

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
геоэкологии и мониторинга окружающей среды



*С.А. Куролап* Куролап С.А.

подпись, расшифровка подписи

30.05.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.16 Дистанционные методы контроля окружающей среды**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

**1. Код и наименование направления подготовки:**

05.03.06 – Экология и природопользование

**2. Профиль подготовки:** Геоэкология

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра геоэкологии и мониторинга окружающей среды

**6. Составитель программы:** Сарычев Дмитрий Владимирович, старший преподаватель кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды

**7. Рекомендована:** Протокол о рекомендации: НМС ф-та географии, геоэкологии и туризма от 04.05.2022 №8

**8. Учебный год:** 2025/2026

**Семестр:** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- овладение теоретическими знаниями в области дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);
- приобретение практических навыков использования ДЗЗ для мониторинга окружающей среды, а также в решении ряда картографических, экологических и кадастровых задач;
- овладение современными способами получения, дешифрирования и анализа дистанционных и наземных пространственных данных.

Задачи учебной дисциплины – на примере выполнения конкретных исследовательских проектов экологического картографирования:

- обучить принципам подбора и способам получения данных ДЗЗ на интересующую территорию;
- обучить основам ручного и машинного дешифрирования отобранных данных;
- обучить алгоритмам аналитической обработки данных ДЗЗ и объяснению смысловой нагрузки результатов такой обработки;
- обучить средствам пространственного и геостатистического анализа данных, способам оформления итоговых интерактивных и бумажных карт.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** дисциплина относится к вариативной части учебного плана по направлению бакалавриата 05.03.06 – Экология и природопользование (Б1).

Входными знаниями являются знания основ геодезии и топографии, картографии, информатики и географических информационных систем.

Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин «Экологический мониторинг» и «Управление охраной окружающей среды».

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код	Индикатор	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен проводить оценку воздействия на окружающую среду и экологическую экспертизу на основе использования современных эколого-геохимических, картографо-геодезических и дистанционных методов контроля природных ресурсов, а также при обращении с отходами	ПК-3.5	Проводит комплекс работ по топографо-геодезическому и картографическому обеспечению инженерно-экологических изысканий и экологической экспертизы	<b>Знать:</b> физические основы получения аэрокосмических снимков в разных диапазонах спектра, названия спутников ДЗЗ и характеристики их сенсоров, информационные характеристики данных ДЗЗ, алгоритмы обработки и анализа данных ДЗЗ, названия и функционал основных программных комплексов для работы с ДЗЗ; <b>Уметь:</b> производить поиск и получение на интересующую территорию данных ДЗЗ с заданными характеристиками и с учетом их пространственного, временного, спектрального и радиометрического разрешений; производить радиометрическую калибровку и атмосферную коррекцию оптических данных ДЗЗ, выполнять анализ спектральных снимков методами цветосинтезирования, индексации и классификации цифровых изображений, а также производить морфометрический анализ

				<p>рельефа по данным радарной съемки.</p> <p><b>Владеть:</b> основными методами работы в геоинформационном программном обеспечении для выполнения предварительной обработки, анализа и картографической визуализации результатов дистанционного зондирования Земли.</p>
ПК-5	Способен реализовывать системы и методы экологического мониторинга, прогнозирования состояния окружающей среды	ПК-5.1	Выполняет экспертно-аналитические разделы работ в процессе оценки воздействия на окружающую среду, экологической экспертизы и аудита на основе лабораторно-инструментальных и дистанционных методов контроля окружающей среды.	<p><b>Знать:</b> особенности аэрокосмических снимков, их информационные свойства и способы применения для задач экологического мониторинга окружающей среды;</p> <p><b>Уметь:</b> обрабатывать и анализировать пространственные данные в ГИС-пакетах, в частности получать необходимую информацию о состоянии атмосферы, поверхностных вод, почв, растительности и населенных мест по данным ДЗЗ;</p> <p><b>Владеть:</b> основными методиками анализа и интерпретации дистанционных материалов для целей контроля окружающей среды.</p>

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4 / 144.

Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой.

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		7 семестр
Аудиторные занятия	64	64
в том числе: лекции	32	32
практические	-	-
лабораторные	32	32
Самостоятельная работа	80	80
зачет с оценкой	-	-
Итого:	144	144

### 13.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Введение в аэрокосмические методы исследования.	История развития дистанционных методов исследования окружающей среды. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ): физические основы, особенности и характеристики сенсоров и данных ДЗЗ. Схема осуществления ДЗЗ.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=97">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=97</a>

1.2	Пространственные данные: общие понятия, структура, форматы, обзор открытых ресурсов.	Модели хранения и отражения данных, растровые и векторные данные, их структура, форматы, особенности. Пространственные данные наземных наблюдений и съемок, данные дистанционного зондирования. Ресурсы и протоколы получения данных. Метаданные и предварительная обработка геоданных.	85
1.3	Данные ДЗЗ, их источники и информационные свойства.	Спектр электромагнитного излучения, видимый диапазон спектра, инфракрасный и радиодиапазон, космические аппараты ДЗЗ и характеристики их сенсоров, собираемые ими данные ДЗЗ (AVHRR, MODIS, Landsat, Aster, SPOT, Sentinel и др.)	
1.4	Обработка и анализ данных ДЗЗ в целях контроля и мониторинга окружающей среды.	Специализированные геоинформационные среды обработки данных ДЗЗ (ERDAS, ENVI и др.). Атмосферная, радиометрическая и геометрическая коррекция данных ДЗЗ. Вычисление вегетационных, почвенных и водных индексов по мультиспектральным данным. Методы и алгоритмы классификаций многоканальных спутниковых снимков и анализа мультивременных композитных изображений. Обработка радарных данных и морфометрический анализ цифровых моделей рельефа	
<b>2. Лабораторные работы</b>			
2.1	Данные ДЗЗ, их источники и информационные свойства.	Работа с порталом EarthExplorer геологической службы США.	-
2.2		Работа с Порталом открытых данных ДЗЗ Роскосмоса и геосервисом BEGA-Science Института космических исследований РАН.	-
2.3	Обработка и анализ данных ДЗЗ в целях контроля и мониторинга окружающей среды: анализ и мониторинг литогенной основы ландшафтов.	Морфометрический анализ цифровой модели рельефа SRTM.	-
2.4		Анализ радарных данных Sentinel-1	-
2.5	Обработка и анализ данных ДЗЗ в целях контроля и мониторинга окружающей среды: мультиспектральные космические снимки.	Расчет вегетационных индексов по данным MODIS, Landsat, Sentinel-2.	-
2.6		Мониторинг состояния растительности за многолетний период для Европейской части России (по данным MODIS) и для Воронежа (по данным Landsat).	-
2.7		Классификация мультиспектральных космических снимков Sentinel-2, Landsat-5/7/8 для создания карт экосистем и землепользования.	-
2.8		Контроль теплового загрязнения урбанизированных территорий по данным Landsat-5/7/8.	-

### 13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в аэрокосмические методы исследования.	8	-	8	20	36

2	Пространственные данные: общие понятия, структура, форматы, обзор открытых ресурсов.	8	-	8	20	36
3	Данные ДЗЗ, их источники и информационные свойства.	8	-	8	20	36
4	Обработка и анализ данных ДЗЗ в целях контроля и мониторинга окружающей среды.	8	-	8	20	36
	Итого:	32	-	32	80	144

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Необходима регулярная работа с текстом конспектов лекций для понимания и освоения материала предшествующей и последующей лекций. По указанию преподавателя необходимо регулярно выполнять домашние задачи, выполнять контрольные тесты, практические и самостоятельные работы.

При подготовке к промежуточной аттестации студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов включают:

- использование электронных учебников и ресурсов интернет;
- методические разработки с примерами решения типовых задач в сфере геоинформатики и дистанционного зондирования;
- использование лицензионного программного обеспечения для получения навыков работы с ГИС.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Блиновская Я. Ю. Введение в геоинформационные системы: учебное пособие / Я.Ю. Блиновская, Д.С. Задоя .— 2-е изд. — Москва: Форум: ИНФРА-М, 2018 .— 110 с.
2	Лимонов А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование: учебник для вузов / А.Н. Лимонов, Л.Н. Гаврилова; Гос. ун-т по землеустройству.— Москва: Академический проект, 2016 .— 295 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Чандра А.М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А.М. Чандра, С.К. Гош; пер. с англ. А.В. Кирюшина.— М.: Техносфера, 2008 .— 307 с.
4	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.
5	Геоинформационные системы : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос.ун-т; сост. С.Д. Беспалов; науч. ред. С.А. Куролап.— Воронеж: ЛОП ВГУ, 2006-.Ч. 1: Подготовка и использование растровых картографических изображений.—2006.—31с.— &lt;URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/may07018.pdf&gt;.

6	Практикум по геоинформационным технологиям. QGIS в экологии и природопользовании : учебно-методическое пособие : [для студ. бакалавриата и магистрантов фак. географии, геоэкологии и туризма, для направлений: 05.03.06 - Экология и природопользование, 05.04.06 -Экология и природопользование]. Ч. 1 / Д.В. Сарычев ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 28 с.-<URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m16-188.pdf>
---	---

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
7	Электронный курс по дисциплине на портале «Электронный университет ВГУ» – Режим доступа: по подписке. – <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9785">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9785</a>
8	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online", <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Геоинформационные системы : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос.ун-т; сост. С.Д. Беспалов; науч. ред. С.А. Куролап.— Воронеж: ЛОП ВГУ, 2006-.Ч. 1: Подготовка и использование растровых картографических изображений.—2006.—31 с. -&lt;URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/may07018.pdf&gt;.
2	Практикум по геоинформационным технологиям. QGIS в экологии и природопользовании : учебно-методическое пособие : [для студ. бакалавриата и магистрантов фак. географии, геоэкологии и туризма, для направлений: 05.03.06 - Экология и природопользование, 05.04.06 -Экология и природопользование]. Ч. 1 / Д.В. Сарычев ; Воронеж. гос. ун-т.— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 28 с.-<URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m16-188.pdf>
3	Основы геоинформатики: В 2 кн. Кн. 2: Учебное пособие для студ. вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарёв, В.С. Тикунов и др.; Под ред. В.С. Тикунова. – Издательский центр «Академия», 2004. – 352 с.
4	Трифонова Т. А. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по экол. специальностям / Т.А. Трифонова, Н.В. Мищенко, А.Н. Краснощеков.— М. : Акад. Проект, 2005 .— 348 с.
5	Лурье И.К., Косиков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений // Дистанционное зондирование и географические информационные системы. – М.: Научный мир, 2003. – 220 с.
6	Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности "География" / И.А. Лабутина .— М. : Аспект Пресс, 2004 .— 183 с.
7	Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности "География" / И.А. Лабутина.— М. : Аспект Пресс, 2004 .— 183 с.

## 17. Образовательные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Программные пакеты QGIS, GRASS, SAGA, MS Office для подготовки электронных карт, проведения расчетов, пространственного и статистического анализа экогеоданных на лабораторных занятиях, а также подготовки мультимедиа-презентаций для лекционных, лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов.

Программа курса реализуется с применением дистанционных технологий на платформе «Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». Режим доступа: по подписке. – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9785>.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Комплект компьютеров с мониторами "Intel Celeron" – лицензионное ПО: OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdms, плоттер А4, принтер лазерный HP, принтер струйный HP, сканер планшетный Epson, лицензионное ПО: "MapInfo"; GPS-приемники GIS класса, стереоскопы, планиметры, курвиметры, чертежные инструменты, мультимедиа-проектор Acer, плоттер А4, принтер лазерный HP, принтер струйный HP, сканер планшетный Epson, лицензионное ПО Win 7, "MapInfo"; GPS-приемники GIS класса, стереоскопы, курвиметры, чертежные инструменты и топо-карты.

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
1	Введение в аэрокосмические методы исследования.	ПК-3	ПК-3.5	Устный опрос
2	Пространственные данные: общие понятия, структура, форматы, обзор открытых ресурсов.	ПК-3	ПК-3.5	Лабораторные работы, Тест
3	Данные ДЗЗ, их источники и информационные свойства.	ПК-5	ПК-5.1	Лабораторные работы, контрольная работа, Тест
4	Обработка и анализ данных ДЗЗ в целях контроля и мониторинга окружающей среды.	ПК-5	ПК-5.1	Тест
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

**- лабораторных работ, выполняемых по тематике:**

Отбор и загрузка данных ДЗЗ по заданным параметрам на интересующую территорию
Морфометрический анализ рельефа по данным радарной топографической съемки SRTM
Радиометрическая калибровка и атмосферная коррекция спектрозональных космических снимков
Создание цветосинтезированных композитных изображений по данным Landsat и Sentinel-2
Расчет индексных изображений по данным ДЗЗ на примере вегетационного индекса NDVI
Классификация и семантическая сегментация космических снимков методами машинного обучения

**Критерии оценивания:**

**зачтено** Обучающийся выполнил лабораторную работу, сделал обобщения и выводы, защитил ее результаты путем ответа на дополнительные вопросы преподавателя.

**не зачтено** Обучающийся не выполнил или частично выполнил лабораторную работу, или не защитил ее результаты, не ответив на дополнительные вопросы преподавателя.

**- тестовые задания (пример):**

*Контрольный тест по курсу "Дистанционные методы контроля окружающей среды", 20 вопросов (правильные ответы выделены жирным шрифтом, критерии оценивания приведены в конце теста):*

1. Какой из перечисленных ниже источников данных ДЗЗ не подходит для определения вегетационных индексов?

- a. Landsat 8
- b. Sentinel-2A
- c. Terra Aster

**d. Sentinel-1**

2. Тип ДЗЗ при котором съемочные системы регистрируют отраженное от исследуемой поверхности излучение солнечного спектра называют:

- a. Солнечно-синхронным

**b. Пассивным**

- c. Активным
- d. Гиперактивным

3. Данные ДЗЗ с какого источника обладают более высоким временным разрешением?

- a. Landsat 8
- b. Sentinel-2A
- c. Terra Aster

**d. Terra MODIS**

4. Получение информации об объектах окружающей среды при дистанционном зондировании основано на регистрации и интерпретации:

**a. собственного и отраженного электромагнитного излучения**

- b. отраженного видимого света
- c. собственного инфракрасного излучения
- d. отраженного электромагнитного излучения

5. Человеческий глаз воспринимает электромагнитное излучение в диапазоне приблизительно:

- a. от 250 до 400 нм
- b. от 400 до 700 нм**
- c. от 800 до 1300 нм
- d. от 0,8 до 3 мкм

6. Если необходимо сделать план городской застройки, какой источник данных ДЗЗ Вы бы предпочли из предложенных?

- a. Landsat 5
- b. Ikonos**
- c. Terra MODIS
- d. Электро-Л

7. Основные результаты ДЗЗ представлены в виде:
- a. Матриц числовых измерений
  - b. Цифровых фотографий
  - c. Аэрокосмических снимков**
  - d. Цветосинтезированных изображений
8. Как называется съемка, при которой значения яркости излучения в видимой, инфракрасной и других зонах спектра, записываются в отдельные каналы изображения?
- a. Высокодетальная съемка
  - b. Панхроматическая съемка
  - c. Стереоскопическая съемка
  - d. Мультиспектральная съемка**
9. Укажите значение, характеризующее данные ДЗЗ высокого пространственного разрешения:
- a. 16 бит/пиксель
  - b. 8 бит/пиксель
  - c. 2,5 м/пиксель**
  - d. 0,8 м/пиксель
10. Укажите значение, характеризующее повышенное радиометрическое разрешение данных ДЗЗ:
- a. 16 бит/пиксель**
  - b. 8 бит/пиксель
  - c. 2,5 м/пиксель
  - d. 0,8 м/пиксельс
11. Если необходимо оперативно картографировать растительность в масштабах всей России, какой источник данных ДЗЗ Вы бы предпочли из предложенных?
- a. Landsat 8
  - b. Sentinel-2A
  - c. Terra MODIS**
  - d. Ресурс-П
12. Какую систему координат имеют данные SRTM, загруженные с EarthExplorer на территорию Воронежа?
- a. Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone 7
  - b. МСК-36
  - c. WGS 84
  - d. WGS 84 / UTM zone 37N**
13. Данные ДЗЗ с какого источника обладают наиболее высоким спектральным разрешением?
- a. Landsat 8
  - b. Sentinel-2A
  - c. Terra Aster
  - d. EO-1 Hyperion**
14. Если необходимо картографировать тепловое загрязнение от промышленных предприятий, какой источник данных ДЗЗ Вы бы предпочли из предложенных?
- a. Landsat 8**
  - b. Ikonos
  - c. Terra MODIS

- d. Sentinel-2B
15. Укажите какие ГИС установятся на компьютер вместе с QGIS, если загрузить с официального сайта и запустить стандартный установщик QGIS?
- SAGA**
  - GRASS**
  - ArcGIS
  - MapInfo
16. Что происходит с длиной волны ( $\lambda$ ) электромагнитного излучения при увеличении его частоты ( $\nu$ ) и энергии фотонов ( $Q$ )?
- длина волны растёт при увеличении частоты
  - длина волны не изменяется при увеличении частоты
  - длина волны уменьшается при увеличении частоты**
  - длина волны уменьшается в 1,5 раза при увеличении частоты в 2 раза
17. Последовательность электромагнитных волн по их частотам от гамма-излучения до радиоволн называют:
- Диапазоном
  - Рангом
  - Спектром**
  - Длиной волн
18. Какой из нижеперечисленных индексов, рассчитываемых по спектральному космическим снимкам, предназначен для оценки состояния снежного покрова:
- NDVI
  - NDWI
  - NDSI**
  - SIPI
19. Какой из нижеперечисленных вегетационных индексов, рассчитывается как простое отношение разности показателей яркости в ближней инфракрасной и красной областях спектра к их сумме:
- NDVI**
  - SAVI
  - SIPI
  - EVI
20. RGB-синтез каких каналов спектральной съемки называют космическим изображением в «искусственных цветах»:
- R-красный, G-зеленый, B-синий
  - R-синий, G-красный, B-зеленый
  - R-тепловой канал, G-красный, B-зеленый
  - R-ближний ИК, G-красный, B-зеленый**

**Критерии оценивания тестовых заданий:**

правильные ответы:

- на 18-20 вопросов – отлично
- на 16-18 вопросов - хорошо
- на 10-15 вопросов - удовлетворительно
- менее, чем на 10 вопросов - неудовлетворительно

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- контрольно-измерительных материалов, включающих 2 теоретических вопроса и расчетную аналитическую задачу.

### **Теоретические вопросы:**

1. Общая концепция географических информационных систем (ГИС): определение, история, цели и сфера применения, основополагающие принципы.
2. Обзор основных коммерческих ГИС-пакетов (ArcGIS, MapInfo, ГИС «Панорама»).
3. Обзор основных открытых геоинформационных программных продуктов (QGIS, gvSIG, GRASS, SAGA).
4. Географическое пространство в ГИС: проекции и системы координат.
5. Пространственные данные: понятие, типы, структура, основные форматы.
6. Особенности векторной и растровой моделей представления пространственных данных.
7. Атрибутивные данные, интеграция ГИС и СУБД.
8. Открытые векторные пространственные данные OpenStreetMap (OSM): характеристика, источники, условия пользования.
9. Открытые цифровые модели рельефа SRTM, ASTER GDEM, ETOPO2, их сравнительная характеристика и примеры применения.
10. Основные возможности обработки и анализа пространственных данных в ГИС.
11. Способы интерполяции данных (IDW, TIN, Nearest Neighbor и др.), их различия и особенности применения.
12. Геоинформационное моделирование геодинамических процессов (речной сток, поля рассеивания загрязняющих веществ и т.п.).
13. Особенности и перспективы применения ГИС и данных дистанционного зондирования для решения задач в сфере экологии и природопользования.
14. Мониторинг природных ресурсов с помощью ГИС, ДЗЗ, систем глобального позиционирования GPS/ГЛОНАСС и мобильных приложений.
15. Геоинформационные технологии в сети Интернет.
16. История развития методов дистанционного зондирования.
17. Физические основы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).
18. Технические способы осуществления ДЗЗ, примеры съемочных систем.
19. Разрешение данных ДЗЗ: пространственное, радиометрическое, спектральное, временное.
20. Виды космических снимков и съемки. Основные действующие спутники дистанционного зондирования Земли и их данные.
21. Спутниковые снимки Landsat: история программы, космические аппараты, характеристики данных и ресурсы доступа к ним.
22. Радарная топографическая съемка SRTM: краткая история, производная цифровая модель рельефа, ее версии и характеристики.
23. Открытые данные Sentinel: история программы, космические аппараты, характеристики данных и ресурсы доступа к ним.
24. Отечественные космические аппараты дистанционного зондирования, их характеристики и производные данные.
25. Обзор основных коммерческих программ для работы с данными ДЗЗ (ERDAS Imagine, ENVI и др.).
26. Обзор основных открытых сред с возможностями обработки данных ДЗЗ (GRASS, QGIS+OrfeoToolbox, SAGA, R).
27. Коррекция данных ДЗЗ: радиометрическая (калибровка), геометрическая, атмосферная.
28. Основные дешифровочные признаки и методы дешифрирования космических снимков.
29. Автоматизированные методы дешифрирования.

30. Работа с гистограммой и способы улучшения визуального восприятия снимков.
31. Создание и интерпретация цветосинтезированных изображений.
32. Способы классификации цифровых изображений: контролируемая (с обучением), неконтролируемая (без обучения), нечеткая.
33. Текстуальный анализ изображений, матричная алгебра, индексы и их интерпретация (NDVI, NDWI и др.)
34. Глобальные системы позиционирования (ГПС), сравнительная характеристика GPS и ГЛОНАСС.
35. Применение данных ДЗЗ и ГПС для инвентаризации и мониторинга природных ресурсов.

### **Критерии оценивания ответа:**

#### **Отлично**

Глубокое знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; удельный вес ошибок при контрольном опросе – не более 10%.

#### **Хорошо**

Хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и теоретических понятий; грамотный ответ на экзамене без принципиальных ошибок; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 11 до 35%.

#### **Удовлетворительно**

Понимание в целом терминологии и теоретических закономерностей; существенные ошибки при изложении фактического материала; недостаточно логичный и аргументированный ответ на экзамене; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 36 до 60%.

#### **Неудовлетворительно**

Слабое и недостаточное знание терминологии и фактических данных, принципиальные ошибки при ответе; удельный вес ошибок при контрольном опросе более 60 %.

### **Расчетные аналитические задачи (примеры) :**

#### **Задание 1**

Цель – получить мультиспектральные космические снимки с аппаратов Landsat с заданными параметрами.

Задание: используя поисковые системы сервисов геологической службы США «USGS Global Visualization Viewer» (<http://glovis.usgs.gov>) или «EarthExplorer» (<http://earthexplorer.usgs.gov>) выбрать снимки со следующими параметрами:

- а) Съёмочная система OLI/TIRS космического аппарата Landsat 8
- б) Территория города Воронежа (51° с. ш, 39° в. д.) с окрестностями;
- в) Период съёмки – со времени запуска спутника (10.04.2013) по текущую дату;
- г) Облачность – менее 10%.

Из выданного перечня доступных снимков (сцен), удовлетворяющих заданным фильтрам, выбрать самый ранний и самый последний снимки и загрузить их на локальный компьютер в формате GeoTIFF. Загруженные архивы с выбранными сценами распаковать в учебную директорию на жестком диске. Открыть и изучить полученные данные и их метаданные в программе QGIS.

Ответить на вопросы:

1. Какие данные еще можно загрузить с указанных сервисов?
2. С какой периодичностью выполняется съёмка спутником Landsat 8 одной и той же территории?
3. Какие спектральные каналы имеет снимок с космического аппарата Landsat 8 и сколько их?
4. Сколько растровых слоёв содержит один снимок (сцена) и какой объем памяти они занимают?

5. Какое пространственное разрешение имеют слои снимка Landsat 8?

### **Задание 2**

Цель – получить данные радарной топографической съемки SRTM на интересующую территорию.

Задание: используя поисковую систему сервиса «EarthExplorer» (<http://earthexplorer.usgs.gov>) найти данные «SRTM 1 Arc Second Global» да территорию Воронежской области. По данному запросу будет выдан перечень фрагментов (тайлов) растрового покрытия. Выбрать несколько смежных тайлов на наиболее интересующий район Воронежской области и загрузить их на локальный компьютер. Загруженные архивы с тайлами распаковать в учебную директорию на жестком диске. Открыть и изучить полученные данные и их метаданные в программе Quantum GIS.

Ответить на вопросы:

1. Какие еще цифровые модели рельефа доступны для загрузки на указанном сервисе?
2. Какое пространственное разрешение имеют данные SRTM 1 Arc Second Global?
3. Что означает значение пикселя в растровом покрытии SRTM?
4. По умолчанию растры SRTM отображаются в чёрно-белом градиенте – что он передает?
5. Почему между смежными тайлами при просмотре наблюдается шов и они различаются по оттенку?

### **Задание 3**

Цель – освоить методику создания цветосинтезированных изображений из мультиспектральных космических снимков.

Пояснения: Мультиспектральные космические снимки содержат огромное количество информации о земной поверхности. Для того чтобы изъять и использовать эту информацию применяют разные методические приёмы, при этом для визуального дешифрирования наиболее распространено и удобно синтезирование каналов изображения. Наше цветовое восприятие может быть передано комбинациями трёх основных цветов – красного, зелёного и синего – такая «палитра» используется для воспроизведения любых изображений на большинстве экранов и при печати принтерами (цветовая схема RGB). В случае визуализации мультиспектральных космоснимков мы имеем возможность выбрать: какие из каналов снимка сопоставить красному, зелёному и синему цвету устройств визуализации. Поскольку спектральные каналы несут несколько различную информацию, лучше или хуже отражая характеристики тех или иных объектов, мы можем по-разному сочетать эти каналы для лучшего отображения необходимых нам объектов или явлений. В этом и состоит сущность синтезированных снимков.

Задание: используя программу QGIS создать и визуально проанализировать цветосинтезированные изображения на основе сцены Landsat 7 ETM+ по приведенным таблице комбинациям каналов:

Каналы снимка по RGB	Возможная информация
4, 3, 2	Стандартная комбинация «искусственные цвета» – часто используется, главным образом, для изучения состояния растительного покрова, мониторинга дренажа и почвенной мозаики, а также для изучения агрокультур. Растительность отображается в оттенках красно-пурпурного, городская застройка – в светло-голубых тонах, а цвет открытых почв варьирует от темно-зелёного до бирюзового. Хвойные леса будут выглядеть более темными, бордовыми по сравнению с лиственными. В целом, насыщенные оттенки красного являются индикаторами здоровой и (или) широколиственной растительности, в то время как более светлые розовые характеризуют травянистую или кустарниковую растительность.

3, 2, 1	Комбинация «естественные цвета» – используются каналы видимого диапазона, поэтому объекты земной поверхности выглядят похожими на то, как они воспринимаются человеческим глазом. Здоровая растительность выглядит зеленой, нездоровая – коричневой и желтой, распаханное поле – серыми с оттенками фиолетового, дороги – светло-серыми. Эта комбинация каналов дает возможность анализировать состояние водных объектов и процессы седиментации, оценивать глубины. Также используется для изучения антропогенных объектов. Вырубки и разреженная растительность детектируются плохо, в отличие от комбинации 4-5-1 или 4-3-2. Кроме того, трудно отделить один тип растительности от другого.
7, 4, 2	Эта комбинация дает изображение близкое к естественным цветам, но в тоже время позволяет анализировать состояние атмосферы и дым. Здоровая растительность выглядит ярко зеленой, травянистые сообщества – зелеными, ярко розовые участки детектируют открытую почву, коричневые и оранжевые тона характерны для разреженной растительности. Эта комбинация может быть использована для изучения сельскохозяйственных земель и водно-болотных угодий, динамики пожаров и пост-пожарного анализа территории. Городская застройка отображается в оттенках розово-фиолетового, травянистые сообщества – зелеными и светло зелеными.
4, 5, 1	Здоровая растительность отображается в оттенках красного, коричневого, оранжевого и зеленого. Почвы могут выглядеть зелено-голубыми или коричневыми, урбанизированные территории – белесыми, серыми. Добавление среднего инфракрасного канала позволяет добиться хорошей различимости возраста растительности. Здоровая растительность дает очень сильное отражение в 4 и 5 каналах. Использование комбинации 3-2-1 параллельно с этой комбинацией позволяет различать затопляемые территории и растительность. Эта комбинация малоприспособна для детектирования дорог и шоссе.
7, 5, 4	Эта комбинация не включает ни одного канала из видимого диапазона, и обеспечивает оптимальный анализ состояния атмосферы. Береговые линии четко различимы. Может быть использована для анализа текстуры и влажности почв. Растительность в синих тонах.

**Критерии оценивания:** задание считается успешно выполненным (зачитывается обучающемуся) при методически правильном ходе его решения и получении верного ответа, при наличии контрольных вопросов - на них должны быть приведены верные ответы с обоснованием.

**Технология проведения** промежуточной аттестации включает случайный выбор КИМа, подготовку и устный ответ по теоретическим вопросам/, а также решение расчетной задачи с использованием вычислительной техники.

**Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации:**

для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используются следующие критерии:

- владение понятийным аппаратом данной области науки (дистанционное зондирование Земли);
- способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- применять теоретические знания для решения практических задач в сфере обработки и анализа пространственных данных, в том числе данных ДЗЗ.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (геоинформационные технологии и основы дистанционного зондирования Земли), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; применять теоретические знания для решения практических задач в сфере обработки и анализа пространственных данных, в том числе данных ДЗЗ.</p> <p>Обучающийся демонстрирует навыки свободного владения интерфейсом и функционалом ГИС программ при выполнении лабораторных, практических и контрольных работ, способен по памяти воспроизвести алгоритмы обработки данных ДЗЗ в ГИС.</p>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<p>Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (геоинформационные технологии и основы дистанционного зондирования Земли), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; допускает ошибки в интерпретации результатов обработки и анализа пространственных данных, в том числе данных ДЗЗ.</p> <p>Обучающийся демонстрирует навыки уверенного владения интерфейсом и функционалом ГИС программ при выполнении лабораторных, практических и контрольных работ.</p>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<p>Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; не умеет грамотно применять алгоритмы обработки и анализа пространственных данных в ГИС, в том числе данных ДЗЗ.</p>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал содержит существенные ошибки. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, не умеет применять алгоритмы обработки и анализа пространственных данных.</p>	–	<i>Неудовлетворительно</i>