

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Аэрокосмическое зондирование и фотограмметрия.
методические указания по выполнению лабораторных работ**

Направление подготовки	05.03.03 Картография и геоинформатика
Направленность (профиль)	Геоинформатика
Год начала обучения	2026

2025 зондирования	Ошибка! Закладка не определена.
Тема 2. Физические основы дистанционного зондирования	8
Тема 3. Типы космических снимков	12
Тема 4. Классификации космических снимков	14
Тема 5. Генерализованность аэрокосмических снимков	16
Тема 6. Виды геоинформационных продуктов, получаемых по космическим снимкам	19 19
Тема 7. Бинарная классификация	21
Тема 8. Классификация космического снимка при помощи нейронных сетей прямого распространения	27 27
Тема 9. Применение данных дистанционного зондирования для	32

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Тема 1. Основные понятия и концепции дистанционного решения тематических задач	

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность учебной дисциплины «Аэрокосмическое зондирование и фотограмметрия», реализуемой в рамках профиля подготовки «Геоинформатика» обусловлена необходимостью формирования у будущих специалистов теоретических знаний, практических умений и навыков, на которых основываются элементы профессиональной деятельности по применению данных дистанционного зондирования.

Целью лабораторных занятий является формирование профессиональных компетенций бакалавра по направлению 05.03.03 – Картография и геоинформатика, связанных с изучением теоретических и технологических основ дистанционного зондирования, а так же применением современных методов обработки и интерпретации пространственной информации.

Основные задачи дисциплины:

1. Изучение теоретических основ дистанционного зондирования.
2. Изучение технологических основ дистанционного зондирования.
3. Ознакомление с основными понятиями и концепциями дистанционного зондирования.
4. Освоение навыков работы с данными дистанционного зондирования.

В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (в соответствии с образовательным стандартом):

ОПК-3 – Способен применять базовые картографические и геоинформационные методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных. В результате освоения дисциплины студент должен: *знать*:

- современные компьютерные технологии для сбора и обработки геоэкологической информации на основе данных дистанционного зондирования;

- основные типы снимков;
- роль современных цифровых методов в обработке данных дистанционного зондирования;

- применение технологий аэрокосмических исследований Земли в различных областях географических наук.

уметь:

- использовать технологическую схему дистанционных исследований;
- применять данные дистанционного зондирования для решения тематических задач.

владеть:

- технологическими основами дистанционного зондирования Земли;
- технологической схемой дистанционных исследований;
- теоретическими основами дистанционного зондирования Земли.

Цель данного практикума – описание последовательности, основного содержания, методики выполнения лабораторных (семинарских) занятий по учебному курсу и (или) самостоятельной подготовки к ним. Занятия проводятся в формах круглого стола и последующего доклада.

Метод круглого стола был заимствован из области политики и науки. В обучении метод круглого стола используется для повышения эффективности усвоения теоретических проблем путем рассмотрения их в разных научных аспектах, что может способствовать формированию необходимых компетенций студентов. Метод круглого стола может иметь разнообразные

формы, если при этом помнить об одном важном условии и его неукоснительном соблюдении – это разностороннее рассмотрение теоретической проблемы с разных позиций и точек зрения на ее практическое воплощение в жизнь.

Тема 1. Основные понятия и концепции дистанционного зондирования

Цель: формирование профессиональных компетенций, знаний, умений и навыков через изучение основных понятий и концепций дистанционного зондирования.

Формируемые в результате освоения компетенции или их части:

ОПК-3 – Способен применять базовые картографические и геоинформационные методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных;

Знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знание основных понятий и концепции дистанционного зондирования.

Актуальность темы заключается в том, что при её изучении у студентов формируется набор компетенций, знаний, и навыков, которые станут основой их профессиональной деятельности в сфере использования космических снимков.

Форма проведения: круглый стол.

Вопросы для обсуждения

1. Аэрокосмический снимок как информационная модель изучаемой территории.
2. Аналоговый и цифровой снимок.
3. Пространственное, спектральное и временное разрешение снимка.

4. Разновременные снимки.
5. Многозональный и гиперспектральный снимок.
6. Генерализованность аэрокосмических изображений.
7. Снимок и карта, их информационное сопоставление.

Методические указания (теоретическая часть)

Ключевые понятия

Космические снимки — собирательное название данных, получаемых посредством космических аппаратов (КА) в различных диапазонах электромагнитного спектра, визуализируемых затем по определённом алгоритму.

Аэрофотосъёмка — фотографирование территории с высоты от сотен метров до десятков километров при помощи аэрофотоаппарата, установленного на атмосферном летательном аппарате (самолёте, вертолёте, дирижабле и пр. или их беспилотном аналоге).

Аэрокосмический снимок — это двумерное изображение реальных объектов, которое получено по определенным геометрическим и радиометрическим (фотометрическим) законам путем дистанционной регистрации яркости объектов и предназначено для исследования видимых и скрытых объектов, явлений и процессов окружающего мира, а также для определения их пространственного положения.

Многозональная съёмка — тип изображений, получаемых в результате регистрации одного и того же кадра (например поверхности Земли или другой планеты) в разных участках электромагнитного спектра (например инфракрасной и видимой области).

Гиперспектральное изображение - это трехмерный массив данных (куб данных), который включает в себя пространственную информацию (2D) об объекте, дополненную спектральной информацией (1D) по каждой

пространственной координате. Иными словами, каждой точке изображения соответствует спектр, полученный в этой точке снимаемого объекта.

При подготовке ответа на **вопрос № 2 «Аналоговый и цифровой снимок»** необходимо проанализировать особенности видов съемки, указать общие их черты и различия и выявить особенности цифровой съемки, как доминирующего вида в настоящее время. Привести примеры получения видов съемки с КА.

При подготовке ответа на **вопрос № 3 «Пространственное, спектральное и временное разрешение снимка»** необходимо проанализировать классификации по этим направлениям и привести примеры получения различных данных с космических аппаратов.

При подготовке ответа на **вопрос № 4 «Разновременные снимки»** необходимо четкое понимание использования подобных снимков и особенности их использования и области применения.

При подготовке ответа на **вопрос № 5 «Многозональный и гиперспектральный снимок»** необходимо определить особенности и специфику типов снимков. Выявить особенности их использования и области применения.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Электронный ресурс : Учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. - Фотограмметрия и дистанционное зондирование, 2020-02-01. - Москва : Академический проект, 2016. - 297 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-82911878-5.
2. Дистанционное зондирование Земли. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2
3. Лабутина, И. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ : Методическое пособие /

Лабутина И. А. - Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2011. - 90 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

4. Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Практикум. Учебное пособие / Лозовая С. Ю. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. - 168 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

5. Новаковский, Б. А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. - М. : Изд-во Московского ун-та, 1997. - 208 с.

6. Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. - М. : Техносфера, 2010. - 556 с. : прил. - (Мир наук о земле). - ISBN 978-5-94836-244-1. - ISBN 978-0-12-369407-2.

Тема 2. Физические основы дистанционного зондирования

Цель: формирование профессиональных компетенций, знаний, умений и навыков через изучение основных понятий и концепций дистанционного зондирования.

Формируемые в результате освоения компетенции или их части:

ОПК-3 – Способен применять базовые картографические и геоинформационные методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных.

Знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знание физических основ дистанционного зондирования.

Актуальность темы заключается в том, что при её изучении у студентов формируется набор компетенций, знаний, и навыков, которые станут основой их профессиональной деятельности в сфере использования космических снимков.

Форма проведения: круглый стол.

Вопросы для обсуждения

1. Окна прозрачности атмосферы и спектральные диапазоны съемки спутников.
2. Спектральная отражательная способность.
3. Спектральные индексы.

Методические указания (теоретическая часть)

Ключевые понятия

Окна прозрачности - интервалы длин волн, в которых электромагнитное излучение не поглощается или поглощается незначительно при прохождении сквозь земную атмосферу.

Спектральные библиотеки представляют собой наборы графиков кривых спектральной отражательной способности объектов, полученные многоканальными спектрометрами в полевых или лабораторных условиях.

Спектральная яркость – яркость объектов в разных зонах спектра электромагнитных волн видимого, ближнего и среднего инфракрасных диапазонов.

Спектр (лат. *spectrum* «видение») — электромагнитный спектр — распределение энергии электромагнитного излучения по частотам или по длинам волн.

При подготовке ответа на ***вопрос № 1 «Окна прозрачности атмосферы и спектральные диапазоны съемки спутников»*** необходимо проанализировать окна прозрачности атмосферы и соотнести их со спектральными каналами спутников: Aqua/Terra, Spot6/7, Landsat 8, Ресурс-П № 1-3, Pleiades-1A, Pleiades-1B, WorldView-3. На докладе представить полученные данные и критически их рассмотреть.

При подготовке ответа на **вопрос № 2 «Спектральная отражательная способность»** необходимо рассмотреть спектральных характеристики основных компонентов геосистем, выявить их особенности и оценить изменение их в течение сезонов года.

При подготовке ответа на **вопрос № 3 «Спектральные индексы»** необходимо проанализировать характеристики спектральных библиотек, представленных в сети Internet, выявить их особенности и степень использования в практической деятельности.

Список источников, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Электронный ресурс : Учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. - Фотограмметрия и дистанционное зондирование, 2020-02-01. - Москва : Академический проект, 2016. - 297 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-82911878-5.
2. Дистанционное зондирование Земли. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2
3. Лабутина, И. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ : Методическое пособие / Лабутина И. А. - Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2011. - 90 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
4. Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Практикум. Учебное пособие / Лозовая С. Ю. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. - 168 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
5. Новаковский, Б. А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. - М. : Изд-во Московского ун-та, 1997. - 208 с.
6. Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. - М. : Техносфера, 2010. - 556 с. : прил. - (Мир наук о земле). - ISBN 978-5-94836-244-1. - ISBN 978-0-12-369407-2.

Тема 3. Типы космических снимков

формирование профессиональных компетенций, знаний и навыков через изучение типов космических снимков.

Формируемые в результате освоения компетенции или их части:

ОПК-3 – Способен применять базовые картографические и геоинформационные методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных.

Знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знание особенностей типологии космических снимков.

Актуальность темы заключается в том, что при её изучении у студентов формируется набор компетенций, знаний и навыков, которые станут основой их профессиональной деятельности в сфере дешифрирования космических снимков.

Форма проведения: круглый стол.

Вопросы для обсуждения

1. Снимки в световом диапазоне.
2. Снимки в инфракрасном диапазоне.
3. Снимки в радиодиапазоне.

Методические указания (теоретическая часть)

При подготовке ответа на вопрос № 1 «Снимки в световом диапазоне» необходимо раскрыть типы снимков по технологии их получения, привести примеры спутников, позволяющих получать космические снимки. Провести исторический аспект получения данного типа снимков. Раскрыть области применения.

Цель:

При подготовке ответа на вопрос № 2 «Снимки в инфракрасном диапазоне» необходимо раскрыть типы снимков по технологии их получения, привести примеры спутников, позволяющих получать космические снимки. Провести исторический аспект получения данного типа снимков. Раскрыть области применения.

При подготовке ответа на вопрос № 3 «Снимки в радиодиапазоне» необходимо раскрыть типы снимков по технологии их получения, привести примеры спутников, позволяющих получать космические снимки. Провести исторический аспект получения данного типа снимков. Раскрыть области применения.

Список источников, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Электронный ресурс : Учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. - Фотограмметрия и дистанционное зондирование, 2020-02-01. - Москва : Академический проект, 2016. - 297 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-82911878-5.
2. Дистанционное зондирование Земли. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2
3. Лабутина, И. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ : Методическое пособие / Лабутина И. А. - Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2011. - 90 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
4. Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Практикум. Учебное пособие / Лозовая С. Ю. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. - 168 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
5. Новаковский, Б. А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. - М. : Изд-во Московского ун-та, 1997. - 208 с.

6. Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. - М. : Техносфера, 2010. - 556 с. : прил. - (Мир наук о земле). - ISBN 978-5-94836-244-1. - ISBN 978-0-12-369407-2.

Тема 4. Классификации космических снимков

формирование профессиональных компетенций, знаний и навыков через изучение классификаций космических снимков.

Формируемые в результате освоения компетенции или их части:

ОПК-3 – Способен применять базовые картографические и геоинформационные методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных.

Знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знания использования в практической деятельности основных положений классификации космических снимков.

Актуальность темы заключается в том, что при её изучении у студентов формируется набор компетенций, знаний и навыков, которые станут основой их профессиональной деятельности в сфере дешифрирования космических снимков.

Форма проведения: круглый стол.

Вопросы для обсуждения

1. Классификация космических снимков по масштабу.
2. Классификация космических снимков по обзорности.
3. Классификация космических снимков по пространственному разрешению.

Цель:

При подготовке ответа на вопрос **№ 1 «Классификация космических снимков по масштабу»** необходимо раскрыть типы снимков по масштабу, привести примеры спутников, позволяющих получать космические снимки. Провести исторический аспект получения данного типа снимков. Раскрыть области применения.

При подготовке ответа на вопрос **№ 2 «Классификация космических снимков по обзорности»** необходимо раскрыть типы снимков по обзорности, привести примеры спутников, позволяющих получать космические снимки. Провести исторический аспект получения данного типа снимков. Раскрыть области применения.

При подготовке ответа на вопрос **№ 3 «Классификация космических снимков по пространственному разрешению»** необходимо раскрыть типы снимков по пространственному разрешению, привести примеры спутников, позволяющих получать космические снимки. Провести исторический аспект получения данного типа снимков. Раскрыть области применения.

Список источников, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Электронный ресурс : Учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. - Фотограмметрия и дистанционное зондирование, 2020-02-01. - Москва : Академический проект, 2016. - 297 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-82911878-5.
2. Дистанционное зондирование Земли. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2
3. Лабутина, И. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ : Методическое пособие / Лабутина И. А. - Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2011. - 90 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

4. Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Практикум. Учебное пособие / Лозовая С. Ю. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. - 168 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

5. Новаковский, Б. А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. - М. : Изд-во Московского ун-та, 1997. - 208 с.

6. Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. - М. : Техносфера, 2010. - 556 с. : прил. - (Мир наук о земле). - ISBN 978-5-94836-244-1. - ISBN 978-0-12-369407-2.

Тема 5. Генерализованность аэрокосмических снимков

формирование профессиональных компетенций, знаний и навыков через изучение особенностей аэрокосмических снимков.

Формируемые в результате освоения компетенции или их части:

ОПК-3 – Способен применять базовые картографические и геоинформационные методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных.

Знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знать закономерности и уровни генерализации информации материалов дистанционного зондирования Земли и умение использовать эту информацию на практике.

Актуальность темы заключается в том, что при её изучении у студентов формируется набор компетенций, знаний и навыков, которые станут основой их профессиональной деятельности в сфере обработки космических снимков и применения их для решения практических задач.

Форма проведения: круглый стол.

Вопросы для обсуждения

1. Понятие аэрокосмической генерализации.

Цель:

2. Закономерности аэрокосмической генерализации.
3. Уровни генерализации аэрокосмических изображений.

Методические указания (теоретическая часть)

Ключевые понятия

Аэрокосмическая генерализация – закономерные особенности воспроизведения на аэрокосмических снимках различных объектов местности (обобщение пространственно-яркостных и цветовых характеристик изображения), которые обусловлены съёмочной аппаратурой, параметрами и оптико-метеорологическими условиями съёмки.

При подготовке ответа на вопрос ***№ 1 «Понятие аэрокосмической генерализации»*** необходимо раскрыть особенности этого понятия, рассмотреть картографическую генерализацию.

При подготовке ответа на вопрос ***№ 2 «Закономерности аэрокосмической генерализации»*** необходимо раскрыть особенности этого процесса, привести примеры с использованием космических снимков различного разрешения.

При подготовке ответа на вопрос ***№ 3 «Уровни генерализации аэрокосмических изображений»*** необходимо рассмотреть уровни, привести примеры с использованием космических снимков различного разрешения.

Список источников, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Электронный ресурс : Учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. - Фотограмметрия и дистанционное зондирование, 2020-02-01. - Москва : Академический проект, 2016. - 297 с. -

Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-82911878-5.

2. Дистанционное зондирование Земли. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2

3. Лабутина, И. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ : Методическое пособие / Лабутина И. А. - Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2011. - 90 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

4. Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Практикум. Учебное пособие / Лозовая С. Ю. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. - 168 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

5. Новаковский, Б. А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. - М. : Изд-во Московского ун-та, 1997. - 208 с.

6. Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А.

И. Демьяникова. - М. : Техносфера, 2010. - 556 с. : прил. - (Мир наук о земле). - ISBN 978-5-94836-244-1. - ISBN 978-0-12-369407-2.

Тема 6. Виды геоинформационных продуктов, получаемых по космическим снимкам

Цель: формирование профессиональных компетенций, знаний и навыков через изучение геоинформационных продуктов, получаемых по космическим снимкам.

Формируемые в результате освоения компетенции или их части:

ОПК-3 – Способен применять базовые картографические и геоинформационные методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных.

Знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знать основные виды геоинформационных продуктов, получаемых на основе материалов дистанционного зондирования Земли и умение использовать эту информацию на практике.

Актуальность темы заключается в том, что при её изучении у студентов формируется набор компетенций, знаний и навыков, которые станут основой их профессиональной деятельности в сфере обработки космических снимков.

Форма проведения: круглый стол.

Вопросы для обсуждения

1. Фотокарта, фотосхема, ортофотоплан.
2. Цифровые модели местности.
3. Области применения геоинформационных продуктов, получаемых по космическим снимкам.

Методические указания (теоретическая часть)

Ключевые понятия

Фото схема — последовательная группа аэрофотоснимков, прошедших совмещение по общим контурам и смонтированных в единую основу без соблюдения масштабности. С целью понимания районирования и пространственной ориентации составляется единый фотоплан.

Ортофотоплан – это серия уравненных, ортотрансформированных и привязанных аэроснимков, объединенных в единую ортомозаику и исключением видимых «призраков» зданий и других объектов, где в работе используются черно-белые, цветные и спектральные аэроснимки, отвечающих фотометрическому качеству.

Фотоплан — группа аэрофотоснимков района, приведенных к единому масштабу, прошедших трансформирование (угловое исправление наклона) и смонтированных на общей основе с соблюдением цветности и исключением швов соединения. Ортотрансформирование и привязка фотоплана к координатам является следующим этапом обработки аэроснимков и получением ортофотоплана.

Ортотрансформирование, орторектификация, ортокоррекция — преобразование аэрофотоснимков и устранение геометрических искажений, вызванных особенностями рельефа, характеристиками оптики, где основными параметрами искажений являются дисторсия и ошибки фотоаппарата, при этом происходит преобразование снимка в ортогональную проекцию с целью дальнейшего получения *ортофотоплана*.

Цифровая модель местности представляет собой точные данные о высоте земной поверхности, включая здания, растительность и другие высотные объекты. Глобальные цифровые модели местности строятся, в основном, по данным стереоскопической оптической и интерферометрической радиолокационной космической съемки.

При подготовке ответа на вопрос № 1 **«Фотокарта, фотосхема, ортофотоплан»** необходимо раскрыть особенности этих понятий, рассмотреть методы их создания.

При подготовке ответа на вопрос № 2 **«Цифровые модели местности»** необходимо раскрыть особенности создания как цифровой модели местности, так и цифровой модели рельефа на основе космических снимков, рассмотреть методы их создания.

При подготовке ответа на вопрос № 3 **«Области применения геоинформационных продуктов, получаемых по космическим снимкам»** необходимо раскрыть особенности применения геоинформационных

продуктов, получаемых по космическим снимкам с различных космических аппаратов.

Список источников, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Электронный ресурс : Учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. - Фотограмметрия и дистанционное зондирование, 2020-02-01. - Москва : Академический проект, 2016. - 297 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-82911878-5.
2. Дистанционное зондирование Земли. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2
3. Лабутина, И. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ : Методическое пособие / Лабутина И. А. - Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2011. - 90 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
4. Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Практикум. Учебное пособие / Лозовая С. Ю. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. - 168 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
5. Новаковский, Б. А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. - М. : Изд-во Московского ун-та, 1997. - 208 с.
6. Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. - М. : Техносфера, 2010. - 556 с. : прил. - (Мир наук о земле). - ISBN 978-5-94836-244-1. - ISBN 978-0-12-369407-2.

Тема 7. Бинарная классификация

Цель: приобретение практических навыков работы с программным обеспечением.

Формируемые в результате освоения компетенции или их части:

ОПК-3 – Способен применять базовые картографические и геоинформационные методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных.

Знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате освоения темы: современные компьютерные технологии, применяемые при анализе и интерпретации экологической информации, производить автоматизированное дешифрирование аэро- и космоснимков; владеть технологиями дистанционных методов спектрометрирования природных образований.

Актуальность темы заключается в том, что при её изучении у студентов формируется набор компетенций, знаний, умений и навыков, которые станут основой их профессиональной деятельности в сфере дешифрирования космических снимков.

Методические указания (теоретическая часть) Запустить

программу **Image Processor**.

Открыть файл **05ex_BinaryClassification_Samotlor \ Landsat_5.img** при помощи главного меню программы - **Файл \ Открыть растр** или кнопки **Открыть растр** панели инструментов главного окна (см. базовый курс Image Processor).



- Открыть растр.

Открыть окно с загруженным файлом - **Окно \ Новое окно RGB** (см. базовый курс Image Processor).

Открыть диалоговое окно **Настройка отображения** при помощи главного меню программы - **Отображение \ Настройка отображения** или кнопки **Настройка отображения** панели инструментов главного окна. Выбрать комбинацию каналов, в которой требуемые объекты различаются наиболее контрастно (в данном примере - 7-4-2) и настроить гистограмму изображения (см. базовый курс Image Processor).



- Настройка отображения.

Создать новый векторный слой (см. базовый курс Image Processor).
Задать стиль отображения прозрачный с желтой границей.

Открыть векторный редактор. Выбрать инструмент **Волшебная палочка** (подробнее см. базовый курс Image Processor). Установить

С помощью инструмента **Волшебная палочка**, путем нажатия левой кнопки мыши, векторизуем несколько объектов, соответствующих разливам нефти.

значение чувствительности 12.



- Волшебная палочка.

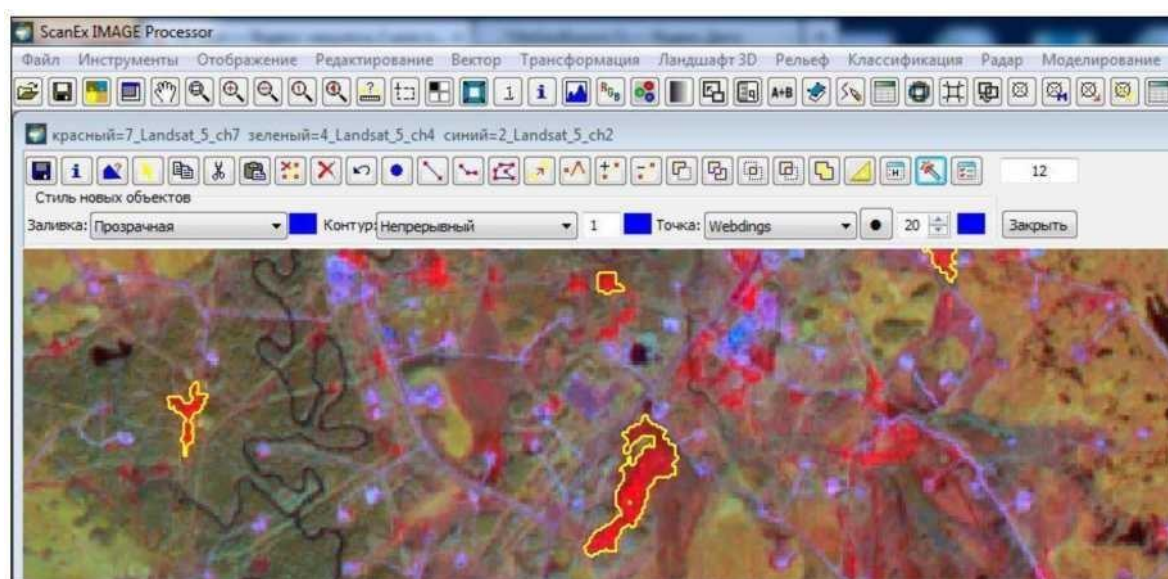


Рис. Векторизация объектов, соответствующих разливам нефти.

Открыть диалоговое окно параметров бинарного классификатора растров при помощи главного меню программы - **Классификация \ С учителем \ Максимальная энтропия \ Бинарный классификатор**.

В группе **Выберите растры** поочередно добавить каналы 7, 4, 2.

В группе **Векторная маска обучающих образцов** указать созданный векторный слой, содержащий контура объектов, соответствующих разливам нефти.

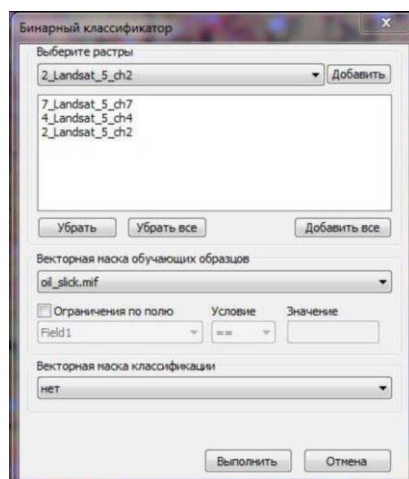


Рис. Параметры бинарной классификации.

Нажать кнопку **Выполнить**.

Для создания цветовой палитры для получившегося изображения нажать кнопку **Настройки окна палитры**.

Выбрать в выпадающем списке растр **class_probability**. Задать три узла и придать удобный для отображения цвет.

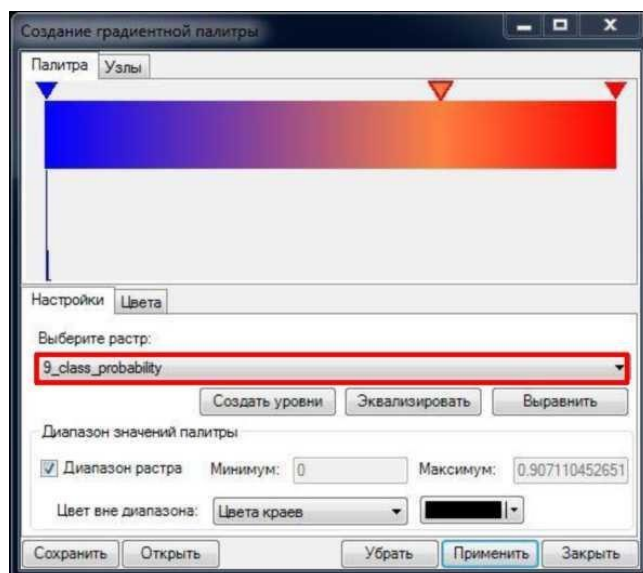


Рис. Настройка градиентной палитры.

Оценить полученный результат.

Бинаризовать вероятности посредством инструмента **Классификация \ С учителем \ Максимальная энтропия \ Бинаризовать вероятности**.

Выбрать в качестве порога бинаризации значение 0.5. Остальные параметры оставить по умолчанию.

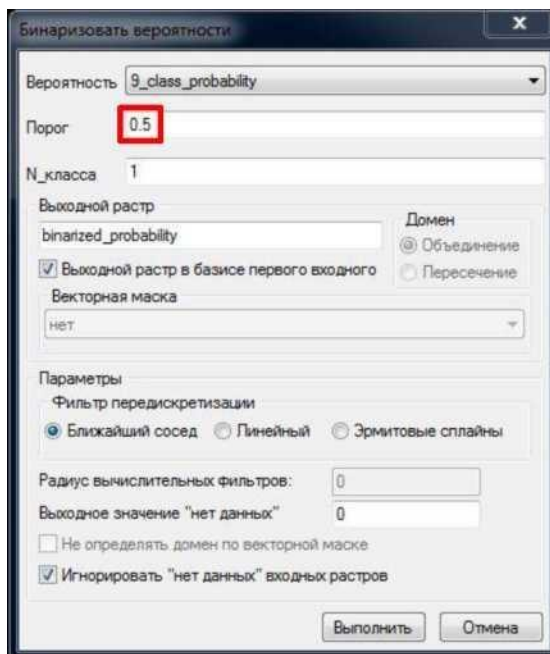


Рис. Диалоговое окно при бинаризации.

Сохранить результаты работы. Для этого:

- Сохранить градиентную палитру посредством нажатия на кнопку **Сохранить** в окне **Создание градиентной палитры**;
- Сохранить растровый слой с результатами классификации, используя кнопку **Сохранить** главного меню программы или позицию меню **Файл \ Сохранить растры**.

Закрыть Image Processor.

Оборудование и материалы

Персональные компьютеры, космические снимки, ScanEx Image Processor.

Задания

1. Дешифрируйте снимок Landsat на предмет выявления следующих классов объектов: вода, лиственный лес, вегетирующая растительность на сельскохозяйственных участках, нераспаханные сельскохозяйственные участки без вегетации, свежераспаханные сельскохозяйственные участки без вегетации, населенные пункты, пастбища и сенокосы. Самостоятельно выберите количество классов.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие пункты:

- 1) цель работы;
- 2) постановка задачи;
- 3) краткое описание хода работы с иллюстрацией основных этапов и результатов;
- 4) выводы.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Электронный ресурс : Учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. - Фотограмметрия и дистанционное зондирование, 2020-02-01. - Москва : Академический проект, 2016. - 297 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-82911878-5.

2. Дистанционное зондирование Земли. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2

3. Лабутина, И. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ : Методическое пособие / Лабутина И. А. - Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2011. - 90 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

4. Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Практикум. Учебное пособие / Лозовая С. Ю. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. - 168 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

5. Новаковский, Б. А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. - М. : Изд-во Московского ун-та, 1997. - 208 с.

6. Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А.

И. Демьяникова. - М. : Техносфера, 2010. - 556 с. : прил. - (Мир наук о земле).
- ISBN 978-5-94836-244-1. - ISBN 978-0-12-369407-2.

Тема 8. Классификация космического снимка при помощи нейронных сетей прямого распространения

Цель: формирование профессиональных компетенций, знаний, умений и навыков через изучение технологий работы с программным обеспечением для дешифрирования космических снимков.

Формируемые в результате освоения компетенции или их части:

ОПК-3 – Способен применять базовые картографические и геоинформационные методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных.

Знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате освоения темы: современные компьютерные технологии, применяемые при анализе и интерпретации экологической информации, производить автоматизированное дешифрирование аэро- и космоснимков; владеть технологиями дистанционных методов спектрометрирования природных образований.

Актуальность темы заключается в том, что при её изучении у студентов формируется набор компетенций, знаний, умений и навыков, которые станут основой их профессиональной деятельности в сфере дешифрирования космических снимков.

Методические указания (теоретическая часть)

Запустить программу **ImageProcessor**.

Открыть файл **12ex_NERIS_1_Samotlor \ Landsat_5.img** при помощи главного меню программы - **Файл \ Открыть растр** или кнопки **Открыть растр** панели инструментов главного окна (см. базовый курс Image Processor).



- Открыть растр.

Открыть окно с загруженным файлом - **Окно \ Новое окно RGB** (см. базовый курс Image Processor).

Открыть диалоговое окно **Настройка отображения** при помощи главного меню программы - **Отображение \ Настройка отображения** или кнопки **Настройка отображения** панели инструментов главного окна. Выбрать комбинацию каналов, в которой требуемые объекты различаются наиболее контрастно (в данном примере - 7-4-2) и настроить гистограмму изображения.



- Настройка отображения.

Загрузить векторный слой **12ex_NERIS_1_Samotlor \ Samotlor_NERIS.mif**.

Открыть диалоговое окно параметров обучения нейронной сети при помощи главного меню программы - **Классификация \ С учителем \ Нейронная сеть \ Обучение**.

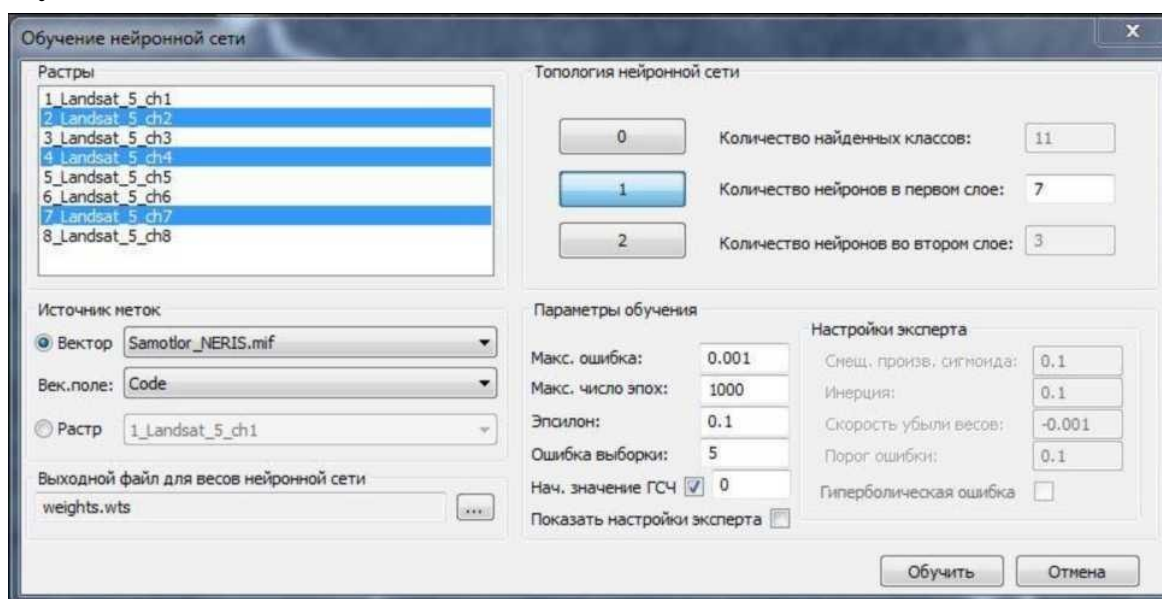


Рис. Диалоговое окно обучения нейронной сети.

В окне параметров обучения установить следующие значения:

- Выбрать в списке каналов (**Растры**) каналы 2, 4, 7,
- В группе **Источник меток** включить переключатель **Вектор** и выбрать имя векторного слоя с эталонами объектов **Samotlor_NERIS.mif**. В поле **Век.поле** выбрать поле со значениями атрибутов объектов (**Code**),
- В группе **Выходной файл для весов нейронной сети** задать имя файла, в который будут сохранены рассчитанные веса классов;
- В группе Топология нейронной сети выбрать поле 1 и установить значение Количество нейронов в первом слое равным 7,
- В группе **Параметры обучения** оставить значения по умолчанию.

Нажать кнопку **Обучить** и дождаться конца работы алгоритма, ход которой отображается на прогресс-индикаторе в нижнем правом углу главного окна программы.

Открыть диалоговое окно классификации при помощи главного меню программы - **Классификация \ С учителем \ Нейронная сеть \ Классификация**.

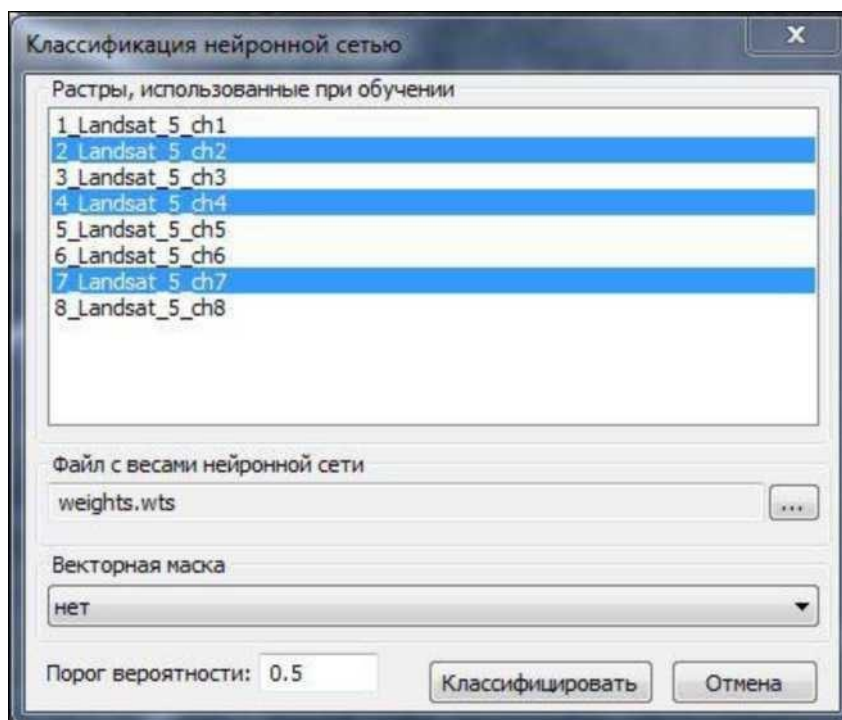


Рис. Диалоговое окно классификации при помощи обученной нейронной сети.

В диалоговом окне отметить каналы, которые будут использованы при классификации (2, 4, 7). В группе **Файл с весами нейронной сети** определить имя файла, в который были сохранены рассчитанные веса классов.

Нажать кнопку **Классифицировать** для запуска алгоритма классификации. Результаты классификации будут сохранены в растровом слое с именем **NNclasses**.

Просмотреть результаты классификации, векторизовать классы водных объектов и нефтяного загрязнения и сохранить векторные и растровые результаты классификации, как это описано выше.

Оборудование и материалы

Персональные компьютеры, результаты дешифрирования космических снимков, ScanEx ImageProcessor.

Задание. Дешифрируйте снимок Landsat на предмет выявления следующих классов объектов: вода, лиственный лес, вегетирующая растительность на сельскохозяйственных участках, нераспаханные сельскохозяйственные участки без вегетации, свежераспаханные сельскохозяйственные участки без вегетации, населенные пункты, пастбища и сенокосы. Самостоятельно выберите количество классов.

Студент должен уверенно владеть методикой классификацией космического снимка при помощи нейронных сетей прямого распространения и грамотно интерпретировать полученные результаты.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие пункты:

- 1) цель работы;
- 2) постановка задачи;
- 3) краткое описание хода работы с иллюстрацией основных этапов и результатов;
- 4) выводы.

Список источников, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Электронный ресурс : Учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. - Фотограмметрия и дистанционное зондирование, 2020-02-01. - Москва : Академический проект, 2016. - 297 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-82911878-5.
2. Дистанционное зондирование Земли. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2
3. Лабутина, И. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ : Методическое пособие / Лабутина И. А. - Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2011. - 90 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
4. Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Практикум. Учебное пособие / Лозовая С. Ю. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. - 168 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
5. Новаковский, Б. А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. - М. : Изд-во Московского ун-та, 1997. - 208 с.
6. Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. - М. : Техносфера, 2010. - 556 с. : прил. - (Мир наук о земле). - ISBN 978-5-94836-244-1. - ISBN 978-0-12-369407-2.

Тема 9. Применение данных дистанционного зондирования для решения тематических задач

Цель: формирование профессиональных компетенций, знаний и навыков через изучение сфер применения данных дистанционного зондирования для решения тематических задач. **Формируемые в результате освоения компетенции или их части:**

ОПК-3 – Способен применять базовые картографические и геоинформационные методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных.

Знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знать сферы применения космических снимков, основные методологические приемы их использования для решения тематических задач.

Актуальность темы заключается в том, что при её изучении у студентов формируется набор компетенций, знаний и навыков, которые станут основой их профессиональной деятельности в сфере использования космических снимков.

Форма проведения: круглый стол.

Вопросы для обсуждения

1. Круг использования данных дистанционного зондирования Земли для решения тематических задач.
2. Особенности использования данных дистанционного зондирования, получаемых с конкретных спутников.

Методические указания (теоретическая часть)

Области применения космических снимков можно разделить на пять общих категорий:

1. Использование снимка в качестве простейшей карты или, точнее, основы, на которую можно наносить данные из других источников в отсутствие более точных карт, отображающих современную обстановку.
2. Определение пространственных границ и структуры объектов для определения их размеров и измерения соответствующих площадей. При этом очень важно предварительно провести геометрическую коррекцию снимка.
3. Инвентаризация пространственных объектов на определенной территории.
4. Оценка состояния территории.
5. Количественная оценка некоторых свойств земной поверхности.

Дистанционное зондирование (ДЗ) является перспективным методом формирования баз данных, пространственное, спектральное и временное разрешение которых будет достаточным для решения задач рационального использования природных ресурсов. Ресурсы Земли не бесконечны, и поскольку их эксплуатация увеличивается по мере роста количества и уровня жизни населения, все более насущной становится задача их разумного и бережливого использования. В этом отношении дистанционное зондирование является эффективным методом инвентаризации природных ресурсов и мониторинга их состояния.

Поскольку дистанционное зондирование позволяет получать информацию о любых областях Земли, включая поверхность морей и океанов, сферы применения этого метода действительно безграничны. Сельское и лесное хозяйство, география, геология, археология, метеорология и климатология, исследования морской среды, оценка состояния и использования водных ресурсов — вот неполный перечень сфер применения данных ДЗ.

Основой для эксплуатации природных ресурсов служит анализ информации о землепользовании и состоянии земных покровов. Помимо сбора такой информации дистанционное зондирование используют также для изучения таких природных катастроф, как землетрясения, наводнения, оползни и оседания почвы.

При подготовке ответа на вопрос № 1 ***«Круг использования данных дистанционного зондирования Земли для решения тематических задач»*** необходимо используя сеть Интернет, определить круг использования данных дистанционного зондирования Земли для следующих тематических задач: геология и ресурсы недр, гидрология и поверхностные водные ресурсы, лесные ресурсы и растительный покров и воздействия на окружающую среду, создание и обновление топографических и тематических карт, сельское хозяйство, транспорт, коммуникации, связь, муниципальное управление, Рекреация, спорт и туризм. Результаты представьте в виде таблицы.

Таблица - Тематические задачи, решаемые с использованием данных дистанционного зондирования

Наименование решаемой задачи	Спутник и сенсор	Разрешение каналов

При подготовке ответа на вопрос № 2 «*Особенности использования данных дистанционного зондирования, получаемых с конкретных спутников*» необходимо на основании составленной таблицы провести анализ и выявить особенности использования данных дистанционного зондирования, получаемых с конкретных спутников.

Список источников, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Электронный ресурс : Учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. - Фотограмметрия и дистанционное зондирование, 2020-02-01. - Москва : Академический проект, 2016. - 297 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-82911878-5.
2. Дистанционное зондирование Земли. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2
3. Лабутина, И. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ : Методическое пособие / Лабутина И. А. - Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2011. - 90 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
4. Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Практикум. Учебное пособие / Лозовая С. Ю. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. - 168 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
5. Новаковский, Б. А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. - М. : Изд-во Московского ун-та, 1997. - 208 с.
6. Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. - М. : Техносфера, 2010. - 556 с. : прил. - (Мир наук о земле). - ISBN 978-5-94836-244-1. - ISBN 978-0-12-369407-2.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Аэрокосмическое зондирование и фотограмметрия.
**Методические рекомендации по организации и проведению
самостоятельной работы студентов**

Направление подготовки 05.03.03 – Картография и геоинформатика
Направленность (профиль): Геоинформатика
Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Ставрополь, 2025

Введение

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебноисследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного

участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студента).

Самостоятельная работа студента является важным видом учебной и научной деятельности студента. Федеральным государственным образовательным стандартом предусматривается значительный объем времени из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу. В связи с этим, обучение включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования – подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

Самостоятельная работа студента предполагает, прежде всего, его научно-исследовательскую и практическую деятельность, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят к самостоятельному выполнению профессиональных задач. Конечной целью самостоятельной работы является организация самостоятельной познавательной деятельности, формирование умения самостоятельно анализировать информацию, выделять главное и второстепенное. Сформированные компетенции проверяются на экзамене по модулю, организованным особым образом.

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Аэрокосмическое зондирование и фотограмметрия»

Самостоятельная работа проводится в виде собеседования. Основной целью этих видов самостоятельной работы является улучшение

профессиональной подготовки специалистов высшей квалификации, направленное на формирование действенной системы фундаментальных и профессиональных знаний, умений и навыков, которые они могли бы свободно и самостоятельно применять в практической деятельности.

В ходе организации самостоятельной работы решаются следующие задачи:

1. Рассмотрение понятий о фотограмметрии и аэрокосмическом зондировании.
2. Изучение типологии космических снимков.
3. Ознакомление с основными фондами космических снимков.
4. Освоение навыков трансформирования аэро- и космоснимков.
5. Изучение методов классификации растровых изображений.

В ходе постановки целей и задач необходимо учитывать, что их выполнение направлено не только на формирование общеучебных умений и навыков, но и определяется рамками данной предметной области.

При организации самостоятельной работы по дисциплине формируются следующие компетенции:

№ п/п	Содержание компетенции	Шифр
<u>Профессиональные компетенции</u>		<u>ПК-(№)</u>
1.	Способностью использовать технологии аэрокосмических исследований Земли в практической деятельности	ПК-13

2. План-график выполнения самостоятельной работы

Наименование тем дисциплины	Вид самостоятельной работы	Неделя
Физические свойства и технические средства съемки Земли из космоса	Собеседование	5 неделя
Мировой фонд космических снимков	Собеседование	10 неделя
Применение дистанционного зондирования в географии	Собеседование	15 неделя

3. Контрольные точки и виды отчетности по ним

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
1.	Защита лабораторной работы по теме 2	3	25
2.	Защита практической работы по теме 8	15	30
	Итого за 6 семестр		55
	Итого		55

4. Индивидуальные самостоятельные задания

Базовый уровень

Тема 1. Физические свойства и технические средства съемки Земли из космоса.

1. Спектр электромагнитных волн.
2. «Окна прозрачности» атмосферы и съемочные диапазоны.
3. Спектральная отражательная способность природных объектов.
4. Спектрометрирование.

Тема 2. Мировой фонд космических снимков.

1. Снимки в световом диапазоне.
2. Снимки в тепловом инфракрасном диапазоне.
3. Снимки в радиодиапазоне.

Тема 3. Применение дистанционного зондирования в географии.

1. Применение космоснимков в сельском и лесном хозяйстве.
2. Применение космоснимков в землепользовании.
3. Применение космоснимков при изучении водных ресурсов.
4. Применение космоснимков при изучении окружающей среды.

Продвинутый уровень

Тема 1. Физические свойства и технические средства съемки Земли из космоса.

1. Коэффициент спектральной яркости.
2. Спектральные библиотеки - как источник для создания эталонов.
3. Разновидности космических съемок.

Тема 2. Мировой фонд космических снимков.

1. Фонд космических снимков получаемых с метеоспутников.

2. Фонд космических снимков сверхвысокого разрешения.
3. Получение материалов космической съемки через сеть Internet.

Тема 3. Применение дистанционного зондирования в географии.

1. Данные дистанционного зондирования Земли и ГИС.
2. Области применения радиолокационной съемки.
3. Территориальное планирование и высокодетальная съемка.
4. Пространственно-временное моделирование на основе данных дистанционного зондирования Земли.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он активно участвует в дискуссии по всем вопросам продвинутого уровня.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент активно участвует в дискуссии по всем вопросам базового уровня и двум вопросам продвинутого уровня.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент активно участвует в дискуссии по всем вопросам базового уровня.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент пассивно участвует в дискуссии по всем вопросам базового уровня.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент активно участвует в дискуссии по всем вопросам базового уровня.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент пассивно участвует в дискуссии по всем вопросам базового уровня.

5. Методические указания по подготовке к экзамену

Экзамен является неотъемлемой частью учебного процесса и призван закрепить и упорядочить знания студента, полученные на занятиях и самостоятельно. На проведение экзамена отводятся часы занятий по расписанию. Сдаче экзамена предшествует работа студента на лекционных, лабораторных практических (семинарских) занятиях и самостоятельная работа по изучению предмета. Отсутствие студента на занятиях без уважительной причины и невыполнение заданий самостоятельной работы является основанием для недопуска студента к экзамену.

Подготовка к экзамену осуществляется на основании методических рекомендаций по дисциплине и списка вопросов изучаемой дисциплины, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернета.

При ответе на экзамене по дисциплине «Аэрокосмическое зондирование и фотограмметрия» студент должен:

Знать

- понятие о фотограмметрии, аэросъемке и аэрокосмическом зондировании;
- основные типы снимков;
- технологию дешифрирования;
- особенности трансформирования одиночного снимка и пары снимков;
- роль современных цифровых методов в обработке данных дистанционного зондирования;
- использование дистанционных материалов для аналитического формирования тематических баз количественных данных;
- применение космических методов в различных областях географических исследований. *Уметь*
- использовать в практической деятельности знания о фотограмметрии, аэросъемке и аэрокосмическом зондировании;
- производить геометрическую коррекцию и трансформацию аэро- и космоснимков;
- использовать навыки дешифрирования аэро- и космоснимков;
- применять космические методы в различных областях географических исследований.

Владеть

- знаниями о фотограмметрии, аэросъемке и аэрокосмическом зондировании;
- методами аэрокосмических исследований;
- методами трансформации изображений;
- навыками применения космических методов в различных областях географических исследований.

Вопросы для проверки уровня обученности

Знать

1. Понятие о фотограмметрии. Связь фотограмметрии с другими дисциплинами.

2. Основные виды и методы фототопографических съемок.
3. История развития фотограмметрии. 4. Общее понятие об аэрофотосъемке.
5. Фотографический объектив.
6. Виды аэрофотосъемки.
7. Основные технические требования к топографической аэрофотосъемке.
8. Аэрофотосъемочные работы.
9. Факторы, определяющие характер отображения объектов на местности.
10. Понятие о дешифрировании.
11. Дешифровочные признаки.
12. Содержание работ по дешифрированию.
13. Классификация дешифрирования.
14. Психофизиологические основы визуального дешифрирования и способы выполнения.
15. Генерализация информации при дешифрировании.
16. Классификация снимков по спектральному диапазону съемки.
17. Классификация снимков по технологии получения изображения.
18. Классификация космических снимков по масштабу, обзорности, разрешению.
19. Фотографические снимки, их фонд.
20. Сканерные снимки, их фонд.
21. ПЗС-снимки, их фонд.
22. Электронные фонды космических снимков.
23. Применение данных дистанционного зондирования.

Уметь, Владеть

1. Координатная привязка и геометрическое трансформирование карт полиномом 1 степени.
2. Координатная привязка и геометрическое трансформирование карт полиномом 2 степени.
3. Координатная привязка снимка на основании топографической карты.
4. Вырезание части изображения.

5. Создание многоканальных изображений.
6. Создание синтезированного изображения.
7. Неконтролируемая классификация.
8. Классификация с обучением.
9. Создание векторного покрытия на основании классифицированного изображения.
10. Создание эталонов и классификация изображения на их основе.
11. Создание изображения в модели IHS. Преобразование из пространства RGB в пространство IHS и наоборот.

Критерии оценки:

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он показывает полные знания материала курса, умение подбора разнообразных источников информации и рационально их использует; правильно раскрывает содержание теоретического материала, соблюдает научную и методическую логику при выполнении практических заданий, обосновывает выводы, свободно владеет эмпирическими данными по предмету, показывает владение дополнительной литературой.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он показывает знания, умения и навыки, соответствующие оценке «отлично», но имеет неточности в изложении теоретического материала или в практических выводах, эмпирические знания представлены не в полном объеме, недостаточно демонстрирует использование разнообразных источников.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он показывает знания основ разделов и тем курса, но не умеет четко излагать теоретические знания, затрудняется в выводах и формулировках, нарушает логику изложения материала, делает ошибки в представлении эмпирических данных.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если он не показывает знаний теоретических основ курса, не умеет отбирать и

использовать основные источники географической информации; не соблюдает логики в описании и характеристике объектов, явлений и процессов; неправильно формулирует выводы и делает грубые ошибки в эмпирических знаниях по предмету.

Список рекомендуемой литературы

- 1 Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Электронный ресурс : Учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. - Фотограмметрия и дистанционное зондирование, 2020-02-01. - Москва : Академический проект, 2016. - 297 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-8291-1878-5

Перечень дополнительной литературы:

- 1 Дистанционное зондирование Земли. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2
- 2 Лабутина, И. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ : Методическое пособие / Лабутина И. А. - Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2011. - 90 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
- 3 Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Практикум. Учебное пособие / Лозовая С. Ю. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. - 168 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
- 4 Новаковский, Б. А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. - М. : Изд-во Московского ун-та, 1997. - 208 с.
- 5 Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. - М. : Техносфера, 2010. - 556 с. : прил. - (Мир наук о земле). - ISBN 978-5-94836-244-1. - ISBN 978-0-12-369407-2

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»,
необходимых для освоения дисциплины:**

- 1 <http://scanex.ru/ru/index.html> - Сайт компании СканЭкс
- 2 <http://zikj.ru/> - Журнал «Земля из космоса — наиболее эффективные решения».
- 3 www.dataplus.ru - Сайт компании «ДАТА+» как совместное предприятие Института географии РАН (Москва, Россия) и компании Esri (Environmental Systems Research Institute, Inc., Редландс, Калифорния, США)
- 4 www.gis-lab.info - Партнерство специалистов в области ГИС и дистанционного зондирования

**Перечень дискуссионных тем для круглого стола по дисциплине
«Аэрокосмическое зондирование и фотограмметрия»**

Базовый уровень

Тема 1. Применение данных дистанционного зондирования для решения тематических задач.

1. Аэрокосмические исследования атмосферы.
2. Аэрокосмические исследования гидросферы.
3. Аэрокосмические исследования литосферы.

Тема 4. Мировой фонд космических снимков.

1. Отечественный фонд фотографических снимков с околоземных орбит.
2. Зарубежный фонд фотографических снимков с околоземных орбит.
3. Космические снимки с ресурсных спутников.

Тема 8. Физические основы дистанционного зондирования.

1. Окна прозрачности атмосферы и спектральные диапазоны съемки спутников.
2. Спектральная отражательная способность.
3. Спектральные библиотеки.

Тема 2. Виды геоинформационных продуктов, получаемых по космическим снимкам.

1. Фотокарта, фотосхема, ортофотоплан.
2. Цифровые модели местности.
3. Области применения геоинформационных продуктов, получаемых по космическим снимкам.

Продвинутый уровень

Тема 1. Применение данных дистанционного зондирования для решения тематических задач.

1. Аэрокосмические исследования биосферы.
2. Антропогенное воздействие на природную среду.
3. Аэрокосмические исследования глобальных климатических изменений и экологических проблем.

Тема 4. Мировой фонд космических снимков.

1. Сканерные ПЗС-снимки.
 2. Снимки в тепловом инфракрасном диапазоне.
 3. Снимки с картографических спутников.
- ### **Тема 8. Физические основы дистанционного зондирования.**
1. Влияние атмосферы на оптические характеристики объектов.
 2. Собственное излучение Земли: инфратепловое и радиотепловое излучение.
 3. Спектральные индексы.

Тема 2. Виды геоинформационных продуктов, получаемых по космическим снимкам.

1. Картографическая основа, исходная цифровая модель рельефа.
2. Виртуальные модели местности.
3. Технологии создания, области применения и решаемые задачи.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «**отлично**» выставляется студенту, если он показал умение активно работать в команде, системность и оригинальность мышления, умеет связывать моделируемые процессы с реальными объектами пространства, четко формулирует и обосновывает свой вариант решения, записи оформляет

аккуратно. Выполнил задачи репродуктивного, реконструктивного и творческого уровней.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он показал умение активно работать в команде, системность мышления, умеет связывать моделируемые процессы с реальными объектами пространства, четко формулирует и обосновывает свой вариант решения, записи оформляет аккуратно.

Выполнил задания репродуктивного и реконструктивного уровней. Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если показал умение работать в команде, системность мышления, умеет не достаточно точно связывает моделируемые процессы с реальными объектами пространства, не четко формулирует выбор варианта решения, оформление результатов имеет незначительные погрешности. Выполнил задания репродуктивного уровня.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если он проявил пассивность в групповой работе, не умеет связывает моделируемые процессы с реальными объектами пространства, не четко формулирует выбор варианта решения, оформление результатов имеет значительные погрешности. Не выполнил большую часть заданий репродуктивного уровня.

2. Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным **55**. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Для выполнения заданий внимательно изучите материалы лабораторных работ. Задания позволяет проверить ряд компетенций: ОПК-3. Задания

выстроены по двухуровневой системе (базовый и продвинутой уровни), что позволяет в глубоко освоить материал. Задания продвинутого уровня позволяют систематизировать знания.

При подготовке к ответу по результатам выполненного индивидуального задания студенту необходимо рассказать основные технологические этапы выполнения заданий.

При проверке задания, оцениваются -
точность расчетов:

- умение быстро находить решение;
- способность логически описывать элементы технологии выполнения работы.

Оценочный лист студента (ки) _____ Ф.И.О., № гр. Оценка складывается как среднее арифметическое из пяти оценок: правильность ответа; умение приводить различные точки зрения на анализируемую проблему; умение приводить примеры; умение отвечать на дополнительные вопросы; владение навыками анализа текстов по проблемам культуры межнациональных отношений					
Оценка правильнос ти ответа	Оценка умения приводить различные точки зрения на анализируем ую проблему	Оценка умения приводи ть пример ы	Оценка умения отвечать на дополнительн ые вопросы	Оценка владения навыками анализа текстов по проблемам культуры межнациональ ных отношений	Итогов ая оценка

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
---------------	------------------	--------------------	-------------

1.	1	Периодичность съемок, оцениваемая интервалом времени между повторными съемками: 1.временное разрешение 2. спектральное разрешение 3. географическое разрешение 4. сезонное разрешение	ОПК -3
2.	1	Снимки в радиодиапазоне разделяются: 1. радиолокационные 2. сканерные 3. ПЗС-снимки 4. инфракрасные	ОПК -3
3.	1.	Охват территории одним космоснимком называется: 1. обзорность 2. масштабность 3. глобальность 4. территориальность	ОПК -3
4.	1	По обзорности космоснимки разделяются на: 1. континентальные 2. муниципальные 3. административные 4. среднемасштабные	ОПК -3
5.		Дайте определение понятия «аэрокосмические зондирование»	ОПК -3
6.	1	По масштабу космоснимки разделяются на: 1. мелкомасштабные 2. топографические 3. региональные 4. крупномасштабные	ОПК -3
7.	1	По пространственному разрешению выделяют космические снимки: 1. среднего разрешения 2. очень низкого разрешения 3. малого разрешения 4. высшего разрешения	ОПК -3

8.	1	Космические снимки с пространственным разрешением измеряющимся километрами: 1. низкого разрешения 2. среднего разрешения 3. сверхнизкого разрешения 4. высокого разрешения	ОПК -3
9.	1	Космические снимки с разрешением измеряющимся метрами: 1. высокого разрешения 2. низкого разрешения 3. среднего разрешения 4. сверхнизкого разрешения	ОПК -3
10.		Перечислите три основные группы космических снимков по спектральному диапазону съемки.	ОПК -3
11.		Перечислите три подгруппы на которые делятся космические снимки по технологии получения изображений.	ОПК -3
12.		Опишите технологию получения фотографических снимков	ОПК -3
13.		Опишите технологию получения сканерных снимков	ОПК -3
14.		Перечислите классификацию космических снимков по масштабу	ОПК -3
15.		Перечислите классификацию космических снимков по обзорности	ОПК -3
16.		Перечислите классификацию космических снимков по пространственному разрешению	ОПК -3
17.		Опишите технологию получения ПЗС-снимков	ОПК -3
18.		Что такое «Окна прозрачности атмосферы» ?	ОПК -3
19.		С какими науками тесно связано развитие фотограмметрии ?	ОПК -3
20.		Перечислите особенности аэрокосмических снимков как модели местности	ОПК -3
21.		Дайте определение понятия «фотограмметрия»	ОПК -3
22.		Что такое радиометрическое разрешение космических снимков	ОПК -3
23.		Спектральное разрешение космических снимков	ОПК -3
24.		Временное разрешение космических снимков	ОПК -3
25.		Тепловое разрешение космических снимков	ОПК -3

26.		Дайте определение понятия «спектральные библиотеки»	ОПК -3
27.		Приведите в общем виде технологию инвентаризации сельскохозяйственных угодий	ОПК -3
28.		Дайте определение понятия «Спектр электромагнитных волн»	ОПК -3
29.		Перечислите цветовые зоны видимого диапазона	ОПК -3
30.		Приведите примеры электронных фондов космических снимков	ОПК -3