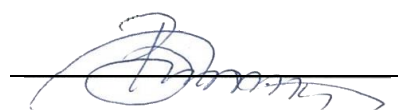


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра геологии и нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель основной профессиональной  
образовательной программы



Пищальник В.М.

"28" июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплины (модуля)

*2.1.3.3 Современные технологии проведения аэрокосмического мониторинга  
Земли*

Уровень высшего образования

Аспирантура

Группа научных специальностей

1.6. Науки о Земле и окружающей среде  
(шифр и наименование группы научных специальностей)

Научная специальность

1.6.19. Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия  
(шифр и наименование научной специальности образовательной программы)

Форма обучения

очная

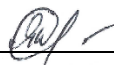
РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск, 2024

Рабочая программа дисциплины 2.1.3.3 «Современные технологии проведения аэрокосмического мониторинга Земли» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле», направленность «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия»

Программу составил:

Денисова Я.В., к.б.н., заведующий кафедры  
геологии и нефтегазового дела, доцент ВАК



Рабочая программа дисциплины 2.1.3.3 «Современные технологии проведения аэрокосмического мониторинга Земли» утверждена на заседании кафедры геологии и нефтегазового дела, протокол № 9 от «24» мая 2024 г.

Заведующий кафедрой геологии и  
нефтегазового дела Денисова Я.В.



## 1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины – формирование у аспирантов знаний, умений и практических навыков проведения аэрокосмического мониторинга Земли.

### Задачи дисциплины:

1. Овладение общетеоретическими знаниями о современных методах аэрокосмических исследований компонентов природной среды;
2. Умение аспирантами использовать материалы дистанционного зондирования и геоинформационных технологий при проведении мониторинга окружающей среды;
3. Изучение динамики изменения поверхности Земли современными геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина 2.1.3.3 «Современные технологии проведения аэрокосмического мониторинга Земли» относится к блоку «Образовательный компонент», «Дисциплины научной специальности».

Из предшествующих дисциплин профессионального цикла, дисциплина 2.1.3.3 «Современные технологии проведения аэрокосмического мониторинга Земли» имеет содержательно-методологические и логические связи со следующими дисциплинами: методология и методы научного исследования, аэрокосмические исследования Земли.

Знания, умения и практические навыки, полученные при изучении данной дисциплины необходимы для освоения следующих дисциплин: современные методы аэрокосмических исследований Земли, а также для сбора материала и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации).

## 3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	Итого
	3 курс, 5 семестр	
Общая трудоемкость	<b>72</b>	<b>72</b>
Контактная работа:	<b>48</b>	<b>48</b>
Лекции	<b>24</b>	<b>24</b>
Лабораторные работы	<b>24</b>	<b>24</b>
Самостоятельная работа: - подготовка докладов, рефератов - подготовка мультимедийных презентаций - поиск и обработка статистической информации - написание конспекта	<b>24</b>	<b>24</b>
Контроль знаний	-	-
Итоговая форма контроля	-	<b>72/2</b>

### 4.2 Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

Очная форма обучения (3 курс, 5 семестр).

№ п/п	Раздел дисциплины/ темы	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			Контактная			
		Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
1.	Обзор основных технологий дистанционного зондирования Земли.	6	4	4	2	Блиц-опрос, тестирование
2.	Предварительная обработка данных ДЗЗ. Геометрическая коррекция. Создание ортофотопланов.	6	6	4	6	Дискуссия, обсуждение докладов
3.	Основы автоматизированного дешифрирования.	6	6	4	6	Круглый стол, обсуждение презентаций
4.	Основы обработки данных аэрофотосъемки и съемки с БПЛА.	6	4	6	6	Круглый стол, обсуждение презентаций
5.	Создание цифровых моделей рельефа по данным ДЗЗ.	6	4	6	4	Дискуссия, обсуждение докладов
	ИТОГО:	72	24	24	24	

#### **4.3 Содержание разделов дисциплины «Современные технологии проведения аэрокосмического мониторинга Земли»**

##### **Раздел 1. Обзор основных технологий дистанционного зондирования Земли.**

Современная съемочная аппаратура. Классификация съемочных методов и средств. Аэросъемка. Космическая съемка. Наземная съемка. Пассивные и активные, прямые и косвенные съемочные методы. Фотографическая съемка: черно-белая, цветная, спектральная. Разрешающая способность фотоснимка и разрешение на земной поверхности. Принцип цифровой съемки. Сканерная съемка. Оптико-механический и оптико-электронный способ съемки. Микроволновая радиометрическая съемка. Радиолокационная съемка. Лазерное сканирование. Многозональная и гиперспектральная съемка.

##### **Раздел 2. Предварительная обработка данных ДЗЗ. Геометрическая коррекция. Создание ортофотопланов.**

Уровни обработки данных ДЗЗ. Радиометрическая и атмосферная коррекция. Основные виды геометрических искажений снимков. Виды геометрической коррекции: глобальная трансформация, ортотрансформация, локальная коррекция, корегистрация.

Ортотрансформирование по строгой модели датчика и с использованием RPC-коэффициентов. Особенности геометрической коррекции снимков сверхвысокого разрешения.

Создание мозаик снимков. Операция Pan-Sharpning.

### **Раздел 3. Основы автоматизированного дешифрирования.**

Пространство спектральных признаков. Попиксельный и объектно-ориентированный подход к классификации. Методы кластеризации (классификации без обучения) IZODATA, K-Means.

Параметрическая классификация с обучением (методы параллелепипеда, спектрального угла, максимального правдоподобия). Создание обучающей выборки. Выбор метода классификации. Оценка точности классификации: точность производителя и точность пользователя.

### **Раздел 4. Основы обработки данных аэрофотосъемки и съемки с БПЛА.**

Области применения аэрофотосъемки в сравнении с космической съемкой. Программные средства для обработки данных с БПЛА. Создание ортофотопланов и трехмерных моделей местности на основе данных с БПЛА. Процедура создания мозаик снимков.

### **Раздел 5. Создание цифровых моделей рельефа (ЦМР) по данным ДЗЗ.**

Технологии получения цифровых моделей рельефа на основе данных ДЗЗ в оптическом и радиолокационном диапазоне, а также воздушного лазерного сканирования.

Основные глобальные ЦМР, полученные по данным ДЗЗ: SRTM, ASTER GDEM, GMTED2010. Модели рельефа, распространяемые на коммерческой основе: SPOT DEM, ALOS AW3D, WorldDem.

#### **4.4 Темы и планы практических/лабораторных занятий**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных занятий	Объем в часах
			ОФО
1.	Обзор основных технологий дистанционного зондирования Земли.	<i>Занятие в форме семинара</i> Вопросы для обсуждения: 1. Современная съемочная аппаратура. 2. Пассивные и активные, прямые и косвенные съемочные методы. 3. Оптико-механический и оптико-электронный способ съемки. 4. Многозональная и гиперспектральная съемка.	4
2.	Предварительная обработка данных ДЗЗ. Геометрическая коррекция. Создание ортофотопланов.	<i>Индивидуальная работа с публичной презентацией результатов:</i> 1. Уровни обработки данных ДЗЗ. 2. Виды геометрической коррекции. 3. Геометрическая коррекция снимков сверхвысокого разрешения. 4. Создание мозаик снимков.	4

3.	Основы автоматизированного дешифрирования.	<i>Занятие в форме семинара (разбор конкретных ситуаций)</i> 1. Пространство спектральных признаков. 2. Методы кластеризации. 3. Параметрическая классификация с обучением. 4. Выбор метода и оценка точности классификации.	4
4.	Основы обработки данных аэрофотосъемки и съемки с БПЛА.	<i>Занятие в форме семинара (разбор конкретных ситуаций)</i> 1. Программные средства для обработки данных с БПЛА. 2. Создание ортофотопланов и трехмерных моделей местности на основе данных с БПЛА. 3. Процедура создания мозаик снимков.	6
5.	Создание цифровых моделей рельефа по данным ДЗЗ.	<i>Занятие в форме семинара</i> Вопросы для обсуждения: 1. Технологии получения цифровых моделей рельефа на основе данных ДЗЗ. 2. Глобальные ЦМР, полученные по данным ДЗЗ. 3. Обзор моделей рельефа, распространяемых на коммерческой основе.	6
<b>ИТОГО</b>			<b>24</b>

### 5. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Физические основы ДМИ. Электромагнитное излучение как основа ДМИ.	Лекция	Проблемная лекция
		Лабораторное занятие	Занятие в форме семинара
		Самостоятельная работа	Подбор и анализ статистических данных
2.	Основные характеристики природных сред и материалов для ДМИ.	Лекция	Лекция-беседа с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения
		Лабораторное занятие	Индивидуальная работа с публичной презентацией результатов
		Самостоятельная работа	Подбор и анализ данных дистанционного зондирования Земли
3.	Техника и методика дистанционных исследований Земли.	Лекция	Лекция-беседа с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения

		Лабораторное занятие	Занятие в форме семинара (разбор конкретных ситуаций)
		Самостоятельная работа	Подбор и анализ данных дистанционного зондирования Земли
4.	Основы обработки данных аэрофотосъемки и съемки с БПЛА.	Лекция	Лекция-беседа с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения
		Лабораторное занятие	Занятие в форме семинара (разбор конкретных ситуаций)
		Самостоятельная работа	Подбор и анализ данных дистанционного зондирования Земли
5.	Создание цифровых моделей рельефа по данным ДЗЗ.	Лекция	Занятие в форме семинара
		Лабораторное занятие	Лекция-беседа с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения
		Самостоятельная работа	Подбор и анализ статистических данных

## **6. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся**

### **6.1. Контрольные вопросы для проведения текущего контроля**

1. Современная съемочная аппаратура. Классификация съемочных методов и средств.
2. Аэросъемка. Космическая съемка. Наземная съемка.
3. Пассивные и активные, прямые и косвенные съемочные методы.
4. Фотографическая съемка: черно-белая, цветная, спектральная. Разрешающая способность фотоснимка и разрешение на земной поверхности.
5. Принцип цифровой съемки. Сканерная съемка.
6. Оптико-механический и оптико-электронный способ съемки.
7. Микроволновая радиометрическая съемка.
8. Радиолокационная съемка. Лазерное сканирование.
9. Многозональная и гиперспектральная съемка.
10. Уровни обработки данных ДЗЗ.
11. Радиометрическая и атмосферная коррекция.
12. Основные виды геометрических искажений снимков.
13. Виды геометрической коррекции: глобальная трансформация, ортотрансформация, локальная коррекция, корегистрация.
14. Ортотрансформирование по строгой модели датчика и с использованием RPC-коэффициентов.
15. Особенности геометрической коррекции снимков сверхвысокого разрешения.
16. Создание мозаик снимков. Операция Pan-Sharpening.
17. Пространство спектральных признаков.
18. Попиксельный и объектно-ориентированный подход к классификации.
19. Методы кластеризации (классификации без обучения) IZODATA, K-Means.
20. Параметрическая классификация с обучением (методы параллелепипеда, спектрального угла, максимального правдоподобия). Создание обучающей выборки.
21. Оценка точности классификации: точность производителя и точность пользователя.
22. Основы обработки данных аэрофотосъемки и съемки с БПЛА.
23. Программные средства для обработки данных с БПЛА.

24. Создание цифровых моделей рельефа (ЦМР) по данным ДЗЗ.

25. Технологии получения цифровых моделей рельефа на основе данных ДЗЗ в оптическом и радиолокационном диапазоне, а также воздушного лазерного сканирования.

#### 7. Система оценивания планируемых результатов обучения

Форма контроля	За одну работу		Всего
	Миним. баллов	Макс. баллов	
Текущий контроль:			
- <i>опрос</i>	<i>5 баллов</i>	<i>10 баллов</i>	<i>50 баллов</i>
- <i>участие в дискуссии на семинаре</i>	<i>5 баллов</i>	<i>10 баллов</i>	<i>10 баллов</i>
- <i>подготовка презентации</i>	<i>5 баллов</i>	<i>10 баллов</i>	<i>10 баллов</i>
- <i>самостоятельная работа</i>	<i>5 баллов</i>	<i>10 баллов</i>	<i>10 баллов</i>
Промежуточная аттестация (Тестирование)	<i>10 баллов</i>	<i>20 баллов</i>	<i>20 баллов</i>
ИТОГО	<i>100 баллов</i>		

В качестве критерия оценки знаний аспирантов на зачете выбрана следующая система:

«Зачтено» – выставляется при условии, если аспирант показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Не зачтено» – выставляется при наличии серьезных упущений в процессе изложения учебного материала; в случае отсутствия знаний основных понятий и определений курса или присутствии большого количества ошибок при интерпретации основных определений; если аспирант показывает значительные затруднения при ответе на предложенные основные и дополнительные вопросы; при условии отсутствия ответа на основной и дополнительный вопросы.

#### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 8.1 Основная литература

1. Калашников К.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса: учебное пособие / Калашников К.И., Кыркунова Г.Ф.. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 184 с. — ISBN 978-5-4497-2226-3. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/131640.html> — ЭБС «IPRbooks»;

2. Новые технологии дистанционного зондирования Земли из космоса / В.В. Груздов [и др.]. — Москва: Техносфера, 2019. — 482 с. — ISBN 978-5-94836-502-2. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93363.html> — ЭБС «IPRbooks»;

3. Лимонов А.Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование: учебник для вузов / Лимонов А.Н., Гаврилова Л.А.. — Москва : Академический проект, 2020. — 296 с. — ISBN 978-5-8291-2979-8. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/110099.html>

##### 8.2 Дополнительная литература

1. Трифонова Т.А. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях: учебное пособие для вузов / Трифонова Т.А., Мищенко Н.В.,



Краснощеков А.Н.. — Москва : Академический проект, 2020. — 349 с. — ISBN 978-5-8291-2999-6. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/110100.html> — ЭБС «IPRbooks»;

2. Создание цифровых топографических планов по данным аэрофотосъемки: лабораторный практикум: учебно-методическое пособие / В.В. Мусихин [и др.]. — Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2017. — 109 с. — ISBN 978-5-398-01742-7. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/110390.html> — ЭБС «IPRbooks»;

3. Лозовая С.Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий: практикум. Учебное пособие / Лозовая С.Ю., Лозовой Н.М., Прохоров А.В.. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 168 с. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/28415.html>. — ЭБС «IPRbooks».

### **8.3 Программное обеспечение**

- 1.Windows 10 Pro;
- 2.WinRAR;
- 3.Microsoft Office Professional Plus 2013;
- 4.Microsoft Office Professional Plus 2016;
- 5.Microsoft Visio Professional 2016;
- 6.VisualStudio Professional 2015;
- 7.Adobe Acrobat Pro DC;
- 8.ABBYY FineReader 12;
- 9.ABBYY PDF Transformer+;
10. ABBYY FlexiCapture 11;
11. Программное обеспечение «interTESS»;
12. Справочно-правовая система «Консультант Плюс», версия «Эксперт»;
13. ПО Kaspersky Endpoint Security;
14. «Антиплагиат.ВУЗ» (интернет - версия);
15. «Антиплагиат - интернет».

### **8.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

1. Интернет – ресурс: Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>);
2. Интернет – ресурс: <http://www.iprbookshop.ru/> Электронно-библиотечная система «IPR BOOKS»;
3. Интернет – ресурс: [www.biblioclub.ru/](http://www.biblioclub.ru/) Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»;
4. Интернет – ресурс: <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система Университетская библиотека «Лань»;
5. Интернет – ресурс: <https://cntd.ru> Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации;
6. Интернет – ресурс: <http://www.mnr.gov.ru> Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии (Электронный ресурс);
7. Интернет – ресурс: <http://www.gosnadzor.ru> Официальный сайт Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Электронный ресурс);
8. Интернет – ресурс: <http://www.agiweb.org> Международная библиографическая база данных, охватывающая мировую литературу по геологии и геонаукам;
9. Интернет – ресурс: [www.webofknowledge.com](http://www.webofknowledge.com) – Международная реферативная база данных Web of Science Core Collection;

10. Интернет–ресурс: <http://www.scopus.com> – Международная библиографическая и реферативная база данных «Scopus»;
11. Интернет – ресурс: <http://www.iournalfactor.org> – Сайт Journal Factor;
12. Интернет – ресурс: <http://www.oalib.com> – Сайт Open Access Library (OALib).

## **9. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;

- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

#### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:**

- 1) Библиотечный фонд ФГБОУ ВО «СахГУ»;
- 2) Мультимедийное оборудование для чтения лекций-презентаций;
- 3) Технологическое и компьютерное виртуальное оборудование;
- 4) Пакет прикладных обучающих программ.

## Протокол заседания кафедры

№ ОТ « » 202 г.

## ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

*(Изменения и дополнения в РПД вносятся ежегодно и оформляются в данной форме. Изменения вносятся заменой отдельных листов (старый лист при этом цветным маркером перечеркивается, а новый лист с изменением степлером прикалывается к рабочей программе (хранится на кафедре), в электронной форме РПД должна быть актуализированной всегда, т.е. с внесенными изменениями.)*

При наличии большого количества изменений и поправок, затрудняющих понимание, возникших в связи с изменением нормативной базы ВО и другим причинам, проводится полный пересмотр РПД (т.е. выпускается новая РПД), которая проходит все стадии проверки и утверждения).

В рабочей программе (модуле) дисциплины шифр «Название дисциплины»  
по направлению подготовки (специальности) \_\_\_\_\_  
на 202 /202 учебный год

1. Вносятся следующие изменения:  
(элемент рабочей программы)

1.1 .....;  
1.2 .....;  
...  
1.9 .....

2. Вносятся следующие изменения:  
(элемент рабочей программы)

2.1. ....;  
 2.2. ....;  
 ...  
 2.9. ....

3. Вносятся следующие изменения:  
(элемент рабочей программы)

3.1. ....;  
3.2. ....;  
...  
3.9. ....

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись, расшифровка подписи)

« » 202 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись, расшифровка подписи)