

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.05.04 Цифровые методы обработки спутниковой информации

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

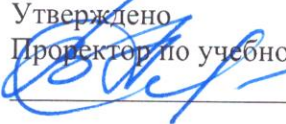
Направленность (профиль)
«Метеорология, спутниковые и цифровые технологии»

Уровень
Бакалавриат

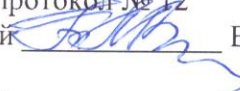
Форма обучения
Очная/Заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП

 Восканян К.Л.

Утверждено
Проректор по учебной работе
 Н.О. Верещагина

Рекомендована решением
Ученого совета метеорологического факультета
30.06.2023, протокол № 12

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
экспериментальной физики атмосферы
05.06.2023, протокол № 12
Зав. кафедрой  Восканян К.Л.

Автор-разработчик:
к.ф.-м.-н. Симакина Т.Е.

Санкт-Петербург
2023

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – сформировать профессиональную компетенцию, а также объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков, необходимых для тематической обработки и интерпретации спутниковой информации.

Задачи:

1. Сформировать знание:
 - физических основ взаимодействия электромагнитных волн с природными объектами;
 - основных видов зондирования земной поверхности;
 - основ теории цифровой обработки изображений;
 - современных компьютерных методов обработки, представления и хранения спутниковых снимков.
2. Сформировать умение:
 - получать и интерпретировать спутниковые снимки;
 - производить компьютерные преобразования спутниковых снимков с целью улучшения визуального восприятия, дешифрирования природных объектов;
 - применять основные модули геоинформационной системы, способные обрабатывать растровую информацию.
3. Сформировать владение:
 - методикой получения спутниковых снимков с современных автоматизированных приёмных станций;
 - методикой цифровой тематической обработки и интерпретации спутниковых изображений.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы, изучается в 7 семестре (на 4 курсе заочной формы обучения) для освоения профессиональных компетенций.

Изучению предшествуют следующие дисциплины:

«Введение в информационные технологии», «Компьютерные технологии в профессиональной деятельности», «Аппаратурные средства измерения параметров атмосферы», «Методы зондирования окружающей среды», «Специальные методы зондирования атмосферы, беспилотные летательные аппараты».

Изучается параллельно с такими дисциплинами как:

«Численные модели атмосферы», «Метеорологические данные: цифровые базы и визуализация», «Геоинформационные системы в метеорологии».

Дисциплина может быть использована при выполнении научно-исследовательской работы, преддипломной практики и написании ВКР.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

ПК-1.

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-1 Умение использовать современные технологии для анализа и обработки больших объемов метеорологических данных, в том числе спутниковой информации, с применением специализированных инструментов и алгоритмов	ПК-1.1. Знать специализированные программы и приложения, принципы построения и функционирования численных моделей атмосферы, основы работы с цифровыми базами метеорологических данных и методы обработки спутниковой информации ПК-1.2. Уметь применять современные технологии, численные модели и алгоритмы машинного обучения для анализа, визуализации метеорологических данных, включая обработку спутниковой информации ПК-1.3. Владеть методами работы с программным обеспечением для обработки спутниковых данных, визуализации метеорологической информации, интерпретации результатов численного моделирования и инструментами для обучения нейронных сетей	Знать: физические основы взаимодействия электромагнитных волн с природными объектами; основные виды зондирования земной поверхности; основы теории цифровой обработки изображений; современные компьютерные методы обработки, представления и хранения спутниковых снимков. Уметь: получать и интерпретировать спутниковые снимки; производить компьютерные преобразования спутниковых снимков с целью улучшения визуального восприятия, дешифрирования природных объектов; применять основные модули геоинформационной системы, способные обрабатывать растровую информацию. Владеть: методикой получения спутниковых снимков с современных автоматизированных приёмных станций; методикой цифровой тематической обработки и интерпретации спутниковых изображений

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 2 Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Очная форма обучения		Заочная форма обучения	
	семестр	Итого	курс	Итого
	7 семестр		4 курс	
Зачетные единицы	3	3	3	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	47	47	11	11
в том числе:	-	-		
Лекции	18	18	4	4
занятия семинарского типа:	28	28	6	6
лабораторные занятия	28	28	6	6
практические занятия	-	-	-	-

Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	60,84	60,84	96,84	96,84
в том числе:				
курсовая работа	-	-	-	-
контрольная работа	-	-	-	-
Контроль	1,16	1,16	1,16	1,16
в том числе:				
текущий контроль успеваемости	1	1	1	1
промежуточная аттестация	0,16	0,16	0,16	0,16
Всего часов:	108	108	108	108
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
	7 семестр						
1	Тема 1. Основы формирования цифровых космических изображений	2	-	8,84	Тестирование	ПК-1	ПК-1.1
2	Тема 2. Программное обеспечение для обработки данных дистанционного зондирования Земли	2	8	12	Электронное тестирование в LMS moodle Выполнение лабораторной работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
3	Тема 3. Информативность спектральных каналов съемки в видимом и инфракрасном спектре	4	6	10	Электронное тестирование в LMS moodle Выполнение лабораторной работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
	Текущий контроль успеваемости – 1						
4.	Тема 4. Методы предварительной обработки данных ДЗЗ	4	6	10	Электронное тестирование в LMS moodle Выполнение лабораторной работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3

5.	Тема 5. Спектральные преобразования многозональн ых данных	4	6	10	Электронное тестирование в LMS moodle Выполнение лабораторной работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
6	Тема 6. Радарная космическая съемка	2	2	10	Электронное тестирование в LMS moodle Выполнение лабораторной работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Промежуточная аттестация-0,5							
Итого		18	28	60,84			
Всего часов: 108							

Таблица 4. Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
	4 курс						
1	Тема 1. Основы формирования цифровых космических изображений	-	-	12	Тестирование	ПК-1	ПК-1.1
2	Тема 2. Программное обеспечение для обработки данных дистанционного зондирования Земли	1	-	20	Электронное тестирование в LMS moodle Выполнение лабораторной работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
3	Тема 3. Информативность спектральных каналов съемки в видимом и инфракрасном спектре	2	2	16	Электронное тестирование в LMS moodle Выполнение лабораторной работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
	Текущий контроль успеваемости – 1						
4.	Тема 4. Методы предварительной обработки данных ДЗЗ	1	2	16	Электронное тестирование в LMS moodle Выполнение лабораторной работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3

5.	Тема 5. Спектральные преобразования многозональных данных	2	-	16	Электронное тестирование в LMS moodle Выполнение лабораторной работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
6	Тема 6. Радарная космическая съемка	-	2	16,84	Электронное тестирование в LMS moodle Выполнение лабораторной работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
Промежуточная аттестация-0,5							
Итого		4	6	96,84			
Всего часов: 108							

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 5. Содержание тем лекций

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. Основы формирования цифровых космических изображений	Физические основы взаимодействия электромагнитных волн с природными объектами. Законы излучения. Спутниковые орбиты. Основные виды зондирования земной поверхности. Оптико-механические сканеры. Оптико-электронные камеры на приборах с зарядовой связью. Микроволновые радиометры. Радиолокационные станции бокового обзора с синтезированием антенны.	ПК-1
2	Тема 2. Программное обеспечение для обработки данных дистанционного зондирования Земли	Специфика ПО и программные пакеты для работы с такими данными. Особенности данных современных съёмочных систем: мультиспектральных, гиперспектральных, лидарных и радарных. Объем спутниковых снимков. Открытые ПО.	ПК-1
3	Тема 3. Информативность спектральных каналов съемки в видимом и инфракрасном спектре	Оптические характеристики растительного покрова, почв, водоемов и других природных объектов. Альbedo и спектральная отражательная способность. Спектральные каналы видимого диапазона. Спектральные каналы ближнеинфракрасного, среднеинфракрасного и дальнеинфракрасного диапазона. Съемка в окнах прозрачности атмосферы и в полосах поглощения водяного пара, углекислого газа, озона. Исследование влажности верхней тропосферы. Распределение озона.	ПК-1
4	Тема 4. Методы предварительной обработки данных ДЗЗ	Методы предварительной обработки данных ДЗЗ Геометрические искажения космических снимков. Методы построения цифровой модели рельефа. Алгоритмы трансформирования и ортотрансформирования снимков. Радиометрическая коррекция. Виды помех на спутниковых снимках. Фильтрация и другие	ПК-1

		методы улучшающих преобразований. Атмосферная коррекция.	
5	Тема 5. Спектральные преобразования многозональных данных	Методы автоматизированного дешифрирования. Подходы к распознаванию изображений. Контролируемая и неконтролируемая классификация. Математические операции с матрицами значений яркости пикселей. Яркостные и цветовые преобразования цифровых снимков. Синтез цветного изображения. Комбинации каналов для решения различных задач: обнаружение выбросов вулканов, пожаров, прогноз урожая, мониторинг микрофизики облаков. Слияние изображений с различным пространственным разрешением. Применение спектральных индексов для анализа изображений. Анализ главных компонент.	ПК-1
6	Тема 6. Радарная космическая съемка	Геометрия съемки для радарных систем. Общие принципы и технологии радарной съемки. Разрешение по наклонной дальности и азимуту. Эффекты, возникающие на радарных снимках, обусловленные геометрией съемки и рельефом местности. Возможности многополяризационной и интерферометрической съемки. Использование ложноцветовых поляриметрических композитных изображений для классификации объектов подстилающей поверхности.	ПК-1

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 6. Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
2	Лабораторная работа №1. Прием спутниковой информации. Визуальный анализ	10	6
2	Лабораторная работа №2. Геометрическое трансформирование снимков и географическая привязка	10	6
3	Лабораторная работа №3. Построение спектральных кривых природных объектов. Расчет индексов	8	4
3	Лабораторная работа №4. Гистограммные преобразования	8	6
4	Лабораторная работа №5. Выбор наиболее информативного канала методом главных компонент	8	4
4	Лабораторная работа №6. Сглаживания цветных изображений. Повышение резкости цветных изображений	8	6
5	Лабораторная работа №7. Классификация спутниковых снимков	16	10
6	Лабораторная работа №8. Анализ РЛИ в поляризациях HH, VV, HV, VH	12	10
	Всего часов	80	52

Таблица 7. Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
2	Лабораторная работа №1. Прием спутниковой информации. Визуальный анализ	10	10
2	Лабораторная работа №2. Геометрическое трансформирование снимков и географическая привязка	10	10
3	Лабораторная работа №3. Построение спектральных кривых природных объектов. Расчет индексов	8	8
3	Лабораторная работа №4. Гистограммные преобразования	10	8
4	Лабораторная работа №5. Выбор наиболее информативного канала методом главных компонент	8	8
4	Лабораторная работа №6. Сглаживания цветных изображений. Повышение резкости цветных изображений	10	8
5	Лабораторная работа №7. Классификация спутниковых снимков	16	16
6	Лабораторная работа №8. Анализ РЛИ в поляризациях HH, VV, HV, VH	18,84	16,84
	Всего часов	90,84	84,84

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Электронный учебный курс «Цифровые методы обработки спутниковой информации» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru>

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Таблица 6. Учёт успеваемости обучающегося по дисциплине

Учет успеваемости	Количество баллов
Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр:	100
— максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля	100
— максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации	20

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Перечень вопросов и критерии оценивания по темам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет

Форма проведения зачета: устный ответ на вопрос в билете.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. Распределение баллов по видам учебной работы

Учет успеваемости	Количество баллов
Текущий контроль успеваемости	0-100
Промежуточная аттестация	0-20
Итого:	100

Таблица 7.1 Распределение баллов по текущему контролю

№	Вид работ	Min	Max
1. Обязательная часть			
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний	4	8
1.1.1	Тест (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	4	8
1.2	Выполнение лабораторных работ № 1-8	15	32
1.2.1	Лабораторная работа №1. Прием спутниковой информации. Визуальный анализ	2	4
1.2.2	Лабораторная работа №2. Геометрическое трансформирование снимков и географическая привязка	2	4
1.2.3	Лабораторная работа №3. Построение спектральных кривых природных объектов. Расчет индексов	2	4
1.2.4	Лабораторная работа №4. Гистограммные преобразования	2	4
1.2.5	Лабораторная работа №5. Выбор наиболее информативного канала методом главных компонент	2	4
1.2.6	Лабораторная работа №6. Сглаживания цветных изображений. Повышение резкости цветных изображений	2	4
1.2.7	Лабораторная работа №7. Классификация спутниковых снимков	2	4
1.2.8	Лабораторная работа №8. Анализ РЛИ в поляризациях HH, VV, HV, VH	2	4
Итого баллов по обязательной части		20	40
2. Вариативная часть			
2.1	Тест «Цифровые методы обработки спутниковой информации»	2	10
2.1.1	базовый уровень сложности (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	2	5
2.1.2	продвинутой уровень сложности (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	5	10
2.2	Задания продвинутого уровня	15	30
2.2.1	Индивидуальное задание по теме: «Спектральные преобразования многозональных данных»	5	10
2.2.2	Выполнение дополнительных лабораторных работ	5	10
2.2.3	Реферат по темам дисциплины (не более двух)	5	10
2.3	Научный доклад с презентацией на студенческой конференции по физико-математической тематике	5	10
2.4	Акселерационная программа/ проект Росмолодежи	20	40
2.4.1	участие	20	20
2.4.2	грант	40	40
2.5	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	10	20
	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	20
Итого баллов по вариативной части		20	60
Итого баллов по дисциплине		40	100

Таблица 7.2 Конвертация баллов в итоговую оценку

Оценка	баллы
Зачтено	40-100
Не зачтено	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Цифровые методы обработки спутниковой информации».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Абрамов Н. С., Макаров Д. А., Талалаев А. А., Фраленко В. П. «Современные методы интеллектуальной обработки данных ДЗЗ». 2018.
2. Батырканов Ж. И., Кудакеева Г. М. «Проблемы и подходы к распознаванию объектов в задачах обработки аэрокосмических снимков». 2018

Дополнительная литература

1. Симакина Т.Е. Получение и обработка спутниковых снимков. Учебное пособие. Санкт-Петербург, РГГМУ, 2010.- 127 с.
2. Пермьяков Р. В. Фотограмметрическая обработка и применение разновременных стереопар космических снимков // Геодезия и картография. — 2021. — № 8. — С. 36–44.
3. Верба В.С., Неронский Л.Б., Осипов И.Г., Турук В.Э. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования. <http://www.vega.su/upload/iblock/551/5510dafe61b43b1e07a116b1afa4e8a7.pdf>
4. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие <http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-distancionnoe-zondirovanie-zemli-iz-kosmosa-cifrovaya-obrabotka-izobrazheniy-.pdf>
5. Воробьева А.А. Дистанционное зондирование Земли. Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО, 2012 Файл:141011 distancionnoezondirovanie.pdf

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Портал снимков российских спутников <https://electro.ntsomz.ru>
2. ГИС-портал «Арктика-М» данных высокоэллиптических КА «Арктика-М»
3. Геопортал Роскосмоса: <https://gptl.ru/>
4. <https://pod.gptl.ru/> (портал открытых данных ДЗЗ)
5. Космоснимки.RU (<http://kosmosnimki.ru/>) российской компании Сканэкс
6. Порталы открытых космических снимков и других пространственных данных:
7. Яндекс Карты (<https://yandex.ru/maps/>),
8. Google Планета Земля (<https://www.google.com/earth/>),
9. Всемирной лесной вахты (<https://www.globalforestwatch.org/map>)

10. Платформа актуальных снимков с полярных метеоспутников WorldView (<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>) Американского космического агентства НАСА.
11. Платформа актуальных снимков с геостационарных метеоспутников eumetrain.org
12. Сервис LandLook Геологической службы США (US Geological Survey, USGS) LandLook Viewer (<https://landlook.usgs.gov/viewer.html>).
13. Сервис для просмотра доступных онлайн снимков среднего и низкого разрешения от Европейского космического агентства: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>

8.3. Перечень программного обеспечения

Операционная система windows 7

Пакет Microsoft Office

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru>
2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) «Elibrary» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийной техникой, обеспечивающей тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, служащей для представления учебной информации,

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.