

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., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Гладкий

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«20» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оптика лазеров»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Оптотехника
Наименование направленности/ специализации	Оптико-электронные приборы и комплексы
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)
06.02.2026


Ю.А. Новикова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3

«10» февраля 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата)
10.02.2026

А.В. Копыльцов
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)
12.02.2026

Н.В. Марковская
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Оптика лазеров» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.02 «Опготехника» направленности/специализации «Оптико-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 оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей»

ПК-2 «Способность к математическому моделированию процессов и объектов опготехники 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, опготехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами лазерной генерации, с характеристиками лазерного излучения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (8 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине русский

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

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

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 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 численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках, при проектировании оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей ПК-2.У.1 уметь разрабатывать алгоритмы, реализовывать математические и компьютерные модели для проектирования оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей 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 техническим заданием типовых систем, приборов, оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	ПК-3.3.1 знать типовые схемы оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей на схемотехническом и элементном уровнях ПК-3.У.1 уметь определять физические принципы действия оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей 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 оплотехники в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов, программных средств проектирования и конструирования ПК-3.В.1 владеть методиками расчета, визуализации и моделирования действий оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей с использованием специализированного программного обеспечения, обрабатывать и анализировать результаты расчетов с использованием специализированного программного обеспечения

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Физика»,
- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Математика. Математический анализ»,
- «Прикладная оптика»

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

- «Оптоэлектронные приборы и системы»

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	Трудоёмкость по семестрам
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	20	20
Аудиторные занятия, всего час.	30	30
в том числе:		
лекции (Л), (час)	10	10
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	10	10
лабораторные работы (ЛР), (час)	10	10
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
Самостоятельная работа, всего (час)	87	87
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

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 (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Принципы лазерной генерации Тема 1.1. Квантовые переходы и коэффициенты Эйнштейна Тема 1.2. Форма и ширина спектральных линий Тема 1.3. Усиление и генерация в активной среде Тема 1.4. Насыщение усиления	3		6		22
Раздел 2. Характеристики лазерного излучения Тема 2.1. Неустойчивые резонаторы Тема 2.2. Селекция мод и стабилизация частоты Тема 2.3. Дисперсионные методы управления спектром	2	3	4		22
Раздел 3. Типы лазеров и их свойства Тема 3.1. Газовые лазеры на атомарных переходах Тема 3.2. Молекулярные газовые лазеры Тема 3.3. Твердотельные лазеры	3	7			22
Раздел 4. Тенденции развития лазерной техники Тема 4.1. Нелинейно-оптические методы преобразования частоты Тема 4.2. Лазерные системы различных спектральных диапазонов	2				21
Итого в семестре:	10	10	10	0	87
Итого	10	10	10	0	87

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определённых 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
1	<p>Принципы лазерной генерации Предмет и содержание дисциплины. Индуцированные и спонтанные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Когерентность индуцированного излучения. Естественное время жизни, ширина спектра спонтанного излучения. Лоренцевская форма линии. Вероятность индуцированных переходов. Однородное и неоднородное уширения. Гауссова форма линии при доплеровском уширении. Условия усиления и генерации электромагнитных волн в среде. Поглощение и усиление. Инверсная среда. Сечение поглощения. Эффект насыщения. Импульсный режим, энергия насыщения</p>
2	<p>Характеристики лазерного излучения Неустойчивые резонаторы. Коэффициент увеличения, потери на излучение. Симметричный резонатор. Телескопический резонатор. Эквивалентное число Френеля. Селекция продольных мод. Частотная и пространственная селекция тонкими поглотителями. Дисперсионные резонаторы. Распределенная обратная связь.</p>
3	<p>Типы лазеров и их свойства Типы лазеров и их свойства. Газовые лазеры. Гелийнеоновый лазер. Основные методы возбуждения. Электрический разряд, газодинамика, химическое возбуждение, фотодиссоциация, оптическая накачка. Схема уровней. Параметры разряда, параметры гелий-неонового лазера. Ионные лазеры. Лазеры на парах металлов. Аргоновый лазер. Гелий-кадмиевый лазер. Схемы уровней. Параметры лазеров. СО₂-лазеры. Молекулярные лазеры. Требования к рабочему веществу мощных газовых лазеров с высоким КПД. Колебательные спектры молекул. Нормальные колебания многоатомных молекул. Молекула СО₂. Механизм инверсии. Лазеры с продольной накачкой. Отпаянные лазеры. Спектральные свойства СО₂-лазеров. Перестройка частоты излучения. Импульсный разряд. Газодинамические лазеры. Эксимерные лазеры. Твердотельные лазеры. Внутрикристаллическое поле. Уровни энергии иона хрома в корунде. Рубиновый лазер. Уровни энергии иона неодима. Неодимовый лазер. Лазерное стекло. Оптическая однородность, лучевая стойкость.</p>
4	<p>Тенденции развития лазерной техники Методы нелинейной оптики, генерация гармоник, разностных частот, ВКР-лазеры. Лазерные системы для ИК-, видимого, далекого УФ и рентгеновского диапазонов спектра. Гамма-лазеры.</p>

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
Семестр 8					
1	Характеристики лазерного излучения	Решение задач	3		2
2	Конструирование оптических элементов лазерных систем	Решение задач	3		3
3	Анализ и синтез оптических покрытий для лазеров	Решение задач	4		3
Всего			10		

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	Изготовление интерференционных покрытий	3		1
2	Исследование оптических констант диэлектрических пленок	3		1
3	Исследование спектральных характеристик диэлектрических зеркал	2		2
4	Спектральные характеристики интерференционных светофильтров	2		2
Всего		10		

4.5. Выполнение курсового проекта/ 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)	29	29
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	29	29
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	29	29
Всего:	87	87

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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)
53 Т76	Курс физики: учебное пособие / Т. И. Трофимова. - 13-е изд., стер. - М.: Academia, 2007. - 558 с	94
https://e.lanbook.com/book/507521 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей</i>	Савельев, И. В. Курс физики. В 3 томах. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика: учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. - 9-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2026. - 464 с. - ISBN 978-5-507-54344-1.	
https://e.lanbook.com/book/445241 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей</i>	Калитеевский, Н. И. Волновая оптика : учебник для вузов / Н. И. Калитеевский. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 468 с. — ISBN 978-5-507-52266-8.	
https://e.lanbook.com/book/210761 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей</i>	Бутиков, Е. И. Оптика : учебное пособие / Е. И. Бутиков. — 3-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1190-0.	
https://e.lanbook.com/book/211823 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей</i>	Оптика : учебное пособие / В. С. Акиншин, Н. Л. Истомина, Н. В. Каленова, Ю. И. Карковский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1671-4.	
https://e.lanbook.com/book/331859 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей</i>	Кузнецов, Д. В. Оптика : учебно-методическое пособие / Д. В. Кузнецов, А. В. Сидоров. — Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина, 2022. — 103 с.	
https://e.lanbook.com/book/502581 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей</i>	Кирин, И. Г. Лазеры. Лазерные технологии : учебное пособие / И. Г. Кирин. — Оренбург : ОГУ, 2025. — 94 с. — ISBN 978-5-7410-3349-4.	
https://e.lanbook.com/book/330503	Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие / А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. — 4-е изд., испр. —	

<i>Режим доступа: для авторизированных пользователей</i>	Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-8994-7.	
https://e.lanbook.com/book/518246 <i>Режим доступа: для авторизированных пользователей</i>	Лазеры: применения и приложения : учебное пособие для вузов / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов [и др.]. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 520 с. — ISBN 978-5-507-56139-1.	

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://openedu.ru/	Образовательная платформа «Открытое образование»
https://fizikaguap.ru/	Образовательный ресурс кафедры физики ГУАП
https://lms.guap.ru	Система дистанционного обучения 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
	Не предусмотрено

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, 5. Поляризация света, 6. Определение длин волн спектральных линий; лабораторный стенд ИТЗ-ЭМ-П-ПО (ООО «Профобразование» г. Казань)).	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-06

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.
---------	--

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«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. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«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. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

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 отражённый и преломлённый лучи были перпендикулярны друг другу? Если да, определите показатель преломления второй среды.	ПК-1.В.1
4	Что такое абсолютно чёрное 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. Комptonовская 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 размыванием 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,	ПК-3.У.1

	энергия метастабильного состояния $E_3 = -5.2$ эВ. Определите длину волны, на которой происходит рабочее излучение.	
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
21	Перечислите основные технические требования, предъявляемые к светосиле, относительному отверстию и угловому полю зрения телескопических оптических систем.	ПК-1.3.1
22	Сформулируйте требования к пространственному разрешению и спектральному диапазону работы современных тепловизионных приборов (оптико-электронных приборов инфракрасного диапазона).	ПК-1.3.1
23	Какие параметры качества изображения используются для оценки прецизионных линзовых систем?	ПК-1.3.1
24	Оцените требования к точности изготовления радиусов кривизны поверхностей линз, если допустимая среднеквадратическая деформация волнового фронта составляет не более $\lambda/10$.	ПК-1.У.2
25	На основе анализа дифракционного предела определите минимальный диаметр входного зрачка объектива оптико-электронной системы, необходимый для разрешения двух точечных объектов с угловым расстоянием 10^{-5} рад на длине волны $\lambda = 550$ нм.	ПК-1.У.2
26	Проанализируйте влияние темнового тока фотоприемника на отношение сигнал/шум в оптико-электронном приборе контроля температуры и определите требования к охлаждению сенсора.	ПК-1.У.2
27	Обоснуйте выбор материала для изготовления линз ИК-объектива, работающего в спектральном диапазоне 8–12 мкм, с точки зрения дисперсии и пропускания.	ПК-1.В.1
28	Какие численные методы оптимизации применяются для минимизации функции оценки при автоматизированном проектировании линзовых систем?	ПК-2.3.1
29	Объясните суть метода конечных элементов при компьютерном моделировании термооптических и упругодеформационных искажений в элементах оптико-электронных приборов.	ПК-2.3.1
30	Разработайте алгоритм для расчета эквивалентного фокусного расстояния системы из двух тонких линз по заданным радиусам кривизны поверхностей и показателям преломления.	ПК-2.У.1
31	Разработайте макрос (например, на языке ZPL для Zemax) для автоматического расчета и вывода в текстовый файл хроматизма положения оптической системы на трех заданных длинах волн.	ПК-2.У.2
32	Напишите подпрограмму для расчета температурного дрейфа фокусного расстояния одиночной линзы при изменении температуры окружающей среды с учетом термооптических коэффициентов стекла.	ПК-2.У.2
33	Изобразите принципиальную оптическую схему и объясните назначение элементов автоколлиматора, используемого для угловых измерений.	ПК-3.3.1
34	Опишите типовую оптическую схему монохроматора Черни-Тернера и укажите функции входящих в нее элементов.	ПК-3.3.1

35	Каковы конструктивные особенности и принципы формирования интерференционной картины в схеме интерферометра Майкельсона?	ПК-3.3.1
36	Определите физические причины возникновения сферической аберрации третьего порядка в одиночной плосковыпуклой линзе и укажите теоретические способы ее минимизации за счет формы линзы.	ПК-3.У.1
37	С использованием законов геометрической и волновой оптики докажите условие синусов Аббе для устранения комы в околоосевой области оптической системы.	ПК-3.У.1
38	Объясните физический принцип работы тепловизионного канала на базе неохлаждаемой микроболометрической матрицы и покажите, как рассчитывается эквивалентная шуму разность температур.	ПК-3.У.1
39	Разработайте функциональную схему оптико-электронного прибора контроля шероховатости поверхностей, основанного на методе рассеяния лазерного излучения (рефлектометрии).	ПК-3.У.2
40	Составьте структурную схему лазерного дальномера с фазовым методом измерения расстояния, указав взаимосвязь между передающим, приемным каналами и электронным блоком.	ПК-3.У.2
41	Разработайте структурную схему спектрофотометра для ультрафиолетового и видимого диапазонов спектра, выделив осветительный блок, диспергирующий узел и систему фотоприемников.	ПК-3.У.2
42	Опишите методику компьютерного расчета и оптимизации ахроматического дуплета в среде Zemax для устранения первичного хроматизма положения.	ПК-3.В.1
43	Как с помощью анализа частотно-контрастной характеристики в специализированном ПО оценить качество изображения спроектированного объектива и сопоставить его с дифракционным пределом?	ПК-3.В.1
44	Предложите методику численного моделирования и оценки влияния астигматизма и дисторсии в широкоугольном объективе.	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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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	<p>Укажите явление, которое именуется интерференцией волн?</p> <p>1) Огибание волнами препятствий 2) Наложение друг на друга волн, идущих от когерентных источников 3) Отклонение волн от первоначального направления распространения при переходе из одной среды в другую 4) Зависимость фазовой скорости от длины волны</p>	ПК-1.3.1
2	<p>Проанализируйте, каким должен быть угол падения светового луча, чтобы отраженный луч составлял с падающим угол 40°.</p> <p>1) 25° 2) 55° 3) 20° 4) 45°</p>	ПК-1.У.2
3	<p>Проанализируйте, чему равен абсолютный показатель преломления среды с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 16$ и магнитной проницаемостью $\mu = 1$?</p> <p>1) $1/32$ 2) $1/4$ 3) 4 4) $1/16$</p>	ПК-1.В.1
4	<p>Оцените, как соотносятся углы падения α и отражения φ света.</p> <p>1) $\alpha \gg \varphi$ 2) $\alpha > \varphi$ 3) $\alpha = \varphi$ 4) $\alpha < \varphi$</p>	ПК-2.3.1
5	<p>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...</p> <p>1) 5 м 2) 6 м 3) 7 м 4) 11 м</p>	ПК-2.У.1
6	<p>Проанализируйте, чему равен период решетки, когда дифракционная решетка содержит 200 штрихов на миллиметр.</p> <p>1) 100 мкм 2) 500 мкм 3) 200 мкм 4) 5 мкм</p>	ПК-2.У.2

7	<p>У какого из тел отражательная способность близка к нулю?</p> <p>1) Прозрачного 2) Зеркального 3) Матового 4) Черного</p>	ПК-3.3.1
8	<p>Проанализируйте интенсивность света при интерференции одинаковых волн с интенсивностью I от когерентных источников в точке, в которой разность фаз равна $2\pi N$ ($N = 0, 1, 2, \dots$).</p> <p>1) $4 \cdot I$ 2) $3 \cdot I$ 3) I 4) 0</p>	ПК-3.У.1
9	<p>Рассчитайте показатель преломления вещества, если скорость света при переходе луча из воздуха в некоторое вещество уменьшилась на 20%.</p> <p>1) 1.2 2) 1.25 3) 0.2 4) 2.2</p>	ПК-3.У.2
10	<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% 4) 75%</p>	ПК-3.В.1
11	<p>Укажите, какое тело является абсолютно черным телом.</p> <p>1) Поглощает все падающее на него излучение 2) Отражает все падающее на него излучение 3) Излучает в рентгеновском диапазоне 4) Излучает в видимом диапазоне</p>	ПК-1.3.1
12	<p>Оцените, во сколько раз увеличилась энергетическая светимость абсолютно черного тела при его нагревании с $T_1 = 1000 \text{ К}$ до $T_2 = 3000 \text{ К}$.</p> <p>1) В 72 раза 2) В 81 раз 3) В 88 раз 4) В 64 раза</p>	ПК-1.У.2

13	<p>Проанализируйте, какое из приведенных высказываний противоречит квантовой теории света:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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	<p>Каким образом импульс фотона связан с длиной волны?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Импульс прямо пропорционален длине волны 2) Импульс прямо пропорционален квадрату длины волны 3) Импульс обратно пропорционален длине волны 4) Импульс прямо пропорционален корню квадратному от длины волны 	ПК-2.3.1
15	<p>Проанализируйте, как изменяется сила тока насыщения при фотоэффекте в случае уменьшения светового потока падающего света постоянной длины волны.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Уменьшается 2) Сначала уменьшается, затем увеличивается 3) Сначала увеличивается, затем уменьшается 4) Сначала остается постоянной, а затем уменьшается 	ПК-2.У.1
16	<p>Проанализируйте, что произойдет с кинетической энергией фотоэлектронов, если, не меняя частоты падающего света, увеличить его интенсивность в 2 раза?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Уменьшится в 2 раза 2) Увеличится в 4 раза 3) Не изменится 4) Увеличится в 2 раза 	ПК-2.У.2
17	<p>Укажите формулу, определяющую энергию светового кванта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $E = (m \cdot c^2) / 2$ 2) $E = h \cdot c$ 3) $E = h \cdot \lambda$ 4) $E = h \cdot \nu = h \cdot \lambda / c$ 	ПК-3.3.1
18	<p>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.</p> <ol style="list-style-type: none"> 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	<p>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.</p> <p>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 $p \approx 0.5$</p>	ПК-3.У.2								
20	<p>Оцените, во сколько раз давление света, падающего перпендикулярно идеально зеркальной поверхности, больше давления света, падающего перпендикулярно идеально черной поверхности.</p> <p>1) 2 2) 1 3) 1.5 4) 3</p>	ПК-3.В.1								
Вопросы для проверки остаточных знаний										
21	<p><i>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i> Укажите, что из перечисленного не 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</p>									
22	<p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i> Укажите, какие из перечисленных ниже наборов трех квантовых чисел в атоме являются допустимыми.</p> <p>1) $n = 1, l = 0, m = 0$ 2) $n = 0, l = 0, m = 0$ 3) $n = 2, l = 0, m = 0$ 4) $n = 2, l = 1, m = -1$</p> <p>Ответ: 1, 3 и 4.</p>	ПК-1								
23	<p><i>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите позицию из правого столбца:</i> Установите соответствие между характером движения и действующей на тело силой.</p> <table border="1" data-bbox="320 1845 1278 1977"> <thead> <tr> <th data-bbox="320 1845 799 1883">Движение</th> <th data-bbox="799 1845 1278 1883">Сила</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="320 1883 799 1912">1) Равномерное прямолинейное</td> <td data-bbox="799 1883 1278 1912">А) Центробежная</td> </tr> <tr> <td data-bbox="320 1912 799 1942">2) Равноускоренное прямолинейное</td> <td data-bbox="799 1912 1278 1942">Б) Постоянная</td> </tr> <tr> <td data-bbox="320 1942 799 1977">3) Равномерное вращение</td> <td data-bbox="799 1942 1278 1977">В) Равная нулю</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ответ: 1-В, 2-Б, 3-А</p>	Движение	Сила	1) Равномерное прямолинейное	А) Центробежная	2) Равноускоренное прямолинейное	Б) Постоянная	3) Равномерное вращение	В) Равная нулю	
Движение	Сила									
1) Равномерное прямолинейное	А) Центробежная									
2) Равноускоренное прямолинейное	Б) Постоянная									
3) Равномерное вращение	В) Равная нулю									

24	<p><i>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</i></p> <p>Расположите перечисленные ниже тела в порядке возрастания их момента инерции. Массы и характерные размеры тел считать одинаковыми.</p> <p>А) Шар Б) Тонкое кольцо В) Цилиндр</p> <p>Ответ: АВБ</p>									
25	<p><i>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:</i></p> <p>Объясните, как изменится сила тока через проводник, если при неизменной разности потенциалов на его концах и постоянной толщине проводника увеличить его длину.</p> <p>Ответ: при увеличении длины проводника возрастает его сопротивление, а с ростом сопротивления, в соответствии с законом Ома, уменьшается сила тока.</p>									
26	<p><i>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i></p> <p>Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, скрещенные под углом 45°. Определите, во сколько раз уменьшится интенсивность в световом пучке после прохождения через анализатор.</p> <p>1) В 2.5 раза 2) В 4 раза 3) В 3.5 раза 4) В 1.5 раза</p> <p>Ответ: 2</p>									
27	<p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i></p> <p>Отметьте, какие частицы из перечисленных ниже образуются при β-распаде.</p> <p>1) Электрон 2) Позитрон 3) Электронное антинейтрино 4) Электронное нейтрино</p> <p>Ответ: 1 и 3</p>	ПК-2								
28	<p><i>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите позицию из правого столбца:</i></p> <p>Проведите соответствие между видами магнетиков и величиной их магнитной проницаемости μ</p> <table border="1" data-bbox="320 1883 1278 2011"> <thead> <tr> <th data-bbox="320 1883 794 1917">Виды магнетиков</th> <th data-bbox="794 1883 1278 1917">Магнитная проницаемость</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="320 1917 794 1951">1) Диамагнетики</td> <td data-bbox="794 1917 1278 1951">А) $\mu \gg 1$</td> </tr> <tr> <td data-bbox="320 1951 794 1984">2) Парамагнетики</td> <td data-bbox="794 1951 1278 1984">Б) $\mu < 1$</td> </tr> <tr> <td data-bbox="320 1984 794 2018">3) Ферромагнетики</td> <td data-bbox="794 1984 1278 2018">В) $\mu > 1$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ответ: 1-Б, 2-В, 3-А</p>	Виды магнетиков	Магнитная проницаемость	1) Диамагнетики	А) $\mu \gg 1$	2) Парамагнетики	Б) $\mu < 1$	3) Ферромагнетики	В) $\mu > 1$	
Виды магнетиков	Магнитная проницаемость									
1) Диамагнетики	А) $\mu \gg 1$									
2) Парамагнетики	Б) $\mu < 1$									
3) Ферромагнетики	В) $\mu > 1$									

29	<p><i>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</i> Расположите указанные среды в порядке возрастания их оптической плотности.</p> <p>А) Вода Б) Воздух В) Алмаз</p> <p>Ответ: БАВ</p>									
30	<p><i>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:</i> Оцените, чему равен момент инерции катящегося по плоскости цилиндра массой m и радиуса R, используя теорему Штейнера.</p> <p>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: $mr^2/2 + mr^2 = 3mr^2/2$</p>									
31	<p><i>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i> Проанализируйте форму траектории заряженной частицы, движущейся в магнитном поле с постоянной скоростью перпендикулярно к линиям индукции.</p> <p>1) Спираль 2) Прямая 3) Парабола 4) Окружность</p> <p>Ответ: 4</p>									
32	<p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i> Укажите, какие из перечисленных физических величин являются инвариантами специальной теории относительности.</p> <p>1) Расстояние 2) Скорость 3) Масса 4) Интервал 5) Энергия покоя</p> <p>Ответ: 4 и 5</p>	ПК-3								
33	<p><i>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите позицию из правого столбца:</i> Установите соответствие между строением молекулы идеального газа и числом степеней свободы, необходимых для описания ее движения.</p> <table border="1" data-bbox="320 1883 1278 2011"> <thead> <tr> <th data-bbox="320 1883 794 1917">Идеальный газ</th> <th data-bbox="794 1883 1278 1917">Число степеней свободы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="320 1917 794 1951">1) Одноатомный</td> <td data-bbox="794 1917 1278 1951">А) 6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="320 1951 794 1984">2) Двухатомный</td> <td data-bbox="794 1951 1278 1984">Б) 5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="320 1984 794 2018">3) Многоатомный</td> <td data-bbox="794 1984 1278 2018">В) 3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ответ: 1-В, 2-Б, 3-А</p>	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	<p><i>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</i></p> <p>Расположите перечисленные ниже частицы в порядке убывания величины их удельного заряда.</p> <p>А) Альфа-частица Б) Протон В) Электрон Г) Нейтрон</p> <p>Ответ: ВБАГ</p>	
35	<p><i>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:</i></p> <p>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>	

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, приходиться 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 в соответствии с темами из таблицы 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 обучающимися 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

Перед каждым занятием студент обязан ознакомиться с теоретической частью по соответствующей теме, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу.

Занятие строится по схеме:

- Вводная часть: разбор преподавателем типовой задачи (например, параксиальных параметров склеенного объектива).
- Основная часть: индивидуальное или групповое выполнение студентами выданных вариантов заданий. Преподаватель консультирует студентов и контролирует правильность выполнения шагов.

Заключительная часть: разбор типичных ошибок, подведение итогов, фиксация выполненной работы преподавателем.

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 должен выполнить определённое число лабораторных работ. На каждую лабораторную работу планируется не менее двух занятий: одно на выполнение измерений, и одно на защиту отчёта. Отчёт пишется во внеучебное время.

В начале семестра до начала занятий студент должен пройти инструктаж по технике безопасности при проведении лабораторных работ. Прохождение инструктажа фиксируется в специальном журнале под личную подпись студента.

В лабораторию студент должен приходиться подготовленным к назначенной работе: заранее прочитать описание работы и теоретические сведения из соответствующего раздела курса. Выполнять работу разрешается лишь после получения допуска от преподавателя по результатам предварительного собеседования.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Каждый отчёт должен в обязательном порядке содержать следующие разделы:

1. Цель работы. Формулируется в строгом соответствии с учебно-методическим пособием.

2. Описание экспериментальной установки. Приводится краткая функциональная или электрическая схема (без детализации внешнего вида приборов).

3. Расчётные формулы. Указываются и нумеруются все математические выражения, используемые для обработки эмпирических данных. Промежуточные математические выводы не приводятся. Формулы, используемые для вычисления погрешностей, в этом разделе также не указываются.

4. Результаты измерений и вычислений. В данном разделе приводятся все эмпирические данные, собранные в ходе проведения эксперимента, а также расчетные значения, полученные при составлении отчёта. Рекомендуются систематизировать их в виде таблиц с соблюдением правил округления и указанием значащих цифр.

5. Примеры расчетов. Приводится подробная подстановка числовых значений для одного типового расчета по каждой рабочей формуле.

6. Вычисление погрешностей. Указываются формулы для расчета абсолютных, относительных, систематических и случайных погрешностей, а также вывод этих формул. Приводятся результаты и примеры вычисления погрешностей для искомых величин.

7. Графики. Графики выполняются на миллиметровой бумаге или с использованием специализированного программного обеспечения. Каждый график должен быть пронумерован и подписан. Обязательными требованиями являются:

- подписи осей (с указанием единиц измерения);
- наличие координатной сетки;
- нанесение всех экспериментальных точек и аппроксимирующих прямых;

8. Заключение и выводы. Формулируется итоговый результат работы – записываются все полученные значения с учётом погрешностей. Осуществляется сравнение полученных данных с табличными (справочными) значениями или теоретическими расчетами. При наличии значительных расхождений приводится физическое обоснование их причин. Если расчёты проводились разными методами,

необходимо дополнительно сравнить результаты, полученные этими методами. Вывод должен строго соответствовать заявленной цели работы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление титульного листа отчета должно строго соответствовать шаблону, приведённому в нормативной документации ГУАП (<https://guap.ru/regdocs/docs/uch>). Оформление основной части отчета выполняется в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Список использованных источников составляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.100-2018.

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.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему 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 лабораторных и практических работ может осуществляться на индивидуальных консультациях, сроки которых определяются кафедрой.

Результаты текущего контроля успеваемости обучающихся служат основой для допуска к промежуточной аттестации в форме экзамена.

В течение семестра для допуска к экзамену студенту необходимо сдать не менее 75% лабораторных и практических работ.

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 75% лабораторных работ, не менее 75% практических работ. В случае невыполнения вышеизложенного, студент, даже при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена, не может получить аттестационную оценку выше «удовлетворительно». Экзамен может проходить в виде устного опроса, письменного ответа на вопросы или тестирования. Основанием для допуска к промежуточной аттестации является успешное прохождение обучающимся текущего контроля успеваемости.

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 и практические 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, отведённым 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 обучающихся ГУАП, осваивающих образовательные программы высшего образования», находящемуся по ссылке <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