

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

Кафедра № 22

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«19» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Средства интроскопии»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Радиотехнические системы и их эксплуатация
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

11.02.2025г

(подпись, дата)

Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 22

« 11 » февраля 2025г протокол № 2

Заведующий кафедрой № 22

к.т.н.

(уч. степень, звание)

11.02.2025г

(подпись, дата)

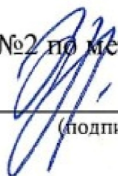
Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

11.02.2025г

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Средства интроскопии» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности «Радиотехнические системы и их эксплуатация». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, а также с использованием методов искусственного интеллекта»

ПК-2 «Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием у слушателей знаний в одной из важных областей современной прикладной радиотехники – ультразвуковой интроскопии, включающей в себя ультразвуковую диагностическую технику, широко применяемую в современной медицине, а также ультразвуковую технику для неразрушающего контроля материалов и промышленных изделий. Принципы построения современных средств интроскопии, а также алгоритмы обработки сигналов, положенные в основу их работы, во многом аналогичны идеям и методам построения радиотехнических систем, что делает данную дисциплину естественным обобщением знаний и навыков образовательной программы подготовки бакалавров направления «Радиотехника» направленности «Радиотехнические системы и их эксплуатация».

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 дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины - формирование у слушателей знаний в одной из важных областей современной прикладной радиотехники – ультразвуковой интроскопии, включающей в себя ультразвуковую диагностическую технику, широко применяемую в современной медицине, а также ультразвуковую технику для неразрушающего контроля материалов и промышленных изделий. Принципы построения современных средств интроскопии, а также алгоритмы обработки сигналов, положенные в основу их работы, во многом аналогичны идеям и методам построения радиотехнических систем, что делает данную дисциплину естественным обобщением знаний и навыков образовательной программы подготовки бакалавров направления «Радиотехника» направленности «Радиотехнические системы и их эксплуатация».

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, а также с использованием методов искусственного интеллекта	ПК-1.У.1 уметь строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	ПК-2.3.1 знать методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем ПК-2.У.1 уметь проводить экспериментальные исследования характеристик радиотехнических устройств и систем по заданной методике ПК-2.В.1 владеть методами обработки результатов эксперимента

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Основы спектрального анализа»,
- «Статистическая радиотехника»,
- "Теория и техника РТС"
- "Устройства приема и обработки сигналов".

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

- «Научно-исследовательская работа»,
- «Помехоустойчивость РТС», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

–

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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, 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)		
Самостоятельная работа, всего (час)	129	129
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Введение	2		2		9
Раздел 2. Физические основы акустики	2	4	4		20
Раздел 3. Ультразвуковые преобразователи	2	2			20

Раздел 4. Приемники и излучатели ультразвуковых волн	4	8	4		20
Раздел 5. Ультразвуковые эхолоты	2				20
Раздел 6. Допплеровские методы в ультразвуковой эхолокации	3	3	4		20
Раздел 7. Обзор современных ультразвуковых систем интроскопии в медицине и дефектоскопии	2		3		20
Итого в семестре:	17	17	17		129
Итого	17	17	17	0	129

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1. Введение	<u>Введение.</u> Тема 1.1. Классификация методов интроскопии. Трансмиссионная, эмиссионная, эхолокационная интроскопия и реконструктивная томография. Преобразование Радона. Тема 1.2. Основные параметры систем интроскопии. Тема 1.3. Принцип действия и основные параметры систем ультразвуковой эхолокационной томографии в медицине и неразрушающем контроле.
Раздел 2. Физические основы акустики	<u>Физические основы акустики.</u> Тема 2.1. Основные акустические характеристики твердых, жидких и газообразных сред. Деформация, напряжение. Закон Гука. Тема 2.2. Волновое уравнение. Решение волнового уравнения для плоской продольной волны. Основные соотношения между параметрами волны. Волновое сопротивление. Интенсивность плоской волны. Скорость звука в жидкостях и газах. Тема 2.3. Отражение, прохождение и преломление плоских волн на границе раздела сред. Тема 2.4. Затухание и поглощение ультразвуковых волн в жидкостях, газах и биологических средах. Частотные зависимости затухания. Зависимость глубины зондирования ультразвукового эхолота от частоты. Тема 2.5. Основные характеристики сферических ультразвуковых волн. Рассеяние ультразвуковой волны на неоднородностях плотности и сжимаемости. Сечение рассеяния. Одиночные рассеиватели. Модели дискретных рассеивателей. Угловая и частотная зависимость рассеивания. Модели биологических тканей.
Раздел 3. Ультразвуковые преобразователи	<u>Ультразвуковые преобразователи.</u> Тема 3.1. Электроакустические преобразователи и их основные характеристики. Тема 3.2. Пьезоэлектрические преобразователи. Виды

	эквивалентных схем преобразователей. Параметры пьезопреобразователей. Тема 3.3. Способы электрического и акустического согласования. Просветляющие слои.
Раздел 4. Приемники и излучатели ультразвуковых волн	<u>Приемники и излучатели ультразвуковых волн.</u> Тема 4.1. Плоские поршневые излучатели. Поле излучения и приема на оси излучателя. Зоны Френеля и Фраунгофера. Тема 4.2. Диаграмма направленности. Разрешающая способность. Проблема боковых лепестков. Тема 4.3. Фокусирующие преобразователи. Акустические линзы. Многоэлементные ультразвуковые преобразователи, акустические антенные решетки. Динамическая фокусировка. Тема 4.4. Сканирование и методы обзора в ультразвуковой эхолокации. Линейное, секторное и конвексное сканирование. Механическое и электронное сканирование. Техническая реализация методов электронного сканирования.
Раздел 5. Ультразвуковые эхолоты	<u>Ультразвуковые эхолоты.</u> Тема 5.1. Принципы построения и параметры ультразвуковых эхолотов. Основные требования и параметры. Выбор частоты, интенсивности, чувствительности и параметров сигнала. Выбор и анализ методов сканирования и антенной системы. Тема 5.2. Функциональные схемы ультразвуковых эхолотов, устройств обработки сигналов и их отображения.
Раздел 6. Допплеровские методы в ультразвуковой эхолокации	<u>Допплеровские методы в ультразвуковой эхолокации.</u> Тема 6.1. Назначение и основные параметры доплеровских измерителей. Непрерывный и импульсный режим измерителей. Тема 6.2. Предельно достижимые параметры измерителей и области их применения. Совмещение режима обзора и измерения. Тема 6.3. «Цветные» доплеровские измерители скорости кровотока.
Раздел 7. Обзор современных ультразвуковых систем интроскопии в медицине и дефектоскопии	<u>Обзор современных ультразвуковых систем интроскопии в медицине и дефектоскопии.</u> Тема 7.1. Современные системы ультразвуковой эхолокационной аппаратуры. Тема 7.2. Ультразвуковые томографы в медицине. Классические методы использования диагностических приборов. Эксплуатация, безопасность и поверка ультразвуковых приборов. Тема 7.3. Использование ультразвуковых приборов в системах неразрушающего контроля и дефектоскопии.

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 7					
1	Отражение, прохождение и преломление плоских волн на границе раздела сред.	Решение задач	2	2	2

2	Затухание и поглощение ультразвуковых волн в средах. Частотные зависимости затухания.	Решение задач	2	2	2
3	Способы электрического и акустического согласования. Просветляющие слои.	Решение задач	2	2	3
4	Плоские поршневые излучатели. Поле излучения и приема на оси излучателя. Зоны Френеля и Фраунгофера	Решение задач	2	2	4
5	Диаграмма направленности. Разрешающая способность по углу или в поперечном направлении	Решение задач	2	2	4
6	Фокусирующие преобразователи. Многоэлементные преобразователи. Динамическая фокусировка.	Решение задач	2	2	4
7	Линейное и секторное электронное сканирование.	Решение задач	2	2	4
8	Основные параметры доплеровских измерителей. Непрерывный и импульсный режим измерителей.	Решение задач	3	3	6
Всего			17	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 7				
1	Исследование преобразования Радона	2	2	1
2	Исследование прохождения акустической волны через многослойные структуры	4	4	2
3	Исследование диаграмм направленности ультразвуковых линейных антенных решеток.	4	4	4
4	Исследование импульсного доплеровского измерителя	4	4	6
5	Исследование ультразвукового эхолотатора	3	3	7
Всего		17	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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	90	90
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	20	20
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	19	19
Всего:	129	129

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 экземпляро в в библиотеке (кроме электронны х экземпляро в)
621.38(ГУАП) Ч13	Чадович, И.И. Электронные средства досмотра: учебное пособие/ И.И.Чадович; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. Приборостроения. – СПб: Изд-во ГУАП, 2001. - 36 с.	77
534 О74	Осипов, Л.В. Ультразвуковые диагностические приборы: практическое руководство для пользователей / Л.В.Осипов. – М.:Видаp, 1999. – 256 с.	5
534 Ш97	Шутилов, В.А. Основы физики ультразвука / В. А. Шутилов. Л.: изд-во Ленинградского ун-та, 1980. – 280 с.	5

621.37/39 K15	Кайно, Г. Акустические волны. Устройство, визуализация и аналоговая обработка сигналов: пер. с англ./ Г.Кайно; пер. С.Н.Карпачев, В.Г.Можаев, И.Ю.Солодов; ред.: О.В.Руденко. – М.:Мир, 1990. – 656 с.	6
61 И 49	Илясов, Л.В. Биомедицинская измерительная техника: учебное пособие/ Л.В.Илясов. – М.: Высш. шк., 2007. – 342 с.	20
53 P38	Ремизов, А.Н. Учебник по медицинской и биологической физике: учебник/ А.Н.Ремизов, А.Г.Максина, А.Я.Пота-пенко. – 6-е изд., стер. – М.: Дрофа, 2005. – 559 с.	10
URL: https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?12482	Бакшеева, Ю.В. Средства интроскопии : [Электронный ресурс] : программа, контрольные задания, методические указания к выполнению контрольных заданий / Ю. В. Бакшеева ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2021. - 53 с. - Систем. требования: ACROBAT READER 5.X. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.	
URL: https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?551056	Исследование направленных свойств линейных антенных решеток : [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: А. А. Филиппов, Ю. В. Бакшеева, В. Б. Андронников. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2018. - 24 с	
URL: https://e.lanbook.com/book/98207 — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Ерофеев, Н. К. Пьезоэлектрические преобразователи : учебное пособие / Н. К. Ерофеев, С. А. Карпов. — 3-е изд. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2016. — 64 с. — ISBN 978-5-906920-00-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
URL: https://e.lanbook.com/book/171857 — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Илясов, Л. В. Физические основы и технические средства медицинской визуализации : учебное пособие для вузов / Л. В. Илясов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-8112-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
URL: https://e.lanbook.com/book/75873 — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Беляев, В. Н. Физика ядерной медицины : учебное пособие / В. Н. Беляев, В. А. Климанов. — Москва : НИЯУ МИФИ, [б. г.]. — Часть 2 : Позитронно-эмиссионные сканеры, реконструкция изображений в позитронно-эмиссионной томографии, комбинированные системы ПЭТ/КТ и ОФЭКТ/ПЭТ, кинетика радиофармпрепаратов, радионуклидная терапия, внутренняя дозиметрия — 2012. — 248 с. — ISBN 978-5-7262-1757-4. — Текст :	

	электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
URL: https://e.lanbook.com/book/167494 — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Сизиков, В. С. Прямые и обратные задачи восстановления изображений, спектроскопии и томографии с MatLab : учебное пособие / В. С. Сизиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 412 с. — ISBN 978-5-8114-2754-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	

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
	Не предусмотрено

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

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

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Классификация методов интроскопии. Трансмиссионная, эмиссионная, эхолокационная интроскопия и реконструктивная томография.	ПК-2.3.1
1.1	Задача на оценку технической реализуемости заданной системы интроскопии	ПК-2.У.1
2	Основные параметры систем интроскопии.	ПК-2.3.1
2.1	Задача на расчет основных параметров систем интроскопии	ПК-1.У.1 ПК-2.В.1
3	Основные акустические характеристики твердых, жидких и газообразных сред.	ПК-2.3.1
3.1	Задача на расчет основных акустических характеристик твердых, жидких и газообразных сред.	ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
4	Волновое уравнение. Решение уравнения для плоской продольной волны.	ПК-2.3.1
4.1	Задача на решение волнового уравнения	ПК-2.В.1
5	Волновое сопротивление.	ПК-2.3.1
5.1	Задача на оценку волновых сопротивлений материалов	ПК-2.У.1
6	Основные соотношения между параметрами плоской волны.	ПК-2.3.1
6.1	Задача на расчет основных соотношений между параметрами плоской волны	ПК-2.В.1
7	Отражение и прохождение плоских волн на границе раздела сред при нормальном падении. Коэффициенты отражения и прохождения.	ПК-2.3.1
7.1	Задача на расчет коэффициентов прохождения и отражения	ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
8	Отражение и преломление плоских волн на границе раздела сред при наклонном падении. Закон Снеллиуса. Угол полного внутреннего отражения.	ПК-2.3.1
8.1	Задача на оценку характеристик преломленной волны.	ПК-1.У.1 ПК-2.В.1
9	Прохождение плоских волн через слой. Условия прозрачности слоя.	ПК-2.3.1
9.1	Задача на расчет условий прозрачности слоя	ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
10	Согласование двух сред с разными волновыми сопротивлениями.	ПК-2.3.1
10.1	Методика расчета согласующего слоя	ПК-1.У.1 ПК-2.В.1
11	Затухание и поглощение УЗ волн в жидкостях, газах и биологических средах.	ПК-2.3.1
11.1	Задача на оценку затухания ультразвука.	ПК-1.У.1 ПК-2.У.1

12	Электроакустические преобразователи и их основные характеристики.	ПК-2.3.1
12.1	Методика оценки основных характеристик электроакустических преобразователей.	ПК-1.У.1 ПК-2.В.1
13	Пьезоэлектрические преобразователи. Виды эквивалентных схем преобразователей. Параметры пьезопреобразователей.	ПК-2.3.1
13.1	Задача на расчет параметров пьезопреобразователей	ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
14	Способы электрического и акустического согласования. Просветляющие слои.	ПК-2.3.1
14.1	Задача на оценку качества электрического и акустического согласования.	ПК-2.В.1
15	Плоские поршневые излучатели. Поле излучения и приема на оси излучателя. Зоны Френеля и Фраунгофера.	ПК-2.3.1
15.1	Задача на расчет границы зоны Френеля	ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
16	Фокусирующие преобразователи. Акустические линзы.	ПК-2.3.1
16.1	Способы фокусировки.	ПК-2.В.1
17	Многоэлементные ультразвуковые преобразователи, акустические антенные решетки. Динамическая фокусировка.	ПК-2.3.1
17.1	Задача на расчет задержек на фокусировку.	ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
18	Сканирование и методы обзора в ультразвуковой эхолокации.	ПК-2.3.1
18.1	Сравнительный анализ способов сканирования.	ПК-2.В.1
19	Механическое и электронное сканирование.	ПК-2.3.1
19.1	Структурная схема преобразователя с механическим сканированием: описание и анализ.	ПК-2.У.1
20	Техническая реализация методов электронного сканирования.	ПК-2.3.1
20.1	Сравнительный анализ методов электронного сканирования.	ПК-2.В.1
21	Принципы построения и параметры ультразвуковых эхолокаторов.	ПК-2.3.1
21.1	Задача на расчет основных параметров ультразвуковых эхолокаторов	ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
22	Функциональные схемы ультразвуковых эхолокаторов, устройств обработки сигналов и их отображения.	ПК-2.3.1
22.1	Сравнительный анализ основных функциональных схем ультразвуковых эхолокаторов	ПК-2.В.1
23	Назначение и основные параметры доплеровских измерителей. Непрерывный и импульсный режим измерителей.	ПК-2.3.1
23.1	Задача на расчет параметров доплеровских измерителей.	ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
24	Предельно достижимые параметры измерителей и области их применения. Совмещение режима обзора и измерения.	ПК-2.3.1
24.1	Сравнительный анализ и области применения разных режимов обзора	ПК-2.В.1

25	"Цветные» доплеровские измерители скорости кровотока.	ПК-2.3.1
25.1	Задача на расчет доплеровского сдвига частот и оценку доплеровского спектра.	ПК-1.У.1 ПК-2.У.1
26	Артефакты акустического изображения. Использование ультразвуковых приборов в системах неразрушающего контроля и дефектоскопии.	ПК-2.3.1
26.1	Оценка достоверности акустического изображения и выявление артефактов.	ПК-2.В.1

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

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа "Выберите акустическую характеристику, от которой зависит коэффициент отражения акустической волны на границе двух сред. Обоснуйте выбор ответа. 1. Акустическая мощность падающей волны 2. Волновое сопротивление сред 3. Колебательная скорость частиц в средах 4. Давление падающей волны на границе двух сред"	ПК-1
2	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов "Укажите, какие из перечисленных сигналов нецелесообразно использовать в приборах ультразвуковой эхолокации. Обоснуйте выбор ответов 1. ЛЧМ-сигнал 2. Радиоимпульс с прямоугольной огибающей 3. Односторонний экспоненциальный радиоимпульс 4. Фазоманипулированный сигнал по коду Баркера 5. Узкополосный радиоимпульс"	
3	Задание закрытого типа на установление соответствия. Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. "Методы интроскопии классифицируются по взаимному пространственному расположению источника излучения, объекта исследования и приемника излучения. Соотнесите методы интроскопии с расположением объекта относительно источника и приемника излучения. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.	
	Метод интроскопии	Расположение объекта

	А	Эмиссионный	1	Объект может располагаться произвольно по отношению к источнику и приемнику излучения		
	Б	Эхолокационный	2	Объект расположен между источником и приемником излучения		
	В	Трансмиссионный	3	Источник излучения совпадает с объектом		
	Г	Реконструктивный	4	Объект обладает свойством рассеяния и расположен под углом к источнику и приемнику излучения		
4	Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. "Расположите перечисленные типы антенн в порядке увеличения ширины диаграммы направленности при одинаковом размере раскрыва. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо: А. Точечный излучатель Б. Плоский линейный излучатель с амплитудным распределением "косинус на пьедестале" В. Вогнутый линейный излучатель Г. Плоский линейный излучатель с равномерным амплитудным распределением"					
5	Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ "Дайте определение принципа Ферма. Укажите, для чего применяется принцип Ферма при анализе волновых процессов"					
1	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа Вопрос: Какой из перечисленных артефактов акустического изображения вызван инструментальными причинами. Обоснуйте выбор ответа. 1. "Хвост кометы" 2. Решетка на изображении 3. Искажение размеров изображения 4. Тень на изображении					ПК-2
2	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов Укажите, какие из перечисленных задач могут решать УЗДС. 1. Обнаружение объектов 2. Визуализация внутренней структуры 3. Измерение скорости кровотока 4. Анализ крови 5. Диализ 6. Измерение геометрических размеров					
3	Задание закрытого типа на установление соответствия. Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. Соотнесите виды акустических датчиков и биологические объекты, для исследования которых они предназначены. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.					
	Датчик		Биологический объект			
	А	Линейный	1	Сердце, межреберное		

				пространство
	Б	Конвексный	2	Мозг новорожденных
	В	Микроконвексный	3	Сухожилия, мышцы, суставы
	Г	Секторный	4	Органы брюшной полости
4	Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. "Расположите перечисленные типы антенн в порядке увеличения ширины диаграммы направленности при одинаковом размере раскрыва. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо: А. Точечный излучатель Б. Плоский линейный излучатель с амплитудным распределением "косинус на пьедестале" В. Вогнутый линейный излучатель Г. Плоский линейный излучатель с равномерным амплитудным распределением"			
5	Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ Сравните доплеровские эхолоты с непрерывным и импульсным излучением.			

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.

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в

локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

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

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

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

Практические занятия проводятся в форме разбора и решения задач на заявленные темы. Практические занятия хронологически следуют за соответствующей лекцией. К практическому занятию обучающийся должен освоить и повторить лекционный материал на заданную тему. На практическом занятии преподаватель разбирает типовую задачу в первой части занятия. Далее обучающимся выдаются индивидуальные варианты для самостоятельной работы во второй части занятия. Обучающиеся должны оформить решение письменно и выборочно демонстрируют его на доске. При демонстрации обучающийся должен уметь ответить на вопросы, относящиеся к ходу решения и сопутствующей теории, разобранный на лекции.

Темы и варианты для индивидуальной работы см. в пособии "Средства интроскопии" : [Электронный ресурс] : программа, контрольные задания, методические указания к выполнению контрольных заданий / Ю. В. Бакшеева ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2021. - 53 с. - Систем. требования: ACROBAT READER 5.X. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?12482

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

Перед выполнением лабораторных работ студент должен изучить соответствующий теоретический материал, а также получить у преподавателя индивидуальное задание, которое он будет выполнять в процессе проведения лабораторной работы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать сведения, иллюстрирующие выполнение студентом лабораторной работы: цель работы, описание лабораторной установки, индивидуальное задание, процесс выполнения работы, результаты измерений, необходимые расчеты, выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Бланк титульного листа отчета о лабораторной работе расположен на сайте ГУАП http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml. Отчет должен быть оформлен по правилам оформления текстовых документов в соответствии с ГОСТ 7.32-2017.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

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

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

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение всего семестра (семестров) на лабораторных и практических занятиях по нескольким критериям:

- количество лабораторных работ, которое студент успел выполнить и защитить как в отведенные для этого календарные сроки, так и в течение семестра в целом.
- темп и качество выполнения лабораторных работ, т.к. успешное выполнение лабораторных работ студентом возможно при соответствующем освоении текущего лекционного и предыдущего лабораторного материала.
- оценки, полученные студентом по результату защиты каждой лабораторной работы;
- текущая работа студента на практических занятиях.

Используемая в ГУАП модульно-рейтинговая система (см. Положение «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и Положение «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП») предусматривает формирование итоговой оценки на основе прохождения текущего контроля успеваемости (в семестре) и прохождения промежуточной аттестации. Баллы, отведенные на работу в семестре, начисляются за посещение лекционных и практических занятий и выполнение и защиту лабораторных работ, причем количество баллов зависит от оценки, полученной за защиту каждой лабораторной работы. Дополнительные бонусные баллы могут быть начислены по итогам работы студента на практических занятиях. Таким образом, итоговая оценка может быть ниже полученной на промежуточной аттестации при слабых и/или неполных выполнении и защите лабораторных работ в течение семестра.

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:

– 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».

Дифференцированный зачет направлен на проверку сформированности индикаторов компетенций "Знать", "Уметь", "Владеть". Для зачета формируются теоретические (№№1-26) и практические (№№1.1-26.1) вопросы (см. табл.16), из которых составляются билеты, включающие один теоретический ("Знать"), один практический ("Уметь") и один прикладной ("Владеть") вопросы.

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