

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра картографии и геоинформатики**

Авторы-составители: **Шихов Андрей Николаевич**  
**Пономарчук Алексей Иванович**

Рабочая программа дисциплины

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕМАТИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ**

Код УМК 80893

Утверждено  
Протокол №6  
от «23» июня 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Специальные вопросы тематического дешифрирования

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **21.03.03** Геодезия и дистанционное зондирование  
направленность Дистанционное зондирование

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Специальные вопросы тематического дешифрирования** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**21.03.03** Геодезия и дистанционное зондирование (направленность : Дистанционное зондирование)

**ПК.6** Способен выполнять отдельные технологические операции по радиометрической коррекции и фотограмметрической обработке данных

#### **Индикаторы**

**ПК.6.1** Выполняет операции по ориентированию космоснимков и стереопар, ортотрансформированию космических снимков

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование (направленность: Дистанционное зондирование)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	0
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (11 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Специальные вопросы тематического дешифрирования. Первый семестр**

Содержание курса охватывает круг проблем, связанных с получением фундаментальных знаний, умений и навыков по географически корректной интерпретации данных дистанционного зондирования земли. В рамках дисциплины рассматриваются различные методические приемы дешифрирования и оценки надежности результатов, а также обучению навыкам распознавания на снимке объектов земной поверхности.

### **Геометрическая коррекция данных дистанционного зондирования Земли**

Этапы обработки данных ДЗЗ - предварительная и тематическая обработка. Понятие о геометрической коррекции. Цель геометрической коррекции. Необходимые исходные данные для проведения геометрической коррекции и ортотрансформирования.

Уровни обработки данных ДЗЗ. Виды геометрической коррекции, применяемые для данных различного уровня обработки.

Типы геометрических искажений снимков. Этапы и виды геометрической коррекции.

Методы трансформации растров - глобальные (сдвиг и поворот, аффинная, полиномиальная трансформация, сплайн), и локальные.

Сущность и типы ортотрансформирования снимков. Ортотрансформирование по строгой модели камеры и с использованием метода RPC.

Способы передискретизации растровых изображений (ближайший сосед, линейный фильтр, сплайн).

### **Методы автоматизированного дешифрирования. Классификация объектов по снимкам**

Общий обзор процесса дешифрирования снимков. Виды и основные методы дешифрирования. Классификация как основной метод автоматизированного дешифрирования. Основные определения. Способы классификации снимков.

Понятие о пространстве спектральных признаков. разделимость объектов в пространстве признаков как основа классификации.

Неуправляемая классификация – кластеризация (ISODATA). Сущность метода.

Применение неуправляемой классификации на практике. Этапы работы. Преимущества и недостатки

Управляемая классификация. Основные (традиционные) методы - метод спектрального угла, метод максимального правдоподобия, способ параллелепипеда итд.

Применение управляемой классификации на практике (на примере метода максимального правдоподобия)

### **Методы автоматизированного дешифрирования. Выявление изменений по снимкам**

Области применения разновременных снимков. Общая схема работ по выявлению изменений по снимкам (Change Detection)

Мультивременные композиты

Одноканальное обнаружение изменений

Многоканальное обнаружение изменений

Классификация мультивременных композитов

Сравнение результатов классификации по снимкам за разные сроки

Анализ изменений по вегетационным индексам NDVI и SWVI

Преимущества и недостатки различных методов мультивременного анализа

### **Данные ДЗЗ низкого пространственного разрешения**

Современные спутниковые системы низкого разрешения. Современные метеорологические спутники

Программа EOS и спутники Terra, Aqua. Данные в формате HDF, особенности формата. Уровни

обработки данных MODIS. Структура данных MODIS. Тематические продукты, получаемые по данным

MODIS (снежный покров, облачность, лесные пожары)

Программа JPSS и спутник Suomi NPP. особенности данных NPP VIIRS в сравнении с данными MODIS.

### **Методы автоматизированного дешифрирования. Нейронные сети и методы топографического отображения**

Попиксельные и объектно-ориентированные методы классификации изображений. Недостатки традиционных методов попиксельной классификации. Какие из существующих недостатков устраняет использованием нейронных сетей.

Методы топографических отображений. Представление пространства спектральных признаков на ординационной плоскости.

Метод самоорганизующихся нейронных сетей SOM

Метод генеративных топографических отображений GTM.

Применение методов топографических отображений для дешифрирования лесной растительности.

Особенности создания обучающих выборок для нейросетевой классификации. Особенности постобработки результатов - иерархическая классификация. Инструменты сглаживания

### **Подготовка к итоговому контрольному мероприятию**

Итоговый контроль предполагает проверку теоретических знаний по следующим разделам курса:

Геометрическая коррекция данных дистанционного зондирования Земли

Методы автоматизированного дешифрирования. Классификация объектов по снимкам

Методы автоматизированного дешифрирования. Выявление изменений по снимкам

Данные ДЗЗ низкого пространственного разрешения

Методы автоматизированного дешифрирования. Нейронные сети и методы топографического отображения

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения: учебное пособие для студентов, обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровней бакалавриат и магистратура направления 05.00.03 Картография и геоинформатика/А. Н. Шихов [и др.].-Пермь:ПГНИУ,2020, ISBN 978-5-7944-3476-7.-191.-Библиогр.: с. 187-190 <https://elis.psu.ru/node/642172>
2. Коберниченко В. Г. Обработка данных дистанционного зондирования Земли. Практические аспекты: Учебное пособие/Коберниченко В. Г..-Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ,2013, ISBN 978-5-7996-0867-5.-173. <http://www.iprbookshop.ru/69868.html>

### Дополнительная:

1. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник / И. К. Лурье. — М.: КДУ, 2010. — 425 с. : табл., ил. — ISBN 978-5-98227-706-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех: [сайт]. <https://bibliotech.psu.ru/Reader/Book/7103>
2. Книжников Ю. Ф.,Кравцова В. И.,Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "География" и специальностям "География" и "Картография"/Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова, О. В. Тутубалина.- Москва: Академия,2011, ISBN 978-5-7695-6830-5.-410616.



## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://gis-lab.info/> Сайт проекта ГИС Лаб

<http://www.scanex.ru/> Сайт ИТЦ «СканЭкс»

<http://geomatica.ru/> Журнал "Геоматика"

<http://jr.rse.cosmos.ru/> Журнал "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса"

<http://zikj.ru/index.php/ru/> Журна "Земл из Космоса - наиболее эффективные решения"

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Специальные вопросы тематического дешифрирования** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий)

Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

Доступ в электронную информационно-образовательной среду университета.

Лицензионный программный комплекс: ArcGIS

Программный комплекс с открытым кодом Q-GIS, GRASS, SAGA, ILVIS, GDAL

Архив открытых геоданных портала GIS-LAB.INFO.

ОС "Альт Образование"

Консультант Плюс [Электронный ресурс]: справочно-правовая система: база данных. – Доступ из сети ПГНИУ

Архивы кафедры картографии и геоинформатики и ГИС-центра ПГНИУ:

- Архив цифровых топографических карт масштаба 1:1000000, 1:500000, 1:200000, 1:100000 за 2002-2017 годы;
- Архив цифровых и печатных космических снимков (LandSat, SPOT, IRS, Sentinel-2) за 2007-2017 годы;
- Архив цифровых моделей рельефа и цифровых моделей местности;
- Архив периодической, учебной и технической литературы кафедры, в т.ч. электронные издания;
- Архив цифровых тематических электронных слоев баз пространственных данных;
- Архив печатной технической литературы по сопровождению лицензионных программных продуктов.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для лабораторных занятий: компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Для групповых и индивидуальных консультаций требуется: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации требуется: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для самостоятельной работы: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Специальные вопросы тематического дешифрирования**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.6**

**Способен выполнять отдельные технологические операции по радиометрической коррекции и фотограмметрической обработке данных**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.6.1</b> Выполняет операции по ориентированию космоснимков и стереопар, ортотрансформированию космических снимков</p>	<p>Знать: области применения, возможности и ограничения использования космических снимков для решения различных практических задач. Уметь: выполнять предварительную обработку космических снимков (операции по ориентированию стереопар и космоснимков), распознавать объекты на снимках и решать с их помощью практические задачи Владеть: навыками использования программных продуктов для проведения операций по ортотрансформированию космических снимков.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает области применения, возможности и ограничения использования космических снимков для решения различных практических задач. Не умеет выполнять предварительную обработку космических снимков (операции по ориентированию стереопар и космоснимков), распознавать объекты на снимках и решать с их помощью практические задачи Не владеет навыками использования программных продуктов для проведения операций по ортотрансформированию космических снимков.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания областей применения, возможности и ограничения использования космических снимков для решения различных практических задач. Частично сформированные умения выполнять предварительную обработку космических снимков (операции по ориентированию стереопар и космоснимков), распознавать объекты на снимках и решать с их помощью практические задачи Частичное владение навыками использования программных продуктов для проведения операций по ортотрансформированию космических снимков.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>В основном сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>областей применения, возможности и ограничения использования космических снимков для решения различных практических задач.  В основном сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения выполнять предварительную обработку космических снимков (операции по ориентированию стереопар и космоснимков), распознавать объекты на снимках и решать с их помощью практические задачи  В целом владеет навыками использования программных продуктов для проведения операций по ортотрансформированию космических снимков.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Глубокие и систематизированные знания областей применения, возможности и ограничения использования космических снимков для решения различных практических задач.  Успешные и самостоятельно применяемые умения выполнять предварительную обработку космических снимков (операции по ориентированию стереопар и космоснимков), распознавать объекты на снимках и решать с их помощью практические задачи  Свободное владение навыками использования программных продуктов для проведения операций по ортотрансформированию космических снимков.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.6.1</b> Выполняет операции по ориентированию космоснимков и стереопар, ортотрансформированию космических снимков</p>	<p>Методы автоматизированного дешифрирования. Выявление изменений по снимкам <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент показывает владение методами предварительной обработки и тематического анализа разновременных космических снимков: пространственное совмещение снимков, автоматизированное выявление изменений объектов местности с использованием инструментария Change Detection; тематическая интерпретация результатов автоматизированного дешифрирования.</p>
<p><b>ПК.6.1</b> Выполняет операции по ориентированию космоснимков и стереопар, ортотрансформированию космических снимков</p>	<p>Данные ДЗЗ низкого пространственного разрешения <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент показывает владение методами и инструментами тематического анализа временных рядов космических снимков (на примере данных низкого пространственного разрешения MODIS); умеет открывать, просматривать данные в формате .hdf и сохранять тематические продукты на их основе, владеет методами анализа растровых данных (с использованием инструментария ArcGis Spatial Analyst или его аналогов).</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.6.1</b> Выполняет операции по ориентированию космоснимков и стереопар, ортотрансформированию космических снимков	Подготовка к итоговому контрольному мероприятию <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Студент усвоил знания из разделов курса: «Основные факторы, определяющие возможности дешифрирования»; «Визуально-интерактивное дешифрирование»; «Автоматизированные методы дешифрирования. Неуправляемая классификация (кластеризация). Методы классификации с обучением. Вегетационные индексы»; «Новые методы классификации»; «Мультивременной анализ».

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Методы автоматизированного дешифрирования. Выявление изменений по снимкам**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Созданы Трехканальные RGB-композиции, извлеченные по границам изучаемой территории.	65
Выделены векторные контуры потерь лесов (перехода лесопокрытых земель в непокрытые) и выполнена тематическая интерпретация классов изменений (вырубки, гари, ветровалы)	15
Созданы бинарные растры выявленных изменений (0 – изменений нет, 1 – изменения есть) и маски лесов (0 –нелесные земли, 1 - леса)	10

#### **Данные ДЗЗ низкого пространственного разрешения**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Рассчитано изменение площади заснеженности по бассейну Воткинского вдхр. в целом и 14-ти частным водосборам за рассматриваемый период. результаты расчетов представлены в графическом и табличном форматах	15
Созданы картосхемы пространственного распределения температуры подстилающей поверхности, динамическая карта изменения площади снежного покрова	8
Созданы тематические продукты (маски) снежного покрова, облачности и температуры	

подстилающей поверхности в виде растров с размером ячейки 1000 м, извлеченные по границам изучаемой области.	7
--	---

### **Подготовка к итоговому контрольному мероприятию**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Имеет представление о методах геометрической коррекции космических снимков. Способен различать по снимкам основные виды природных объектов. Различает методы управляемой и неуправляемой классификации. Имеет представление об основных способах выявления изменений по снимкам.	20
Владеет усовершенствованными методами тематического анализа снимков, способен применять технологии дешифрирование, основанные на топографических отображениях.	10
Владеет методами геометрической коррекции и ортотрансформирования снимков, способен оценивать их точность. Различает по снимкам основные виды природных объектов (открытый грунт, облачность, снежный покров, водные поверхности, различные типы лесной растительности). Владеет методами управляемой и неуправляемой классификации, и способен оценить их точность. Способен проводить разновременный анализ снимков на основе сравнения яркости в отдельных каналах и вегетационных индексов	10