

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Высшая школа общей и прикладной физики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Методы дистанционного зондирования окружающей среды

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
03.04.02 - Физика

Направленность образовательной программы
Общая и прикладная физика

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.03.05 Методы дистанционного зондирования 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-3: Способен свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной и проектной деятельности	ПК-3.1: Демонстрация способности свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной и проектной деятельности	ПК-3.1: Знать физические принципы получения информации о состоянии океана, атмосферы и криосферы по результатам дистанционного активного и пассивного зондирования Земли Уметь анализировать особенности распространения волн в случайно-неоднородных среда а также рассеяния волн на поверхностях со случайными неровностями Владеть навыками использования данных современных методов спутникового зондирования Земли	Задачи Задания	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы

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	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16

- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	36 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	
Тема 1 Случайно-неоднородные среду и их статистические характеристики. Статистически неровные поверхности.	10	2	2	4	6
Тема 2. Рассеяние "электромагнитных и звуковых" волн на статистически неровной поверхности. Основные модели рассеяния (приближение касательной плоскости, метод малых возмущений, двухмасштабная модель рассеяния).	10	2	2	4	6
Тема 3. Основы радио и акустической локации Земли (атмосферы, океана, морской поверхности, ледового покрова).	10	2	2	4	6
Тема 4. Основы пассивного микроволнового зондирования поверхности Земли	10	2	2	4	6
Тема 5. Физические основы отображения геофизических процессов в характеристиках сигналов активного и пассивного зондирования Земли.	15	4	4	8	7
Тема 6. Спутниковые системы дистанционного зондирования Земли	16	4	4	8	8
Аттестация	36				
КСР	1			1	
Итого	108	16	16	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1 Случайно-неоднородные среду и их статистические характеристики. Статистически неровные поверхности.

Тема 2. Рассеяние "электромагнитных и звуковых" волн на статистически неровной поверхности. Основные модели рассеяния (приближение касательной плоскости, метод малых возмущений, двухмасштабная модель рассеяния).

Тема 3. Основы радио и акустической локации Земли (атмосферы, океана, морской поверхности, ледового покрова).

Тема 4. Основы пассивного микроволнового зондирования поверхности Земли

Тема 5. Физические основы отображения геофизических процессов в характеристиках сигналов активного и пассивного зондирования Земли.

Тема 6. Спутниковые системы дистанционного зондирования Земли

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.

а) основная литература:

- 1) Монин А.С., Красицкий В.П. Явления на поверхности океана. Л.: Гидрометеиздат. 1985. 375 с. <http://oceanfromspace.scanex.ru/index.php/ocean>
- 2) Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно неоднородных средах, т.1, 2. Издательство: М.: Мир, 1981, с. 322. <http://mexalib.com/view/5289>
- 3) Лаврова О.Ю. Костяной А.Г., Лебедев С.А., Митягина М.И., Гинзбург А.И., Шеремет Н.А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. М. ИКИ РАН. 2011.470 с.

б) дополнительная литература:

- 1) Радиолокация поверхности Земли из космоса. (под ред Л.М. Митника, С.Викторова) Л. Гидрометеиздат. 1990.
- 2) Приповерхностный слой океана. Физические процессы и дистанционное зондирование. Н.Новгород: ИПФ РАН. 1999. 444с.
- 3) Ермаков С.А. Влияние пленок на динамику гравитационно-капиллярных волн. Н. Новгород. ИПФ РАН. 2010. 164 с.
- 4) Булатов М.Г., Кравцов Ю.А., Лаврова О.Ю. и др. Физические механизмы формирования аэрокосмических радиолокационных изображений океана. УФН. 2003. Т.173. № 1. С. 69-87. <http://ufn.ru/ru/articles/2003/1/d/references.html>

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 - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

Выполните задания.

1. Расчетно-графическая работа. “Вычисление коэффициентов брэгговского рассеяния микроволнового диапазона”.
2. Расчетно-графическое задание. Расчет коэффициента гидродинамической модуляции гравитационно-капиллярных ветровых волн различной длины в поле внутренней монохроматической волны
3. Сообщение на практических занятиях. Геометрическая модуляция интенсивности радиолокационного сигнала в поле длинных поверхностных волн

4. Задача. Вывод выражения для вариаций концентрации ПАВ в поле внутренней волны

5. Задача. Вывод выражения для коэффициента затухания гравитационно-капиллярных волн в присутствии поверхностной пленки.

6. Сообщение на практических занятиях. Кинетическое уравнение для спектральной плотности волнового действия ветровых волн

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом.

Оценка	Критерии оценивания
	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

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 не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	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	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

			недочетами				
--	--	--	------------	--	--	--	--

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-3

1. Статистические характеристики случайно-неоднородных сред.
2. Статистическое описание статистически неровных поверхностей.
3. Основные модели рассеяния - приближение касательной плоскости.
4. Основные модели рассеяния - метод малых возмущений.
5. Двухмасштабная модель рассеяния электромагнитных волн на морской поверхности
6. Спутниковая скаттерометрия
7. Основы радиолокации атмосферы.
8. Основы радиолокации морской поверхности.

9. Основы радиолокации ледового покрова.
10. Оптические наблюдения океана.
11. Основы пассивного микроволнового зондирования поверхности Земли.
12. Основы пассивного микроволнового зондирования поверхности Земли.
13. Физические основы отображения геофизических процессов в характеристиках сигналов активного и пассивного зондирования Земли.
14. Спутниковые радиолокационные системы зондирования Земли.
15. Спутниковые оптические и ИК системы дистанционного зондирования Земли.
16. Спутниковая альтиметрия, основные принципы и возможности.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Оценка	Критерии оценивания
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

Основная литература:

1. Исимару Акира. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах : [в 2 т.]. Т. 1. Однократное рассеяние и теория переноса / пер. с англ. Л. А. Апресяна. - М. : Мир, 1981. - 280 с. : ил. - 2.60., 4 экз.
2. Исимару Акира. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах : [в 2 т.]. Т. 2. Многократное рассеяние, турбулентность, шероховатые поверхности и дистанционное зондирование / пер. с англ. Л. А. Апресяна. - М. : Мир, 1981. - 317 с. : ил. - 2.70., 4 экз.

Дополнительная литература:

1. Гиперспектральное дистанционное зондирование в геологическом картировании / Райкунов Г.Г., Щербаков В.Л., Турченко С.И., Брусничкина Н.А. - Москва : Физматлит, 2014., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=647203&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, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории. Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет. Помещения для самостоятельной работы

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

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 03.04.02 - Физика.

Автор(ы): Ермаков Станислав Александрович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник.

Заведующий кафедрой: Викторов Михаил Евгеньевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 31.01.2025, протокол № 2.