

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета  
академик

\_\_\_\_\_/Д.Ю.Пущаровский/

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Космические методы в поисковой геологии**

Авторы-составители: Дергачев А.Л., Миловский Г.А.

**Уровень высшего образования:**

***Бакалавриат***

**Направление подготовки:**

**05.03.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Геология и полезные ископаемые**

Форма обучения:

***Очная***

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методическим Советом Геологического факультета  
(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва

---

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ № 1674 от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2017.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## **Цель и задачи дисциплины**

**Целью** курса «Космические методы в геологии» является приобретение студентами знаний о применении дистанционных методов зондирования Земли при поисках месторождений металлических полезных ископаемых, алмазов и углеводородного сырья, а также для изучения геологических процессов и оценки изменения экологической обстановки под влиянием антропогенных факторов.

**Задачи** – освоение современных методов дистанционных исследований Земли, овладение навыками прогнозирования месторождений полезных ископаемых и изучения геологических процессов на основе материалов космического зондирования, освоение методики комплексной обработки космических и геолого-геофизических данных для выявления месторождений металлических полезных ископаемых.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – вариативная часть, профессиональный цикл, общепрофессиональные дисциплины по выбору; курс – III, семестр – 6.

### **2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

освоение дисциплин «Общая геология», «Историческая геология», «Структурная геология и геокартирование»; студенты должны иметь навыки полевых исследований и геологоразведочного дела (первая и вторая геологические практики).

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для дисциплин «Геология России», «Геоинформационные системы в геологии», «Металлогения», дисциплин магистерской программы «Геология, геохимия и экономика полезных ископаемых», а также для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

### **3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично),

ПК-6.Б Способность проводить геологические наблюдения и выполнять их документацию на объекте изучения; осуществлять привязку своих наблюдений на местности, составлять схемы, карты, планы, разрезы геологического содержания.

#### **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):**

**Знать:** существующие виды космической съемки и основные характеристики российских и зарубежных средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), важнейшие поисковые признаки и особенности регионального и крупномасштабного прогноза месторождений различных типов, основные методы дешифрирования космических данных.

**Уметь:** проводить комплексную обработку космических и геолого-геофизических данных для выявления месторождений металлических полезных ископаемых и углеводородного сырья, использовать программные средства (Adobe Photoshop, ArcGIS, ENVI и др.) при анализе материалов многозональной космической съемки и построении карт прогноза полезных ископаемых.

**Владеть:** навыками прогнозирования месторождений полезных ископаемых и изучения геологических процессов на основе материалов космического зондирования.

### **4. Формат обучения** – лекционные занятия

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет 2 з.е., в том числе 16 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (13 час. – занятия лекционного типа), 59 академических часов на самостоятельную работу обучающихся, в том числе 3

час.- мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Форма промежуточной аттестации – зачет.

**6. Содержание дисциплины (модуля),** структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

**Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

В курсе «Космические методы в поисковой геологии» рассматриваются основные виды космической съемки, отечественные и зарубежные средства для дистанционных исследований Земли. На конкретных примерах оцениваются возможности дистанционных методов зондирования для прогнозирования и поисках месторождений разных типов полезных ископаемых (цветных, редких, благородных, черных металлов, алмазов и т.д.), а также для целей дешифрирования многолетнемерзлых пород и горного оледенения, космического мониторинга состояния нефтегазопроводов и развития горнорудных объектов, процессов опустынивания и заболачивания земель, изучения почв и других целей.

№ п/п	Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы		Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
			Лекции	Семинарское занятия	
1	Введение. Виды космической съемки	1	1		
2	Российские и зарубежные средства дистанционного зондирования Земли ( ДЗЗ )	3	2		Подготовка к контрольному опросу, 7 час.
3	ДЗЗ при региональном и крупномасштабном прогнозе месторождений благородных и цветных металлов	2	2		Подготовка к контрольному опросу, 7 час.
4	ДЗЗ при региональном и крупномасштабном прогнозе месторождений хрома, алмазов и углеводородного сырья	2	2		Подготовка к контрольному опросу, 7 час.
5	Особенности применения методов ДЗЗ при прогнозе полезных ископаемых в вулканогенных поясах, на щитах и в чехле платформ	1	2		Подготовка к контрольному опросу, 7 час.
6	ДЗЗ при дешифрировании многолетнемерзлых пород и горного оледенения. Космический мониторинг состояния нефтегазопроводов и развития горнорудных объектов	1	1		Подготовка к контрольному опросу, 7 час.
7	Использование ДЗЗ при мониторинге	1	1		Подготовка к кон-

	процессов опустынивания и заболачивания земель, изучении почв, лесной растительности, сельскохозяйственных культур				трольному опросу, 7 час.
8	Роль ДЗЗ в гидрометеорологии, исследовании атмосферных газов, климата, природных и техногенных катастроф	1	1		Подготовка к контрольному опросу, 7 час.
9	Средства и уровни обработки данных ДЗЗ. Перспективы развития методов ДЗЗ.	1	1		Подготовка к контрольному опросу, 7 час.
	Промежуточная аттестация - <u>зачет</u>				3
<b>Итого</b>		<b>72</b>	<b>13</b>		<b>59</b>

### **Содержание разделов дисциплины:**

#### **Введение. Виды космической съемки.**

Строение атмосферы Земли. Фото- и цифровая съемка. Геометрическая и радиометрическая коррекция данных ДЗЗ. Космическая съемка в видимом и ближнем ИК-диапазоне. Гиперспектральная, инфракрасная, радиолокационная и лидарная съемка.

#### **Российские и зарубежные средства дистанционного зондирования Земли ( ДЗЗ )**

**Российские и зарубежные средства дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ):** Российские: «Канопус», «РЕСУРС-П». Зарубежные - «ALOS», «ENVISAT», «LANDSAT-5,7,8», «RADARSAT», «SIR-c/x-SAR», «SPOT», «Terra», «IKONOS», «QuickBird», «TerraSAR-x», «WorldView – 1,2,3,4», «Sentinel-1, 2», «MODIS». Навигационные системы GPS, ГЛОНАСС и Galileo. Нормативно-законодательные документы по применению материалов ДЗЗ.

#### **ДЗЗ при региональном и крупномасштабном прогнозе месторождений благородных и цветных металлов**

Методика космодешифрирования геологического строения, линеаментный анализ тектонического строения: разрывные нарушения, блоковые неоструктурные формы (Прибайкалье, Памир). Дешифрирование вещественного состава горных пород. Региональный (1:1000000–1:100000) и крупномасштабный (1:50000–1:5000 ) прогноз полезных ископаемых средствами ДЗЗ: магма - рудоконтролирующие и рудовмещающие структуры; линейные, дуговые и кольцевые структуры. Дешифрирование материалов крупномасштабных космических съемок для структурно-тектонического анализа золоторудных и полиметаллических месторождений (Джультета - Магаданская область; Сухой Лог - Иркутская область, Безымянное - Новая Земля, месторождения Урала и Яно-Колымского пояса Якутии). Дешифрирование материалов крупномасштабных космических съемок для структурно-тектонического анализа размещения медно-никелевого и молибденового оруденения (Мончегорский и Печенгский рудные районы Мурманской область; Норильский рудный район Таймырского АО, Ямало-Ненецкий АО): структуры сдвига, поворота, зоны разуплотнения; комплексирование космических и геолого-геофизических данных.

#### **ДЗЗ при региональном и крупномасштабном прогнозе месторождений хрома, алмазов и углеводородного сырья.**

Дешифрирование материалов космических съемок для анализа структурно-тектонической позиции месторождений Бушвельдского комплекса (ЮАР), хромитоносных массивов Полярного Урала, Корякии и Чукотки (Сьум-Кеу, Красногорский, Усть-Бельский), кимберлитовых трубок (Золотницкое поле – Архангельская область); выяснения особенностей геологического строения нефтяных и газоконденсатных месторождений (Вуктыл - Коми; Соленинское - Тюменская область; месторождения Красноярского края и Якутии).

**Особенности применения методов ДЗЗ при прогнозе полезных ископаемых в вулкано-генных поясах, на щитах и в чехле платформ (Чукотка, Анабарский щит, Сибирская платформа).**

Дистанционное зондирование акваторий: донные отложения, подводная растительность, оптические свойства океана при оценке его биоресурсов и биохимии, кризисные ситуации в экологии прибрежных зон, возможности радарных и лидарных систем при исследовании рельефа дна, поиски месторождений углеводородов на шельфе (Каспий, Северное море, море Лаптевых, Тихий океан). Рельеф и гидрологический режим речных пойм (Якутия).

#### **ДЗЗ при дешифрировании многолетнемерзлых пород и горного оледенения.**

Использование космических съемок для выявления многолетнемерзлых пород, типов сезонного оттаивания и промерзания пород, полигонально-жилых структур, мерзлотного термокарстового рельефа (Якутия); оценка неблагоприятных последствий мерзлотных процессов (Янсавейское ГКМ - Ямало-Ненецкий АО). Методика дешифрирования горного оледенения (Памир).

#### **Космический мониторинг состояния нефтегазопроводов и развития горнорудных объектов.**

#### **Использование ДЗЗ при мониторинге процессов опустынивания и заболачивания земель, изучении почв, лесной растительности, сельскохозяйственных культур.**

Космическое дешифрирование заболачивания и опустынивания земель, влажность и гранулометрия почв, определение содержания гумуса и железа. Космическая съемка для мониторинга и инвентаризации лесной растительности: методика дешифрирования ареалов преобладающих пород, факторы антропогенной нарушенности лесов, оценка площадей лесных пожаров (Иркутская обл., Красноярский край, Шотландия, Якутия). Растительность межгорных впадин (оз. Алаколь). Роль ДЗЗ в сельском хозяйстве: инвентаризация земель, визуальное и автоматизированное дешифрирование сельскохозяйственных культур (Ферганская долина, подгорные равнины и отроги Туркестанского хребта); вегетационный индекс, диагностика повреждений и засоренности посевов, космический мониторинг условий развития сельскохозяйственных культур, прогнозирование урожая, оценка продуктивности пастбищ. Ландшафты и их антропогенные изменения (Алакольская межгорная впадина, подгорные равнины и отроги Туркестанского и Алайского хребтов).

#### **Роль ДЗЗ в гидрометеорологии, исследовании атмосферных газов, климата, природных и техногенных катастроф.**

Роль ДЗЗ в исследовании атмосферных газов, стратосферного озона (озоноразрушающие вещества, тренд общего содержания озона в северном и южном полушариях по космическим данным, озоновые дыры и возможные причины их возникновения), климатологии (измерения солнечной радиации, мониторинг океана, парниковый эффект, физически и биотически устойчивые области климата Земли), гидрометеорологии (облачность, температура и влажность воздуха, теплообмен на границе океан-атмосфера, скорость приводного ветра, ледяной покров и др.). Требования к средствам ДЗЗ при исследовании природных и техногенных катастроф: наводнения, землетрясения, химическое заражение местности и акваторий, зоны военных конфликтов. ДЗЗ при решении инженерно-геологических задач развития городской инфраструктуры: транспортные потоки, промышленные объекты (Москва, Россия; Бангкок, Таиланд; Эр-Рияд, Саудовская Аравия).

#### **Средства и уровни обработки данных ДЗЗ. Перспективы развития методов ДЗЗ.**

Обзор существующих средств обработки данных ДЗЗ: оптические системы (MSP-4C); интеграция компьютерных систем обработки данных ДЗЗ и ГИС-технологий (ArcGIS, Adobe Photoshop, ENVI, ERDAS), нейронные сети, 3D-моделирование, растровые и векторные форматы. Уровни обработки и стоимость данных ДЗЗ. Перспективы развития методов ДЗЗ.

## **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.**

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы.

***Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:***

1. Строение атмосферы Земли.
2. Физические основы дистанционного зондирования
3. Типы космических систем (по базированию, типу съемки, по назначению).
4. Классификация по спектру съемки-(мультиспектральная, гиперспектральная, инфракрасная, радиолокационная, лидарная). Их основные параметры и назначение.
5. Инфракрасная космическая съемка: спектральные каналы, разрешение на местности, примеры КА.
6. Радарная космическая съемка: цели и условия применения, примеры использования.
7. Лидарная космическая съемка: физические принципы, области применения.
8. ДЗЗ в исследовании атмосферных газов, тренд общего содержания озона и его причины, примеры использования.
9. Структуры, выявляемые средствами ДЗЗ при прогнозировании золоторудных месторождений в вулканогенных поясах.
10. Космическая съемка в видимом и ближнем ИК-диапазоне.
11. Методика и этапы проведения геологического дешифрирования.
12. Визуальные методы дешифрирования космических снимков (возможности, область применения, преимущества и недостатки метода).
13. Компьютерное геологическое дешифрирование данных дистанционного зондирования.
14. Примеры использования ДЗЗ для решения научных, военных, экологических, геологических и других задач.

**7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.**

***Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:***

1. Дистанционное зондирование – определение, цели и задачи метода, история становления метода, области применения для решения геологических задач.
2. Технические средства для проведения дистанционного зондирования Земли (спутники, МКС).
3. Природные условия космической съемки (выбор сезона и времени суток), понятие яркостные характеристики, процедуры улучшения снимков.
4. Информативность снимков (генерализация, обзорность, спектральные характеристики).
5. Нормативно-законодательные документы по применению материалов ДЗЗ.
6. Линеаментный анализ тектонического строения.
7. Прогноз полезных ископаемых средствами ДЗЗ.
8. Инфракрасная космическая съемка: спектральные каналы, разрешение на местности, примеры использования.
9. Дешифрирование материалов крупномасштабных космических съемок для структурно-тектонического анализа золоторудных и полиметаллических месторождений.
10. Дешифрирование материалов космических съемок для анализа структурно-тектонической позиции месторождений.
11. Средства обработки данных ДЗЗ.
12. ДЗЗ при исследовании мерзлотных процессов (термокарст и др.).
13. ДЗЗ при исследовании вещественного состава горных пород.
14. Особенности применения ДЗЗ при поисках месторождений углеводородов на шельфе.
15. Космическая съемка в видимом и ближнем ИК-диапазоне.
16. Особенности применения ДЗЗ при исследовании рудных полей и месторождений в чехле платформ.
17. Использование космических снимков в природоохранной деятельности и рациональном недропользовании.

### Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Незачет»	Зачет
Знания: существующие виды космической съемки и основные характеристики российских и зарубежных средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), важнейшие поисковые признаки и особенности регионального и крупномасштабного прогноза месторождений различных типов, основные методы дешифрирования космических данных.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания
Умения: проводить комплексную обработку космических и геолого-геофизических данных для выявления месторождений металлических полезных ископаемых и углеводородного сырья, использовать программные средства (Adobe Photoshop, ArcGIS, ENVI и др.) при анализе материалов многозональной космической съемки и построении карт прогноза полезных ископаемых	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускаются неточности непринципиального характера
Владения: навыками прогнозирования месторождений полезных ископаемых и изучения геологических процессов на основе материалов космического зондирования.	Навыки прогнозирования месторождений и изучения геологических процессов на основе материалов ДЗЗ отсутствуют	В целом сформированные навыки прогнозирования месторождений и изучения геологических процессов на основе материалов ДЗЗ.

### 8. Ресурсное обеспечение:

#### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

##### - основная литература:

1. Аэрокосмические методы геологического изучения шельфа. Л.: Недра, 1985.  
Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и её применение в геодезии.– М.: Картогеоцентр–Геодезиздат, 1999.
2. ГЛОНАСС: принципы построения и функционирования /Под ред. А.И.Перова, В.Н.Харисова. М.: Радиотехника, 2005.
3. Кац Я.Г., Тевелев А.В., Полетаев А.И. Основы космической геологии: Учеб. пособие. М.: Недра, 1988.
4. Киенко Ю.П. Основы космического природоведения: Учебник для вузов.– М.: Картогеоцентр–Геодезиздат, 1999.
5. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмическое зондирование. Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1997.
6. Космическая информация в геологии. М.: Наука, 1983.
7. Космическая съемка Земли. Справочно-аналитическое издание./Под ред. Ю.А.Подъездкова.- .Радиотехника, 2005.
8. Космогеология СССР. М.: Недра, 1987.
9. Кравцова В.И. Космические методы картографирования. Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1995.
10. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли: Основы и методы дистанционных исследований в геологии. Пер. с нем. – М.: Мир, 1988.



11. Лабутина И.А. Дешифрирование космических снимков: Учеб. пособие для студентов вузов. М.: Аспект Пресс, 2004.
12. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные методы геологических исследований, прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие для вузов / под ред. докт. Геол.-мин. наук, проф. А. А. Поцелуева. – 2-е изд. - Томск, 2012. – 304 с/
13. Смирнов Л. Е. Аэрокосмические методы географических исследований: Учебник. СПб: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2005.
14. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М.: Техносфера, 2010.

**- дополнительная литература:**

1. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984.
2. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и её применение в геодезии.– М.: Картогеоцентр–Геодезиздат, 1999.
3. ГЛОНАСС: принципы построения и функционирования /Под ред. А.И. Перова, В.Н.Харисова. М.: Радиотехника, 2005.

**Б)** Перечень программного обеспечения - пакеты программ Adobe Photoshop, ArcGIS, QGIS, ENVI; Microsoft Office Excel, Microsoft Office Power Point, Adobe Photoshop (при необходимости).

**В)** Материально-техническое обеспечение: - компьютерный класс выходом в Интернет, электронные версии космических снимков масштаба 1:1000000 – 1:25000, карт полезных ископаемых, карт дочетвертичных образований и четвертичных отложений, а также магнитометрических, гравиметрических и топографических карт масштаба 1:1000000 – 1:100000.

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватель** – Миловский Г.А.

**11. Автор (авторы) программы** – Дергачев А.Л., Миловский Г.А.