

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы физики  
и исследований им. Ландау  
А.В. Рогачев**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Физические основы геохимии
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра прикладной геофизики
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 15 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: С.А. Тихоцкий, д-р физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной геофизики 20.07.2023

## Аннотация

В данном курсе приведено исчерпывающее описание аномального геохимического поля и физических и химических явлений, приводящих к его изменению с течением времени.

В курсе рассмотрены первичный и вторичный ореолы рассеяния и потоки рассеяния элементов в земной коре.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

Научить студентов описывать геохимические поля для последующей комплексной интерпретации совместно с геофизическими данными.

#### Задачи дисциплины

Накопить опыт работы с геохимическими полями, научиться описывать эти поля и причины их изменения.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- механизмы и принципы образования первичных и вторичных ореолов рассеяния, действие потоков рассеяния.

уметь:

- применять методы геохимии для комплексной интерпретации геофизических данных при поиске и разведке рудных месторождений. Различать виды ореолов рассеяния элементов в земной коре, описывать их геохимические поля.

владеть:

- основными методами геохимических исследований потенциальных рудных месторождений.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение	1	1		1
2	Первичные и вторичные ореолы рассеяния, миграция элементов	3	3		3
3	Виды рудных месторождений и их ореолы рассеяния	1	1		1
4	Литохимические методы поисков	5	5		5
5	Гидрохимические и Атмохимические методы поисков	5	5		5
Итого часов		15	15		15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

###### 1. Введение

Введение в геохимию и её роль в исследовании минеральных месторождений.  
Основные задачи и принципы геохимических исследований.  
Обзор различных методов и подходов, используемых в геохимических исследованиях.

###### 2. Первичные и вторичные ореолы рассеяния, миграция элементов

Разъяснение понятий первичных и вторичных ореолов рассеяния.  
Понятие Кларка и геохимического поля, понятия миграции, зональности и продуктивности  
Понимание процессов миграции элементов в земной коре и их влияния на формирование ореолов рассеяния.  
Изучение факторов, определяющих размер и характер ореолов рассеяния минералов.  
Смещения и деформации ореолов рассеяния, обработка данных ореолов рассеяния.  
Применимость методов геохимии и их экономические ограничения.

###### 3. Виды рудных месторождений и их ореолы рассеяния

Обзор рудных месторождений различных элементов и их характерные черты.  
Изучение типов ореолов рассеяния, связанных с каждым типом рудных месторождений.  
Примеры реальных месторождений и анализ связанных с ними ореолов рассеяния.

###### 4. Литохимические методы поисков

Применение литохимических методов для определения наличия рудных минералов и поиска месторождений, виды литохимических ореолов рассеяния.

#### 5. Гидрохимические и Атмохимические методы поисков

Применение гидрохимических и атмохимических методов для определения наличия рудных минералов и поиска месторождений, виды литохимических ореолов рассеяния.

### **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.

### **6. Перечень рекомендуемой литературы**

#### Основная литература

Фонд базовой кафедры:

1. В.Г. Ворошилов, Геохимические методы поиска полезных ископаемых
2. Ashoke K. Talapatra, Geochemical Exploration and Modelling of Concealed Mineral Deposits
3. Вострокнутов Г.А., Современные компьютерные технологии геохимического моделирования
4. Гаврусевич Б.А., Основы общей геохимии

#### Дополнительная литература

Фонд базовой кафедры:

1. Китаев Н.А., Многомерный анализ геохимических данных
2. Мейсон Б. Основы геохимии. Недра, 1971.

### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Не используются

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения и понятия, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Прикладные математика и физика  
**профиль подготовки:** Общая и прикладная физика  
Физтех-школа физики и исследований им. Ландау  
кафедра прикладной геофизики  
**курс:** 1  
**квалификация:** магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** С.А. Тихоцкий, д-р физ.-мат. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Физические основы геохимии» обучающийся должен:

### знать:

- механизмы и принципы образования первичных и вторичных ореолов рассеяния, действие потоков рассеяния.

### уметь:

- применять методы геохимии для комплексной интерпретации геофизических данных при поиске и разведке рудных месторождений. Различать виды ореолов рассеяния элементов в земной коре, описывать их геохимические поля.

### владеть:

- основными методами геохимических исследований потенциальных рудных месторождений.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлого занятия.

## 4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов.

1. Что такое контрастность аномалии? Что такое линейная и площадная продуктивности месторождения?
2. Какие типы ореолов рассеяния содержат наиболее объективную информацию о месторождении? Почему?

3. Какие методы геохимического анализа применяются для обработки данных? В чем преимущества факторного анализа? В чем заключается метод главных компонент?
4. Покажите, что использование геохимических полей нескольких элементов позволяет повысить контрастность
5. Приведите законы распространенности атомов химических элементов Ферсмана и Оддо-Гаркинсона.
6. Перечислите основные виды геохимических барьеров.
7. Приведите основные аналитические методы выявления слабых аномалий.
8. Что такое ряд зональности? Приведите пример ряда зональности.
9. Перечислите основные параметры первичного ореола. Дайте определение каждому параметру.
10. Перечислите наиболее распространенные виды вторичных ореолов. Как они возникают?

Примеры контрольных заданий.

1. Экстенсивные и интенсивные факторы миграции, уравнение интенсивности миграции и его геохимическая интерпретация
2. Получите оценку на мощность месторождения используя геохимические поля нескольких элементов.
3. По таблице абсолютной продуктивности для нескольких элементов на разных высотах, определите, какой из них наиболее подвижный.
4. По таблице абсолютной продуктивности для нескольких элементов на разных высотах, определите их ряд зональности.
5. С помощью метода градиентного спуска аппроксимируйте представленные геохимические данные нормальным распределением. Вычислите его геохимические параметры.
6. Получите выражение для линейной продуктивности месторождения при неравномерной сети измерений геохимического поля
7. Опишите влияние геохимических барьеров на миграцию элементов и классифицируйте их.
8. Аналитические методы обработки данных: метод скользящего окна, построение аддитивных и мультипликативных ореолов. Влияние на контрастность аномалии.
9. Получите выражение на склоновый коэффициент аллювия. В чем недостатки такого метода вычисления?
10. Аналитические методы выявления слабых аномалий, ограничения и применимость, влияние на контрастность.

#### Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.



Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Дифференцированный зачёт проводится в устной форме по билетам. В каждом билете представлено два теоретических вопроса. При проведении зачёта обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.