

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»  
Географический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета, профессор, д.г.н.



В.З. Макаров  
"11" \_\_\_\_\_ 2021 г

Рабочая программа дисциплины  
**ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ**

Направление подготовки  
**05.04.05 Прикладная гидрометеорология**

Профиль подготовки  
**Метеорология и климатология**

Квалификация (степень) выпускника  
*Магистр*

Форма обучения

*очная*

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Червяков М.Ю.		11.05.21
Председатель НМК	Кудрявцева М.Н.		11.05.21
Заведующий кафедрой	Червяков М.Ю.		11.05.21
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины «Дистанционное зондирование Земли»

Дистанционное зондирование Земли – это научная дисциплина, разрабатывающая методы получения и использования информации о состоянии природной среды, её динамики, фактического состояния и прогнозирования её изменения с помощью аппаратуры, установленной на искусственных спутниках Земли (ИСЗ), орбитальных станциях, высотных аэростатах и самолётах-лабораториях.

Цель дисциплины - подготовка магистров метеорологов, владеющих глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками для качественного использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в оценках состояния атмосферы, океана, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды. Возможность использования полученных навыков и знаний для выполнения научной и учебной работы, основываясь на теоретических аспектах и методических принципах получения, обработки, интерпретации и практического использования информации, поступающей от средств ДЗЗ. А также получать практические навыки в обработке и интерпретации гидрометеорологической спутниковой информации различного вида.

## 2. Место дисциплины «Дистанционное зондирование Земли» в структуре ООП

Дисциплина «Дистанционное зондирование Земли» относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины». Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами в результате изучения следующих курсов по программе бакалавриата: «Спутниковая метеорология», «Методы зондирования атмосферы», «Астрономические методы в метеорологии», «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Физика атмосферы», «Физика», «Синоптическая метеорология» и др.

## 3. Результаты обучения по дисциплине «Дистанционное зондирование Земли»

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<b>ОПК-1.</b> Способность применять теоретические основы специальных и новых разделов в области Наук о Земле при решении профессиональных задач	<b>1.1_М.ОПК-1.</b> Самостоятельно анализирует спутниковую информацию при решении профессиональных задач. <b>1.2_М.ОПК-1.</b>	<b>Знать:</b> начальные сведения о системах дистанционного зондирования Земли; физические основы взаимодействия электромагнитного

	<p>Применяет теоретические основы методов дистанционного зондирования Земли.</p>	<p>излучения с веществом (атмосферой); физические основы и методические принципы дистанционного измерения и восстановления полей основных метеорологических величин и вертикальных профилей их в атмосфере.</p> <p><b>Уметь:</b> грамотно оценивать качество того или иного вида спутниковой гидрометеорологической информации; производить обработку данных, полученных с помощью различного вида спутников.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками самостоятельной работы с научной литературой, в том числе со специальной литературой по предмету «Дистанционное зондирование Земли»; методами современной обработки и анализа спутниковых данных; навыками поиска и пользования базами данных спутниковой гидрометеорологической информации в сети Интернет, наставлениями и руководящими документами; основными компьютерными программами, позволяющими оптимизировать обработку данных и подготовить отчёт о проделанных научных исследованиях.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Дистанционное зондирование Земли»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Лекции	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		КСР	Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)			
					Практические занятия						
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка					
1	2	3	4	5	6		7	8			
1	Введение. Определение и начальные сведения о дистанционном зондировании Земли	3	1-2	6	6		7	Устный контроль			
2	Электромагнитные волны в свободном пространстве. Их взаимодействие с веществом (атмосферой).	3	3-4	6	6		10	Устный контроль			
3	Обзор систем дистанционного зондирования природной среды.	3	5-6	6	6		8	Устный контроль.			
4	Аэрокосмические методы исследования атмосферных и климатических процессов.	3	7-8	4	6		10	Устный контроль. Письменный контроль			
5	Дистанционные исследования океана и ледяных покровов.	3	9-10	6	6		10	Устный контроль.			
6	Исследование составляющих радиационного баланса Земли.	3	11-12	6	6		15	Устный контроль. Письменный контроль			
<b>Всего:</b>							<b>36</b>	<b>36</b>		<b>72</b>	<b>Экзамен 36 ч.</b>

##### 1 Введение. Определение и начальные сведения о дистанционном зондировании Земли

Определение и начальные сведения о дистанционном зондировании природной среды. История и становление дисциплины «Дистанционное зондирование Земли». Практические применения.

##### 2 Электромагнитные волны в свободном пространстве. Их взаимодействие с веществом (атмосферой).

Электромагнитные волны. Поляризация. Спекл и преобразование Фурье. Эффект Доплера. Тепловое излучение. Характеристика солнечного излучения. Дифракция. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Рассеяние шероховатой поверхностью. Объёмное рассеивание. Уравнение переноса излучения. Молекулярное поглощение и рассеяние. Атмосферная турбулентность.

### **3 Обзор систем дистанционного зондирования природной среды.**

Гидрометеорологические спутники Земли. Системы приёма информации с ИСЗ. Российские станции приёма космической информации СПИ. Обзор зарубежных комплексов дистанционного зондирования Земли. Прибор MSS (спутник Landsat). Прибор AVHRR (спутник NOAA). Прибор SAR (спутник ERS-1/2). Микроволновые радиометры. Российская группировка гидрометеорологической и геофизических ИСЗ. Прибор ИКОР (спутник Метеор-М).

### **4 Аэрокосмические методы исследования атмосферных и климатических процессов.**

Общая характеристика метеорологической спутниковой информации. Организация сбора и распространения гидрометеорологической спутниковой информации. Временная и географическая привязка космических изображений. Облачные системы и её дешифрирование на космических снимках. Исследование динамических характеристик атмосферы. Определение характеристик турбулентности. Восстановление вертикальных профилей атмосферы. Исследование газовых примесей, аэрозолей, озона в атмосфере. Использование данных с метеорологических спутников для оценки климатических изменений.

### **5 Дистанционные исследования океана и ледяных покровов**

Методы и средства спутникового мониторинга морской поверхности. Спутниковая радиолокация морской поверхности. Основы метода спутниковой альтиметрии. Спутниковое дистанционное зондирование океана в оптическом диапазоне. Основы метода спутниковой скаттерометрии. Спутниковая информация о скорости ветра и высоте волн. Климатические изменения основных параметров морей по данным дистанционного зондирования. Мониторинг антропогенных загрязнений морской поверхности. Мониторинг ледяного покрова.

### **6 Исследование составляющих радиационного баланса Земли.**

Радиация в атмосфере. Спутниковые измерения уходящих радиационных потоков. Российские и зарубежные системы наблюдения за составляющими радиационного баланса Земли. Физические основы методов получения уходящих потоков. Обработка наблюдений уходящей коротковолновой радиации и альбедо.

## ***Перечень практических работ по дисциплине «Дистанционное зондирование Земли»***

1. Решение астрономических задач по определению параметров, используемых в аэрокосмических методах исследования природной среды.
2. Практическое использование спутниковой информации с помощью разработанных графических программ
3. Дешифрирование космических изображений облачности
4. Анализ данных о составляющих радиационного баланса Земли со спутника Метеор-М № 1 и № 2.

### **5. Образовательные технологии**

С целью реализации компетентностного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе различных форм проведения занятий: постановка вопросов перед аудиторией, дополнение ответов другими участниками, кейс-методы, ролевые интеллектуальные игры, виртуальные лаборатории, мультимедийные компьютерные программы.

При реализации учебной дисциплины используются различные формы визуализации наглядного материала. Для дистанционного образования студенты имеют возможность использовать интернет-платформу для проведения вебинаров. Также студенты имеют возможность самостоятельного изучения ряда тем курса, используя образовательный портал ИПК Росгидромета «Виртуальная лаборатория дистанционного обучения спутниковой гидрометеорологии».

Демонстрируются результаты обработки и анализа данных составляющих радиационного баланса Земли, полученных на кафедре метеорологии и климатологии СГУ с помощью аппаратуры ИКОР на ИСЗ «Метеор-М» № 1 и № 2.

На практических занятиях и в ходе самостоятельной работы студенты делают расчеты с использованием комплекса оригинальных (разработанных на кафедре) и стандартных (Excel) программ.

При выполнении практических работ в течение семестра обучающиеся должны овладеть методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, умением выбора методик и средств решения задачи.

При проведении занятий с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья они могут не вызываться к доске, а отвечать на устные вопросы с места. Лицам с затруднениями речи могут даваться индивидуальные задания с последующими письменными ответами.

По всему изучаемому материалу предусматривается проведение индивидуальных и групповых консультаций.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Дистанционное зондирование Земли»**

Самостоятельная работа студентов включает изучение основной и дополнительной литературы, публикаций в научных и научно-популярных периодических изданиях, знакомство с наиболее интересными ресурсами сети Интернет. В процессе самостоятельной работы проводится также подготовка к тестовому текущему контролю и теоретическому зачету.

Текущий контроль осуществляется в виде визуальной проверки самостоятельно выполненных расчетов.

### ***Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Дистанционное зондирование Земли»:***

1. Дайте определение дистанционным методам зондирования Земли
2. Дайте определение электромагнитным волнам. Охарактеризуйте их взаимодействие с веществом (атмосферой).
3. Что такое спекл и преобразование Фурье.
4. Эффект Доплера.
5. Тепловое излучение Земли.
6. Характеристика солнечного излучения. Дифракция. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.
7. Рассеяние шероховатой поверхностью. Объёмное рассеивание.
8. Напишите и дайте физическое обоснование уравнению переноса излучения.
9. Дайте характеристику гидрометеорологическим спутникам Земли.
10. Какие существуют системы приёма информации с ИСЗ. Российские станции приёма космической информации СПИ.
11. Приведите пример зарубежных комплексов дистанционного зондирования Земли.
12. Российская группировка гидрометеорологический и геофизических ИСЗ.
13. Аэрокосмические методы исследования атмосферных и климатических процессов.
14. Дайте определение метеорологической спутниковой информации.
15. Объясните метод восстановления вертикальных профилей атмосферы.
16. Исследование газовых примесей, аэрозолей, озона в атмосфере.
17. Использование данных с метеорологических спутников для оценки климатических изменений.
18. Приведите примеры дистанционного исследования океана и ледяных покровов

19. Исследование составляющих радиационного баланса Земли.  
 20. Обработка наблюдений уходящей коротковолновой радиации и альбедо.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
1	18	0	20	14	0	18	30	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### Лекции

Посещаемость, опрос, активность за один семестр – от 0 до 18 баллов  
 0 б – отсутствие на лекции  
 1 б – присутствие и активное участие

#### Лабораторные работы

не предусмотрены

#### Практические занятия (всего 4 работы)

Контроль выполнения практических работ в течение одного семестра от 0 до 20 баллов  
 0 б – отсутствие на практическом занятии  
 3 балла – работа выполнена с ошибкой  
 5 баллов – работа выполнена верно

#### Самостоятельная работа

##### Подготовка к устному контролю

Опросы по пройденному материалу 0 – 14 баллов  
 Всего 7 опросов. Максимальный балл за один опрос – 2 балла

#### Автоматизированное тестирование не предусмотрено

#### Другие виды учебной деятельности

Письменные опросы от 0 до 18 баллов

#### Промежуточная аттестация

0-12 баллов – неудовлетворительный ответ



13-18 баллов – удовлетворительный ответ

19-24 баллов - хорошо

25-30 баллов – отличный ответ

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 1 семестр по дисциплине «Дистанционное зондирование Земли» составляет 100 баллов.

Таблица 2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Дистанционное зондирование Земли» в оценку (экзамен)

86-100	отлично
76-85	хорошо
61-75	удовлетворительно
0-60	неудовлетворительно

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Дистанционное зондирование Земли»

### а) литература:

1. Кислов А.В. Климатология с основами метеорологии (1-е изд.) учебник. М: Академия, 2016 (26 экз. ЗНБ) v26
2. Клёмин В.В., Кулешов Ю.В., Суворов С.С., Волконский Ю.Н. Динамика атмосферы. СПб.: Наука, 2013. – 421 с. (30 экз. на кафедре) v30
3. Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования. – Москва: Техносфера.-336. 2006. v47
4. Говердовский В.Ф. Космическая метеорология с основами астрономии. - СПб, изд. РГТМУ, 1995. v15
5. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / составитель А. Н. Соловицкий. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 66 с. — ISBN 978-5-8353-2418-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135244> (дата обращения: 25.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. ✓
6. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин, Ю. Л. Фатеев. — Красноярск : СФУ, 2014. — 196 с. — ISBN 978-5-7638-3084-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64590> (дата обращения: 25.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 85С ИСЭФРА-21 ✓

### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://meteovlab.meteorf.ru/> Виртуальная лаборатория дистанционного обучения спутниковой гидрометеорологии
2. <http://planet.iitp.ru/index1.html> Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии "Планета"
3. <http://www.ntsomz.ru/> Научный центр оперативного мониторинга Земли
4. <http://www.iki.rssi.ru/> Институт космических исследований РАН

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Дистанционное зондирование Земли»

1. Таблицы, схемы, графики, справочники, архивные данные.
2. Учебно-методические пособия и другая справочная литература из библиотеки кафедры.
3. Компьютерные программы для расчета величин составляющих радиационного баланса Земли.
4. Компьютеры, подключенные к сети Интернет, для работы с базами данных и специализированными серверами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.04.05 Прикладная гидрометеорология и профилю Метеорология и климатология.

Автор: Червяков М.Ю., к.г.н., заведующий кафедрой метеорологии и климатологии географического факультета СГУ.

Программа одобрена на заседании кафедры метеорологии и климатологии от 11.05.2021 года, протокол № 7.