

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

**ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению
подготовки

05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Прикладная метеорология

Квалификация:
Магистр

Форма обучения
Очная/Заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Прикладная метеорология»

 Дробжева Я.В.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
19 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании
кафедры

15 февраля 2018 г., протокол № 6
Зав. кафедрой _____ Кузнецов А.Д.

Авторы-разработчики:
_____ Симакина Т.Е.

Санкт-Петербург 2018

Составил:

Симакина Т.Е. – доцент кафедры экспериментальной физики атмосферы Российского государственного гидрометеорологического университета.

© Т.Е. Симакина, 2018.
© РГГМУ, 2018.

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Цифровые методы обработки спутниковых изображений» – подготовка магистров прикладной гидрометеорологии, владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания основных вопросов компьютерной обработки изображений, интерпретации спутниковых цифровых снимков для решения на их основе метеорологических и экологических задач.

Основные задачи дисциплины связаны с освоением студентами:

- базовых понятий и методологии компьютерной обработки изображений;
- навыков обработки спутниковых снимков с использованием геоинформационных систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Цифровые методы обработки спутниковых изображений» для направления подготовки 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология, профиль - Прикладная метеорология относится к дисциплинам по выбору.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Информационно-измерительные системы в гидрометеорологии», «Спутниковая климатология», «Специальные методы гидрометизмерений», «Дистанционные методы зондирования атмосферы», «Специальные главы "Физики атмосферы, океана и вод суши"».

Параллельно с дисциплиной «Цифровые методы обработки спутниковых изображений» изучаются: «Дистанционные методы исследования природной среды», «Спутниковая гидрометеорология опасных явлений», «Текущее прогнозирование в метеорологии».

Знания, полученные в результате изучения дисциплины «Цифровые методы обработки спутниковых изображений», могут быть использованы при выполнении научно-исследовательской работы, преддипломной практике, а также при подготовке и написании выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОК-3	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-3	Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ
ОПК-4	Способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований
ОПК-5	Готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований
ПК-2	Участие в выполнении экспериментов, проведении наблюдений и измерений, составлении их описания и формулировке выводов
ПК-3	Умение анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность

ПК-4	Готовность использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах
-------------	---

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Цифровые методы обработки спутниковых изображений» обучающийся должен:

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 приемных станций;
- методикой цифровой тематической обработки и интерпретации спутниковых изображений.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Цифровые методы обработки спутниковых изображений» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения 2017,2018 гг. набора	Заочная форма обучения 2016, 2017, 2018 гг. набора
Общая трудоемкость дисциплины	72 часа	72 часа
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	32	8
в том числе:		
лекции	16	2
практические занятия	16	6
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	40	64
в том числе:		
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Зачет	Зачет

4.1. Структура дисциплины

Очное обучение (2017,2018 гг. набора)

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Практ.	Самост. работа			
1	Физические основы, технические средства и технологии получения космических снимков	3	2	2	4	Отчеты по практической работе студентов с анализом и обсуждением	3	ОПК-3 ПК-2
2	Трансформирование и ортотрансформирование снимков	3	2	2	6	Отчеты по практической работе студентов с обсуждением и анализом.	3	ОК-1 ОК-3 ОПК-4
3	Анализ спектральной	3	2	3	6	Отчеты по	3	ПК-3

	информации методом главных компонент					практической работе студентов с анализом и обсуждением.		ПК-4	
4	Обработка цветных изображений	3	4	3	8	Отчеты по практической работе студентов с обсуждением и анализом.	2	ОК-1 ПК-2 ПК-4	
5	Вейвлет-преобразования	3	2	2	8	Отчеты по практической работе студентов с анализом и обсуждением.	3	ОК-1 ОК-3 ОПК-4	
6	Текстурный анализ	3	2	2	4	Письменный контроль (тестирование)	2	ОК-1 ПК-2	
7	Нейронные сети	3	2	2	4	Письменный контроль (тестирование)	2	ОПК-5 ПК-2	
			16	16	40		18		
Итого					72 часа				

Заочная форма обучения (2016, 2017, 2018 гг. набора)

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Практ.	Самост. работа			
1	Физические основы, технические средства и технологии получения космических снимков	2	0,5	-	8	Отчеты по практической работе студентов с анализом и обсуждением	-3	ОПК-3 ПК-2
2	Трансформирование и ортотрансформирование снимков	2	0,5	2	6	Отчеты по практической работе студентов с обсуждением и анализом.	-	ОК-1 ОК-3 ОПК-4
3	Анализ спектральной	2	0,5	2	10	Отчеты по практической	1	ПК-3 ПК-4

	информации методом главных компонент					работе студентов с анализом и обсуждением.		
4	Обработка цветных изображений	2	-	-	16	Отчеты по практической работе студентов с обсуждением и анализом.	-	ОК-1 ПК-2 ПК-4
5	Вейвлет-преобразования	2	0,5	2	8	Отчеты по практической работе студентов с анализом и обсуждением.	1	ОК-1 ОК-3 ОПК-4
6	Текстурный анализ	2	-	-	10	Письменный контроль (тестирование)	-	ОК-1 ПК-2
7	Нейронные сети	2	-	-	6	Письменный контроль (тестирование)	-	ОПК-5 ПК-2
			2	6	64		2	
Итого					72 часа			

4.2. Содержание разделов дисциплины

Физические основы, технические средства и технологии получения космических снимков

Характеристики электромагнитного излучения и его взаимодействие с земными объектами. Методы регистрации излучения. Принципы устройства инструментов ДЗЗ. Виды разрешений съемочной аппаратуры.

Основные принципы визуального дешифрирования и обработки снимков. Применение результатов ДЗЗ при метеорологических, ботанических, гидрологических, геоморфологических, почвенных и др. исследованиях, изучении городских территорий, землепользовании и т.п.

Трансформирование и ортотрансформирование снимков

Геометрические искажения космических снимков. Методы построения цифровой модели рельефа. Алгоритмы трансформирования и ортотрансформирования снимков.

Анализ спектральной информации методом главных компонент

Алгоритм метода главных компонент. Выбор числа главных компонент.

Понижение размерности, выбор наиболее информативных спектральных каналов, синтез трех первых главных компонент.

Обработка цветных изображений

Методы формирования цветных изображений. Создание RGB (3 канала) синтезированного изображения из данных одного пространственного разрешения.

Увеличение пространственного разрешения цветного изображения путем синтеза панхроматического и мультиспектральных спутниковых снимков.

Различные колориметрические модели формирования цвета. Преимущества обработки цветных изображений в разных моделях.

Вейвлет-преобразования

Понятие вейвлета. Свойства вейвлета: локальность, нулевое среднее, ограниченность, автомодельность базиса.

Дискретное вейвлет-преобразование. Способы графического представления результатов вейвлет-преобразования. Вейвлет-преобразования в задаче сжатия спутниковых изображений.

Текстурный анализ

Общие определения и понятия. Этапы проведения текстурного анализа.

Текстурные признаки. Проблема выбора информативных спектрально-текстурных признаков. Выбор размера скользящего окна. Формирование признаков на основе матрицы смежности. Система текстурных признаков. Анализ информативности признаков.

Текстурный анализ космических снимков облачности.

Нейронные сети

Базовые понятия искусственного нейрона. Структура искусственного нейрона. Активационные функции. Преимущества нейронных сетей. Области использования нейронных сетей.

Сегментация спутниковых изображений с помощью однослойной нейронной сети Кохонена.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Решение задач на вычисление разрешений спутниковой аппаратуры	Практическая работа	ОПК-3 ПК-4
2	2	Координатная привязка и геометрическое трансформирование снимков	Практическая работа	ОК-1 ОК-3 ОПК-4
3	3	Выбор наиболее информативного канала методом главных компонент	Практическая работа	ПК-1 ПК-4
4	4	Цветовые преобразования. Сглаживания цветных изображений. Повышение резкости цветных изображений	Практическая работа	ОК-1 ПК-3 ПК-4
5	5	Двумерные вейвлет-преобразования	Практическая работа	ОК-1 ОК-3 ОПК-4

Семинарских и лабораторных занятий учебным планом не предусмотрено.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

Беседа со студентами (коллоквиум) по пройденной теме.

Прием и проверка отчета по каждой практической работе с анализом и обсуждением.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу. Освоение материала и выполнение лабораторных работ проходит при регулярных консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

Вопросы к коллоквиуму по теме №6 «Текстурный анализ»

1. Макро- мезо и текстура спутниковых изображений.
2. Статистики первого порядка.
3. Построение матрицы смежности.
4. Признаки текстуры, зависящие от поворота и масштаба.

5.3. Промежуточный контроль: зачет

Перечень вопросов к зачету

1. Особенности снимков видимого, БИК и ИК- диапазона
2. Особенности снимков в микроволновом диапазоне, полученные пассивным сканером
3. Характеристика радиолокационных изображений
4. Многозональные и гиперспектральные снимки
5. Методы построения цифровой модели рельефа.
6. Ортотрансформирование снимков.
7. Алгоритм метода главных компонент.
8. Метод повышения пространственного разрешения цветного изображения путем синтеза панхроматического и мультиспектральных снимков.
9. Обработка изображений в разных цветовых моделях.
10. Вейвлет-преобразование спутниковых изображений.
11. Система текстурных признаков. Формирование признаков на основе матрицы смежности.
12. Применение нейронных сетей для распознавания изображений

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Симакина Т.Е. Получение и обработка спутниковых снимков. Учебное пособие. Санкт-Петербург, РГГМУ, 2010.- 127 с.
2. Визильтер, Ю. В. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision [Электронный ресурс] / Ю. В. Визильтер, С. Ю. Желтов, В. А. Князь и др. - М.: ДМК Пресс, 2009. - 464 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=409345>
3. Красильников Н. Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: учеб. пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 608 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=355314>

б) дополнительная литература:

1. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие. - М.: Логос, 2001. - 264 с.
2. Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования. М.: Техносфера, 2006.- 336 с.
3. Яне Б. Цифровая обработка изображений. Пер. с англ. - М.: Техносфера, 2007. – 584 с.
4. Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю. Компьютерное распознавание и обработка изображений. Уч. пособие. С-Пб., ИТМО, 2008 год. 182 с.
5. Книжников Ю.Ф. Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований.:Учеб. для студ. высш. учеб. заведений.- М.:Издательский центр “Академия”, 2004.- 336 с.
6. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005.- 1072 с.
7. Смирнов Л.Е. Аэрокосмические методы географических исследований: Учебник. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005.- 348 с.
8. Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. - М.: Аспект Пресс, 2004. - 184 с.
9. Красильников Н.Н. Цифровая обработка изображений. - М.: Вузовская книга, 2001. - 320 с.
10. Цифровое преобразование изображений: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Р.Е.Быкова.- М.: Горячая линия - Телеком, 2003. - 228 с.
11. Злобин В.К., Еремеев В.В. Обработка аэрокосмических изображений. М.: ФИЗМАЛИТ, 2006.- 288 с.
12. Дистанционное зондирование в метеорологии, океанографии и гидрологии: Пер. с англ./Под ред. А. Крэкнелла.- М.: Мир, 1984. - 535 с.
13. Дистанционное зондирование: количественный подход. / Под ред. Свейна Ф., Дейвиса Ш. - М.: Недра, 1983. - 415 с.
14. Абламейко С.В., Лагуновский Д.М. Обработка изображений: технология, методы, применение. Учебное пособие.- Мн.: Амалфея, 2000.-304 с.

в) Интернет-ресурсы:

1. 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>
2. Воробьева А.А. Дистанционное зондирование Земли. Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО, 2012 [Файл:141011 distancionnoezondirovanie.pdf](http://www.itmo.spb.ru/141011/distancionnoezondirovanie.pdf)
3. Цифровая обработка изображений в информационных системах [http://fit.tstu.ru:8080/jspui/bitstream/123456789/10165/1/Цифровая обработка изображений в информационных системах.pdf](http://fit.tstu.ru:8080/jspui/bitstream/123456789/10165/1/Цифровая%20обработка%20изображений%20в%20информационных%20системах.pdf)

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий

Организация деятельности студента

Лекции (темы №1-7)

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.

Проверка терминов, понятий, технических характеристик с помощью интернет ресурсов с выписыванием толкований в тетрадь.

Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.

Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет

Практические занятия (темы №1-5)

Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.

Конспектирование источников.

Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом. Выполнение работ, решение тестовых заданий, решение задач и другие виды работ.

Подготовка к зачету

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету и т.д.

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1-7	<p><u>информационные технологии:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> использование баз данных использование он-лайн лекций при самостоятельной проработке материала проведение обработки спутниковых снимков <p><u>образовательные технологии</u></p> <ol style="list-style-type: none"> интерактивное взаимодействие педагога и студента сочетание индивидуального и коллективного обучения 	<ol style="list-style-type: none"> Пакет Microsoft PowerPoint. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru Электронно-библиотечная система Znanium, http://znanium.com Базы спутниковых данных https://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/ http://www.eumetsat.int/website/home/index.html http://www.noaa.gov/ Программное обеспечение ГИС IDRISI Kilimanjaro

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. **Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2. **Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная современными вычислительными средствами, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
5. **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.