

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

Кафедра № 21

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Гладкий

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«24» 03 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Лазерные системы локации, навигации и связи с высоким угловым разрешением»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Оптотехника
Наименование направленности	Оптико-электронные приборы и комплексы
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

(подпись, дата)

М.Б. Рыжиков  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21

«24» марта 2025 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 21

д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Ф. Крячко  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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

(подпись, дата)

Н.В. Марковская  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Лазерные системы локации, навигации и связи с высоким угловым разрешением» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 12.04.02 «Опtotехника» направленности «Опτικο-электронные приборы и комплексы». Дисциплина реализуется кафедрой «№21».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований для разработки оптической техники, оптических материалов и технологий оптического производства»

ОПК-2 «Способен организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с научными исследованиями в области оптической техники, опτικο-электронных приборов и систем»

ОПК-3 «Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами построения лазерной локационной, навигационной и связной аппаратуры и особенностям функционирования лазерных измерительных систем в каналах со случайными параметрами.

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.

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

Целью преподавания дисциплины " Лазерные системы локации, навигации и связи с высоким угловым разрешением" является изучение студентами теории и технических средств систем лазерной локации, навигации и связи. Основное внимание уделяется изучению принципов построения и особенностям функционирования лазерных измерительных систем в каналах со случайными параметрами. Знание данной дисциплины необходимо специалистам, занимающимся разработкой и техническим обслуживанием лазерных систем различного назначения.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований для разработки оптической техники, оптических материалов и технологий оптического производства	ОПК-1.3.1 знать современную научную картину мира в области оптической техники ОПК-1.У.1 уметь выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать постановку задачи ОПК-1.В.1 владеть навыками определения путей решения поставленной задачи и оценки эффективности выбора методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований для разработки оптической техники, оптических материалов и технологий оптического производства
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и	ОПК-2.3.1 знать современное состояние в области оптической техники, оптико-электронных приборов и систем

	аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с научными исследованиями в области оптической техники, оптико-электронных приборов и систем	
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.У.1 уметь приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, в том числе интеллектуальных

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Антенны оптической связи»,
- «Лазерные информационные системы космических аппаратов»,
- «Контрольно-измерительные приборы».

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

- «Комплексирование систем поиска и наблюдения»,
- «Лазерные системы специального назначения»,
- «Лазерные системы видения».

## 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
		№3
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>		

<b>Аудиторные занятия</b> , всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	57	57
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, 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) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 3</b>					
Раздел 1. Общие сведения о лазерных системах локации и навигации и связи с высоким угловым разрешением Особенности функционирования лазерных измерительных систем в каналах со случайными параметрами. Основные тактические и технические характеристики лазерных измерителей.	2	2			8
Раздел 2. Характеристики излучаемых и принимаемых от облучаемых объектов лазерных сигналов Виды модуляции и требования к модуляторам. Математические модели зондирующих сигналов при амплитудной, фазовой и частотной модуляции. Распространение лазерного излучения через атмосферу. Статистическое описание отраженных от объектов лазерных сигналов.	2	2			8
Раздел 3. Помехи в системах лазерной локации, навигации и связи Световой фон. Аэрозольные помехи. Искусственные помехи.	2	2			8
Раздел 4. Обработка сигналов в лазерных системах извлечения информации Методы обработки сигналов при различных уровнях априорной неопределенности. Адаптивные методы в когерентных оптических системах. Принципы построения локационных адаптивных систем.	2	2			8

Раздел 5. Управление излучением в лазерных системах локации, навигации и связи Передатчики лазерных локаторов. Методы генерирования модулированных сигналов. Стабилизация частоты излучения лазеров. Стабилизация мощности излучения лазеров. Методы сканирования лазерным лучом.	2	2			8
Раздел 6. Элементная база лазерной техники локации, навигации и связи Зеркала. Поляризаторы. Приемники излучения. Модуляторы. Дефлекторы. Нелинейные оптические элементы. Квантовые генераторы. Источники питания.	2	2	13		8
Раздел 7. Принципы построения лазерных локаторов Дальность действия лазерного локатора. Точность определения координат. Разрешающая способность. Лазерные дальномеры. Лазерные измерители угловых координат. Измерители скорости движения лоцируемых объектов. Лазерные локаторы с некогерентным и когерентным детектированием. Сканирующие лазерные локаторы	2	2	4		8
Раздел 8. Лазерные устройства навигации. Лазерные гироскопы. Лазерные высотомеры. Лазерные доплеровские измерители скорости.	2	2			1
Раздел 9. Лазерные системы связи	1	1			
Итого в семестре:	17	17	17		57
Итого	17	17	17	0	57

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
1	Общие сведения о лазерных системах локации и навигации и связи с высоким угловым разрешением. Особенности функционирования лазерных измерительных систем в каналах со случайными параметрами. Основные тактические и технические характеристики лазерных измерителей.
2	Характеристики излучаемых и принимаемых от облучаемых объектов лазерных сигналов. Виды модуляции и требования к модуляторам. Математические модели зондирующих сигналов при амплитудной, фазовой и частотной модуляции. Распространение лазерного излучения через атмосферу.

	Статистическое описание отраженных от объектов лазерных сигналов.
3	Помехи в системах лазерной локации, навигации и связи Световой фон. Аэрозольные помехи. Искусственные помехи.
4	Обработка сигналов в лазерных системах извлечения информации. Методы обработки сигналов при различных уровнях априорной неопределенности. Адаптивные методы в когерентных оптических системах. Принципы построения локационных адаптивных систем.
5	Управление излучением в лазерных системах локации, навигации и связи. Передатчики лазерных локаторов. Методы генерирования модулированных сигналов. Стабилизация частоты излучения лазеров. Стабилизация мощности излучения лазеров. Методы сканирования лазерным лучом.
6	Элементная база лазерной техники локации, навигации и связи. Зеркала. Поляризаторы. Приемники излучения. Модуляторы. Дефлекторы. Нелинейные оптические элементы. Квантовые генераторы. Источники питания.
7	Принципы построения лазерных локаторов Дальность действия лазерного локатора. Точность определения координат. Разрешающая способность. Лазерные дальномеры. Лазерные измерители угловых координат. Измерители скорости движения лоцируемых объектов. Лазерные локаторы с некогерентным и когерентным детектированием. Сканирующие лазерные локаторы.
8	Лазерные устройства навигации. Лазерные гироскопы. Лазерные высотомеры. Лазерные доплеровские измерители скорости.
9	Лазерные системы связи. Условия выбора длин волн. Типы модуляции и протоколы передачи данных

#### 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 3					
1	Общие сведения о лазерных системах локации, навигации и связи	решение ситуационных задач, групповые дискуссии	2	1	1

2	Характеристики излучаемых и принимаемых от облучаемых объектов лазерных сигналов	решение ситуационных задач, групповые дискуссии, занятия по моделированию реальных условий	2	1	2
3	Помехи в системах лазерной локации, навигации и связи	решение ситуационных задач, групповые дискуссии, занятия по моделированию реальных условий	2	1	3
4	Обработка сиг-лов в лазерных системах извлечения информации	решение ситуационных задач, групповые дискуссии, занятия по моделированию реальных условий	2	1	4
5	Управление излучением в лазерных системах локации, навигации и связи	решение ситуационных задач, групповые дискуссии, занятия по моделированию реальных условий	2	1	4
6	Элементная база лазерной техники локации, навигации и связи	решение ситуационных задач, групповые дискуссии, занятия по моделированию реальных условий	2	1	6
7	Принципы построения лазерных локаторов	решение ситуационных задач, групповые дискуссии, занятия по моделированию реальных условий	2	1	7
8	Лазерные устройства навигации	решение ситуационных задач, групповые дискуссии, занятия по моделированию реальных условий	2	1	8
9	Лазерные системы связи	решение ситуационных задач	1	0,5	9
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 3				
	Исследование характеристик сигналов и шумов на выходе фотоприёмника	4	2	6
	Исследование параметров конфокального резонатора на поле каустки	4	2	6
	Исследование метода измерения дальности сменной периода повторения импульсов	5	2	7
	Исследование затухание ближнего ИК в атмосфере в зависимости от заданных погодных условий и выбранной длины волны	4	2	7
Всего		17		

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	47	47
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	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)
С 40 621.396.9	Системы лазерной космической связи: учебное пособие. Ч.: 3/ В. Н. Красюк [и др.]; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2011. - 200 с.:рис.. - Библиогр.: с. 178	50
621.396.9 С 40	Системы лазерной космической связи [Текст] : учебное пособие. Ч. 2 / А. Р. Бестугин [и др.] ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2009.	169
К 78 621.396.9	Красюк, В. Н.. Системы лазерной космической связи: учебное пособие. ч. 1/ В. Н. Красюк, А. А. Шаталов, В. А. Шаталова; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2007. - 155 с	50
621.396.9 М42	Проектирование лазерных систем: учебное пособие/ Т. П. Мишура, О. Ю. Платонов; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2006. - 98 с	20
621.396.9К48	В.Н.Красюк, В.В.Горбацкий Теория и расчет космических радиолиний лазерных систем. Учеб. Пособие. ГУАП, СПб., 2002.	30
<a href="https://e.lanbook.com/book/364952">https://e.lanbook.com/book/364952</a>	Борейшо, А. С. Лидарные комплексы для исследования атмосферы / А. С. Борейшо, М. А. Коняев, А. А. Ким. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 244 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
<a href="http://www.alib.ru/au-minaev">http://www.alib.ru/au-minaev</a>	Минаев И.В. и др. Лазерные информационные системы космических аппаратов.
<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>	Лань : электронно-библиотечная система

## 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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	

## 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; Тесты.

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

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

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

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	Влияние выбора волны излучения на эффективность работы лазерного локатора	ОПК-1.3.1
2	Виды лазерно-локационных данных	ОПК-1.3.1
3	Статистические характеристики сигнала, шума и их смеси на выходе фотоприемника.	ОПК-1.3.1

4	Измерение дальности в лазерном локаторе	ОПК-2.3.1
5	Измерение угловых координат в лазерном локаторе	ОПК-2.3.1
6	Измерение полного вектора скорости в лазерном локаторе	ОПК-2.3.1
7	Принцип действия, устройство и основные технические характеристики лазерного гироскопа	ОПК-1.3.1
8	Схема ЛДИСС с опорным лучом	ОПК-1.У.1
9	Состояние и перспективы развития современной аэрофотографии	ОПК-2.3.1
10	Детекторы излучения и их параметры. Шумовые характеристики системы детектор-усилитель.	ОПК-1.У.1
11	Фотоумножитель. р-і-п-фотодиоды	ОПК-1.В.1
12	Спутниковая фотосъемка. Формирование метеопрогнозов для полетов авиации	ОПК-3.У.1
13	Двоичная импульсно-поляризационная модуляция и демодуляция	ОПК-2.3.1
14	Методика оценки реальной и потенциальной точности лазерного гироскопа.	ОПК-3.У.1
15	Импульсный и фазовый метод измерения дальности	ОПК-2.3.1
16	Помеха обратного рассеяния. Стробирование по дальности	ОПК-2.3.1
17	Помеха, вызванная переотражением от подстилающей поверхности излучения, рассеянного атмосферой. Фоновая помеха в видимой области спектра	ОПК-2.3.1
16	Фоновая помеха в инфракрасной области спектра	ОПК-2.3.1
17	Описание принципа действия и технической конфигурации лазерной системы для навигации ЛА при заходе на посадку «Глиссада»	ОПК-1.В.1
18	Параметры лазерной системы связи и канала связи. Уравнение дальности действия.	ОПК-2.3.1
19	Модуляция оптического излучения. Внутренняя и внешняя. Амплитудно-импульсная манипуляция	ОПК-2.3.1
20	Двоичная импульсно-поляризационная модуляция и демодуляция. Позиционно-импульсная модуляция и демодуляция	ОПК-2.3.1
21	Электронно-оптические преобразователи	ОПК-2.3.1
22	Сравнение систем лазерной связи в свободном пространстве и в канале связи по волоконно-оптической линии связи.	ОПК-3.У.1
23	Введения понятия скорости передачи информации. Сравнение со связью в радиодиапазоне по скрытности и скорости передачи данных.	ОПК-3.У.1
24	Интерферометр Маха-Цендера	ОПК-2.3.1

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
	Учебным планом не предусмотрено

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

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Прочитайте текст, выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: При какой длине волны при одинаковой апертуре оптической антенны луч будет уже? а) дальнего ИК диапазона б) ближнего ИК диапазона в) видимого диапазона г) УФ диапазона	ОПК-1.У.1
2	Прочитайте текст, выберите несколько правильных ответов и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов: Укажите параметры, которые влияют на пространственную разрешающую способность импульсного лазерного локатора а) энергия принятого импульса б) угловая расходимость луча подсвета с) длительность периода повторения д) длительность импульса	ОПК-1.У.1
3	Выбрать правильно соответствие между измеряемыми параметрами в лазерных системах и их потенциальным назначением	ОПК-2.3.1
	а) Координаты и значение вектора перемещения зондируемого точечного объекта	а) Лазерная атмосферная связь
	б) Значение собственного вектора скорости движения ЛА и его угла сноса	Б) Лазерная локация
	в) Значение эффективной площади рассеяния в обратном направлении	в) Лазерная навигация
	г) Информационная энтропия	г) Лидар
4	Опишите правильную последовательность раскрытия неоднозначности по дальности в лазерном локаторе 1) прием излучения с первым периодом повторения 2) выбор, излучение и прием остальных периодов повторения 3) формирование гипотез о дальности потенциальных обнаруженных объектов 4) построение апостериорной функции вероятности и ее анализ	ОПК-3.У.1
5	Привести условия достижения монохромного излучения в лазерном резонаторе	ОПК-3.У.1
6	Прочитайте текст, выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Какую часть спектра оптического излучения можно использовать	ОПК-1.У.1

	для создания перспективных лазерных подводных локаторов? а) дальний ИК диапазон б) сине-зеленая часть спектра видимого излучения в) дальний ультрафиолет г) оранжевая часть спектра видимого излучения	
7	Прочитайте текст, выберите несколько правильных ответов и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов: При пеленгации объекта с помощью лазерного излучения, точность оценки угловой координаты зависит от 1) режима поперечных мод 2) геометрии резонатора 3) периода зондирующих импульсов 4) формы зондирующих импульсов	ОПК-1.У.1
8	Выбрать правильно соответствие между вопросами и ответами	ОПК-2.3.1
	При решении задачи оценивания точности по вектору данных измеренных значений пеленгации объекта при помощи лазерного локатора какой параметр или метод будете использовать	метод калмановской фильтрации
	для экстраполяции значений при оценивании угловой координаты объекта, зондируемого лазерным локатором какой метод или характеристика позволяет найти параметры кривой, аппроксимирующей закон изменения угла?	среднеквадратическое отклонение
	При априорно известной математической модели закона изменения угловой координаты объекта, зондируемого лазерным локатором, какой метод или параметр позволяет реализовать более быструю сходимость оценивания пеленга при реализации последовательного дискретного по времени зондирования	метод наименьших квадратов
	Какой метод для оценивания пеленга в лазерной локации не может быть применим из-за сложности фазовой автоподстройки разностных каналов приема	моноимпульсный метод
9	Опишите правильную последовательность формирования информационного сигнала в канале связи 1) формирование сообщения 2) генерация несущего колебания 3) модуляция 4) кодирование	ОПК-3.У.1

10	Каким образом можно оценить полный вектор скорости перемещения объекта в пространстве при помощи измерений дальности в лазерном локаторе?		ОПК-3.У.1
11	Прочитайте текст, выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Что является обязательным этапом при разработке опытно-конструкторской документации для принципиально нового технического оптико-электронного изобретения? а) создание полной математической модели или цифрового двойника, подтверждающего возможность доказать возможность получения более лучших тактико-технических параметров при решении поставленной задачи? б) разработка стендового оборудования и проведение экспериментов, позволяющего доказать наличие улучшения тактико-технических параметров? в) получение патента на изобретение г) разработка технических условий		ОПК-1.У.1
12	Прочитайте текст, выберите несколько правильных ответов и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов: Какие устройства и системы относятся к лазерной системе навигации? а) мультимплексор б) спектрофотометр в) гироскоп г) ДИСС		ОПК-1.У.1
13	Выбрать правильно соответствие между вопросами и ответами		ОПК-2.3.1
	Лазерная система видения использует зондирующие сигналы	непрерывного типа без амплитудной модуляции огибающей	
	Лазерная система дистанционного зондирования акустических колебаний для считывания речи использует сигналы	импульсного типа без амплитудной и фазовой манипуляции	
	лазерный дальномер использует сигналы	с амплитудной и фазовой манипуляцией	
	Лазерная система связи по оптоволокну использует сигналы	непрерывного типа с амплитудной модуляцией огибающей	
14	Опишите правильную последовательность приема оптического сигнала в канале связи а) аналогово-цифровое преобразование б) фотодетектирование в) демодуляция г) декодирование		ОПК-3.У.1
15	Опишите основное преимущество и основной недостаток лазерной атмосферной системы связи перед системой связи в радиодиапазоне		ОПК-3.У.1

ПРИМЕЧАНИЕ: в таблице предусмотрена следующая система оценивания тестовых заданий:



**1 тип)** 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 тип)** 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 тип)** 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 тип)** 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 тип)** 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.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора

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 (Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

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:

Лекция состоит из трех основных частей: вступительной, основной и заключительной.

Вступительная часть определяет название темы, план и цель лекции. Она призвана заинтересовать и настроить аудиторию. В этой части лекции преподавателем излагается актуальность, основная идея, связь данной лекции с предыдущими занятиями, ее основные вопросы. Введение должно быть кратким и целенаправленным.

В основной части лекции реализуется научное содержание темы, все главные узловые вопросы, проводится вся система доказательств с использованием наиболее целесообразных методических приемов. Каждый учебный вопрос заканчивается краткими выводами, логически подводящими студентов к следующему вопросу лекции.

Заключительная часть имеет целью обобщать в кратких формулировках основные идеи лекции, логически завершая ее как целостное творение. Каждая из структурных частей лекции чрезвычайно важна в доведении материала обучаемым, и сравнивать их по приоритетности просто некорректно. У каждой из них своя цель, специфика, временные рамки, особенности и сложности. Лекция по своему структурному построению должна придерживаться данных общих правил. Однако отдельные виды лекций все же могут иметь свои особенности как по содержанию, так

и по структуре.

Так предусматривается проведение части лекции в форме лекции - визуализации, использующей форму подачи лекционного материала с применением технических средств обучения или аудиовидеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Учебным планом не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

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

Практические занятия по дисциплине состоят из трех структурных единиц:

- вводная часть,
- основная часть,
- заключительная часть.

Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению заданий работы.

В ее состав входят:

- формулировка темы, цели и задач занятия, обоснование его значимости в профессиональной подготовке студентов;
- рассмотрение связей данной темы с другими темами курса;
- изложение теоретических основ работы;
- характеристика состава и особенностей заданий работы и объяснение подходов (методов, способов, приемов) к их выполнению;
- характеристика требований к результату работы;
- вводный инструктаж по технике безопасности при эксплуатации технических средств;
- проверка готовности студентов к выполнению заданий работы;
- пробное выполнение заданий под руководством преподавателя.

Основная часть предполагает самостоятельное выполнение заданий студентами.

Может сопровождаться:

- дополнительными разъяснениями по ходу работы;
- текущим контролем и оценкой результатов работы;
- ответами на вопросы

студентов. Заключительная

часть содержит:

- подведение общих итогов (позитивных, негативных) занятия;
- оценку результатов работы отдельных студентов;
- ответы на вопросы студентов;
- выдачу рекомендаций по улучшению показателей работы и устранению

пробелов в системе знаний и умений студентов;

- сбор отчетов студентов по выполненной работе для проверки преподавателем;
- изложение сведений о подготовке к выполнению следующей работы, в

частности, о подлежащей изучению учебной литературе.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

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

Задание к выполнению лабораторной работы выдается каждому обучающемуся индивидуально. Перед выполнением лабораторной работы проводится коллоквиум с проверкой базовых теоретических знаний по теме лабораторной работы и по ходу ее выполнения. Лабораторная работа выполняется студентом самостоятельно. При сдаче лабораторной работы оценивается уровень освоения обучающимся темы лабораторной работы и корректность ответов на дополнительные вопросы.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе выполняется в письменном виде. Титульный лист соответствует требованиям к оформлению, представленным на сайте ГУАП по электронному адресу: <https://guap.ru/standart/doc>.

Отчет содержит следующие обязательные разделы: Цель работы, задачи работы, исходные данные, полученные результаты, выводы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление отчета о лабораторной работе должно соответствовать ГОСТ 2.105-95

«Общие требования к текстовым документам». Все расчеты производятся в системе

СИ с представлением в отчете промежуточных результатов. Выводы по лабораторной работе должны соответствовать цели и задачам лабораторной работы.

#### 11.5. 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).

#### 11.6. 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.

Требования к текущему контролю успеваемости:

- преподаватель информирует обучающихся о применяемой системе текущего контроля успеваемости на первом занятии.
- текущий контроль успеваемости по дисциплине проводится не менее одного раза в семестр.

При проведении промежуточной аттестации будут учитываться:

- посещаемость занятия студентами;
- подготовленность студентов к занятию;
- наличие в необходимом количестве защищенных отсчетов по лабораторным и практическим работам;
- наличие реферата, выполненного в ходе самостоятельной работы.

#### 11.7. 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».

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

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Допуск к экзамену или дифф. зачету предоставляется обучающимся при условии:

- наличия в необходимом количестве защищенных отсчетов по лабораторным и практическим работам;
- наличия реферата, выполненного в ходе самостоятельной работы. Оценка по экзамену выставляется на основании
- текущего количества баллов, набранных обучающимися в течение семестра;
- письменных и устных ответов на два вопроса из перечня вопросов к экзамену по дисциплине.

#### 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