 4 » февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная оптика»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Оптотехника
Наименование направленности	Оптико-электронные приборы и комплексы
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)

Б.В. Лобанов

(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 №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



04.02.2025

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Прикладная оптика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.02 «Опtotехника» направленности «Опτικο-электронные приборы и комплексы». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и опτικο- электронных приборов, комплексов и их составных частей»

ПК-2 «Способность к математическому моделированию процессов и объектов опtotехники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов»

ПК-3 «Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, опtotехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием, расчетом типовых оптических систем, синтезом типовых элементов, компьютерным проектированием оптики.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента, курсовое проектирование.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

- получение студентами необходимых знаний и навыков в области техники и оптики лазеров;
- предоставление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в использовании, создании, расчетах лазерных систем;
- создание поддерживающей образовательной среды преподавания для освоения технических дисциплин.

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

1.2. 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 Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей	ПК-1.3.1 знать требования, предъявляемые к разрабатываемой оплотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам ПК-1.У.2 уметь анализировать и определять требования к параметрам, предъявляемым к разрабатываемой оплотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов ПК-1.В.1 владеть навыками определения, корректировки и обоснования технического задания в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов оптических и оптико-электронных приборов
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способность к математическому моделированию процессов и объектов оплотехники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	ПК-2.3.1 знать различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении конкретных оптических задач ПК-2.У.1 уметь разрабатывать алгоритмы, реализовывать математические и компьютерные модели для моделирования оптических явлений на языке высокого уровня с использованием объектно-ориентированных технологий, в том числе с использованием искусственного интеллекта ПК-2.У.2 уметь разрабатывать библиотеки и подпрограммы (макросы) для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля оплотехники
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с	ПК-3.3.1 знать типовые системы и приборы оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях, включая разработанные, в том числе, с использованием искусственного интеллекта

	техническим заданием типовых систем, приборов, оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	ПК-3.У.1 уметь определять физические принципы действия типовых систем и приборов, оптотехники в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов, программных средств проектирования и конструирования ПК-3.У.2 уметь разрабатывать функциональные, структурные схемы систем и приборов оптотехники в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов, программных средств проектирования и конструирования ПК-3.В.1 владеть методиками расчета, моделирования действий, визуализации, анализа результатов оптических элементов и систем с использованием специализированного программного обеспечения
--	--	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»;
- «Математика. Математический анализ»;
- «Физика».

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

- «Оптоэлектронные приборы и системы»;
- «Оптика лазеров».

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	
		№6	№7
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	8/ 288	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	68	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	102	51	51
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	72	36	36

Самостоятельная работа , всего (час)	114	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз.	Экз.	Экз.

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)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Основы фотометрии	6	4			19
Раздел 2. Тепловое излучение	6	4	7		19
Раздел 3. Приемники оптического излучения	5	9	10		19
Итого в семестре:	17	17	17		57
Семестр 7					
Раздел 4. Источники оптического излучения	6				19
Раздел 5. Спектральные приборы	6		9		19
Раздел 6. Оптические системы	5		8		19
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	17		17	17	57
Итого	34	17	34	17	114

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	Основы фотометрии Основные энергетические фотометрические величины и единицы их измерения. Основные световые фотометрические величины и единицы их измерения. Принципы визуальной и объективной фотометрии. Фотометры.
Раздел 2	Тепловое излучение Тепловое излучение. Основные свойства, понятия и характеристики. Законы теплового излучения. Формула Планка. Абсолютно черное тело. Серое тело. Селективно излучающие тела. Применение законов теплового излучения. Оптическая пирометрия.
Раздел 3	Приемники оптического излучения Фотографическая фотометрия. Фотоэлектрическая фотометрия. Классификация, основные параметры и характеристики приемников оптического излучения.

	Тепловые приемники оптического излучения. Болометры и пироэлектрические приемники. Тепловые приемники оптического излучения. Термоэлектрические и акустооптические приемники оптического излучения. Приемники оптического излучения на основе внешнего фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент. Приемники оптического излучения на основе внешнего фотоэффекта. Фотоэлектронный умножитель. Приемники оптического излучения на основе внутреннего фотоэффекта. Фоторезисторы. Приемники оптического излучения на основе внутреннего фотоэффекта. Фотодиоды.
Раздел 4	Источники оптического излучения Классификация источников оптического излучения. Лазерные источники излучения. Источники теплового излучения. Светодиоды.
Раздел 5	Спектральные приборы Спектральный прибор: дисперсия и разрешающая способность. Спектральный прибор: светосила и относительное отверстие. Призменные спектральные приборы. Дифракция света на двух щелях. Дифракционная решетка. Спектральные приборы с дифракционной решеткой. Спектральные приборы с дифракционной решеткой. Оптические схемы монохроматоров. Приборы с вогнутой дифракционной решеткой. Интерференционные приборы. Бизеркала Френеля. Бипризма Бийе. Интерференция в плоскопараллельных пластинках. Полосы равного наклона. Интерферометр Жамена. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Релея. Интерферометр Фабри-Перо. Пластина Люммера - Герке. Интерферометр Маха-Цендера. Основы Фурье-спектроскопии. Преимущества Фурье-спектрометров. Выигрыш Фелжета. Выигрыш Жакино. Основные понятия и определения геометрической оптики. Законы геометрической оптики. Преломление и отражение света на сферической поверхности. Различные типы искажений изображения в оптических системах
Раздел 6	Оптические системы Оптические системы Элементная база оптики. Пластины, зеркала, призмы, клинья, линзы, несферические поверхности, растры, фоконы, граданы, дифракционные элементы. Основы расчета и проектирования оптических систем. Цели, задачи и этапы проектирования, габаритный расчет типовых оптических систем, синтез типовых элементов, компьютерное проектирование оптики – анализ и компьютерное моделирование оптических систем, оптимизация, оценка качества изображения.

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	Трудоемк ость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6					
1	Основы фотометрии	Решение задач	4		1
2	Тепловое излучение	Решение задач	4		2
3	Приемники оптического излучения	Решение задач	4		3
4	Правила выполнения чертежей и схем оптических деталей	Решение задач	5		3
Всего			17		

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 6				
1	Проверка законов теплового излучения	4		2
2	Внешний фотоэффект	4		3
3	Дифракция лазерного излучения	3		3
4	Поляризация лазерного излучения	3		3
5	Опыты Столетова по фотоэффекту	3		2
Семестр 7				
1	Интерференция света (компьютерная работа)	3		5
2	Дифракция света (компьютерная работа)	3		5
3	Дисперсия света (компьютерная работа)	3		5
4	Бипризма Френеля	4		6
5	Кольца Ньютона	4		6
Всего		34		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсовой работы: представление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в использовании, создании, расчетах лазерных систем; в соответствии с индивидуальным заданием по конструктивным параметрам (радиусы кривизны поверхностей R_1, R_2, R_3 , толщины d_1 и d_2 , марки стекол линз) определить $f, f', S_F, S'_F, S_H, S'_H$ склеенного объектива и его компонентов.

Часов практической подготовки: 17

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

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 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	28	14	14
Курсовое проектирование (КП, КР)	28	14	14
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	28	14	14
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	30	15	15
Всего:	114	57	57

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)
[621.373.826В 18]	Котликов Е.Н, Варфоломеев Г.А. Оптика лазеров. СПб.: ГУАП. 2007.	ФО(5), ГС(28)
[681.785.6(075)П 79]	Котликов Е.Н, Варфоломеев Г.А., Н.П.Лавровская, А.Н.Тропин, Е.В.Хонинева. Проектирование, изготовление и исследование интерференционных покрытий. СПб.: ГУАП. 2010.	ФО(5), ГС(15)
53 Т76	Курс физики: учебное пособие / Т. И. Трофимова. - 21-е изд., стер. - М.: Академия, 2015. - 560 с.: рис., табл. - (Высшее образование). - Предм. указ.: с. 537 -549. - ISBN 978-5-4468-2023-8	94
https://znanium.com/catalog/product/1093071	Иродов, И. Е. Волновые процессы. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. — 8-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 266 с.	
https://znanium.com/catalog/product/1984918	Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. - 12-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 322 с.	
https://znanium.com/catalog/product/1984909	Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие / И.	

	Е. Иродов. - 8-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 261 с.	
https://urait.ru/bcode/425490	Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика: учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. - 2-е изд. -Москва: Издательство Юрайт, 2019. - 441 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://new-science.ru/category/fizika/	Интернет-журнал «Новая Наука». Раздел физика
https://ufn.ru/ru/	Электронная версия журнала «Успехи физических наук», Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук
https://zanauku.mipt.ru/category/science/physics/	Электронная версия журнала «За науку»
https://openedu.ru/	Образовательная платформа «Открытое образование»
https://fizikaguap.ru/	Образовательный ресурс кафедры физики ГУАП

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

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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	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 информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования.	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-01
2	Учебная аудитория для практических занятий, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (лабораторный комплекс ЛКК-2М №36 и №37 (НТЦ «Владис», г. Москва); лабораторные стенды И-АЧТ-ПО, УИС-АВ-ДР, УИС-АВ-УСП-ПО (ООО Профобразование, г. Казань); установки ФПК-03, ФПК-05, ФПК-10 (НПП «Учебная техника», г. Москва)).	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-05.
3	Учебная аудитория для лабораторных занятий. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование. (лабораторный комплекс ЛКК-2М №36 и №37 (НТЦ «Владис», г. Москва); лабораторные стенды И-АЧТ-ПО, УИС-АВ-ДР, УИС-АВ-УСП-ПО (ООО Профобразование, г. Казань); установки ФПК-03, ФПК-05, ФПК-10 (НПП «Учебная техника», г. Москва)).	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-03.
4	Учебная аудитория для лабораторных занятий. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (модульные лабораторные установки по электромагнетизму: ФПЭ – 03, ФПЭ – 07, ФПЭ – 05, ФПЭ – 08, ФПЭ – 11, ФПЭ – 12, ФПЭ – 04 (ООО «Интос» г. Москва); микросистемы; лабораторные работы по волновой оптике: 1.Бипризма Френеля, 2.Кольца Ньютона, 3.Дифракция плоских волн, 4.Дифракционная решетка,	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-06

	5.Поляризация света, 6.Определение длин волн спектральных линий; лабораторный стенд ИТЗ-ЭМ-П-ПО (ООО «Профобразование» г. Казань)).	
--	---	--

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
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

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»	– 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»	– 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»	– 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.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– 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; – 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
1	Сформулируйте закон отражения света.	ПК-1.3.1
2	Проанализируйте, где свет движется быстрее – в алмазе ($n = 2.42$) или в воде ($n = 1.33$). Во сколько раз различаются скорости света в данных средах?	ПК-1.У.2
3	Оцените ситуацию: луч света падает на границу раздела двух веществ под углом 30° . Показатель преломления первой среды равен 2.4. Возможно ли, чтобы отраженный и преломленный лучи были перпендикулярны друг другу? Если да, определите показатель преломления второй среды.	ПК-1.В.1
4	Что такое абсолютно черное тело?	ПК-2.3.1
5	Во сколько раз изменится поток энергии от нити накаливания лампы, если удвоить ее температуру? Обоснуйте ваш ответ, опираясь на закон Стефана-Больцмана.	ПК-2.У.1
6	Расположите следующие спектральные классы звезд в порядке возрастания абсолютной температуры: А – белые звезды, G – желтые, M – красные, O – голубые Используйте в ответе законы излучения абсолютно черного тела. Объясните полученную закономерность изменения цвета.	ПК-2.У.2
7	Что называется внешним фотоэффектом?	ПК-3.3.1
8	Может ли видимое излучение вызвать фотоэффект в пластине из металла, работа выхода которого равна 3.5 эВ? Обоснуйте свой ответ.	ПК-3.У.1
9	Фотон с длиной волны $\lambda = 97,04$ пм рассеялся на неподвижном электроны под углом $\theta = 90^\circ$. Предложите способ определения относительного изменения длины волны фотона при комптоновском рассеянии. Рассчитайте его величину в указанном случае. Комптоновская длина волны равна 2,426 пм.	ПК-3.У.2
10	Объясните причину возникновения тормозного рентгеновского излучения.	ПК-3.В.1
11	Объясните, как энергия фотона связана с длиной световой волны. Обоснуйте ваш ответ.	ПК-1.3.1
12	Оцените по порядку величины время жизни квантового состояния, энергия которого характеризуется размытием порядка $\Delta E \approx 0.1$ эВ.	ПК-1.У.2

13	Атом водорода находится в основном состоянии. Какой длины волны излучение может испустить данный атом? Обоснуйте ваш ответ, используя постулаты Бора.	ПК-1.В.1
14	Объясните, чем отличается характер заполнения состояний квантовой системы фермионами и бозонами.	ПК-2.3.1
15	Посчитайте, сколько электронов может находиться в основном состоянии в атоме.	ПК-2.У.1
16	Посчитайте, сколько электронов в атоме, у которого целиком заполнена внешняя 2p-оболочка. Атом какого вещества имеет такую электронную конфигурацию?	ПК-2.У.2
17	Опишите принцип работы лазера по трехуровневой схеме.	ПК-3.3.1
18	Лазер работает по трехуровневой схеме. Энергия основного состояния $E_1 = -8$ эВ, энергия возбужденного состояния $E_2 = -5$ эВ, энергия метастабильного состояния $E_3 = -5.2$ эВ. Определите длину волны, на которой происходит рабочее излучение.	ПК-3.У.1
19	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-3.У.2
20	Плоскополяризованный свет падает на анализатор так, что плоскость поляризации составляет угол 30° с плоскостью анализатора. Во сколько раз уменьшится интенсивность света в указанном случае?	ПК-3.В.1

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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
1	Расчет параксиальных параметров двухлинзового склеенного объектива В соответствии с индивидуальным заданием по конструктивным параметрам (радиусы кривизны поверхностей R_1, R_2, R_3 , толщины d_1 и d_2 , марки стекол линз) определить $f, f', S_F, S'_F, S_H, S'_H$ склеенного объектива и его компонентов.

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	Укажите явление, которое именуется интерференцией волн? 1) Огибание волнами препятствий 2) Наложение друг на друга волн, идущих от когерентных	ПК-1.3.1

	источников 3) Отклонение волн от первоначального направления распространения при переходе из одной среды в другую 4) Зависимость фазовой скорости от длины волны	
2	Проанализируйте, каким должен быть угол падения светового луча, чтобы отраженный луч составлял с падающим угол 40°. 1) 25° 2) 55° 3) 20° 4) 45°	ПК-1.У.2
3	Проанализируйте, чему равен абсолютный показатель преломления среды с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 16$ и магнитной проницаемостью $\mu = 1$? 1) $1/32$ 2) $1/4$ 3) 4 4) $1/16$	ПК-1.В.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-2.3.1
5	Оцените оптическую длину пути L из одной точки в другую, если расстояние между двумя точками прозрачной диэлектрической среды $S = 4$ м. Показатель преломления среды $n = 1.5$. Оптическая длина пути L из одной точки в другую составит... 1) 5 м 2) 6 м 3) 7 м 4) 11 м	ПК-2.У.1
6	Проанализируйте, чему равен период решетки, когда дифракционная решетка содержит 200 штрихов на миллиметр. 1) 100 мкм 2) 500 мкм 3) 200 мкм 4) 5 мкм	ПК-2.У.2
7	У какого из тел отражательная способность близка к нулю? 1) Прозрачного 2) Зеркального 3) Матового 4) Черного	ПК-3.3.1
8	Проанализируйте интенсивность света при интерференции одинаковых волн с интенсивностью I от когерентных источников в точке, в которой разность фаз равна $2\pi \cdot N$ ($N = 0, 1, 2, \dots$).	ПК-3.У.1

	1) 4*I 2) 3*I 3) I 4) 0	
9	Рассчитайте показатель преломления вещества, если скорость света при переходе луча из воздуха в некоторое вещество уменьшилась на 20%. 1) 1.2 2) 1.25 3) 0.2 4) 2.2	ПК-3.У.2
10	Оцените степень поляризации Р света, если свет представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным. Интенсивность поляризованного света в луче равна интенсивности естественного света. 1) 25% 2) 35% 3) 50% 4) 75%	ПК-3.В.1
11	Укажите, какое тело является абсолютно черным телом. 1) Поглощает все падающее на него излучение 2) Отражает все падающее на него излучение 3) Излучает в рентгеновском диапазоне 4) Излучает в видимом диапазоне	ПК-1.3.1
12	Оцените, во сколько раз увеличилась энергетическая светимость абсолютно черного тела при его нагревании с $T_1 = 1000\text{ К}$ до $T_2 = 3000\text{ К}$. 1) В 72 раза 2) В 81 раз 3) В 88 раз 4) В 64 раза	ПК-1.У.2
13	Проанализируйте, какое из приведенных высказываний противоречит квантовой теории света: 1) Интенсивность света не зависит от плотности потока фотонов и их энергии 2) Свет может излучаться и распространяться только отдельными порциями – квантами 3) Каждому из квантовых состояний, в котором находится атомная система, соответствует определенный уровень энергии 4) Для частицы не могут быть одновременно точно измерены координаты и импульс	ПК-1.В.1
14	Каким образом импульс фотона связан с длиной волны? 1) Импульс прямо пропорционален длине волны	ПК-2.3.1

	2) Импульс прямо пропорционален квадрату длины волны 3) Импульс обратно пропорционален длине волны 4) Импульс прямо пропорционален корню квадратному от длины волны	
15	Проанализируйте, как изменяется сила тока насыщения при фотоэффекте в случае уменьшения светового потока падающего света постоянной длины волны. 1) Уменьшается 2) Сначала уменьшается, затем увеличивается 3) Сначала увеличивается, затем уменьшается 4) Сначала остается постоянной, а затем уменьшается	ПК-2.У.1
16	Проанализируйте, что произойдет с кинетической энергией фотоэлектронов, если, не меняя частоты падающего света, увеличить его интенсивность в 2 раза? 1) Уменьшится в 2 раза 2) Увеличится в 4 раза 3) Не изменится 4) Увеличится в 2 раза	ПК-2.У.2
17	Укажите формулу, определяющую энергию светового кванта: 1) $E = (m \cdot c^2)/2$ 2) $E = h \cdot c$ 3) $E = h \cdot \lambda$ $E = h \cdot \nu = h \cdot \lambda / c$	ПК-3.3.1
18	Оцените величину красной границы фотоэффекта (в герцах) для катода, изготовленного из вольфрама толщиной 2 мм. Катод покрыт слоем оксида бария. Работа выхода электронов с поверхности катода равна 2 эВ. Постоянная Планка – $h = 6.6 \cdot 10^{-34}$ Дж*с. Заряд электрона – $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл. 1) $3.2 \cdot 10^{15}$ Гц 2) $4.8 \cdot 10^{15}$ Гц 3) $4.8 \cdot 10^{14}$ Гц 4) $4.8 \cdot 10^{13}$ Гц	ПК-3.У.1
19	Проанализируйте, будет ли наблюдаться фотоэффект, если пластинку из лантана облучать светом с длиной волны 600 нм? Работа выхода электрона из лантана равна 3.3 эВ. 1) Фотоэффект возможен, если катод нагреть до температуры 347 К 2) Не будет 3) Фотоэффект возможен, если дополнительно приложить к пластинке ускоряющую разность потенциалов величиной не менее 1 В 4) Фотоэффект возможен с вероятностью $p \approx 0.5$	ПК-3.У.2
20	Оцените, во сколько раз давление света, падающего перпендикулярно идеально зеркальной поверхности, больше давления света, падающего перпендикулярно идеально черной поверхности.	ПК-3.В.1

	1) 2 2) 1 3) 1.5 4) 3									
	Вопросы для проверки остаточных знаний									
21	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. 1) Одинаковость амплитуд 2) Постоянство разности фаз 3) Равенство длин волн 4) Равенство частот Ответ: 1) Одинаковость амплитуд, поскольку для устойчивой интерференционной картины необходимы равенство длин волн (а, следовательно, и частот) и постоянство разности фаз.	ПК-1								
22	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Укажите, какие из перечисленных ниже наборов трех квантовых чисел в атоме являются допустимыми. 1) $n = 1, l = 0, m = 0$ 2) $n = 0, l = 0, m = 0$ 3) $n = 2, l = 0, m = 0$ 4) $n = 2, l = 1, m = -1$ Ответ: 1, 3 и 4, поскольку главное квантовое число n не может иметь нулевое значение.									
23	Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите позицию из правого столбца: Установите соответствие между характером движения и действующей на тело силой. <table><tr><th>Движение</th><th>Сила</th></tr><tr><td>1) Равномерное прямолинейное</td><td>А) Центростремительная</td></tr><tr><td>2) Равноускоренное прямолинейное</td><td>Б) Постоянная</td></tr><tr><td>3) Равномерное вращение</td><td>В) Равная нулю</td></tr></table> Ответ: 1-В, 2-Б, 3-А		Движение	Сила	1) Равномерное прямолинейное	А) Центростремительная	2) Равноускоренное прямолинейное	Б) Постоянная	3) Равномерное вращение	В) Равная нулю
Движение	Сила									
1) Равномерное прямолинейное	А) Центростремительная									
2) Равноускоренное прямолинейное	Б) Постоянная									
3) Равномерное вращение	В) Равная нулю									
24	Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо: Расположите перечисленные ниже тела в порядке возрастания их момента инерции. Массы и характерные размеры тел считать одинаковыми. А) Шар Б) Тонкое кольцо									

	В) Цилиндр Ответ: АВБ									
25	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ: Объясните, как изменится сила тока через проводник, если при неизменной разности потенциалов на его концах и постоянной толщине проводника увеличить его длину. Ответ: При увеличении длины проводника возрастает его сопротивление, а с ростом сопротивления, в соответствии с законом Ома, уменьшается сила тока.									
26	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, скрещенные под углом 45°. Определите, во сколько раз уменьшится интенсивность в световом пучке после прохождения через анализатор. 1) В 2.5 раза 2) В 4 раза 3) В 3.5 раза 4) В 1.5 раза Ответ: 2) В 4 раза, так как после прохождения поляризатора интенсивность света ослабевает в 2 раза, а после прохождения анализатора – пропорционально квадрату косинуса угла между плоскостями поляризации.									
27	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Отметьте, какие частицы из перечисленных ниже образуются при β⁻-распаде. 1) Электрон 2) Позитрон 3) Электронное антинейтрино 4) Электронное нейтрино Ответ: 1 и 3, пара «позитрон - нейтрино» образуется при β⁺-распаде.	ПК-2								
28	Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите позицию из правого столбца: Проведите соответствие между видами магнетиков и величиной их магнитной проницаемости μ. <table><tr><td>Виды магнетиков</td><td>Магнитная проницаемость</td></tr><tr><td>1) Диамагнетики</td><td>А) μ >> 1</td></tr><tr><td>2) Парамагнетики</td><td>Б) μ < 1</td></tr><tr><td>3) Ферромагнетики</td><td>В) μ > 1</td></tr></table> Ответ: 1-Б, 2-В, 3-А	Виды магнетиков	Магнитная проницаемость	1) Диамагнетики	А) μ >> 1	2) Парамагнетики	Б) μ < 1	3) Ферромагнетики	В) μ > 1	
Виды магнетиков	Магнитная проницаемость									
1) Диамагнетики	А) μ >> 1									
2) Парамагнетики	Б) μ < 1									
3) Ферромагнетики	В) μ > 1									

29	Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо: Расположите указанные среды в порядке <u>возрастания</u> их оптической плотности. А) Вода Б) Воздух В) Алмаз Ответ: БАВ	
30	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ: Оцените, чему равен момент инерции катящегося по плоскости цилиндра массой m и радиуса R, используя теорему Штейнера. Ответ: Момент инерции цилиндра относительно оси, проходящей через его центр, равен $mr^2/2$. Применяя теорему Штейнера для новой оси вращения, находящейся от старой оси на расстоянии, равном радиусу цилиндра, находим: $mr^2/2 + mr^2 = 3mr^2/2$	
31	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Проанализируйте форму траектории заряженной частицы, движущейся в магнитном поле с постоянной скоростью перпендикулярно к линиям индукции. 1) Спираль 2) Прямая 3) Парабола 4) Окружность Ответ: 4) Окружность, поскольку в указанном случае сила Лоренца, являющаяся центростремительной силой, всегда направлена строго под прямым углом к вектору скорости.	
32	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Укажите, какие из перечисленных физических величин являются инвариантами специальной теории относительности. 1) Расстояние 2) Скорость 3) Масса 4) Интервал 5) Энергия покоя Ответ: 4 и 5, поскольку расстояние подвержено лоренцеву сокращению, релятивистская масса зависит от скорости движения тела, а скорость инвариантна и в классической механике.	ПК-3
33	Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите позицию из правого	

	<i>столбца:</i> Установите соответствие между строением молекулы идеального газа и числом степеней свободы, необходимых для описания ее движения. <table><tr><th>Идеальный газ</th><th>Число степеней свободы</th></tr><tr><td>1) Одноатомный</td><td>А) 6</td></tr><tr><td>2) Двухатомный</td><td>Б) 5</td></tr><tr><td>3) Многоатомный</td><td>В) 3</td></tr></table> Ответ: 1-В, 2-Б, 3-А	Идеальный газ	Число степеней свободы	1) Одноатомный	А) 6	2) Двухатомный	Б) 5	3) Многоатомный	В) 3	
Идеальный газ	Число степеней свободы									
1) Одноатомный	А) 6									
2) Двухатомный	Б) 5									
3) Многоатомный	В) 3									
34	<i>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</i> Расположите перечисленные ниже частицы в порядке <u>убывания</u> величины их удельного заряда. А) Альфа-частица Б) Протон В) Электрон Г) Нейтрон Ответ: ВБАГ									
35	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ: Объясните, при каких условиях наблюдается явление полного внутреннего отражения света. Ответ: Полное внутреннее отражение наблюдается в том случае, когда свет падает из оптически более плотной среды в менее плотную под некоторым критическим углом.									

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 прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя

комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Задание к выполнению практической работы выдается преподавателем в начале занятия в соответствии с планом занятий. Темы практических работ приведены в табл. 5 данной программы.

Практические занятия проводятся в виде обсуждения основных типов задач, связанных с теоретическими вопросами, рассматриваемыми в лекционном курсе и в виде разбора вопросов, которые могут возникнуть у студентов при освоении материала.

Методические указания по проведению практических занятий приведены в следующих пособиях, имеющихся в библиотеке ГУАП в напечатанном и электронном виде:

1. Механика. Колебания и волны. Термодинамика. Сборник задач // И.И. Коваленко, Е.Н. Котликов, Н.П. Лавровская, Ю.А. Новикова, В.К. Прилипко, Е.В. Рутьков, Ю.Н. Царев. СПбГУАП, 2018. 67 с.
2. Электричество. Магнетизм. Оптика. Сборник задач. // В.М. Андреев, И.И. Коваленко, Е.Н. Котликов, И.П. Кректунова, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, Ю.А. Новикова, М.О. Первушина, В.К. Прилипко, Г.В. Терещенко, А.Н. Холодилов, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин. СПбГУАП, 2019. 78 с.
3. Квантовая физика. Сборник задач // И.И. Коваленко, Е.Н. Котликов, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, Г.Л. Плехоткина, В.К. Прилипко, Е.В. Рутьков, Ю.Н. Царев. СПбГУАП, 2015. 58 с.

Структура и форма отчета о практической работе

Отчет о практической работе должен содержать: титульный лист, основную часть, выводы по результатам исследований.

На титульном листе должны быть указаны: название дисциплины, название практической работы, фамилия и инициалы преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы.

Основная часть должна содержать задание, результаты экспериментально-практической работы, расчетно-аналитические материалы, листинг кода/скрин экрана.

Выводы по проделанной работе должны содержать основные результаты по работе.

Требования к оформлению отчета о практической 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>

11.3. 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 Физика 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 по физике. 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. Кректунова, 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.
5. Квантовая физика. Лабораторный практикум // В.М. Андреев, М.Ю. Егоров, И.И. Коваленко, А.В. Копыльцов, Е.Н. Котликов, И.П. Кректунова, 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.

11.4. 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).

11.5. 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».

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В течение семестра студенту необходимо сдать не менее 50% лабораторных работ, не менее 50% практических работ, выполнить тестирования в среде LMS не ниже оценки "удовлетворительно". В случае невыполнения вышеизложенного, студент, при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена, не может получить аттестационную оценку выше "хорошо".

Экзамен может проходить в виде устного опроса или тестирования. Основанием для допуска к промежуточной аттестации является успешное прохождение обучающимся текущего контроля успеваемости.

Критерии оценивания сформированности компетенций обучающегося:

Оценка «отлично»: уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка.

Оценка «хорошо»: уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.

Оценка «удовлетворительно»: уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.

Оценка «неудовлетворительно»: уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.

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/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