

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 10 » 02 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ПРИРОДНЫХ СРЕД
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки: 11.04.01 "Радиотехника"

Профиль/программа подготовки :

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	4/144	-	-	36	108	Зач.,
Итого	4/144	-	-	36	108	Зач.,

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоение дисциплины "Радиофизические методы диагностики природных сред" являются:

1. Ознакомление студентов с современными задачами радиофизических исследований природных объектов и сред.
2. Обобщение обучающимися основных физических закономерностей, лежащих в основе радиофизических методов дистанционного зондирования.
3. Освоение основных методов дистанционного зондирования.
4. Освоение базовых принципов проектирования активных и пассивных систем дистанционного зондирования.
5. Приобретение навыков обработки и интерпретации радиофизической информации, получаемой этими системами.

Дисциплина "Радиофизические методы диагностики природных сред" посвящена изучению современных методов дистанционного зондирования, теории и техники современных систем мониторинга поверхности Земли и космических объектов, а также перспективных методов получения, обработки, хранения и интерпретации данных наблюдений, получаемых системами наблюдений спутникового и наземного базирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина "Радиофизические методы диагностики природных сред" является дисциплиной по выбору в рамках вариативной части (Б1.В.ДВ.2).

Освоение обучающимися дисциплины "Радиофизические методы диагностики природных сред" опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения программ следующих курсов: "Электродинамика и распространение радиоволн", "Антенны и устройства СВЧ", "Применение ЭМП для исследования поверхности и недр Земли", "Статистическая радиофизика", "Теория вероятности", "Устройства приема и обработки сигналов", "Основы метрологии и измерений". Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины "Радиофизические методы диагностики природных сред" являются необходимыми при прохождении учебной и производственной практик и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины "Радиофизические методы диагностики природных сред" направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

а) общепрофессиональных (ОПК):

способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);

б) профессиональных (ПК):

способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов (ПК-1);

способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ (ПК-2).

В результате изучения дисциплины "Радиофизические методы диагностики природных сред" студент должен **знать** и **уметь** анализировать:

- особенности оптимальной обработки локационных сигналов;
- модели и статистические характеристики отраженных и излученных сигналов;

владеть

- принципами построения систем дистанционного зондирования и радиоастрономических систем;
- навыками расчета точностных характеристик и выбора параметров этих систем.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах /%)	Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Определение и начальные сведения о дистанционном зондировании	2	1						4		
2	Электромагнитные волны в свободном пространстве	2	2, 3						10		
3	Взаимодействие ЭМИ с веществом	2	4, 5			8			12	4/50	Рейтинг-контроль №1
4	Взаимодействие ЭМИ с атмосферой	2	6, 7			8			10	4/50	
5	Фотографические системы	2	8, 9						8		
6	Электрооптические системы	2	10						8		
7	Пассивные микроволновые системы	2	11, 12, 13, 14			16			26	8/50	Рейтинг-контроль №2
8	Системы измерения дальности	2	15						6		
9	Рефлектометры	2	16						6		
10	Платформы для удаленных систем наблюдения	2	17						6		
11	Обработка сигналов	2	18			4			12	2/50	Рейтинг-контроль №3
Всего		1	18			36			108	18/50	Зачет

Лабораторные занятия

Лабораторные занятия проводятся во 2 семестре в объеме 36 часов и предназначены для закрепления и углубления полученных в результате самостоятельного изучения теоретических знаний, а также приобретения практических навыков работы со специализированным оборудованием и программным обеспечением.

Перечень лабораторных работ:

№	Тема лабораторных занятий	Кол-во часов
1	Калибровка радиометрического приемника	4
2	Исследование радиотеплового излучения АЧТ	4
3	Исследование радиотеплового излучения почвогрунтов	4
4	Исследование собственного излучения атмосферы в микроволновом диапазоне	4
5	Исследование отражательных свойств водной поверхности в СВЧ диапазоне	4
6	Исследование азимутальной анизотропии теплового излучения шероховатой водной поверхности	4
7	Решение задачи классификации подстилающей поверхности по данным ДЗ на примере Владимирской области	4
8	Оценка влияния точечных источников излучения на результаты измерения яркостной температуры в натуральных условиях	4
9	Исследование возможности оценки герметичности газопроводных систем методом пассивной радиополяриметрии	4
Всего:		36

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов при изучении дисциплины "Радиофизические методы диагностики природных сред" в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: лабораторные работы, консультации, выполнение индивидуальных расчетно-графических работ. Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 18 часов (50%) аудиторного времени.

5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа является основной формой самообразования студента в соответствии с целями подготовки магистрантов по направлению 11.04.01 "Радиотехника". Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций. Помимо этого, студентам для осуществления самостоятельной работы обеспечен доступ к компьютеру с

выходом в Интернет в порядке, установленном в Университете. В результате выполнения самостоятельной работы студенты должны расширить свои знания в каждом из разделов изучаемой дисциплины "Радиофизические методы диагностики природных сред" на базе передовых достижений в области дистанционного зондирования.

5.3. Мультимедийные технологии обучения

Все лекционные занятия проводятся в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и возможностью расширения рабочего стола компьютера преподавателя на экраны рабочих станций обучающихся. Студентам предоставляется компьютерный курс лекций.

5.4. Лекции приглашенных специалистов

В рамках учебного курса "Радиофизические методы диагностики природных сред" предусмотрены встречи с представителями ведущих НИИ Российской Академии Наук, выступления и лекции специалистов, в частности:

- доктора физико-математических наук, профессора, зав. кафедрой теоретической физики Владимирского государственного университета В.Г. Рау;
- доктора физико-математических наук, профессора, зав. отделом Исследований Земли из космоса ИКИ РАН Е.А. Шаркова.

5.5. Рейтинг-контроль

В качестве оценочного средства для контроля знаний по итогам освоения модулей дисциплины "Радиофизические методы диагностики природных сред" используется рейтинг-контроль.

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность в ходе освоения лекционного материала; качество самостоятельной работы студента; уровень выполнения и защиты лабораторных работ и результаты прохождения рейтинг-контроля.

В качестве оценочного средства для контроля знаний по итогам освоения учебной дисциплины "Радиофизические методы диагностики природных сред" используется зачет (2 семестр).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Перечень вопросов для проведения рейтинг-контроля:

Рейтинг-контроль №1

1 вопрос: Чем определяется нижняя граница диапазона частот, применяемых в радиолокации?

- а) максимальной плазменной частотой ионосферы*;
- б) геометрическими размерами исследуемого объекта;
- в) параметрами приемо-передающего устройства;
- г) требованиями к точности решения поставленной задачи.

2 вопрос: Укажите электромагнитный диапазон, используемый при решении локационных задач с борта ИСЗ?

- а) $0,1 \text{ м} < \lambda < 100 \text{ м}$;
- б) $0,1 \text{ см} < \lambda < 100 \text{ см}^*$;
- в) $0,3 \text{ см} < \lambda < 85 \text{ см}$;
- г) $0,1 \text{ мм} < \lambda < 100 \text{ мм}$.

3 вопрос: Чему равна диэлектрическая постоянная вакуума?

- а) $10^{-9}/36\pi \text{ [Ф/м]}^*$;
- б) $10^{-9}/2\pi \text{ [Дж/м]}$;
- в) $3,14 * 10^9 \text{ [См/м]}$;
- г) $24 * 10^{-9} \text{ [Ф/м]}$.

4 вопрос: Какой из перечисленных типов задач не относится к обратным?

- а) задачи классификации;
- б) факторные задачи;
- в) задачи параметризации;
- г) задачи обратимости*.

5 вопрос: Задачи параметризации - это...?

- а) определение по экспериментальным данным параметров априорно заданных одной или нескольких моделей и выбор наилучшей (по некоторому критерию) из них*.
- б) классификация исследуемых объектов по экспериментальным данным (по определенному параметру);

- в) определение по экспериментальным данным количества и интенсивности основных причин (параметров), влияющих на взаимную корреляцию многоканальных экспериментальных данных.
- г) в перечисленном нет правильного ответа.

Рейтинг-контроль №2

1 вопрос: Какой из перечисленных методов не целесообразно применять при анализе данных избыточных измерений?

- а) метод максимального правдоподобия;
- б) оценка по Байесу;
- в) регрессионный метод;
- г) можно использовать все перечисленные методы*.

2 вопрос: Задача определения решения z из пространства F по исходным данным u из пространства U корректно поставленной по Адамару на паре метрических пространств F и U если выполняется условие:

- а) для всех элементов u пространства U существует решение z из пространства F ;
- б) решение определяется однозначно;
- в) задача устойчива на пространствах U и F .
- г) выполняются условия пунктов а, б, в*.

3 вопрос: Решение уравнения, когда оно существует, будет единственным, если...

- а) из соотношения $\int_a^b K(x, s)z(s)ds = 0$, следует, что $z(s) = 0$;
- б) из соотношения $\int_a^b K(x, s)z(s)ds = 0$, следует, что $z(s) = \pi$;
- в) ядро $K(x, s)$ - замкнуто;
- г) пункты а и в эквивалентны и верны*.

4 вопрос: Распределение мощности излучения АЧТ с единицы поверхности по всему спектру электромагнитного излучения определяется...

- а) законом Планка*;
- б) распределением Релея-Джинса;
- в) флуктуационно-диссипационной теоремой;
- г) законом Стефана-Больцмана.

5 вопрос: Чувствительность радиометрического приемника определяется соотношением...

- а) $\delta T = T_{\text{ш}}\sqrt{2\Delta F/\Delta f}$ *;
- б) $\delta T = T_{\text{ш}}\sqrt{2\Delta f/\Delta F}$;

в) $\delta T = T_{\text{ш}}\sqrt{\Delta F/2\Delta f}$;

г) $\delta T = T_{\text{ш}}\sqrt{2\pi/\Delta f}$.

Рейтинг-контроль №3

1 вопрос: Яркостная температура объекта - это...

а) термодинамическая температура АЧТ с такой же интенсивностью излучения, как и у данного объекта*;

б) термодинамическая температура модели серого тела с такой же интенсивностью излучения, как и у данного объекта;

в) температура излучения объекта;

г) в представленных вариантах нет правильного ответа.

2 вопрос: Радиометры, компенсирующие средний уровень шума на выходе, называют:

а) малозумящими;

б) прецизионными;

в) компенсационными*;

г) радиометрами с компенсацией аддитивных ошибок.

3 вопрос: Эффективная площадь рассеяния определяется выражением...

а) $\sigma_{\text{ц}} = 4\pi R^2 P_2/P_1$ *;

б) $\sigma_{\text{ц}} = 4\pi R^2 P_1/P_2$;

в) $\sigma_{\text{ц}} = 2\pi R P_2/P_1$;

г) $\sigma_{\text{ц}} = 2\pi R P_1/P_2$.

4 вопрос: Точность радиовысотомера определяется...

а) отношением сигнал/шум, шириной луча и его стабильностью (луча);

б) отношением сигнал/шум, КУ приемника;

в) отношением сигнал/шум, шириной луча и его стабильностью (луча), метеорологическими условиями;

г) отношением сигнал/шум, шириной луча и его стабильностью (луча), шероховатостью поверхности, до которой определяется расстояние, метеорологическими условиями, траекторией носителя*.

5 вопрос: Укажите способы обзора поверхности при игольчатой ДН РЛ?

а) построчный и циклоидальный*;

б) построчный и круговой;

в) построчный и боковой;

г) циклоидальный и боковой.

6.2. Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Радиофизические методы диагностики природных сред»:

1. Определение и начальные сведения о дистанционном зондировании.
2. Практическое применение ДЗ.
3. Системы ДЗ.
4. Электромагнитные волны.
5. Поляризация.
6. Спектр и преобразование Фурье.
7. Эффект Доплера.
8. Описание углового распределения излучения.
9. Тепловое излучение.
10. Дифракция.
11. Распространение ЭМВ в однородных материалах.
12. Комплексные диэлектрические постоянные. Абсорбция.
13. Диэлектрические постоянные и коэффициенты преломления реальных материалов (газы, твердые и жидкие вещества — электрические изоляторы, металлы).
14. Дисперсия. Фазовая и групповая скорость.
15. Коэффициенты отражения и пропускания для плоской границы.
16. Рассеяние шероховатой поверхностью. Основные понятия о рассеянии поверхностью.
17. Простые модели поверхностного рассеяния.
18. Критерий Рэля шероховатости поверхности.
19. Модели микроволнового обратного рассеяния. Модель малых возмущений.
20. Модели микроволнового обратного рассеяния. Модель Кирхгофа.
21. Объемное рассеяние.
22. Уравнение переноса излучения.
23. Поглощение и рассеяние макроскопическими частицами.
24. Простые модели объемного рассеяния.
25. Отражение и излучение реальных материалов. Видимая и ближняя инфракрасная области.
26. Отражение и излучение реальных материалов. Излучательная способность в тепловой инфракрасной области.

27. Отражение и излучение реальных материалов. Излучательная способность в микроволновой области.
28. Отражение и излучение реальных материалов. Коэффициенты обратного рассеяния в микроволновой области.
29. Газовый состав и структура атмосферы.
30. Молекулярное поглощение и рассеяние в атмосфере. Механизмы молекулярного поглощения.
31. Молекулярное поглощение и рассеяние в атмосфере. Молекулярное рассеяние.
32. Микроскопические частицы в атмосфере: аэрозоли.
33. Крупные частицы в атмосфере: туман, облака, дождь и снег.
34. Ионосфера.
35. Атмосферная турбулентность.
36. Фотографическая пленка.
37. Типы пленок (черно-белая пленка, инфракрасная пленка, цветная пленка, квазицветная инфракрасная пленка).
38. Свойства фотографической пленки: чувствительность, контрастность и пространственное разрешение
39. Масштаб, угол охвата и разрешение фотографических систем.
40. Фотограмметрия и стереограмметрия.
41. Отображение рельефа.
42. Стереофотография.
43. Влияние атмосферы на фотографические системы.
44. Инфракрасные системы формирования изображения. Датчики.
45. Инфракрасные системы формирования изображения. Формирование изображения.
46. Инфракрасные системы формирования изображения. Пространственное разрешение.
47. Инфракрасные системы формирования изображения. Спектральное разрешение.
48. Инфракрасные системы формирования изображения. Основные области применения изображений, полученных дистанционными системами.
49. Инфракрасные системы формирования изображения. Поправки на влияние атмосферы.
50. Снимки в тепловом инфракрасном диапазоне. Датчики.
51. Снимки в тепловом инфракрасном диапазоне. Изображение.
52. Снимки в тепловом инфракрасном диапазоне. Пространственное разрешение.
53. Снимки в тепловом инфракрасном диапазоне. Спектральное разрешение и чувствительность.

54. Основные области применения изображений в тепловом инфракрасном диапазоне.
55. Основные области применения изображений в тепловом инфракрасном диапазоне.
Регистрация облачности.
56. Основные области применения изображений в тепловом инфракрасном диапазоне.
Температура морской поверхности.
57. Тепловая инерция
58. Снимки в тепловом инфракрасном диапазоне. Поправки на влияние атмосферы.
59. Приборы для получения теплового инфракрасного изображения.
60. Атмосферное зондирование. Определение температурных кривых при измерениях по надиру.
61. Атмосферное зондирование. Определение концентраций газа по надиру.
62. Атмосферное зондирование. Измерение обратного рассеянного излучения по надиру.
63. Атмосферное зондирование. Круговое зондирование.
64. Атмосферное зондирование. Спектральное разрешение атмосферного зондирования.
65. Пассивные микроволновые системы. Теория антенн.
66. Пассивные микроволновые системы. Угловое разрешение и пространственное разрешение.
67. Пассивные микроволновые системы. Чувствительность.
68. Сканирующие радиометры.
69. Основные применения пассивной микроволновой радиометрии. Океанография.
Исследования поверхности суши.
70. Пассивные микроволновые системы. Поправки на влияние атмосферы.
71. Атмосферное зондирование пассивными микроволновыми радиометрами.

6.3. Перечень тем для самостоятельного изучения

1. Определение и начальные сведения о дистанционном зондировании.
2. Дистанционное зондирование природной среды радиофизическими методами. Задачи и возможности.
3. Электромагнитные волны в свободном пространстве.
4. Взаимодействие ЭМИ с веществом.
5. Взаимодействие ЭМИ с атмосферой.
6. Обратные задачи при дистанционном зондировании природной среды.
7. Радиотехнические приборы, применяемые при дистанционном зондировании.
8. Фотографические системы дистанционного зондирования.
9. Электрооптические системы дистанционного зондирования.

10. Пассивные микроволновые системы.
11. Системы измерения дальности.
12. Рефлектометры.
13. Исследование атмосферы радиофизическими методами.
14. Исследование водных поверхностей и покровов суши с помощью радиофизических методов.
15. Радиофизические средства диагностики биологических объектов.
16. Платформы для удаленных систем наблюдения.
17. Обработка сигналов.

6.4. Задание для выполнения расчетно-графической работы

Задание: Произвести оценку излучательной способности гладкой водной поверхности для условий наблюдения и параметров водной среды, указанных в таблице соответствия номеру варианта.

Комментарии:

- Излучающая поверхность считается абсолютно гладкой границей раздела системы "водная среда - атмосфера".
- Для оценки диэлектрических свойств водной среды может быть использована любая из существующих моделей диэлектрической проницаемости (модель Дебая, модель Коула-Коула или двухчастотная модель Дебая).
- Водная среда считается жидким диэлектриком с указанной степенью минерализации (солености).
- Расчет выполняется в приближении отсутствия затухания и поглощения теплового сигнала в атмосфере. Это условие может быть введено по желанию учащегося.
- В расчете не учитываются: тип радиометрического приемника, его рабочая полоса частот, реальные характеристики антенной системы и т.д., за исключением центральной частоты принимаемого излучения и пространственной ориентации относительно объекта изучения (гладкой водной поверхности).
- Для проведения расчетов рекомендуется использовать имеющиеся на кафедре РТ и РС пакеты стандартного программного обеспечения: MathCad, LabView и т.д.
- Результаты расчетов должны быть представлены в виде угловых зависимостей соответствующих значений радиояркостной температуры (выраженной в градусах Кельвина). Расчетные кривые строятся на миллиметровой бумаге вручную, или

представляются в электронном виде, подготовленном с использованием продукта Grapher любой версии.

№Варианта	Базовые параметры				Дополнительные параметры (по желанию обучающегося)			
	$T_{\text{воды}},$ °C	S, ‰	$f_0,$ ГГц	$\Delta\theta,$ °	$\Delta f,$ МГц	$\Delta\theta_{0.707},$ °	τ	$T_{\text{атм}},$ °C
1	5	0	5,0	0÷90	100	5	0,5	15
2	5	2	10,0	0÷90	150	6	0,55	16
3	7	4	15,0	0÷90	200	7	0,6	17
4	7	6	20,0	0÷90	100	8	0,65	18
5	9	8	25,0	0÷90	150	9	0,7	19
6	9	10	30,0	0÷90	200	5	0,75	20
7	11	12	35,0	0÷90	100	6	0,8	21
8	11	14	40,0	0÷90	150	7	0,85	22
9	13	16	45,0	0÷90	200	8	0,9	23
10	13	18	50,0	0÷90	100	9	0,95	24

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины "Радиофизические методы диагностики природных сред" включает в себя:

- учебную литературу по тематике дисциплины, в достаточном количестве имеющуюся в фондах научно-технической библиотеки Университета;
- периодические издания по тематике дисциплины в фондах научно-технической библиотеки университета, в которых освещаются современное состояние и тенденции развития основных направлений в области дистанционного зондирования, разработки и производства высокоточного измерительного оборудования, публикуются оригинальные и обзорные статьи по проблемам экологического мониторинга радиофизическими методами, а также справочные материалы и информация о научно-технических и учебных мероприятиях, проводимых в рамках данной проблематики;
- Интернет-ресурсы по тематике дисциплины.

Основная литература:

1. Взаимодействие физических полей с биологическими объектами / Е.И. Нефедов, Т.И. Субботина, А.А. Яшин. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 344 с.
2. Метеорология и климатология: Учебное пособие / Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с.
3. Владимиров, В.М. Дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, О. А. Дубровская [и др.] ; ред. В. М. Владимиров. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2.
4. Оптико-электронные спутниковые системы мониторинга природной среды [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / М. Л. Белов, В. А. Городничев, В. Я. Колочкин, С. Б. Одинок. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014.
5. Лазерные методы дистанционного обнаружения химических соединений на поверхности тел [Электронный ресурс] / Скворцов Л.А. - М. : Техносфера, 2014.

Дополнительная литература:

1. Статическое зондирование грунтов [Электронный ресурс] : Монография / Рыжков И.Б., Исаев О.Н. - М. : Издательство АСВ, 2010.
2. Прием и обработка данных дистанционного зондирования Земли с космического аппарата TERRA [Электронный ресурс] / В.И. Майорова, Д.А. Гришко, В.П. Малашин, С.С. Семашко. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014.
3. Микроволновые и ультразвуковые сенсоры/ШебалковаЛ.В., ЛегкийВ.Н., РомодинВ.Б. - Новосибир.: НГТУ, 2015. - 172 с.: ISBN 978-5-7782-2586-2.

Периодические издания:

1. Исследование Земли из космоса.
2. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли.
3. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.

Интернет ресурсы:


1. <http://earthobservatory.nasa.gov>
2. <http://www.remss.com/missions/ssmi>
3. <http://znanium.com>
4. <http://www.studentlibrary.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины "Радиофизические методы диагностики природных сред" включает в себя:


- лекционные аудитории, оснащенные кафедральным мультимедийным оборудованием (ауд. 301-3 и 335-3);
- компьютерные классы (по 15 рабочих мест) с возможностью подключения к сети Интернет (ауд. 228-3, 306-3);
- специализированная научно-исследовательская лаборатория для реализации лабораторного практикума (ауд. 309-3).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.04.01 "Радиотехника".

Рабочую программу составил к.ф.-м.н. доцент  Садовский И.Н.
(ФИО, подпись)


Рецензент:

Генеральный директор ОАО ВКБ «Радиосвязи»

к.т.н.  Богданов А.Е.
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники и радиосистем

Протокол № 9 от 9.08.15 года


Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.04.01 "Радиотехника"

Протокол № 7 от 10.08.15 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 16/14 учебный год
Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года
Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____ Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ год
Заведующий кафедрой _____ Никитин О.Р.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт ИИТиР

Кафедра радиотехники и радиосистем

Актуализированная
рабочая программа
рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры
протокол № ____ от ____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

(подпись, ФИО) Никитин О.Р.

Актуализация рабочей программы дисциплины

РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ПРИРОДНЫХ СРЕД
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 11.04.01 "Радиотехника"

Профиль/программа подготовки :

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная