

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**

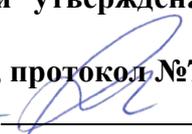
Форма обучения  
**Очная/Заочная**

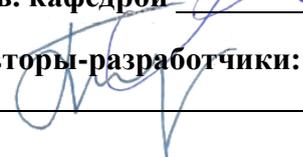
Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная метеорология»

 Дробжева Я.В.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
11 июня 2019 г., протокол № 9

Рассмотрена и утверждена на заседании  
кафедры  
30 мая 2019 г., протокол №7\_  
Зав. кафедрой  Кузнецов А.Д.

Авторы-разработчики:  
 Симакина Т.Е.

**Составил:**

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

© Т.Е. Симакина, 2019.

© РГГМУ, 2019.

## 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-2            | Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения   |
| ОПК-3           | Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ. |
| ОПК-5           | Способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований.                |
| ПК-1            | Понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин      |

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<br>(уровень)<br>освоения<br>компетенции*         | Планируемые<br>результаты обучения**<br>(показатели достижения<br>заданного уровня<br>освоения компетенций)   | Критерии оценивания результатов обучения   |   |  |   |
|---|---|--|---|--|---|
|   |   | 2  | 3<br>минимальный  | 4<br>базовый   | 5<br>продвинутый  |
| Второй этап<br>(уровень)<br><b>(ОК-1)</b>             | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами;</li> <li>– методикой планирования численных экспериментов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование;</li> <li>-эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы анализа гидрометеорологической информации;</li> </ul> | <p><b>Не владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами;</li> <li>– методикой планирования численных экспериментов.</li> </ul> <p><b>Не умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование;</li> <li>-эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</li> </ul> <p><b>Не знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы анализа гидрометеорологической информации;</li> </ul> | <p><b>Недостаточно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами;</li> <li>– методикой планирования численных экспериментов.</li> </ul> <p><b>Затрудняется:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование;</li> <li>-эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</li> </ul> <p><b>Плохо описывает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы анализа гидрометеорологической информации;</li> </ul> | <p><b>Хорошо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами;</li> <li>– методикой планирования численных экспериментов.</li> </ul> <p><b>Хорошо умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование;</li> <li>-эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</li> </ul> <p><b>Хорошо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы анализа гидрометеорологической информации;</li> </ul> | <p><b>Свободно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами;</li> <li>– методикой планирования численных экспериментов.</li> </ul> <p><b>Умеет самостоятельно:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование;</li> <li>-эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</li> </ul> <p><b>Свободно излагает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы анализа гидрометеорологической информации;</li> </ul> |
| Второй этап<br>(уровень)<br><b>(ОК-2)</b><br>частично | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками логического анализа результатов исследований;</li> <li>-способностью использовать теоретические знания в практических целях;</li> <li>-навыками самостоятельной работы с наставлениями и</li> </ul>   | <p><b>Не владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками логического анализа результатов исследований;</li> <li>-способностью использовать теоретические знания в практических целях;</li> <li>-навыками самостоятельной работы с наставлениями и</li> </ul>   | <p><b>Слабо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками логического анализа результатов исследований;</li> <li>-способностью использовать теоретические знания в практических целях;</li> <li>-навыками самостоятельной работы с наставлениями и</li> </ul>   | <p><b>Хорошо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками логического анализа результатов исследований;</li> <li>-способностью использовать теоретические знания в практических целях;</li> <li>-навыками самостоятельной работы с наставлениями и</li> </ul>   | <p><b>Уверенно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками логического анализа результатов исследований;</li> <li>-способностью использовать теоретические знания в практических целях;</li> <li>-навыками самостоятельной работы с наставлениями и</li> </ul>  |

|   |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
|   | <p>руководящими документами;<br/>-навыками работы с электронными базами данных.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>- квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование;<br/>- формулировать и решать поставленные задачи;<br/>- эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</p> <p><b>Знать:</b><br/>- избранную предметную область исследований</p>                            | <p>руководящими документами;<br/>-навыками работы с электронными базами данных.</p> <p><b>Не умеет:</b><br/>- квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование;<br/>- формулировать и решать поставленные задачи;<br/>- эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</p> <p><b>Не знает:</b><br/>- избранную предметную область исследований</p>                            | <p>руководящими документами;<br/>-навыками работы с электронными базами данных.</p> <p><b>Затрудняется:</b><br/>- квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование;<br/>- формулировать и решать поставленные задачи;<br/>- эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</p> <p><b>Плохо знает:</b><br/>- избранную предметную область исследований</p>                                   | <p>руководящими документами;<br/>-навыками работы с электронными базами данных.</p> <p><b>Умеет:</b><br/>- квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование;<br/>- формулировать и решать поставленные задачи;<br/>- эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</p> <p><b>Умеет:</b><br/>- избранную предметную область исследований</p>  | <p>руководящими документами;<br/>-навыками работы с электронными базами данных.</p> <p><b>Умеет свободно:</b><br/>- квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование;<br/>- формулировать и решать поставленные задачи;<br/>- эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</p> <p><b>Свободно описывает:</b><br/>- избранную предметную область исследований</p>                              |
| <p><b>Второй этап (уровень) (ОПК-3)</b></p> | <p><b>Владеть:</b><br/>- современными статистическими методами и другими количественными технологиями в научных исследованиях;<br/>-навыками самостоятельной работы со специализированной литературой.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>- грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и цифровые электронные базы данных;<br/>-пользоваться электронными базами гидрометеорологических данных.</p> | <p><b>Не владеет:</b><br/>- современными статистическими методами и другими количественными технологиями в научных исследованиях;<br/>-навыками самостоятельной работы со специализированной литературой.</p> <p><b>Не умеет:</b><br/>- грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и цифровые электронные базы данных;<br/>-пользоваться электронными базами гидрометеорологических данных.</p> | <p><b>Недостаточно владеет:</b><br/>- современными статистическими методами и другими количественными технологиями в научных исследованиях;<br/>-навыками самостоятельной работы со специализированной литературой.</p> <p><b>Затрудняется:</b><br/>- грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и цифровые электронные базы данных;<br/>-пользоваться электронными базами гидрометеорологических данных.</p> | <p><b>Хорошо владеет:</b><br/>- современными статистическими методами и другими количественными технологиями в научных исследованиях;<br/>-навыками самостоятельной работы со специализированной литературой.</p> <p><b>Хорошо умеет:</b><br/>- грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и цифровые электронные базы данных;<br/>-пользоваться электронными базами гидрометеорологических данных.</p> | <p><b>Уверенно владеет:</b><br/>- современными статистическими методами и другими количественными технологиями в научных исследованиях;<br/>-навыками самостоятельной работы со специализированной литературой.</p> <p><b>Умеет самостоятельно:</b><br/>- грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и цифровые электронные базы данных;<br/>-пользоваться электронными базами гидрометеорологических данных.</p> |

|   |   |  |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|
|   | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы взаимодействия электромагнитных волн с природными объектами;</li> <li>- основные виды зондирования земной поверхности;</li> <li>- основы теории цифровой обработки изображений.</li> </ul>  | <p><b>Не знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы взаимодействия электромагнитных волн с природными объектами;</li> <li>- основные виды зондирования земной поверхности;</li> <li>- основы теории цифровой обработки изображений.</li> </ul>  | <p><b>Плохо описывает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы взаимодействия электромагнитных волн с природными объектами;</li> <li>- основные виды зондирования земной поверхности;</li> <li>- основы теории цифровой обработки изображений.</li> </ul>  | <p><b>Хорошо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы взаимодействия электромагнитных волн с природными объектами;</li> <li>- основные виды зондирования земной поверхности;</li> <li>- основы теории цифровой обработки изображений.</li> </ul>   | <p><b>Свободно описывает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы взаимодействия электромагнитных волн с природными объектами;</li> <li>- основные виды зондирования земной поверхности;</li> <li>- основы теории цифровой обработки изображений.</li> </ul>   |
| <p><b>Второй этап (уровень) (ОПК-5)</b></p> | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования в области «Цифровые методы обработки спутниковых изображений»;</li> <li>- методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;</li> <li>- выбирать методики и средства решения поставленных задач;</li> <li>- получать и интерпретировать спутниковые снимки;</li> <li>-производить компьютерные преобразования спутниковых снимков с целью улучшения</li> </ul> | <p><b>Не владеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования в области «Цифровые методы обработки спутниковых изображений»;</li> <li>- методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;</li> </ul> <p><b>Не умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;</li> <li>- выбирать методики и средства решения поставленных задач;</li> <li>- получать и интерпретировать спутниковые снимки;</li> <li>-производить компьютерные преобразования спутниковых снимков с целью улучшения</li> </ul> | <p><b>Недостаточно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования в области «Цифровые методы обработки спутниковых изображений»;</li> <li>- методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;</li> </ul> <p><b>Затрудняется:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;</li> <li>- выбирать методики и средства решения поставленных задач;</li> <li>- получать и интерпретировать спутниковые снимки;</li> <li>-производить компьютерные преобразования спутниковых снимков с целью улучшения</li> </ul> | <p><b>Хорошо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования в области «Цифровые методы обработки спутниковых изображений»;</li> <li>- методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;</li> </ul> <p><b>Хорошо умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;</li> <li>- выбирать методики и средства решения поставленных задач;</li> <li>- получать и интерпретировать спутниковые снимки;</li> <li>-производить компьютерные преобразования спутниковых снимков с целью улучшения</li> </ul> | <p><b>Уверенно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования в области «Цифровые методы обработки спутниковых изображений»;</li> <li>- методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;</li> </ul> <p><b>Умеет самостоятельно:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;</li> <li>- выбирать методики и средства решения поставленных задач;</li> <li>- получать и интерпретировать спутниковые снимки;</li> <li>-производить компьютерные преобразования спутниковых снимков с</li> </ul> |

|  |   |   |  |  |  |
|--|---|---|--|--|--|
|  | <p>визуального восприятия, дешифрирования природных объектов;</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные компьютерные методы обработки, представления и хранения спутниковых снимков.</li> <li>- перспективные направления развития исследований в области физики облаков.</li> </ul>  | <p>визуального восприятия, дешифрирования природных объектов</p> <p><b>Не знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные компьютерные методы обработки, представления и хранения спутниковых снимков.</li> <li>- перспективные направления развития исследований в области физики облаков.</li> </ul>  | <p>визуального восприятия, дешифрирования природных объектов</p> <p><b>Плохо описывает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные компьютерные методы обработки, представления и хранения спутниковых снимков.</li> <li>- перспективные направления развития исследований в области физики облаков.</li> </ul>  | <p>визуального восприятия, дешифрирования природных объектов</p> <p><b>Хорошо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные компьютерные методы обработки, представления и хранения спутниковых снимков.</li> <li>- перспективные направления развития исследований в области физики облаков.</li> </ul>   | <p>целью улучшения визуального восприятия, дешифрирования природных объектов</p> <p><b>Свободно описывает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные компьютерные методы обработки, представления и хранения спутниковых снимков.</li> <li>- перспективные направления развития исследований в области физики облаков.</li> </ul>   |
| <p><b>Второй этап (уровень) (ПК-1)</b></p> | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-методикой получения спутниковых снимков с современных автоматизированных приемных станций;</li> <li>- методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные модули геоинформационной системы, способные обрабатывать растровую информацию.</li> <li>-производить компьютерные преобразования спутниковых снимков с целью улучшения визуального восприятия, дешифрирования природных объектов;</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физические основы</li> </ul> | <p><b>Не владеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-методикой получения спутниковых снимков с современных автоматизированных приемных станций;</li> <li>- методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</li> </ul> <p><b>Не умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные модули геоинформационной системы, способные обрабатывать растровую информацию.</li> <li>-производить компьютерные преобразования спутниковых снимков с целью улучшения визуального восприятия, дешифрирования природных объектов;</li> </ul> <p><b>Не знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физические основы</li> </ul> | <p><b>Недостаточно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-методикой получения спутниковых снимков с современных автоматизированных приемных станций;</li> <li>- методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов</li> </ul> <p><b>Затрудняется:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные модули геоинформационной системы, способные обрабатывать растровую информацию.</li> <li>-производить компьютерные преобразования спутниковых снимков с целью улучшения визуального восприятия, дешифрирования природных объектов;</li> </ul> <p><b>Плохо описывает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физические основы</li> </ul> | <p><b>Хорошо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-методикой получения спутниковых снимков с современных автоматизированных приемных станций;</li> <li>- методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</li> </ul> <p><b>Хорошо умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные модули геоинформационной системы, способные обрабатывать растровую информацию.</li> <li>-производить компьютерные преобразования спутниковых снимков с целью улучшения визуального восприятия, дешифрирования природных объектов;</li> </ul> <p><b>Хорошо знает:</b></p> | <p><b>Уверенно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-методикой получения спутниковых снимков с современных автоматизированных приемных станций;</li> <li>- методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</li> </ul> <p><b>Умеет самостоятельно:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные модули геоинформационной системы, способные обрабатывать растровую информацию.</li> <li>-производить компьютерные преобразования спутниковых снимков с целью улучшения визуального восприятия, дешифрирования природных объектов;</li> </ul> <p><b>Свободно описывает:</b></p> |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  | <p>взаимодействия<br/>электромагнитных волн с<br/>природными объектами;<br/>– основные виды<br/>зондирования земной<br/>поверхности;<br/>– основы теории цифровой<br/>обработки изображений;</p> | <p>взаимодействия<br/>электромагнитных волн с<br/>природными объектами;<br/>– основные виды<br/>зондирования земной<br/>поверхности;<br/>– основы теории цифровой<br/>обработки изображений;</p> | <p>взаимодействия<br/>электромагнитных волн с<br/>природными объектами;<br/>– основные виды<br/>зондирования земной<br/>поверхности;<br/>– основы теории цифровой<br/>обработки изображений;</p> | <p>– физические основы<br/>взаимодействия<br/>электромагнитных волн с<br/>природными объектами;<br/>– основные виды<br/>зондирования земной<br/>поверхности;<br/>– основы теории цифровой<br/>обработки изображений;</p> | <p>– физические основы<br/>взаимодействия<br/>электромагнитных волн с<br/>природными объектами;<br/>– основные виды<br/>зондирования земной<br/>поверхности;<br/>– основы теории цифровой<br/>обработки изображений;</p> |
|--|--|--|--|--|--|

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

| Объём дисциплины   | Всего часов                            |  |
|--|--|--|
|  | Очная форма обучения<br>2019 г. набора | Заочная форма обучения<br>2019 г. набора |
| <b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>   | <b>144 часа</b>                        | <b>144 часа</b>                          |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b> | <b>56</b>                              | <b>16</b>                                |
| в том числе:   |  |  |
| лекции   | <b>28</b>                              | <b>6</b>                                 |
| практические занятия   | <b>28</b>                              | <b>10</b>                                |
| <b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>   | <b>88</b>                              | <b>128</b>                               |
| <b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>  | <b>экзамен</b>                         | <b>экзамен</b>                           |

#### 4.1. Структура дисциплины

Очное обучение (2019 г. 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   | Практич. занятия | Самост. работа |  |  |  |
| 1     | Физические основы, технические средства и технологии получения космических снимков | 3       | 2  | 2                | 8              | Прием и проверка отчета по практической работе | 3  | ОК-1;<br>ОК-2;<br>ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1 |
| 2     | Трансформирование и ортотрансформирование снимков                                  | 3       | 4  | 4                | 12             | Прием и проверка отчета по практической работе | 3  | ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1                   |
| 3     | Анализ спектральной информации методом главных компонент                           | 3       | 4  | 8                | 12             | Прием и проверка отчета по практической работе | 3  | ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1                   |

|  |                               |   |           |           |                 |  |           |                          |
|--|-------------------------------|---|-----------|-----------|-----------------|--|-----------|--------------------------|
| 4  | Обработка цветных изображений | 3 | 8         | 4         | 16              | Прием и проверка отчета по практической работе | 2         | ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1 |
| 5  | Вейвлет-преобразования        | 3 | 4         | 4         | 16              | Прием и проверка отчета по практической работе | 3         | ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1 |
| 6  | Текстурный анализ             | 3 | 4         | 4         | 12              | Коллоквиум                                     | 2         | ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1 |
| 7  | Нейронные сети                | 3 | 2         | 2         | 12              | Коллоквиум                                     | 2         | ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1 |
| <b>ИТОГО</b>   |                               |   | <b>28</b> | <b>28</b> | <b>88</b>       |  | <b>18</b> |                          |
| С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена |                               |   |           |           | <b>144 часа</b> |  |           |                          |

#### Заочная форма обучения (2019 г. 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   | Практич. занятия | Самост. работа |  |  |  |
| 1     | Физические основы, технические средства и технологии получения космических снимков | 2    | 2  | 0                | 16             | Прием и проверка отчета по практической работе | 3  | ОК-1;<br>ОК-2;<br>ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1 |
| 2     | Трансформирование и ортотрансформирование снимков                                  | 2    | 0  | 2                | 12             | Прием и проверка отчета по практической работе | 0  | ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1                   |
| 3     | Анализ спектральной информации методом главных компонент                           | 2    | 0  | 2                | 20             | Прием и проверка отчета по практической работе | 1  | ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1                   |
| 4     | Обработка цветных изображений  | 2    | 0  | 2                | 32             | Прием и проверка отчета по                     | 0  | ОПК-3;<br>ОПК-5;                           |

|  |                        |   |          |           |                 |  |          |                          |
|--|------------------------|---|----------|-----------|-----------------|--|----------|--------------------------|
|  |                        |   |          |           |                 | практической работе                            |          | ПК-1                     |
| 5  | Вейвлет-преобразования | 2 | 0        | 2         | 16              | Прием и проверка отчета по практической работе | 1        | ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1 |
| 6  | Текстурный анализ      | 2 | 2        | 2         | 20              | Коллоквиум                                     | 0        | ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1 |
| 7  | Нейронные сети         | 2 | 2        | 0         | 12              | Коллоквиум                                     | 0        | ОПК-3;<br>ОПК-5;<br>ПК-1 |
|  | <b>ИТОГО</b>           |   | <b>6</b> | <b>10</b> | <b>128</b>      |  | <b>2</b> |                          |
| С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена |                        |   |          |           | <b>144 часа</b> |  |          |                          |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 4.2.1. 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.

### 4.2.2. Трансформирование и ортотрансформирование снимков

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

### 4.2.3. 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.

### 4.2.4. 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.

#### 4.2.5. 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.

#### 4.2.6. Текстуальный анализ

Общие определения и понятия. Этапы проведения текстурного анализа.

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

Текстуальный анализ космических снимков облачности.

#### 4.2.7. 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. Практические занятия, их содержание

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

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**

5.1.1. Коллоквиум.

5.1.2. Прием и проверка отчета по практической работе

### **а) Образцы заданий текущего контроля**

#### **Примеры вопросов к коллоквиуму**

##### **Раздел 6. Текстуальный анализ**

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

#### **Примеры вопросов по темам практических работ**

##### **Раздел 1. Физические основы, технические средства и технологии получения космических снимков**

1. Нахождение характеристик оптико-механических съемочных систем: мгновенного поля зрения, ширины полосы обзора, максимального угла сканирования, частоты сканирования.
2. Нахождение характеристик съемочных систем на ПЗС: мгновенного поля зрения, ширины полосы обзора.

### **в). Примерная тематика рефератов, эссе, докладов**

Выполнение рефератов, эссе и докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

### **г). Примерные темы курсовых работ**

Выполнение курсовых работ по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

## **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 практических работ проходит при регулярных консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

## **5.3. Промежуточный контроль: экзамен**

Экзамен проходит в устной форме. Обучающемуся предлагается ответить на два вопроса, случайным образом выбранного билета. Полный перечень вопросов охватывает все разделы дисциплины.

### Перечень вопросов к экзамену

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

### Образец экзаменационного билета

#### Экзаменационный билет № 1

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

**Кафедра Экспериментальной физики атмосферы**

**Курс Цифровая обработка спутниковых изображений**

1. Особенности снимков видимого, БИК и ИК- диапазона
2. Система текстурных признаков. Формирование признаков на основе матрицы смежности

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Кузнецов А.Д.

---

### 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. Т.Е. Симакина. Лабораторный практикум «Цифровая обработка спутниковых снимков с помощью ГИС IDRISI» по дисциплине «Геоинформационные системы».- Санкт-Петербург, РГГМУ, 2004,- 58 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-217143142.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-217143142.pdf)

#### 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. Смирнов Л.Е. Аэрокосмические методы географических исследований: Учебник. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005.- 348 с.

7. Злобин В.К., Еремеев В.В. Обработка аэрокосмических изображений. М.: ФИЗМАЛИТ, 2006.- 288 с.

8. Дистанционное зондирование в метеорологии, океанографии и гидрологии: Пер. с англ./Под ред. А. Крэкнелла.- М.: Мир, 1984. - 535 с.

9. Дистанционное зондирование: количественный подход. / Под ред. Свейна Ф., Дейвиса Ш. - М.: Недра, 1983. - 415 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](#)
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_обработка_изображений_в_информационных_системах.pdf)

#### **г) программное обеспечение**

windows 7 47049971 18.06.2010

office 2013 62398416 11.09.2013

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

#### **д) профессиональные базы данных**

база данных Web of Science

база данных Scopus

электронно-библиотечная система elibrary

#### **е) информационные справочные системы:**

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

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

| Вид учебных занятий                           | Организация деятельности студента  |
|---|--|
| <b>Лекции</b><br>(разделы №1-7)               | <p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий, технических характеристик с помощью интернет ресурсов с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет</p> |
| <b>Практические занятия</b><br>(разделы №1-5) | <p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников.</p> <p>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.</p>  |
| <b>Подготовка к зачету</b>                    | <p>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету и т.д.</p>  |

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

| Раздел дисциплины | Образовательные и информационные технологии   | Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем   |
|-------------------|---|--|
| № 1-7             | <p><u>информационные технологии:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>использование баз данных</li> <li>использование он-лайн лекций при самостоятельной проработке материала</li> <li>проведение обработки спутниковых снимков</li> </ol> <p><u>образовательные технологии</u></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>Пакет Microsoft PowerPoint.</li> <li>Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн <a href="http://elib.rshu.ru">http://elib.rshu.ru</a></li> <li>Электронно-библиотечная система Znanium, <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a></li> <li>Базы спутниковых данных <a href="https://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/">https://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/</a><br/><a href="http://www.eumetsat.int/website/home/inde">http://www.eumetsat.int/website/home/inde</a></li> </ol> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента<br>2. сочетание индивидуального и коллективного обучения | <a href="#">x.html</a><br><a href="http://www.noaa.gov/">http://www.noaa.gov/</a><br>5. Программное обеспечение ГИС Метео. |
|--|--|--|

## 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.