

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ

Директор по образовательной
деятельности



С.Т. Князев
С.Т. Князев
2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

| Код модуля | Модуль |
|------------|----------------------------|
| 1147818 | Дистанционное зондирование |

Екатеринбург, 2020

| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учетные данные |
|---|---|
| Образовательная программа 1. Астрономия | Код ОП 1. 03.05.01/33.01 |
| Направление подготовки 1. Астрономия | Код направления и уровня подготовки 1. 03.05.01 |

Программа модуля составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|-------|-------------------------------|--|-----------|--|
| 1 | Васильева Мария Алексеевна | без ученой степени, без ученого звания | Ассистент | Кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды |
| 2 | Смирнова Ксения Ильдаровна | без ученой степени, без ученого звания | Ассистент | Кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды |

Согласовано:

Учебный отдел



1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Дистанционное зондирование

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из дисциплин «Физические основы дистанционного зондирования» и «Спутниковые системы дистанционного зондирования» и посвящен вопросам применения аэрокосмических данных поверхности Земли для решения задач мониторинга окружающей среды, облачного покрова, ледовой обстановки, почвенного покрова, воздействий на окружающую среду, а также для решения задач картографии.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

| № п/п | Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения | Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах |
|------------------|--|---|
| 1 | Спутниковые системы дистанционного зондирования | 3 |
| 2 | Физические основы дистанционного зондирования | 3 |
| ИТОГО по модулю: | | 6 |

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

| | |
|------------------------------------|--|
| Пререквизиты модуля | Общая астрономия, Общая астрометрия |
| Постреквизиты и кореквизиты модуля | Дополнительные главы астрометрии и небесной механики |

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

| Перечень дисциплин модуля | Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) |
|---|--|---|
| Спутниковые системы дистанционного зондирования | ПК-9 - Способен ориентироваться в прикладных аспектах научных исследований, совершенствовать, углублять и развивать теорию и модели, лежащие в их основе | РО1-3 ПК9 Характеризовать прикладные аспекты научных исследований |

| | | |
|---|--|--|
| Физические основы дистанционного зондирования | ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками | РО1-3 ПК5 Характеризовать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области |
|---|--|--|

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Спутниковые системы дистанционного зондирования

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-------------------------------|---|------------------|--|
| 1 | Васильева Мария Алексеевна | без ученой степени, без ученого звания | Ассистент | Кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды |

Руководитель модуля

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Васильева Мария Алексеевна, ассистент кафедры астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

1.1 Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;

1.2. Содержание дисциплины

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины | Содержание |
|-------------------|---|---|
| P1 | Введение | Дистанционное зондирование Земли. Пространственное, временное и спектральное разрешения. Оптико-электронные системы дистанционного зондирования. Активные и пассивные сенсоры |
| P2 | Комплексные системы дистанционного зондирования | Комплекс NASA EOS. Спутники Terra, Aqua, Aura. Метеорологические наблюдения в рамках ДЗЗ как пример комплексного исследования. Система A-Train. Инфракрасный зонд AIRS. Спектрорадиометр MODIS. Сканирующая система CERES. Типы данных ДЗЗ и способы их обработки. Анализ эффективности работы комплексных систем ДЗЗ |
| P3 | Геологоразведка в ДЗЗ на примере системы RadarSat-2 | Цифровая модель рельефа. Координатная геопривязка. Радар с синтезированной апертурой. Особенности данных ДЗЗ при геологоразведке. Поиск полезных ископаемых. Гидрологические исследования системы RadarSat-2 |
| P4 | Современные и перспективные спутниковые системы ДЗЗ | Российский сегмент ДЗЗ. Обзор существующих национальных систем ДЗЗ. Коммерческие проекты спутниковых систем. Базы данных и программное обеспечение для обработки данных ДЗЗ. Анализ коммерческих выгод от использования данных ДЗЗ. Технические характеристики перспективных систем мониторинга в задачах ДЗЗ. |

1.3 Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Не используется

Печатные издания

- 1 Обработка данных дистанционного зондирования Земли: практические аспекты / [В. Г. Коберниченко, О. Ю. Иванов, С. М. Зраенко, А. В. Сосновский, В. А. Тренихин] ; [под общ. ред. В. Г. Коберниченко] ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013 .— 168 с., [2] л. цв. ил. : ил. — 20 экз.
- 2 Рис, У. Г. Основы дистанционного зондирования / У. Г. Рис ; пер. с англ. М. Б. Кауфмана, А. А. Кузьмичевой .— 2-е изд. — М. : Техносфера, 2006 .— 335 с. — 25 экз.
- 3 Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений : [монография] / Р. Гонсалес, Р. Вудс ; пер. с англ. [Л. И. Рубанова и др.] под ред. П. А. Чочиа .— М. : Техносфера, 2006 .— 1072 с. — 9 экз.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
2. Электронная библиотека УрФУ oras.urfu.ru
3. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|-------|--------------|--|---|
| 1 | Лекции | Аудитория оборудована мультимедийным проектором, компьютером и экраном Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная | Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL В Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с «Звездный атлас Aladin»: http://aladin.u-strasbg.fr/ – свободное ПО; ПО для обработки астрономических изображений и визуализации данных «SAO Image DS9»: http://ds9.si.edu/site/Home.html – свободное ПО; |

| | | | |
|---|---|---|--|
| 2 | Практические занятия | <p>Аудитория оборудована мультимедийным проектором, компьютером и экраном</p> <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Компьютеры с подключением к сети Интернет в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> | <p>Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL В Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Браузер Mozilia Firefox – свободное ПО;</p> <p>MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с</p> <p>«Звездный атлас Aladin»: http://aladin.u-strasbg.fr/ – свободное ПО;</p> <p>ПО для обработки астрономических изображений и визуализации данных «SAO Image DS9»: http://ds9.si.edu/site/Home.html – свободное ПО;</p> |
| 3 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> | |
| 4 | Самостоятельная работа студентов | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Компьютеры с подключением к сети Интернет в соответствии с количеством студентов</p> | <p>Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL В Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Браузер Mozilia Firefox – свободное ПО;</p> <p>«Звездный атлас Aladin»: http://aladin.u-strasbg.fr/ – свободное ПО;</p> <p>ПО для обработки астрономических изображений и визуализации данных «SAO Image DS9»: http://ds9.si.edu/site/Home.html – свободное ПО;</p> <p>MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с</p> |

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для зачёта/экзамена

- 1 Дистанционное зондирование Земли.
- 2 Пространственное, временное и спектральное разрешения.
- 3 Оптико-электронные системы дистанционного зондирования. Активные и пассивные сенсоры
- 4 Комплекс NASA EOS.
- 5 Спутники Terra, Aqua, Aura.
- 6 Метеорологические наблюдения в рамках ДЗЗ как пример комплексного исследования.
- 7 Система A-Train.
- 8 Инфракрасный зонд AIRS.
- 9 Спектрорадиометр MODIS.
- 10 Сканирующая система CERES.
- 11 Типы данных ДЗЗ и способы их обработки.
- 12 Анализ эффективности работы комплексных систем ДЗЗ
- 13 Цифровая модель рельефа.
- 14 Координатная геопривязка.
- 15 Радар с синтезированной апертурой.
- 16 Особенности данных ДЗЗ при геологоразведке.
- 17 Поиск полезных ископаемых.
- 18 Гидрологические исследования системы RadarSat-2
- 19 Российский сегмент ДЗЗ. Обзор существующих национальных систем ДЗЗ.
- 20 Коммерческие проекты спутниковых систем.
- 21 Базы данных и программное обеспечение для обработки данных ДЗЗ. Анализ коммерческих выгод от использования данных ДЗЗ.
- 22 Технические характеристики перспективных систем мониторинга в задачах ДЗЗ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физические основы дистанционного зондирования

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|---------------------------------|--|------------------|--|
| 1 | Смирнова Ксения Ильдаровна | без ученой степени, без ученого звания | Ассистент | Кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды |

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1.СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Смирнова Ксения Ильдаровна, ассистент кафедры астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

1.1 Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;

1.2. Содержание дисциплины

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины | Содержание |
|-------------------|--|---|
| P1 | Основы дистанционного зондирования Земли | Интерпретация снимков, спектральные диапазоны съемки. Спектральные образы объектов. Пространственные и радиометрические характеристики. Спектральные характеристики. Временные характеристики. Группировки искусственных спутников Земли. |
| P2 | Излучение в оптическом диапазоне спектра | Видимый и коротковолновой инфракрасный диапазоны спектра. Солнечное излучение. Компоненты излучения. Средний и тепловой инфракрасные диапазоны спектра. Компоненты собственного излучения Земли. Плотность суммарного потока регистрируемого излучения. |
| P3 | Модели датчика | Общая модель датчика. Отклик прибора. Пространственное разрешение. Спектральное разрешение. Пространственный отклик. Функция рассеяния точки оптической системы. Спектральный отклик. Усиление сигнала. Дискретизация и аналого-цифровое преобразование. |
| P4 | Модели данных | Одномерный статистический анализ изображений. Гистограмма. Нормальное распределение. Кумулятивная гистограмма. Статистические характеристики. Многомерный статистический анализ изображений. Модели шума. Сигнал, эквивалентный шуму. Пространственный статистический анализ данных. Влияние рельефа и конструкции датчика. |

1.3 Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Печатные издания

- 1 Обработка данных дистанционного зондирования Земли: практические аспекты / [В. Г. Коберниченко, О. Ю. Иванов, С. М. Зраенко, А. В. Сосновский, В. А. Тренихин] ; [под общ. ред. В. Г. Коберниченко] ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013 .— 168 с. — 20 экз.
- 2 Рис, У. Г. Основы дистанционного зондирования / У. Г. Рис ; пер. с англ. М. Б. Кауфмана, А. А. Кузьмичевой .— 2-е изд. — М. : Техносфера, 2006 .— 335 с. — 25 экз.
- 3 Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений : [монография] / Р. Гонсалес, Р. Вудс ; пер. с англ. [Л. И. Рубанова и др.] под ред. П. А. Чочиа .— М. : Техносфера, 2006 .— 1072 с. — 9 экз.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
2. Электронная библиотека УрФУ oрас.urfu.ru
3. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|-------|--------------|--|---|
| 1 | Лекции | Аудитория оборудована мультимедийным проектором, компьютером и экраном Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная | Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL В Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с «Звездный атлас Aladin»: http://aladin.u-strasbg.fr/ – свободное ПО; ПО для обработки астрономических изображений и визуализации данных «SAO Image DS9»: http://ds9.si.edu/site/Home.html – свободное ПО; |

| | | | |
|---|---|---|--|
| 2 | Практические занятия | <p>Аудитория оборудована мультимедийным проектором, компьютером и экраном</p> <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Компьютеры с подключением к сети Интернет в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> | <p>Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL В Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО;</p> <p>MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с</p> <p>«Звездный атлас Aladin»: http://aladin.u-strasbg.fr/ – свободное ПО;</p> <p>ПО для обработки астрономических изображений и визуализации данных «SAO Image DS9»: http://ds9.si.edu/site/Home.html – свободное ПО;</p> |
| 3 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> | |
| 4 | Самостоятельная работа студентов | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Компьютеры с подключением к сети Интернет в соответствии с количеством студентов</p> | <p>Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL В Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО;</p> <p>«Звездный атлас Aladin»: http://aladin.u-strasbg.fr/ – свободное ПО;</p> <p>ПО для обработки астрономических изображений и визуализации данных «SAO Image DS9»: http://ds9.si.edu/site/Home.html – свободное ПО;</p> <p>MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с</p> |

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для зачёта/экзамена

- 1 Спектры электромагнитного излучения: спектры поглощения и отражения, атмосферные спектры поглощения, отражательные свойства подстилающих поверхностей. Спектральное разрешение. Пространственное разрешение: Поле зрения датчика. Масштаб. Спектрометрия и радиометрия. Временное разрешение.
- 2 Получение растровых и векторных изображений. Источники растровых данных: аэрокосмические данные в видимом и ИК диапазонах, микроволновые изображения, цифровые топографические модели, отсканированные или оцифрованные карты и фотоснимки. Источники векторных данных.
- 3 Основные факторы, определяющие формирование изображений в видимом и ИК диапазонах. Условия освещения и визирования. Искажающее влияние облачности. Получение цифровых изображений. Растровые изображения. Файлы изображений, пиксели и слои в растровых изображениях.
- 4 Радиолокационные данные. Преимущества использования радиолокационных данных. Активные и пассивные датчики.
- 5 Организация файлов растровых изображений и хранение данных. Основные форматы цифровых изображений. Форматы представления данных изображений: BIL, BSQ, BIP. Общепринятые соглашения о расширении имён файлов. Файловые системы современных пакетов обработки изображений: ERDAS, ENVI, ERMAPPER. Устройства для хранения данных.
- 6 Атрибуты описания и отображения векторных данных. Векторные слои. Символьное представление данных: точки, линии, многоугольники. Топология векторных слоёв. Файлы векторных данных. Отображение векторных данных. Выделение особенностей векторных данных путем использования атрибутов.
- 7 Специфические особенности растровых и векторных данных. Оцифровка данных. Цифровое сканирование изображений. Методы дискретизации данных. Векторизация данных. Импорт векторных данных. Преобразование растровых данных в векторные и обратно.
- 8 Коррекция и синтез изображений. Редактирование растровых данных. Инструменты редактирования тематических и полутоновых исходных растровых изображений. Коррекция данных. Радиометрическая коррекция. Спектральная коррекция. Инструменты пространственной коррекции: свертка, подчеркивание границ, фокальный анализ, текстура, адаптивная фильтрация, выравнивание разрешения. Методы интерполяции. Использование цифровых фильтров для коррекции изображений.
- 9 Коррекция радиолокационных изображений. Специфические особенности радиолокационных изображений. Устранение интерференционных шумов. Детектирование границ. радиолокационный текстурный анализ. Радиометрическая коррекция. Совместный анализ изображений, полученных в разных спектральных диапазонах.
- 10 Фурье-анализ цифровых изображений. Пространственная частотная коррекция. Быстрое преобразование Фурье (FFT). Прямое и обратное двумерное преобразование Фурье. Использование FFT для фильтрации шумов на изображениях.
- 11 Географическая привязка космических данных. Координатные системы. Баллистическая привязка изображений. Файлы координат и навигационных углов.
- 12 Трансформация изображений. Виды пространственных преобразований данных. Геоидентификация и геокодирование данных. Достоинства и недостатки ректификации изображений. Методы интерполяции: ближайшего соседа, билинейной интерполяции и кубической свертки. Использование опорных точек для пространственной привязки изображений. Характерные особенности наземных контрольных точек. Требования к

пространственному распределению контрольных точек. Связь количества точек с возможным порядком аппроксимирующего полинома. Матрица преобразования. Нелинейные преобразования. Оценка точности ректификации изображений.

- 13 Анализ характеристик местности с использованием цифровых изображений ее поверхности. Понятие Z-координаты. Топографические данные. Построение 3-х мерных изображений. Учет эффектов разной освещенности элементов поверхности. Особенности отображения 3-х мерных изображений. Использование в качестве Z-координаты различных геофизических величин.
- 14 Системы визуализации цифровых изображений. Графические подсистемы для разных компьютерных платформ. Типичные конфигурации систем отображения для рабочих станций. Понятия: разрешение дисплея, глубина цвета, таблицы преобразования яркостей и цвета, цветовые палитры, псевдоцвет и естественный цвет. Визуализация растровых слоёв. Особенности визуализации полутоновых и тематических растровых слоев. Полутоновые растровые слои: усиление контраста, создание файла статистик. 8 и 24 битное цветовое кодирование. Тематические растровые слои: цветовые палитры для классифицированных данных, прямое цветовое кодирование. Улучшение отображительных свойств цифровых изображений.
- 15 Многоспектральная классификация. Распознавание образов. Принцип обучения. Параметрические и непараметрические сигнатуры. Решающие правила. Классификация изображений с интерактивным процессом обучения. Формирование обучающей выборки. Анализ выборки данных в признаковом пространстве. Оценка образов классов в признаковом пространстве. Классификация изображений с использованием непараметрических сигнатур.
- 16 Методы распознавания. Метод Байеса, квадратическое решающее правило, нейронные сети, метод ближайшего соседа, параллелепипедный классификатор, гибридный классификатор.
- 17 Система кластеризации. Распознавание без обучения при обработке ДДЗ. Метод динамических сгущений (ДС), метод K-средних (КС) и его модификации (ISODATA, CLASS и т.п.), метод анализа мод многомерной гистограммы (МГ), иерархическая группировка на основе анализа минимального покрывающего дерева (ПД). Коррекция смешанных точек. Метод итеративной кластеризации.
- 18 Валидация результатов классификации цифровых изображений. Оценка достоверности сигнатур. Взаимосравнение решающих правил. Оценка эффективности классификации. Определение репрезентативных порогов. Экспертиза точности классификации.
- 19 Анализ временных рядов наблюдений. Основные идеи и способы реализации. Анализ главных компонент (АГК). АГК и анализ стационарных временных рядов. Главные компоненты в теории динамических систем. Анализ сингулярных спектров (АСС). Метод АСС и его модификации. Многомерные реализации АСС. Динамический анализ Фурье. Вейвлет-анализ.
- 20 Картографирование на основе цифровых изображений. Картографирование как процесс двумерного представления особенностей трехмерной Земли. Виды карт: качественные и количественные. Оформление карт: базовая информация, аннотация, масштаб, легенда, символы и подписи. Типы картографических проекций и методы построения карт. Основные свойства картографических проекций. Типы проекций: азимутальные, конические, цилиндрические. Псевдопроекции. Обоснование выбора типа картографической проекции для каждой конкретной задачи. Композиция карт. Картографическая точность. Получение твёрдых копий результатов цифровой обработки изображений. Основные способы получения твердых копий. Пространственное разрешение устройств печати. Преобразование масштаба изображения в соответствии с размерами страницы. Печать полутоновых изображений. Управление цветом и контрастом. Печать карт большого формата.
- 21 Основы построения космических систем мониторинга окружающей среды. Мониторинг характеристик облачного покрова. Температурно-влажностное зондирование атмосферы и облаков. Мониторинг ледовой обстановки в полярных регионах Земли. Оперативная оценка заснеженности территорий. Оценка структуры почвенного покрова. Мониторинг воздействия на окружающую среду нефтяных и газовых разработок. Мониторинг наводнений. Мониторинг опустынивания. Картирование территорий по степени сейсмической опасности.
- 22 Принципы построения программно-аппаратных комплексов приема, обработки, архивации и распространения данных. Оперативное гидрометеобеспечение. Контроль чрезвычайных

ситуаций. Мониторинг глобальных изменений Земли и ее климата. Рациональное природопользование и экология. Концептуальные требования: максимальная автоматизация, высокая скорость, высокая надежность, стоимостная эффективность, целостность, масштабируемость, защищенность/доступность, эффективность и качество, совместимость. Архитектура системы обработки. Обработка данных согласно уровням возрастающей специализации. Архивация данных.