Приложение 4

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Дистанционное зондирование объектов окружающей среды

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
03.04.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы
Информационные процессы и системы

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 Дистанционное зондирование объектов окружающей среды относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции**		**Наименование оценочного средства**	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	**Результаты обучения по дисциплине**	**Для текущего контроля успеваемости**	**Для промежуточной аттестации**
ПК-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области физики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности	*ПК-1.1: Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач* *ПК-1.2: Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников* *ПК-1.3: Использует современные информационные и коммуникационные технологии сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования*	*ПК-1.1:* *Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области своей профессиональной деятельности* *Уметь: определять наиболее актуальные направления исследований в области профессиональной деятельности* *Владеть: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз банных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований* *ПК-1.2:* *Знать: современные информационные и коммуникационные технологии сбора и анализа большого объема данных* *Уметь: систематизировать и анализировать данные большого объема* *Владеть: навыками работы с большим объемом данных, полученных из различных источников* *ПК-1.3:* *Знать: основные способы*	*Задачи*	*Экзамен: Контрольные вопросы*

		представления и продвижения результатов в области опытно-конструкторских разработок, формировать их новые направления в области информатики и информационных технологий. *Уметь: организовывать и выполнять, научные исследования и опытно-конструкторские разработки применительно к профессиональной деятельности.* *Владеть: навыками руководства научных исследований и опытно-конструкторских разработок.*		
ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области физики и радиофизики и оформлять их результаты	*ПК-2.1: Анализирует современное состояние исследований в области физики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов.* *ПК-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи* *ПК-2.3: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР* *ПК-2.4: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики*	*ПК-2.1:* *Знать: современное состояние исследований, современные подходы к описанию различных явлений в области своей профессиональной деятельности* *Уметь: анализировать современное состояние исследований в области физики и радиофизики* *Владеть: навыками моделирования различных явлений в области физики и радиофизики* *ПК-2.2:* *Знать: современные подходы к моделированию различных явлений* *Уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования* *Владеть: навыками проведения моделирования или эксперимента для решения конкретной научно-исследовательской задачи*	*Задачи*	*Экзамен: Контрольные вопросы*

		ПК-2.3: *Знать: основные принципы организации научного исследования* *Уметь: анализировать процесс выполнения научного исследования и, в случае необходимости, корректировать план исследования на определенных этапах* *Владеть: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов* *ПК-2.4:* *Знать: современные подходы к оценке полученных результатов в области своей профессиональной деятельности* *Уметь: анализировать полученные данные, формулировать выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики* *Владеть: навыками оценки полученных результатов и формулировки выводов для выполненной научно-исследовательской задачи*		
ПК-3: Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок	*ПК-3.1: Использует знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях* *ПК-3.2: Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу* *ПК-3.3: Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-*	*ПК-3.1:* *Знать: основные требования к составлению научно-технических отчетов и документации* *Уметь: применять заданные требования и правила к оформлению рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях* *Владеть: навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов и обзоров, публикаций*	*Задачи*	*Экзамен: Контрольные вопросы*

	исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика	*ПК-3.2:* *Знать: основные способы представления и продвижения результатов НИР* *Уметь: структурировать презентационный материал, выделять основные результаты деятельности для их представления и расставлять акценты* *Владеть: навыками представления результатов НИР перед научным и академическим сообществом* *ПК-3.3:* *Знать: основные этапы подготовки НИР и составления проекта НИР* *Уметь: анализировать проектную документацию на выполнение НИР* *Владеть: навыками составления части проектной документации для проведения НИР*		

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	**3**
Часов по учебному плану	**108**
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	**32**
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	**0**
- КСР	**2**
самостоятельная работа	**29**
Промежуточная аттестация	**45** **Экзамен**

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
1. Введение Классификация методов ДЗ. Энергетический баланс и взаимодействие солнечного излучения с атмосферой и гидросферой Земли. Происхождение гидрометеоров, атмосферной и океанической циркуляции. Объекты ДЗ в атмосфере и океане. Некоторые сведения по экологии. Процессы и явления в экосистемах, наблюдаемые с помощью активного ДЗ.	4	2		2	2
2. Трансформация излучения в случайно-неоднородной среде. Приближения теории рассеяния и условия их применимости Трансформация когерентного поля в некогерентное при распространении в рассевающей среде. Теория одно- и многократного рассеяния, теория переноса излучения: критерии применимости.	4	2		2	2
3. Рассеяние ЭМ и акустических волн на дискретных неоднородностях Понятие сечения рассеяния. Рассеяние Рэлея ЭМ и акустических волн на одиночной частице. Рассеяние Ми ЭМ и акустических волн на одиночной частице. Рассеяние на больших частицах в приближении геометрической оптики (акустики). Резонансные рассеиватели в акустике	8	4		4	4
4. Рассеяние ЭМ и акустических волн на непрерывно-распределенных неоднородностях Обзор методов описания непрерывных случайных полей. Турбулентность. Общие закономерности рассеяния в среде с флуктуациями плотности и скорости (аналогия с рассеянием Брэгга света на ультразвуке).	8	4		4	4
5. Рассеяние ЭМ и акустических волн на неровной поверхности Законы отражения и преломления на ровной границе двух сред. Формулы Френеля. Методы малых возмущений и Кирхгофа в теории рассеяния на неровной поверхности. Двухмасштабная модель. Особенности рассеяния на подвижной поверхности на примере морского волнения.	4	2		2	2
6. Обратная задача рассеяния в случайно-неоднородной среде Общая постановка обратной задачи рассеяния. Понятие некорректности. Использование дополнительной информации о среде. Эффект Доплера для ЭМ и акустических волн. Упрощенные методы оценки характеристик среды по рассеянному излучению. Энергетическое описание процесса рассеяния. Уравнения радио- и акустической локации.	4	2		2	2
7. Структура и функции систем дистанционного зондирования Обобщенная схема системы активного ДЗ. Антенные системы. Фазированные антенные решетки. Синтезирование апертуры. Способы обзора пространства в ДЗ. Задача обнаружения и оценки параметров рассеянного сигнала. Функция неопределенности (ФН) зондирующего сигнала. Простые и сложные сигналы и их ФН. Сжатие импульса. Принцип неопределенности в активной локации.	4	2		2	2
8. Метеорадиолокация Гидрометеоры и аэрозоли. Оценка скорости ветра. Радиоакустическая локация.	4	2		2	2
9. Радиолокационное зондирование поверхности океана Спутниковая альтиметрия возвышений поверхности океана: цунами, вихри и рельеф дна. Ледовый покров. Морское волнение: проявление морфологии дна, внутренних волн и скорости ветра на РЛ-изображениях морской поверхности.	7	4		4	3
10. Акустическое зондирование толщи и дна океана. Пассивная	7	4		4	3

биоакустика Стратификация и акустические характеристики водной среды. Дальнее волноводное распространение звука в океане. Потери при распространении. Неоднородности океанской среды: турбулентность, дискретные рассеиватели биологического происхождения, газовые пузырьки (резонансное рассеяние), рассеивающие свойства дна и поверхности. Гидролокация как исследовательский инструмент в океанологии и экологии. Доплеровские профилографы течений. Биоакустика океана. Механизмы генерации и восприятия звуков морскими животными. Его биологическое значение: ориентация, коммуникация, поиск пищи.					
11. Лазерное зондирование атмосферы Эффекты взаимодействия лазерного излучения с веществом: «упругое» рассеяние; спонтанное комбинационное рассеяние (СКР); резонансное рассеяние и поглощение; флуоресценция. Виды используемых лазеров. Методы измерения концентраций основных и малых газовых составляющих атмосферы и аэрозолей. Лазерное зондирование водной поверхности и приповерхностного слоя. Флуориметрические методы. Обнаружение и трассировка углеводородных (нефтяных) пленок, хлорофилла, взвесей, измерение глубины в прибрежных районах с авиационных/судовых носителей. ДЗ озонового слоя.	7	4		4	3
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	108	32	0	34	29

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение Классификация методов ДЗ. Энергетический баланс и взаимодействие солнечного излучения с атмосферой и гидросферой Земли. Происхождение гидрометеоров, атмосферной и океанической циркуляции. Объекты ДЗ в атмосфере и океане. Некоторые сведения по экологии. Процессы и явления в экосистемах, наблюдаемые с помощью активного ДЗ.
2. Трансформация излучения в случайно-неоднородной среде. Приближения теории рассеяния и условия их применимости Трансформация когерентного поля в некогерентное при распространении в рассевающей среде. Теория одно- и многократного рассеяния, теория переноса излучения: критерии применимости.
3. Рассеяние ЭМ и акустических волн на дискретных неоднородностях Понятие сечения рассеяния. Рассеяние Рэлея ЭМ и акустических волн на одиночной частице. Рассеяние Ми ЭМ и акустических волн на одиночной частице. Рассеяние на больших частицах в приближении геометрической оптики (акустики). Резонансные рассеиватели в акустике.
4. Рассеяние ЭМ и акустических волн на непрерывно-распределенных неоднородностях Обзор методов описания непрерывных случайных полей. Турбулентность. Общие закономерности рассеяния в среде с флуктуациями плотности и скорости (аналогия с рассеянием Брэгга света на ультразвуке).
5. Рассеяние ЭМ и акустических волн на неровной поверхности Законы отражения и преломления на ровной границе двух сред. Формулы Френеля. Методы малых возмущений и Кирхгофа в теории рассеяния на неровной поверхности. Двухмасштабная модель. Особенности рассеяния на подвижной поверхности на примере морского волнения.
6. Обратная задача рассеяния в случайно-неоднородной среде Общая постановка обратной задачи рассеяния. Понятие некорректности. Использование дополнительной информации о среде. Эффект Доплера для ЭМ и акустических волн. Упрощенные методы оценки характеристик среды по рассеянному излучению. Энергетическое описание процесса рассеяния. Уравнения радио- и акустической локации.
7. Структура и функции систем дистанционного зондирования Обобщенная схема системы активного ДЗ. Антенные системы. Фазированные антенные решетки. Синтезирование апертуры. Способы обзора пространства в ДЗ. Задача обнаружения и оценки параметров рассеянного сигнала. Функция

неопределенности (ФН) зондирующего сигнала. Простые и сложные сигналы и их ФН. Сжатие импульса. Принцип неопределенности в активной локации.
8. Метеорадиолокация Гидрометеоры и аэрозоли. Оценка скорости ветра. Радиоакустическая локация.
9. Радиолокационное зондирование поверхности океана Спутниковая альтиметрия возвышений поверхности океана: цунами, вихри и рельеф дна. Ледовый покров. Морское волнение: проявление морфологии дна, внутренних волн и скорости ветра на РЛ-изображениях морской поверхности.
10. Акустическое зондирование толщи и дна океана. Пассивная биоакустика Стратификация и акустические характеристики водной среды. Дальнее волноводное распространение звука в океане. Потери при распространении. Неоднородности океанской среды: турбулентность, дискретные рассеиватели биологического происхождения, газовые пузырьки (резонансное рассеяние), рассеивающие свойства дна и поверхности. Гидролокация как исследовательский инструмент в океанологии и экологии. Доплеровские профилографы течений. Биоакустика океана. Механизмы генерации и восприятия звуков морскими животными. Его биологическое значение: ориентация, коммуникация, поиск пищи.
11. Лазерное зондирование атмосферы Эффекты взаимодействия лазерного излучения с веществом: «упругое» рассеяние; спонтанное комбинационное рассеяние (СКР); резонансное рассеяние и поглощение; флуоресценция. Виды используемых лазеров. Методы измерения концентраций основных и малых газовых составляющих атмосферы и аэрозолей. Лазерное зондирование водной поверхности и приповерхностного слоя. Флуюриметрические методы. Обнаружение и трассировка углеводородных (нефтяных) пленок, хлорофилла, взвесей, измерение глубины в прибрежных районах с авиационных/судовых носителей. ДЗ озонового слоя.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.
На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа обучающихся обеспечена учебными пособиями и методическими разработками для лабораторных работ. Учебно-методические разработки содержат необходимый для контроля освоения дисциплины перечень вопросов, по ответам на которые производится контроль приобретённых знаний.
Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы
1. Рассеивающие свойства неоднородностей атмосферы в СВЧ-диапазоне.
2. Влияние поляризации СВЧ излучения на его рассеяние взволнованной поверхностью.
3. Механизмы рассеяния СВЧ излучения на морской пене и другие эффекты, не описываемые двух-масштабной моделью рассеяния.
4. Георадары: диапазоны частот, особенности распространения радиоволн в почве и льде.
5. Нелинейные акустические свойства воздушных пузырьков, коллективные эффекты (влияние на скорость звука, генерация низкочастотных шумов).
6. Использование акустической нелинейности воды для реализации параметрических гидролокаторов
7. Морская сейсморазведка: импульсные источники, приемные антенные системы, способы

обработки данных

8. Принцип действия лазера. Классификация и виды лазеров, используемых в дистанционном зондировании.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

Задача 1. Сравнить сечения рассеяния акустически-твердой и акустически-мягкой частиц в области рассеяния Рэлея

Задача 2. Оценить сечение рассеяния дождевой капли диаметром 2 мм при несущей частоте ЭМ зондирования 30 ГГц.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Задача 3. Сравнить области однозначного определения скорости импульсно-доплеровской системой, работающей на длине волны 1 см, для акустической и радиолокации.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

Задача 4. Оценить ширину диаграммы направленности круглой антенны диаметром 10 см при длине волны 1 см

Задача 5. Оценить разрешающую способность ЛЧМ радиолокатора при длительности импульса 10 мкс и базе сигнала 50.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом

Оценка	Критерии оценивания
	хотя бы одна компетенция сформирована на уровне « очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**плохо**	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	не зачтено		**зачтено**				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несуществ	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			не в полном объеме	в полном объеме, но некоторые с недочетами	некоторые с недочетами.	енными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	
Навыки	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	**превосходно**	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	**неудовлетворительно**	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Понятие экосистемы и биогеоценоза. Физические поля (температура, концентрации различных химических веществ, солнечное излучение, течение, ветер и т.д.) как экологические условия и

ресурсы. Понятие экологической ниши.
2. Спектральный состав солнечного излучения, влияние на него земной атмосферы. Энергетический баланс в атмосфере Земли.
3. Классификация методов дистанционного зондирования (ДЗ). ДЗ в живой природе.
4. Понятие сечения и индикатрисы рассеяния. Основные закономерности рассеяния акустических и электромагнитных волн на дискретных неоднородностях.
5. Понятие сечения и индикатрисы рассеяния. Основные закономерности рассеяния акустических и электромагнитных волн на непрерывно распределенных неоднородностях.
6. Понятие сечения и индикатрисы рассеяния. Основные закономерности рассеяния акустических и электромагнитных волн на шероховатой поверхности.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

7. Моностатические и бистатические локационные схемы. Энергетическое описание процесса локации. Уравнение локации, физ. смысл его сомножителей.
8. Эффект Допплера для электромагнитных и акустических волн. Задачи обнаружения и оценки параметров объектов в активной локации. Разрешающая способность. Понятие функции неопределенности (ФН). Простые и сложные сигналы и их ФН. Принцип неопределенности в активной локации.
9. Структура волнового поля антенны с заполненной апертурой. Фазированные антенные решетки, электронное управление диаграммой направленности. Способы обзора пространства в ДЗ.
10. Объекты и методы акустического ДЗ океана. Примеры конкретных систем.
11. Механизмы восприятия гидродинамических и акустических возмущений водными организмами. Генерация звуков водными организмами и ее биологическое значение. Пассивное акустическое ДЗ океана: примеры.
12. Воздушные пузырьки, особенности их рассеивающих свойств. Воздушный пузырек как нелинейный элемент.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3

13. Радиолокационное ДЗ, частотные диапазоны и области их использования. Непрерывная и импульсная локация. Антенные системы, способы обзора пространства, носители. Локаторы бокового обзора с синтезированной апертурой.
14. Радиолокационное ДЗ морского волнения. Связь характеристик эхосигнала с параметрами волнения

15. Метеорадиолокация. Измеряемые параметры метеорологических процессов. Радиоакустическое зондирование атмосферы
16. Лазерное ДЗ. Принцип действия лазера. Свойства лазерного излучения. Виды лазеров, используемых в ДЗ.
17. Взаимодействие лазерного излучения с газами атмосферы и аэрозолями. Способы измерения концентраций основных и малых газовых составляющих (загрязнений) и аэрозолей.
18. Лазерное зондирование водной поверхности и приповерхностного слоя океана. Флуюриметрические методы. Обнаружение и трассировка углеводородных (нефтяных) пленок, хлорофилла, взвесей, измерение глубины в прибрежных районах с авиационных/судовых носителей.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне « очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Статистическая теория радиотехнических систем дистанционного зондирования и радиолокации / Волосюк В.К., Кравченко В.Ф. - Москва : Физматлит, 2008., https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=645895&idb=0.
2. Владимиров В. Дистанционное зондирование Земли : Учебное пособие. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-7638-3084-2., https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=604640&idb=0.

Дополнительная литература:

1. Основы дистанционного зондирования Земли и фотограмметрических работ при изысканиях для строительства инженерных сооружений : учебное пособие / Олейник А. М., Попов А. М., Подковырова М. А., Николаев А. Ф. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2016. - 186 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТюмГНГУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-9961-1180-0., https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=717207&idb=0.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Не используется.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Пальгуев Дмитрий Анатольевич, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023, протокол № 09/23.