

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

УТВЕРЖДЕНО

Приказом по  
Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

## ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В АСПИРАНТУРУ

*Укрупненная группа научных специальностей: 1.6 Науки о Земле и окружающей среде*

Перечень образовательных программ, на который осуществляется прием:

107-01-00-161-гмн, 107-01-00-162-гмн-бн, 107-01-00-163-гмн, 107-01-00-164-гмн-хн,  
107-01-00-165-гмн, 107-01-00-166-гмн, 107-01-00-167-гмн, 107-01-00-169-гмн-тн-фмн,  
107-01-00-1610-гмн, 107-01-00-1611-гмн-тн, 107-01-00-1621-гмн

Москва, 2026

## 1. Краткое описание программы.

Программа вступительного испытания разработана в соответствии с требованиями действующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) для уровней магистратуры и/или специалитета по направлению подготовки 05.04.01 Геология.

Программа вступительного испытания разработана для проведения конкурсного отбора абитуриентов в рамках укрупненной группы научных специальностей 1.6 Науки о Земле и окружающей среде на геологическом факультете, планирующих обучение по следующим программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее аспирантура):

107-01-00-161-гмн, 107-01-00-162-гмн-бн, 107-01-00-163-гмн, 107-01-00-164-гмн-хн, 107-01-00-165-гмн, 107-01-00-166-гмн, 107-01-00-167-гмн, 107-01-00-169-гмн-тн-фмн, 107-01-00-1610-гмн, 107-01-00-1611-гмн-тн, 107-01-00-1621-гмн.

Вступительное испытание в аспирантуру включает в себя три этапа.

Проведение этапов может быть организовано как в течение одного дня, так и распределено на несколько дней в соответствии с утверждённым графиком.

Срок проведения вступительного испытания определяется правилами приема в аспирантуру.

В программе описаны формы проведения каждого этапа, их содержательное наполнение, список рекомендуемой литературы, а также методика оценивания результатов.

Для допуска к последующему этапу необходимо успешно пройти предыдущий.

Пересдача результатов вступительного испытания не допускается.

## 2. Критерии успешности прохождения этапов и вступительного испытания в целом.

Каждый этап вступительного испытания оценивается в баллах. Максимальное и минимальное количество баллов устанавливается на основании приказа Ректора МГУ и локальных нормативных актов. [Приложение 1](#).

**3. Место проведения вступительного испытания:** 119991, г. Москва, ул. Ленинские горы д.1, Геологический факультет.

## 4. Форма проведения и содержание этапов вступительного испытания.

**Этап «Оценка предметной компетентности в научной области планируемого диссертационного исследования».**

Форма проведения этапа: очно, в виде устного ответа на русском языке.

Содержание этапа: данный этап вступительного испытания предполагает проверку компетенций, необходимых для освоения выбранной образовательной программы. Цель – выявить степень ориентированности абитуриента в выбранном научном направлении.

Абитуриент отвечает на три вопроса билета из перечня тем, представленного в приложениях 2 - 12 к настоящей программе, охватывающих фундаментальные положения и современные проблемы выбранной научной области.

Перечень тем:

| Шифр образовательной программы: | № Приложения                 |
|---------------------------------|------------------------------|
| 107-01-00-161-гмн               | <a href="#">Приложение 2</a> |
| 107-01-00-162-гмн-бн            | <a href="#">Приложение 3</a> |
| 107-01-00-163-гмн               | <a href="#">Приложение 4</a> |
| 107-01-00-164-гмн-хн            | <a href="#">Приложение 5</a> |
| 107-01-00-165-гмн               | <a href="#">Приложение 6</a> |
| 107-01-00-166-гмн               | <a href="#">Приложение 7</a> |

|                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| 107-01-00-167-гмн        | <a href="#">Приложение 8</a>  |
| 107-01-00-169-гмн-тн-фмн | <a href="#">Приложение 9</a>  |
| 107-01-00-1610-гмн       | <a href="#">Приложение 10</a> |
| 107-01-00-1611-гмн-тн    | <a href="#">Приложение 11</a> |
| 107-01-00-1621-гмн       | <a href="#">Приложение 12</a> |

Фонд оценочных средств: [Приложение 13](#).

Соответствие показателей оценивания ответа этапа вступительного испытания в аспирантуру конкурсным баллам: [Приложение 14](#).

**Этап «Оценка уровня готовности к академической и научной коммуникации на иностранном языке».**

Форма проведения этапа: очно в виде устного ответа.

Содержание этапа: данный этап вступительного испытания направлен на комплексную оценку готовности абитуриента к полноценной научной и профессиональной деятельности в международной среде. На данном этапе оцениваются коммуникативно-дискурсивная и презентационная компетенции. Цель – выявить способность абитуриента к ясному и логичному изложению своих научных замыслов, достижений и опыта на иностранном языке, а также вести профессиональный диалог в рамках своей научной сферы.

Перечень тем:

| Шифр образовательной программы:  | № Приложения                  |
|--|-------------------------------|
| 107-01-00-161-гмн, 107-01-00-162-гмн-бн, 107-01-00-163-гмн, 107-01-00-164-гмн-хн, 107-01-00-165-гмн, 107-01-00-166-гмн, 107-01-00-167-гмн, 107-01-00-169-гмн-тн-фмн, 107-01-00-1610-гмн, 107-01-00-1611-гмн-тн, 107-01-00-1621-гмн | <a href="#">Приложение 15</a> |

Фонд оценочных средств: [Приложение 16](#).

**Этап «Оценка уровня готовности к самостоятельной научно-исследовательской деятельности».**

Форма проведения этапа: заочно, на основе текста научной работы, представленной на русском языке.

Содержание этапа: для прохождения данного этапа абитуриент в период проведения этапа «Оценка предметной компетентности в научной области планируемого диссертационного исследования» вступительного испытания представляет на рассмотрение членам комиссии текст научной работы, в котором раскрываются основные задачи и перспективы развития темы будущей диссертационной работы. Цель этапа – выявление ключевых компетенций для подготовки кандидатской диссертации: исследовательские навыки, методологическая грамотность, способность к критическому анализу источников и формулированию научной новизны.

Правила оформления научной работы: [Приложение 17](#), [Приложение 18](#).

Фонд оценочных средств: [Приложение 19](#).

Соответствие показателей оценивания ответа этапа вступительного испытания в аспирантуру конкурсным баллам: [Приложение 20](#).

**5. Индивидуальные достижения.**

При приеме в аспирантуру устанавливается перечень индивидуальных достижений, учитываемых в сумме конкурсных баллов. Перечень и порядок учета индивидуальных достижений определяются на основании приказов Ректора Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и локальных нормативных актов.

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

Устанавливается следующее количество баллов за прохождение вступительного испытания:  
максимальное — 25 баллов, минимальное — 16 баллов.

Максимальное количество баллов за прохождение каждого этапа:

Этап «Оценка предметной компетентности в научной области планируемого  
диссертационного исследования» - 10 баллов;

Этап «Оценка уровня готовности к академической и научной коммуникации на  
иностранном языке» - 5 баллов;

Этап ««Оценка уровня готовности к самостоятельной научно-исследовательской  
деятельности» - 10 баллов.

Минимальное количество баллов за прохождение каждого этапа:

Этап «Оценка предметной компетентности в научной области планируемого  
диссертационного исследования» - 7 баллов;

Этап «Оценка уровня готовности к академической и научной коммуникации на  
иностранном языке» - 3 балла;

Этап «Оценка уровня готовности к самостоятельной научно-исследовательской  
деятельности» - 6 баллов.

В соответствии с правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования –  
программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре МГУ имени М.В. Ломоносова в  
2026 году, утвержденных приказом Ректора от 19 января 2026 года № 48, приказом по геологическому факультету  
от 20 января 2026 №1.

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

### **107-01-00-161-гмн «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика»**

**Земля, ее внутреннее строение и геофизические поля. Вещественный состав земной коры.** Строение Земли. Фигура Земли, геод. Геофизические поля. Оболочки Земли и их строение. Земная кора, литосфера и астеносфера, строение верхней мантии и ее состав, граница внешнего ядра и мантии, строение ядра. Вещественный состав земной коры. Принципы классификации минералов. Главнейшие порообразующие минералы. Магматические (интрузивные и эффузивные), осадочные горные породы, метаморфические горные породы. Импациты. Земная кора. Рельеф земной поверхности, как отражение строения земной коры. Континенты и океаны. Типы земной коры: континентальный (материковый), океанический, субконтинентальный, субокеанический. Граница Мохо. Возраст земной коры. Геологическая хронология. Абсолютная и относительная геохронология.

#### **Экзогенные геологические процессы.**

Процессы выветривания. Геологическая деятельность ветра. Влияние климата и растительности на интенсивность работы ветра. Эоловые процессы. Геологическая деятельность поверхностных текучих вод, формирование речных террас и их типы; строение аллювия, пролювий, сели, конусы выноса. Геологическая деятельность подземных вод. Типы подземных вод. Верховодка, грунтовые безнапорные воды, напорные (артезианские) межпластовые воды. Происхождение подземных вод и формы их питания. Движения подземных вод в пористых, трещинных и трещинно-карстовых горных породах. Карстовые процессы. Условия возникновения и развития карста, его типы. Геологическая деятельность ледников. Типы и режим ледников. Разрушительная работа ледников (экзарация) и аккумулятивная деятельность. Перигляциальные зоны и их строение. Оледенения в истории Земли и причины их возникновения. Геологические процессы в мерзлой зоне литосферы (криолитозоне). Основные понятия о мерзлых горных породах. Распространение многолетнемерзлых пород на территории России и в мире. Понятие о морозных породах. Типы подземных льдов. Криогенные формы рельефа. Хозяйственная деятельность в криолитозоне. Гравитационные процессы на склонах. Оползни. Морфология оползневых тел, причины возникновения. Геологическая роль и деятельность озер и болот. Осадки озер. Общие сведения о болотах. Образование торфа и последующая его углефикация. Угольные месторождения различного происхождения. Геологическая деятельность океанов и морей. Срединно-океанические хребты, рифты, подводные горы. Атлантический и Тихоокеанский типы рельефа континентальных окраин. Давление, температура, плотность, соленость, химический и газовый состав вод океанов и морей. Движение вод Мирового океана и его причины, основные течения. Силы Кориолиса, их значение. Органический мир морей и океанов: нектон, планктон, бентос. Трансгрессия, регрессия и ингрессия моря. Эвстатические колебания уровня океанов и их причины. Осадконакопление в морях и океанах: биогенное, терригенное, хемогенное, вулканогенное. Зависимость осадконакопления от циркумконтинентальной зональности. Формирование современных рудных залежей в океанах, "Черные курильщики". Диагенез осадков. Превращение осадков в осадочные горные породы. Понятие о диагенезе, метагенезе, катагенезе.

#### **Эндогенные геологические процессы. Землетрясения.**

Тектонические движения земной коры и тектонические деформации (нарушения) горных пород. Типы тектонических движений земной коры и ее напряженное состояние. Вертикальные и горизонтальные движения земной коры. Современные колебательные движения земной коры и методы их изучения. Изостазия. Слой и слоистость. Тектонические движения геологического прошлого и методы их установления. Типы несогласий и их выражение в разрезе. Горизонтальное и моноклинальное залегание горных пород. Элементы залегания слоев. Горный компас и его применение, понятие о GPS. Складчатые нарушения горных пород. Элементы складки. Типы и форма складок в плане. Типы складчатости - полная, прерывистая, промежуточная, их связь с определенными структурными зонами земной коры и происхождение. Разрывные нарушения горных пород. Разрывные нарушения без смещения - трещины. Разрывные нарушения со смещением. Геометрические и генетические классификации разрывных нарушений и их элементы. Землетрясения, сейсмичность. Понятие о гипоцентре и эпицентре землетрясения. Глубины очагов землетрясений. Интенсивность землетрясений, шкалы для оценки интенсивности землетрясений в баллах. Магнитуда, энергия и энергетический класс землетрясений. Частота землетрясений, закон Гуттенберга-Рихтера. Геологическая позиция землетрясений. Проблема прогноза землетрясений.

Магматизм. Понятие о магме и превращение ее в горную породу. Эффузивный магматизм - вулканизм. Вулканы и их деятельность. Продукты извержения вулканов: газообразные, жидкие, твердые. Типы извержений. Геологический и тектонический контроль распространения современного вулканизма. Интрузивный магматизм. Типы интрузивов. Согласные и несогласные интрузии. Строение интрузивов и проблема пространства.

Метаморфизм. Основные факторы метаморфизма. Основные параметры и типы метаморфизма. Роль флюидов при контактовом метаморфизме. Метасоматоз и метасоматиты. Динамометаморфизм. Автометаморфизм. Региональный метаморфизм. Ультраметаморфизм. Фации регионального метаморфизма. Импактный (ударный) метаморфизм.

## **Геология России.**

### **Восточно-Европейская платформа**

Границы платформы. Соотношение фундамента и чехла. Рельеф поверхности фундамента. Основные структурные элементы: Балтийский и Украинский щиты, Русская плита. Авлакогены, антеклизы, синеклизы, перикратонные прогибы, своды, валы, флексуры, зоны соляных куполов. Фундамент платформы. Архей и нижний протерозой щитов и Воронежской антеклизы. Метаморфические и магматические образования, характерные структуры. Строение фундамента Русской плиты по данным геофизики и бурения. Размещение интрузивов.

Тимано-Печорская и Баренцевоморская провинции. Особенности строения фундамента.

Платформенный чехол (вместе с Тимано-Печоро-Баренцевоморской областью). Основные комплексы отложений и соответствующие им этапы развития: рифейско-ранневендский, поздневендско-раннекембрийский, среднекембрийско-раннедевонский, среднедевонско-пермский, мезозойский, кайнозойский.

Полезные ископаемые, их геологическая позиция

### **Урало-Монгольский складчатый пояс**

Общая характеристика, границы и тектоническое районирование пояса.

Складчатая область Урала. Тектоническая зональность. «Миогеосинклиальная» и «эвгеосинклиальная» мегазоны, составляющие их структуры. Предуральский краевой прогиб. Тектоническое районирование и строение Восточной мегазоны. Основные комплексы отложений, вулканизм, гранитизация; комплексы океанической литосферы и аккреционные комплексы, островодужные зоны. Этапы тектонической истории Урала и его палеотектонические реконструкции. Полезные ископаемые Урала, их геологическое положение.

Палеозойская складчатая область Казахского нагорья. Тектоническое районирование. Каледониды и герциниды, их районирование, офиолитовые швы, островодужные комплексы, докембрийские массивы. Девонский и позднепалеозойский вулcano-плутонические пояса. Стратиграфия и магматизм каледонид, герцинид, магматических поясов. Мезозой и кайнозой Казахского нагорья. Тектоническая история палеозойского Центрального Казахстана. Полезные ископаемые Казахского нагорья, их геологическая приуроченность.

Палеозойская складчатая область Тянь-Шаня. Тектоническая зональность. Каледониды Северного Тянь-Шаня, герцинские системы Южного Тянь-Шаня. Основные структуры. Стратиграфия докембрия, палеозоя, магматизм, тектоника. Тектоническая история Тянь-Шаня. Мезозой и кайнозой Тянь-Шаня. Неотектоника и современное горообразование. Полезные ископаемые Тянь-Шаня, их геологическая позиция.

Туранская эпипалеозойская плита. Отличия северной и южной частей (последняя принадлежит поясу Тетис). Основные структурные элементы и районирование фундамента. Строение чехла. Полезные ископаемые.

Алтае-Саянская палеозойская складчатая область. Тектоническое районирование. Докембрийские блоки, салаириды, каледониды и герциниды. Стратиграфия Алтае-Саянской области (по зонам). Полезные ископаемые и их геологическая позиция.

Забайкальская складчатая область. Докембрийские и палеозойские складчатые зоны (стратиграфия, магматизм, тектоника). Тектоническая история складчатой области. Кайнозойский этап развития. Байкальская рифтовая зона. Полезные ископаемые.

Складчатая область Таймыра и Северной Земли. Тектоническая позиция, зональность. Стратиграфия, магматизм, тектоника. Полезные ископаемые.

Западно-Сибирская эпипалеозойская плита и Южно-Карский бассейн. Фундамент, связь со структурами Урала, Казахстана, Алтая, Саян. Триасовые и нижнеюрские образования грабенов и прогибов. Среднеюрско-кайнозойский комплекс чехла. Структуры чехла. Полезные ископаемые.

### **Средиземноморский складчатый пояс (пояс Тетис)**

Общая характеристика, границы и тектоническое районирование. Эпипалеозойские плиты. Складчатые сооружения, докембрийские массивы, внутренние и краевые прогибы, впадины с океанической и субокеанической корой.

Скифская эпипалеозойская плита. Строение фундамента и чехла в пределах Равнинного Крыма и Предкавказья. Основные структурные элементы чехла. Полезные ископаемые.

Складчатая область Восточных Карпат. Главные структурные элементы. Докембрий и палеозой Мармарошского массива. Триас, юра, мел и палеоген складчатого сооружения. Неоген Предкарпатского краевого прогиба и Закарпатских межгорных впадин. Неогеновый вулканизм. Тектоническая история Карпат. Полезные ископаемые.

Складчатое сооружение Горного Крыма. Тектоническое районирование. Стратиграфия. Основные этапы геологического развития. Полезные ископаемые.

Складчатая область Кавказа. Тектоническое районирование. Верхний докембрий и палеозой, мезозой и кайнозой Кавказа. Эпохи магматизма и вулканические пояса. Севанская офиолитовая зона. Состав и структурная позиция кайнозойских вулканитов. Неотектоника Кавказа. Тектоническая история Кавказского региона. Полезные ископаемые.

Складчатая область Копетдага. Основные структурные элементы. Мезозойские и кайнозойские отложения. Тектоническая история. Полезные ископаемые.

Складчатая область Памира и Таджикская впадина. Основные особенности их геологического строения и стратиграфии. Полезные ископаемые.

### **Сибирская платформа**

Границы платформы. Основные структурные элементы.

Фундамент платформы. Алдано-Становой, Анабарский и Приенисейский (Восточно-Саянский) щиты. Районирование щитов. Архей и нижний протерозой платформы. Особенности метаморфизма, магматизма, структуры.

Чехол платформы. Рифей и рифейские авлакогены, венд-нижний палеозой, поздний палеозой, триас, юра-мел, кайнозой. Девонская рифтовая система. Пермо-триасовые траппы. Кимберлитовый магматизм. История формирования чехла, особенности палеогеографии. Попигайская астроблема.

Полезные ископаемые Сибирской платформы.

Черты сходства и отличия в строении и развитии Восточно-Европейской и Сибирской платформы

### **Тихоокеанский складчатый пояс**

Общая характеристика и тектоническое районирование. Современные складчатые области и их геодинамика. Строение зон перехода к Тихому океану.

Монголо-Охотская складчатая область. Связь с Урало-Монгольским и Тихоокеанским поясами. Тектонические элементы. Основные стратиграфические комплексы, магматизм. Своеобразие мезозойского этапа развития. Полезные ископаемые.

Верхояно-Чукотская складчатая область. Главные структурные элементы, тектоническое районирование и основные сuture. Докембрийские массивы. Палеозойские и мезозойские складчатые комплексы. Офиолитовые зоны, вулканические пояса, особенности магматизма. Тектоническая история региона. Полезные ископаемые.

Кайнозойская история Верхояно-Чукотской области. Момская рифтовая система и динамика ее формирования. Евразийский бассейн Арктического океана. Спрединг-зона хребта Гаккеля и ее возможное продолжение на континенте.

Охотско-Чукотский вулканический пояс. Тектоническое положение, зональность. Вулканизм внешней и внутренней зон, комагматичный плутонизм. Металлогения.

Сихотэ-Алиньская складчатая область. Главные тектонические элементы. Тектоническое районирование и стратиграфия. Тектоническая история. Восточно-Сихотэ-Алиньский вулканический пояс, сравнение с другими вулканическими поясами. Магматизм. Кайнозойская история. Полезные ископаемые.

Складчатые сооружения Сахалина. Основные структурные элементы, их выражение в рельефе и тектонические границы. Стратиграфия и магматизм. Тектоническая история, неотектоника. Полезные ископаемые.

Корякская складчатая область. Тектоническое положение. Тектоника террейнов. Роль офиолитовых и островодужных комплексов. Олюторская зона. Полезные ископаемые.

Камчатское складчатое сооружение. Тектоническое районирование. Основные террейны. История формирования складчатого комплекса. Неотектоника и современный вулканизм. Полезные ископаемые.

Курильская и Командоро-Алеутская островные дуги, глубоководные желоба, впадины Охотского и Берингова морей. Тектоническое положение, глубинное строение, зоны субдукции, стратиграфия, современный вулканизм Курил. Проблема происхождения и развития структур переходной области континент-океан.

### **Общие вопросы геотектоники**

Предмет геотектоники. Геотектоника как наука о строении, движениях и деформациях литосферы, о ее развитии в связи с эволюцией Земли в целом. Актуализм в геотектонике. Основные направления геотектоники.

Этапы развития геотектоники. Становление тектонических представлений (от Стенона до Ломоносова и Геттона). Изучение тектонических нарушений (конец XVIII - середина XIX века). От первых представлений о геосинклиналях к учению о происхождении и эволюции земной коры. Современный этап: тектоника литосферных плит и глобальная геодинамика.

## **Общие представления о тектоносфере**

Тектоносфера и ее границы. Источники сведений о составе и строении тектоносферы. Сверхглубокое бурение на континентах, глубоководное бурение в океанах. Выходы глубинных пород на поверхность, значение офиолитов. Изучение магматических образований и ксенолитов разной глубинности. Геофизические методы и их новые возможности.

Земная кора континентальная и океаническая, их строение и способы сочленения на пассивных и активных континентальных окраинах. Природа поверхности Мохоровичича. Верхняя и нижняя мантия, переходная зона, данные сейсмической томографии об их вертикальных и горизонтальных неоднородностях, а также о рельефе поверхности ядра.

Литосфера и астеносфера, их взаимодействие и его значение для геотектоники. Изостазия. Сочленение континентальной и океанической литосферы: пассивное и активное. Реология литосферы. Слои пониженных сейсмических скоростей и высокой электропроводности в литосфере, представление об ее тектонической расслоенности.

Вероятные глубинные и внешние источники энергии тектонических процессов. Конвекция в мантии Земли: основные модели и геофизические данные.

Основные положения тектонофизики. Представления о литосфере как механически неоднородной среде. Прочность горных пород. Условия релаксации и ползучести, хрупкого и вязкого разрушения горных пород. Особенности их деформации при разных P-T условиях. Пластичные деформации и течение горных пород при тектогенезе. Условия отрыва и скалывания.

## **Методы изучения тектонических движений**

Современные тектонические движения, вертикальные и горизонтальные. Методы их изучения, в том числе методы космической геодезии. Изучение современного напряженного состояния земной коры, сейсмогенные движения и решение фокальных механизмов землетрясений.

Методы изучения движений геологического прошлого. Анализ фаций и мощностей, в том числе применительно к горизонтальным движениям по сдвигам и шарьяжам. Объемный метод. Анализ перерывов и несогласий. Палеомагнитные методы, основанные на определении ориентировки векторов остаточной намагниченности и на изучении линейных аномалий океанского дна. Специфика изучения новейших (неотектонических) движений, структурно-геоморфологический анализ.

## **Современные тектонические обстановки**

Неравномерность распределения современной тектонической активности, фрактальность литосферы, ее деление на плиты и микроплиты. Границы литосферных плит: дивергентные (рифтогенные) и конвергентные (субдукционные, коллизионные), границы по трансформным разломам. Тройные сочленения границ, их виды. Главные геодинамические обстановки на границах литосферных плит, внутриплитные обстановки континентов и океанов.

Рифтогенез. Рифты как структурная и геодинамическая категория. Единая глобальная система континентальных и океанических рифтовых зон, а также рифты, развивающиеся вне этой системы. Характерный рельеф, тектоническая структура, магматизм, вертикальные и горизонтальные движения, сейсмичность. Распределение теплового потока. Глубинные корни рифтов по геофизическим данным. Главные механизмы рифтогенеза, их соотношение и роль в развитии континентальных и океанических рифтов. Деструкция континентальной коры и спрединг океанической коры в ходе рифтогенеза. Сегментация зон спрединга и трансформные разломы. Продольное разрастание и перескоки осей спрединга. Линейные магнитные аномалии и определение скорости спрединга, сопоставление низко- и высокоскоростных зон спрединга. Эволюционный ряд рифтогенных структур. Активный и пассивный рифтогенез.

Субдукция. Закономерности глобального размещения зон субдукции, их тектонические типы. Проявление в рельефе: системы глубоководных желобов, островных дуг и задуговых бассейнов, а также системы глубоководных желобов и активных континентальных окраин. Геофизическое

выражение зон субдукции по данным сейсмических методов, гравиметрии, магнитометрии, МТЗ, геотермии. Сейсмофокальные зоны Бенъофа, их строение, напряжения в очагах; параметры, определяющие глубинность, угол наклона и профиль зон Бенъофа. Магматизм зон субдукции, вулcano-плутонические пояса, закономерности их строения и размещения. Кинематика и основные тектонические режимы субдукции: аккреционный и эрозионный.

Обдукция океанической литосферы на континентальные окраины. Вероятные причины и недавние проявления обдукции.

Коллизия. Условия, ведущие к коллизии континентальных единиц литосферы. Рельеф, структура, движения, вулканизм, глубинная характеристика зон коллизии, основные примеры. Проявление тектонической расслоенности литосферы при формировании коллизионных горных сооружений.

Внутриплитная активность. Современная внутриплитная тектоно-магматическая активность на континентах и в океанах. Режим вертикальных движений континентальной коры, ее разломы, планетарная трещиноватость, линеаменты, кольцевые структуры.

«Горячие точки» континентов и океанов, мантийные плюмы как их глубинные корни, формирование океанических асейсмичных хребтов. Горизонтальное смещение «горячих точек». Тектонический эффект заложения рифтовых зон, проходящих через «горячие точки». Траппы, базальтовые плато континентов и океанов (LIP) как выражение более обширных плюмов мантии. «Подводные горы» и гайоты, области их формирования и последующее перемещение в пределах океанов.

### **Строение и происхождение главных структурных элементов литосферы**

Принципы восстановления тектонических обстановок прошлого на основе актуализма. Главные структурные единицы литосферы, их размещение и сочленение в пределах современных литосферных плит.

Внутренние области океанов. Срединно-океанические хребты и абиссальные равнины, закономерное нарастание мощности и средней плотности океанической литосферы, ее охлаждение и изостатическое погружение с увеличением возраста. Изменение мощности и стратиграфического объема первого (осадочного) слоя коры по мере удаления от оси спрединга. Главные системы трансформных разломов. Внутриплитные возвышенности и хребты, формирование структур, связанных с активностью горячих точек. Микроконтиненты. Происхождение больших и малых бассейнов океанического типа.

Области перехода континент — океан. Пассивные континентальные окраины рифтогенного происхождения: невулканические и вулканические. Их строение и развитие, характерные осадочные и магматические формации. Окраины трансформного происхождения. Активные континентальные окраины и островные дуги как выражение зон субдукции, свойственные им формации и структуры. Задуговые бассейны (краевые или окраинные моря) и разные геодинамические условия их формирования. Междуговые бассейны и их происхождение.

Складчатые пояса континентов. Размещение и возраст складчатых поясов. История представлений об их происхождении, геосинклиальная концепция стадийно-циклического развития. Актуалистическая трактовка, основанная на выделении комплексов, формировавшихся в разных геодинамических обстановках, а впоследствии включенных в складчатое сооружение. Концепция террейнов. Офиолиты как реликты древней океанической литосферы, строение и генетические типы офиолитовых комплексов. Геодинамические комплексы островных дуг и окраинных морей, комплексы активных и пассивных континентальных окраин и древние микроконтиненты в структуре складчатых областей.

Межконтинентальные и окраинно-материковые складчатые горные пояса (орогены), их сравнение. Моно- и дивергентная складчатая структура, зональность. Антиклинории и синклинории, тектонические покровы, и их деформация, антиформы и синформы. Межгорные

и передовые прогибы, их осадочные формации. Магматизм и региональный метаморфизм коллизионных орогенов.

Структурный план и структурный рисунок складчатых поясов. Скучивания (синтаксисы) и виргации, складчатые дуги (ороклинали) и сигмоиды. Региональные сдвиги и их структурное выражение. Эшелонированные системы складок.

Континентальные платформы (кратоны). Фундамент и чехол, их соотношение. Главные структурные элементы: щиты, плиты, перикратонные прогибы, антеклизы, синеклизы, авлакогены, валы. Осадочные формации чехла и магматизм. Стадии развития платформ и эволюция их структурного плана. Обособление современных платформ в ходе последовательного распада Пангеи и ее частей, отражение этих событий в строении и составе чехла.

### **Разломы и складчатость**

Региональные разломы, их глубинность, возможность унаследованного развития. Шовные зоны (сутуры), их строение и происхождение.

Морфологические и кинематические типы складчатости. Геологические обстановки формирования складчатости общего сжатия. Складки присдвиговые, присбросовые и надразломные. Гравитационная складчатость. Соляные и глиняные диапиры. Вулкано-тектонические структуры. Гранито-гнейсовые купола. Соскладчатые разрывы. Тектониты, тектонические меланжи. Развитие складчато-разрывной структуры во времени. Фазы и эпохи складчатости. Миграция складкообразования. Наложение складчатостей разного плана.

Основные этапы развития земной коры. Пангея Вегенера и ее распад, суперконтинентальные циклы. Глубинные механизмы тектонических процессов и поддерживающие их источники энергии, конвекция в мантии Земли. Ротационный и космический факторы в геотектонике.

Принципы тектонического районирования и тектонические карты. Районирование по возрасту главной складчатости, по типам развития, по геодинамическим обстановкам. Выделение структурных этажей, структурно-формационных зон и террейнов. Формации как индикаторы геодинамических обстановок. Обзорные и региональные тектонические карты. Палеотектонические карты, их типы. Карты современных и новейших движений сейсмологические и другие специальные тектонические карты.

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **ОСНОВНАЯ**

Аплонов С.В. Геодинамика. СПб.: Изд-во СПбУ, 2001.

Короновский Н.В. Геология России и сопредельных территорий. - М.: Изд-во Academy, 2011. – 332 с.

Короновский Н.В. Общая геология. М.: ИНФРА-М. 2017. 474 с.

Короновский Н.В., Брянцева Г.В. Общая геология в рисунках и фотографиях/ Учебно-методическое пособие. 2-е изд. М.: ГЕОКАРТ-ГЕОС. 2013. 398 с.

Милановский Е.Е. Геология России и ближнего зарубежья (северной Евразии): Учебник. М.: Изд-во МГУ, 1996. – 448 с.

Милановский Е.Е. Геология СССР. - М.: Изд-во МГУ. - ч.1. - 1987. – 416 с; - ч. 2. – 1989. – 271 с.; ч. 3. – 1991. -272 с.

Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов. М.: Научный мир, 2001.

Хаин В.Е., Короновский Н.В. Планета Земля от ядра до ионосферы. М.: КДУ, 2007.

Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. М.: КДУ, 2005.

#### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**

Борукаев Ч.Б. Словарь-справочник по современной тектонической терминологии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999.

Гаврилов В.П. Геодинамика. М.: МАКС Пресс, 2007.

- Геологическая карта России и прилегающих акваторий. М-б: 1:2500000. /Под ред. А.Ф. Морозова, О.В. Петрова, С.И. Стрельникова, В.Л. Иванова, В.Д. Каминского, Ю.Е. Погребницкого/. – М, 2004.
- Геологическая карта СССР и прилегающих акваторий. М-б: 1:2500000. /Под ред. Д.В. Наливкина/. - Изд. ГУГК, 1983.
- Гончаров М.А., Талицкий В.Г., Фролова Н.С. Введение в тектонофизику. М.: КДУ, 2005.
- Дубинин Е.П., Ушаков С.А. Океанический рифтогенез. М.: ГЕОС, 2001.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И. Палеогеодинамика. М., Наука, 1993.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР (в двух книгах). М.: Недра, 1990.
- Кеннетт Дж.П. Морская геология (в двух книгах). М.: Мир, 1987.
- Кокс А., Харт Р. Тектоника плит. М.: Мир, 1989.
- Ле Пишон К., Франшто Ж., Боннин Ж. Тектоника плит. М.: Мир, 1977.
- Лобковский Л.И., Никишин А.М., Хаин В.Е. Современные проблемы геотектоники и геодинамики. М.: Научный мир, 2004.
- Миясиро А., Аки К., Шенгер А. Орогенез. М.: Мир, 1985.
- Николаев Н.И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. М.: Недра, 1988.
- Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Развитие Земли. М.: Изд-во МГУ, 2002.
- Фундаментальные проблемы общей геотектоники / Ред. Ю.М. Пушаровский, М.: Научный мир, 2001.

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

### 107-01-00-162-гmn-бн «Палеонтология и стратиграфия»

#### **Общие вопросы палеонтологии.**

Палеонтология, ее предмет и объекты. Палеонтологическая летопись и ее типы. Основные методы изучения ископаемых, включая математические методы в палеонтологии. История палеонтологии и основные этапы ее развития. Основные разделы палеонтологии: палеозоология беспозвоночных и позвоночных животных, палеоботаника, микропалеонтология, бактериальная палеонтология, палеоэкология, тафономия, палеобиогеография и др.

#### **Палеонтология: Систематика, таксономия и номенклатура.**

Биологическая систематика как наука о разнообразии органического мира, процесс исследования и описания разнообразия. Единицы системы – таксоны, таксономия как раздел систематики, разрабатывающий принципы и критерии выделения таксонов. Биологическая номенклатура как система научных названий таксонов. Таксономическая иерархия. «Естественные», «искусственные» и «формальные» классификации. Номенклатурные кодексы: Международный зоологический кодекс и Международный кодекс водорослей, грибов и растений. Их основные нормы и правила. Таксономические категории среди животных, растений и бактерий, правила и традиции образования названий таксонов различного ранга. Понятия о номенклатурных типах как носителях названий таксонов. Таксономическая свобода и стабильность номенклатуры. Омонимия и синонимия таксономических названий.

Главные особенности морфологии, систематики и филогении основных групп растений и животных. Деление на царства.

Прокариоты. Строматолиты и онколиты. Грибы.

Эвкариоты. Протисты как одноклеточные эвкариоты. Царство *Phyta* (*Plantae*). Растения. Общая характеристика, деление на подцарства. Подцарство *Thallophyta*. Низшие растения или водоросли. Основные признаки. Отделы: *Rhodophyta* (Красные водоросли), *Vacillariophyta* (Диатомовые водоросли), *Chrysophyta* (Золотистые водоросли, включая известковый наннопланктон), *Dinophyta* (Динофитовые водоросли), *Phaeophyta* (Бурые водоросли), *Chlorophyta* (Зеленые водоросли), *Charophyta* (Харовые водоросли). Характеристика отделов, значение для стратиграфии и палеобиогеографии, пороодообразование. Проблематики. Группа *Acritarcha* (Акритархи).

Высшие растения. Признаки отличия высших растений от низших. Надотдел *Sporophyta*. Споровые растения (исключая моховидных). Отделы: *Rhyniophyta* (Риниофиты), *Lycoperidophyta* (Плауновидные), *Equisetophyta* или *ArthropHYta* (Хвощевидные или Членистостебельные), *Polypodiophyta* и *Archaeopteridophyta*. Общая характеристика. Заселение суши высшими растениями. Геологическая история, стратиграфическое значение. Надотдел *Spermatophyta*. Семенные растения. Группа отделов *Gymnospermae* (голосеменные). Общая характеристика. Отделы *Lyginopteridophyta* (Лигиоптеридофиты или «семенные папоротники»), *Ginkgophyta* (Гинкгофиты), *Gymnospermae* (Цикадофиты), *Pinophyta* (Пинофиты, включая классы *Cordaitopsida* (Кордаитовые) и *Pinopsida* (Хвойные)). Общая характеристика. Геологическая история, стратиграфическое значение. Группа отделов *Angiospermae*

(покрытосеменные). Отдел Magnoliophyta (Магнолиофиты или цветковые). Классы Magnoliopsida (МагнолиоПСиды) и Liliopsida (ЛилиоПСиды). Основные признаки, время и место появления. Основные гипотезы о происхождении цветковых растений. Геологическая история, стратиграфическое значение.

Хордовые животные. Подтипы: Бесчерепные, Оболочники, Конодонт хордаты, Позвоночные. Общая характеристика, ископаемые и современные представители. Схема строения систем органов позвоночных животных. Закладка основных органов и тканей, зародышевые оболочки. Геологическая история. Инфратип Бесчелюстные. Общая характеристика инфратипа Бесчелюстные. Принципы классификации. Одноноздревые. Общая характеристика. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Геологическая история. Парноноздревые. Общая характеристика. Принципы классификации. Представители. Образ жизни. Геологическая история.

Челюстноротые позвоночные животные. Рыбы. Принципы классификации. Геологическая история. Надкласс Рыбы. Общая характеристика. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Геологическая история. Класс Панцирные рыбы. Общая характеристика. Принципы классификации. Представители. Образ жизни. Геологическая история. Класс Акантоды. Общая характеристика. Представители. Образ жизни. Геологическая история. Класс Хрящевые рыбы. Общая характеристика. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Геологическая история. Класс Костные рыбы. Общая характеристика. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Геологическая история. Подкласс Двоякодышащие. Общая характеристика. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Геологическая история. Подкласс Кистеперые. Общая характеристика. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. История открытия современного представителя. Образ жизни. Геологическая история. Подкласс Лучеперые. Общая характеристика. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Геологическая история.

Тетраподы. Теория происхождения парных конечностей. Теории выхода на сушу. Конечности парные и непарные. Теория происхождения поясов конечностей и конечностей. Теории выхода на сушу. Надкласс Тетраподы. Общая характеристика. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Геологическая история. Амфибии. Общая характеристика. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Геологическая история. Причины выхода на сушу. Batrachomorpha. Общая характеристика, принципы систематики, геологическое и географическое распространение. Основные группы: систематически значимые признаки, образ жизни. Происхождение современных амфибий. Lepospondyli. Общая характеристика. Основные систематически значимые признаки. Основные представители. Образ жизни. Геологическое и географическое распространение. Parareptilia. Общая характеристика. Основные систематически значимые признаки. Основные представители. Образ жизни: проблема палеоэкологии парейазавров и способы ее решения. Геологическое и географическое распространение. Amniota. Происхождение. Общая характеристика. Разделение на синапсид (Synapsida) и рептилий (Reptilia). Synapsida. Общая характеристика, особенности строения и основные систематически значимые признаки. Систематика. Образ жизни. Геологическое и географическое распространение. Ключевые адаптации, предшествующие возникновению млекопитающих. Reptilia. Общая характеристика, особенности строения и основные систематически значимые признаки. Древнейшие группы рептилий. Их систематика. Образ жизни. Геологическое и географическое распространение. Возникновение, радиация и основные группы неодиапсид. Происхождение черепов. Особенности строения черепов. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Lepidosauria. Происхождение и

систематика. Причины эволюционного успеха лепидозавров. Образ жизни, геологическое и географическое распространение. Клювоголовые. Ящерицы. Змеи. Ископаемые и современные представители. Птицы. Общая характеристика класса. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Геологическая история. Деление на подклассы. Млекопитающие. Общая характеристика класса. Первые млекопитающие. Принципы классификации. Образ жизни. Геологическая история. Деление на подклассы. Подкласс Однопроходные. Общая характеристика. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Геологическая история. Подкласс Сумчатые. Общая характеристика. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Геологическая история. Подкласс Плацентарные. Общая характеристика. Принципы классификации. Ископаемые и современные представители. Образ жизни. Геологическая история.

Беспозвоночные животные. Простейшие. Подцарство Protozoa. Основные особенности строения. Типы простейших и их взаимоотношения (жгутиковые, ресничные, саркодовые, споровики, акантари). Тип Sarcodina. Саркодовые. Класс Foraminifera (фораминиферы). Основные отряды фораминифер: Astrorhizida, Ammodiscida, Textulariida, Fusulinida, Miliolida, Lagenida, Globigerinida, Nummulitida. Общая характеристика, геологическая история, стратиграфическое значение. Класс Radiolaria (радиолярии). Строение и состав скелета. Образ жизни, геологическая история, стратиграфическое значение. Тип Ciliophora. Ресничные. Ископаемые тинтиниды.

Подцарство Metazoa. Многоклеточные. Надраздел Parazoa. Примитивные многоклеточные. Тип Spongiata (или Porifera). Губковые или Пороноscy. Общая характеристика. Класс Spongia (губки). Строение и состав скелета, типы спикул. Подклассы Silicispongia и Calcispongia. Класс Sclerospongia (склероспонгии). Строение скелета. Ископаемые группы Chaetetoidea и Stromatoporoidea. Класс Sphinctozoa (сфинктозои). Тип Archaeocyatha. Археоциаты. Строение скелета. Образ жизни, геологическая история, стратиграфическое значение.

Надраздел Eumetazoa. Настоящие многоклеточные. Раздел Radialia. Радиальные или двухслойные животные. Тип Cnidaria. Книдарии. Общая характеристика. Чередование поколений, жизненные формы. Классы Hydrozoa (гидроидные), Scyphozoa (сцифоидные) и Anthozoa (коралловые полипы), включая подклассы: Tabulatoidea, Heliolithoidea, Tetracoralla, Hexacoralla и Octocoralla. Сравнительная характеристика классов и подклассов, геологическая история и значение. Раздел Bilateria. Двустороннесимметричные или трехслойные животные. Общая характеристика. Подраздел Protostomia. Первичноротые. Тип Annelides. Кольчатые черви. Класс Polychaeta. Многощетинковые. Общая характеристика, образ жизни и геологическая история. Трубки типа Spirorbis и Serpula. Сколекодонты. Тип Arthropoda. Членистоногие. Строение кутикулы, линька. Подтип Trilobitomorpha. Класс Trilobita. Подтип Crustaceomorpha. Классы Phyllozoa, Ostracoda и Cirripedia. Подтип Chelicerata. Класс Merostomata, подклассы Eurypteroidea, Xiphosura. Подтип Tracheata. Класс Insecta. Сравнительная характеристика подтипов и классов, геологическая история и значение.

Тип Mollusca. Моллюски или мягкотелые. Классы Aplousobranchia, Monoplousobranchia, Polyplousobranchia, Scaphopoda, Bivalvia, Gastropoda, Cephalopoda, их сравнительная характеристика. Класс Bivalvia. Двустворчатые моллюски. Отряды Taxodontia, Dysodontia, Desmodontia, Schizodontia, Heterodontia и Pachyodontia. Класс Gastropoda. Брюхоногие моллюски. Подклассы Prosobranchia, Opisthobranchia, Pulmonata. Класс Cephalopoda. Головоногие моллюски. Подклассы Nautiloidea, Orthoceratoidea, Endoceratoidea, Actinoceratoidea, Bactritoidea, Ammonoidea и Coleoidea (включая надотряд Belemnoida). Общая характеристика. Строение раковины. Образ жизни, геологическая история, стратиграфическое значение.

Тип Bryozoa. Мшанки. Общая характеристика. Полиморфизм в колониях. Класс Gymnolaemata. Отряды Tubuliporida, Trepostomida, Fenestellida и Cheilostomida. Геологическая история и значение. Подраздел Deuterostomia. Вторичноротые. Тип Brachiopoda. Брахиоподы. Классы: Inarticulata (отряды Lingulida и Craniida) и Articulata (отряды Spiriferata, Terebratulata, Orthida, Pentamerida, Rhynchonellida, Productida, Atrypida, Spiriferida и Athyridida). Строение и состав раковины. Типы ручного аппарата. Геологическая история, стратиграфическое значение. Тип Echinodermata. Иглокожие. Подтипы Homalozoa, Crinozoa, Asterozoa и Echinozoa. Наиболее важные классы: Eocrinoidea, Cystoidea, Blastoidea, Crinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea, Holothuroidea и Echinoidea. Деление морских ежей на древние и новые, правильные и неправильные, основные отряды. Тип Hemichordata. Полухордовые. Класс Graptolithina. Подклассы: Stereostolonata и Graptoloidea. Строение органического скелета. Образ жизни, граптолитовые сланцы, стратиграфическое значение. Проблематики. Ископаемые организмы неясного систематического положения: «мелкораковинные ископаемые» (small shelly fossils) кембрия, группы Tentaculita, Hyolitha и Chitinozoa.

### **Филогенетическая палеонтология**

Палеонтология и основные закономерности эволюции. Биогенетический закон (соотношение между онтогенезом и филогенезом). Необратимость эволюции. Направления эволюционного процесса. Биологический прогресс. Олигомеризация, полимеризация и компенсация. Филетический градуализм Ч. Дарвина. Синтетическая теория эволюции (Д.Г. Симпсон и др.). Монофилия, полифилия и парафилия. Дивергенция, конвергенция, параллелизм. Примеры реконструкции эволюционных преобразований — происхождение птиц и млекопитающих. Молекулярно-генетическая филогенетическая классификация современных организмов и ее значение для палеонтологии, кладистического анализа.

### **Палеоэкология**

Общие вопросы. Палеоэкология и тафономия. Определение, предмет, задачи, основные направления исследований. Структура палеоэкологии и тафономии. Основные этапы развития палеоэкологических и тафономических исследований отечественных и зарубежных ученых XIX и XX веков. Значение палеоэкологии и тафономии для биологии, общей палеонтологии, стратиграфии, палеобиогеографии, палеогеографии, учения о фациях, учения о полезных ископаемых и других наук; связь со смежными дисциплинами.

Методы исследований в палеоэкологии и тафономии. Общая методика проведения полевых палеоэкологических и тафономических исследований. Исследование систематического (качественного) состава организмов; списки родов, видов; типы графиков и диаграмм для изображения систематического состава. Определение сохранности остатков организмов. Определение ориентировки остатков организмов. Тафономический анализ местонахождения. Изучение характера захоронения остатков организмов. Палеоэкологический анализ местонахождения. Биофациальный анализ местонахождения. Тафономический цикл, основные этапы образования местонахождения, потеря тафономической информации. Условия и закономерности образования местонахождения. Некротические факторы. Аккумуляция остатков организмов: первичный состав органического и минерального вещества организмов, его посмертное разрушение, изменение и накопление; транспортировка остатков организмов (перенос и переотложение); условия захоронения остатков организмов. Фоссилизация остатков организмов. Разрушение окаменелостей в зоне поверхностного выветривания (выщелачивание, замещение, окисление, заполнение пустот, эрозия и абразия). Мягкотелые биоты и лагерштетты.

Палеоаутоэкология. Восстановление образа жизни ископаемых организмов; применение морфофункционального анализа, использование актуалистических и тафономических данных. Восстановление условий существования организмов. Основные абиотические и биотические факторы среды обитания организмов. Определение основных типов

симбиотических связей между организмами. Палеосинэкология. Сообщество как результат взаимодействия организмов и среды. Анализ палеосообществ: плотность, биомасса и разнообразие видов; биоценологические группировки организмов. Взаимоотношения между видами. Палеоихнология. Ихнофагии, бионимия ископаемых следов. Биологическое и геологическое значение палеоихнологии. Палеобиоценология. (палеоэкосистемный анализ). Основные понятия об экосистеме, экологической сукцессии и др. Морская экосистема, экологическая структура бассейна. Примеры экосистемного анализа древних бассейнов. Морские бассейны. Позднедевонское и каменноугольное моря на Русской платформе, Золенгофенская лагуна позднеюрского моря. Ферганский палеогеновый морской залив, неогеновые и четвертичные бассейны Понто-Каспия. Континентальные бассейны. Каратауское позднеюрское озеро в Казахстане,

### **Палеобиогеография**

Основы палеобиогеографии. Палеобиогеография, ее предмет, объекты и задачи. Связь с другими науками. Палеобиогеографические исследования: основные принципы и особенности.

Методы палеобиогеографических исследований. Биохории и правила их описания. Принципы и критерии сходства таксонов. Понятие о разнообразии и индексы сходства на видовом и родовом уровнях: индекс Симпсона, индекс Лонга, индекс Сандо, индекс эндемичности, коэффициент Жаккара, коэффициент Сёренсена-Чекановского, ранговый коэффициент Кендэла. Оценка систематической структуры флор. Биохорологические методы: Ареало-генетический метод. Фаунистико-флористический метод. Климато-биогеографический метод. Ландшафто-географический метод. Структура современных фитохорий земного шара.

Специальные вопросы палеобиогеографии. Ареалы и их структура. Классификации ареалов. Динамика ареалов, типы миграций организмов. Центры происхождения и расселения вымерших групп организмов: методы определения и примеры реконструкций. Понятия фауно- и флорогенеза: основные особенности и фазы формирования. Биохорогенез и принципы построения биохорогенетического древа. Зоохорогенез и фитохорогенез: главные тенденции развития. Автохтонные и аллохтонные стволы развития фаун и флор. Географические проявления стабилизирующего, разрывающего и направленного отбора. Экотонная зона. Биогеографическая структура биоты.

Палеобиогеографическое районирование земной поверхности геологического прошлого. Палеозоохории и палеофитоохории палеозоя: критерии выделения, иерархия хорологических единиц, основные особенности и границы распространения. Динамика палеофитохорий каменноугольного периода. Палеопалинофитоохории для раннего карбона. Палеозоохории и палеофитоохории мезозоя: критерии выделения, иерархия хорологических единиц, основные особенности и границы распространения. Палеозоохории и палеофитоохории кайнозоя: критерии выделения, иерархия хорологических единиц, основные особенности и границы распространения. Структура биохорий современного Земного шара.

### **Эволюция биоты**

Появление и становление жизни на Земле. Современные представления о начальных стадиях развития жизни на Земле. Понятие древнего мира РНК. Древний мир вирусов и модель перехода от доклеточного мира РНК к археям и бактериям. Условия становления биоты, древнейшие метаморфизованные осадочные породы и ископаемые организмы. Проблема панспермии. Первичные экосистемы.

Основные этапы эволюции биосферы в докембрии. Биосфера архея. Биота архея – мир прокариот, докембрийские прокариотные сообщества. Археобактерии – гипертермофилы, зубактерии. Сосуществование фото- и хемоавтотрофов. Фотосинтезирующие микроорганизмы, цианобактерии, цианобактериальные маты, строматолиты. Основные

экосистемы архея. Климатические изменения в конце архея и роль в этом органического мира.

Протерозойская биосфера. Формирование земной коры современного типа. Первый ледниковый период, его возможные причины. Геологические и биологические последствия. Образование железистых кварцитов в результате взаимодействия океанографических и биологических факторов в протерозое. Возникновение эвкариот. Появление многоклеточных – переход к аэробной биосфере. Биота венда. Разнообразие гигантской фауны мягкотелых организмов, гипотезы о ее строении и роли в дальнейшей эволюции животных. Реконструкция характеристик биосферы докембрия по ископаемым организмам.

Основные этапы эволюции биосферы. Становление основных групп организмов в палеозое. Кембрийский «эволюционный взрыв» биоразнообразия: возникновение способности к образованию минерального скелета (известкового, кремневого, фосфатного); появление основных типов многоклеточных животных; короткоживущие кембрийские группы; «мелкораковинная» фауна. Биологическая минерализация как новая система взаимоотношений живой и неживой природы. Понятие «артроподизации» и появление членистоногих. Становление моллюсков. Возникновение и архаическое разнообразие иглокожих. Первые рифостроители. Формирование бентосных сообществ современного облика. Древнейшие рыбообразные позвоночные. Освоение суши высшими растениями и животными в палеозое, основные этапы. Появление и ранняя эволюция насекомых. Систематическое и экологическое разнообразие наземных позвоночных позднего палеозоя, специфика сообществ наземных позвоночных. Великое массовое вымирание конца перми и его характеристика. Распад Пангеи и влияние движения материков на эволюцию морской и наземной биоты. Принципиальные изменения в таксономической структуре экосистем. Триасовая радиация и триасово-юрское вымирание. Мезозойская дифференциация пресмыкающихся. Понятие «орнитизации» высших архозавров, происхождение и ранние этапы эволюции птиц. Появление млекопитающих в палеонтологической летописи. Ключевые этапы радиации млекопитающих в мезозое, экоморфологическое разнообразие мезозойских млекопитающих. Мезофит и кайнофит, понятие «ангиоспермизации» и проблема происхождения покрытосеменных. Козволюция насекомых и растений. Характеристика массового вымирания на рубеже мела и палеогена, его импактная и вулканическая гипотезы. Теория биотических кризисов. Причины мелового биотического кризиса. Изменения в составе морских и наземных сообществ. Кайнозойская биосфера. Принципиальные изменения в таксономической структуре наземных и морских экосистем. Происхождение современных отрядов плацентарных млекопитающих. Особенности ландшафтов в палеогене и неогене. Климатические и палеогеографические изменения на протяжении кайнозоя. Формирование современной биоты и ее биогеографических особенностей. Четвертичный период, изменения в климатической, ландшафтной среде и органическом мире. Современные представления об антропогенезе. Факторы эволюции гоминид. Влияние деятельности человека на изменение растительности, животного мира, среды и климата и современный экологический кризис.

### **Стратиграфия**

Стратиграфия, ее предмет и объекты исследования. Стратиграфия как наука о временных соотношениях геологических тел. Объекты стратиграфии — супракрустальные образования (слоистые осадочные, вулканические и метаморфические толщи). Положение стратиграфии среди других геологических дисциплин, ее роль как основы для реконструкции геологической истории. Краткая история развития стратиграфии. Решения первых международных геологических конгрессов по стратиграфической терминологии и номенклатуре. Понятие о слое, разрезе, геологическом теле и стратоне. Принципы

стратиграфии (суперпозиции Стено, гомотаксальности Гексли, хронологической взаимозаменяемости Мейена, уникальности стратонов Степанова).

Методы расчленения и корреляции. Литолого-седиментационные методы. Литостратоны. Литологический состав, цвет, слоистость, перерывы, конкреции, горизонты конденсации и их использование в стратиграфии. Минералогический метод. Тефростратиграфия. Ритмо(цикло)стратиграфия. Геохимические методы. Распределение малых элементов как основа для расчленения и корреляции. Изотопная стратиграфия (хемотратиграфия). Фракционирование стабильных изотопов O, C, S, Sr в биогеохимических циклах. Изменения изотопного состава морской воды и осадков в фанерозое. Морские изотопные стадии. Геофизические методы. Каротаж и ГИС. Сейсмические методы в стратиграфии. Сейсмостратиграфия. Сейсмоакустика. Понятие о временном разрезе. Специфика использования сейсмических методов в стратиграфии. Магнитостратиграфия. Магнитное поле Земли. Естественная остаточная намагниченность. Инверсии магнитного поля. Палеомагнитные эпохи, эпизоды, экскурсы. Магнитозоны и магнитохроны. Полосовые магнитные аномалии в океанах. Палеомагнитные шкалы.

Палеонтологические методы. Биостратиграфия как важнейший раздел стратиграфии, ее биологические основы. Понятие о «стреле времени». Критерии и методы выделения биостратиграфических подразделений. Зоны, их основные типы (биозона, тейльзона, акмезона, оппельзона, ранговая зона и др.) и критерии фиксации границ. Датированные уровни.

Комплексные методы. Климатостратиграфия. Экостратиграфия. Событийная стратиграфия. Понятие о событии. Комплексование данных, получаемых всеми методами, для реконструкции событий и прослеживания их следов в осадочной оболочке Земли. Циклы Миланковича. Секвентная стратиграфия. Понятие о секвенциях. Кривая эвстатических колебаний уровня моря Вэйла как основа секвентного анализа. Границы стратонов. Понятие стратиграфической границы. Критерии и методы установления границ стратонов различного типа. Стратотипы границ. Проблема ранжирования границ.

Стратиграфические шкалы и их подразделения. Общие, региональные и местные шкалы. Подразделения общей шкалы: эратема, система, отдел, ярус и хронозона. Стандартные зональные шкалы и биозональные стандарты. Международная хроностратиграфическая шкала, ее статус и современное состояние. Общая шкала докембрия и фанерозоя России. Подразделения региональной шкалы: горизонт (региоярус или региоподъярус), слой с географическим названием. Подразделения местной шкалы: комплекс, серия, свита, подсвита, пачка. Вспомогательные стратиграфические подразделения.

Стратотипы, правила их выделения и описания. Стратотипы границ. Пространственное протяжение стратонов и биогеография.

Стратиграфические шкалы и геологическое картирование. Картируемые стратотипы при съемке различного масштаба.

Стратиграфические кодексы России и других стран как своды правил, используемых при выделении, обосновании и наименовании стратонов. Соотношение англоязычной и русскоязычной номенклатуры стратонов. Региональные стратиграфические схемы. Международные и отечественные стратиграфические органы.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

##### ОСНОВНАЯ

Барсков И.С., Янин Б.Т., Кузнецова Т.В. Палеонтологические описания и номенклатура. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004.

Бискэ Ю.С., Прозоровский В.А. Общая стратиграфическая шкала фанерозоя. СПб.: изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2001.

- Бондаренко О.Б., Михайлова И.А. Палеонтология. Т. 1, 2. М.: Академия, 2011.
- Габдуллин Р.Р., Копаевич Л.Ф., Иванов А.В. Секвентная стратиграфия. М.: МАКС-пресс, 2008.
- Кэрролл Р. Палеонтология и эволюция позвоночных. В 3-х т. М.: Мир, 1992–1993.
- Мейен С.В. Основы палеоботаники. М.: Недра, 1987.
- Микропалеонтология. М.: изд-во Моск. ун-та, 1995.
- Практическая стратиграфия. Л.: Недра, 1984.
- Степанов Д.Л., Месежников М.С. Общая стратиграфия. Л.: Недра, 1979.
- Стратиграфический кодекс России. 3 изд., исправл. и доп. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2019.
- ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**
- Алексеев А.С., Дмитриев В.Ю., Пономаренко А.Г. Эволюция таксономического разнообразия. Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. М.: ГЕОС, 2001.
- Бактериальная палеонтология. М.: Палеонтологический ин-т РАН, 2001.
- Бондаренко О.Б., Михайлова И.А. Методическое пособие по изучению ископаемых беспозвоночных. М.: Недра, 1986.
- Ископаемые позвоночные России и сопредельных стран. Справочник для палеонтологов, биологов и геологов. Ископаемые рептилии и птицы. Ч. 3. М.: ГЕОС, 2015; Ч. 4. М.: ГЕОС, 2017.
- Красилов В.А. Эволюция и биостратиграфия. М.: Наука, 1977.
- Леонов Г.П. Основы стратиграфии. В 2-х томах. М.: изд-во Моск. ун-та, 1973. Т.1. 1974. Т.2.
- Майр Э. Принципы зоологической систематики. М.: Мир, 1971.
- Основы палеонтологии. В 15 т. М.: Изд-во АН СССР. 1958–1964.
- Палеонтологический словарь. М.: Наука, 1965.
- Рауп Д., Стэнли С. Основы палеонтологии. М.: Мир, 1974.
- Современная палеонтология. В 2-х томах. М.: Недра, 1988.
- Татаринов Л.П. Очерки по теории эволюции. М.: Наука, 1987.
- Татаринов Л.П. Очерки по эволюции рептилий. Архозавры и зверообразные. М.: ГЕОС, 2009.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1977.
- Юрина А. Л., Орлова О. А., Ростовцева Ю.И. Палеоботаника. Высшие растения. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010.
- Янин Б.Т. Основы тафономии. М.: Недра, 1983.
- Янин Б.Т. Палеобиогеография. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016.
- Янин Б.Т. Палеоэкология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2016.
- Янин Б.Т., Барсков И.С. Пособие по технике палеонтологических исследований. М.: ГЕОС, 2017.
- The Geologic Time Scale – 2020 / Eds Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M., Ogg G. Elsevier, 2020. Volumes 1–2.

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

### **107-01-00-163-гмн «Петрология, вулканология»**

#### **Общие вопросы**

Предмет, задачи и методы исследования в петрологии и вулканологии, их связь с другими науками о Земле. Связь температуры, давления и состояния вещества в оболочках Земли.

Физико-химические основы петрологии, включающие правило фаз, принцип локального равновесия, основные типы и принципы построения петрологических диаграмм.

Главные породообразующие минералы магматических горных пород, их оптические и физические свойства, изоморфизм, пределы устойчивости и распространенность в природе.

Главные породообразующие минералы метаморфических горных пород, их оптические и физические свойства, изоморфизм, пределы устойчивости и распространенность в природе.

Главные акцессорные минералы метаморфических и магматических горных пород, их оптические и физические свойства, изоморфизм, пределы устойчивости и распространенность в природе.

#### **Магматические породы**

Общие представления о магматических процессах и причинах разнообразия магматических горных пород. Основы классификации магматических горных пород, связь их структур и текстур с условиями кристаллизации.

Классификация ультрамафитов и их вулканических аналогов, петрографическая характеристика основных типов пород, их распространение и условия образования.

Классификация плутонических и вулканических пород основного состава, петрографическая характеристика основных типов пород, их распространение и условия образования.

Классификация плутонических и вулканических пород среднего состава, петрографическая характеристика основных типов пород, их распространение и условия образования.

Разнообразие магм в природе. Магматические расплавы. Понятие магмы, строение, свойства и термодинамические условия образования магм.

Зависимость свойств магмы от ее состава, степени кристаллизации, температуры, давления и содержания летучих компонентов.

Главные семейства вулканических горных пород. Ультраосновные, основные, средние, кислые и щелочные вулканические горные породы. Лавы, тефры, туфы, игнимбриты. Принципы выделения кайнотипных и палеотипных вулканитов.

Главные семейства вулканических горных пород (риолиты, дациты, трахиты, андезиты, базальты, пикриты и коматииты).

Семейства вулканических горных пород щелочного ряда (комендиты, пантеллериты, фонолиты, нефелиниты, лейцититы, кимберлиты, лампроиты).

Главные типы интрузивных горных пород. Связь минерального состава и химизма пород. Ультраосновные, основные, средние, кислые и щелочные породы.

Главные семейства интрузивных горных пород (гранитоиды, диориты, сиениты, габброиды, анортозиты, пироксениты, перидотиты).

Главные семейства интрузивных пород щелочного ряда (уртиты, якупирангиты, мельтейгиты, нефелиновые сиениты, лейцитовые породы).

Несиликатные магматические горные породы и бедные силикатами магматические горные породы, их классификация (карбонатиты, фоскориты и др.). Их геологическое положение и петрологическое значение. Гипотезы образования несиликатных магм, условия их формирования и кристаллизации.

Пегматиты и их фациальные типы. Физико-химические и кинетические условия кристаллизации, фациальные типы, полезные ископаемые и гипотезы формирования.

Физико-химические основы кристаллизации магм. Равновесная и фракционная кристаллизация, понятие кристаллизационной дифференциации.

Кристаллизационные ряды Боуэна, их область применимости.

Процессы ликвации и смешения магм, их петрологические признаки.

Примеры гибридных пород, Процессы ассимиляции, их петрологические признаки.

Реконструкция физико-химических условий магматических процессов, Влияние летучих компонентов на магматические процессы.

Флюидные и расплавные включения в минералах магматических пород.

Экспериментальное и термодинамическое моделирование магматических процессов.

Крупнейшие магматические провинции. Периодичность их формирования, строение, время и объемы вулканических и интрузивных пород.

Петрография, классификация, породообразующие минералы, условия формирования и гипотезы происхождения базальтоидов и щелочных пород крупнейших магматических провинций.

Магматизм срединно-океанических хребтов. Петрография, классификация, породообразующие минералы и условия формирования магматических пород срединно-океанических хребтов.

Строение офиолитовой формации. Мантийные перидотиты, их фации и условия плавления под срединно-океаническими хребтами.

Магматизм островных дуг и активных континентальных окраин. Петрография, классификация, породообразующие минералы и условия формирования магматических пород островных дуг.

Типичные разрезы островодужных комплексов. Поперечная зональность островных дуг.

Продукты крупных взрывных извержений и климатический эффект вулканизма.

Магматизм активизации платформ. Кимберлитовые и лампроитовые провинции. Трубки взрыва, кольцевые интрузивы, рои даек и связанные с ними магматические породы.

Магматизм океанических островов и континентальных рифтов. Петрография, классификация, породообразующие минералы и условия формирования. Гипотезы формирования.

Древнейшие магматические породы. Коматииты, анортозиты, граниты рапакиви. Геологическое положение, петрография, породообразующие минералы и условия формирования.

Тоналит-трондjemит-гранодиоритовые комплексы и их роль в формировании континентальной земной коры.

### **Космическая петрология**

Основы космической петрологии. Происхождение химических элементов, состав и эволюция Солнечной системы. Состав и строение комет. Состав и внутреннее строение планет солнечной системы и Луны.

Пояс астероидов как источник метеоритов. Метеориты. История изучения. Классификация метеоритов. Состав, строение и петрографические особенности основных типов метеоритов.

### **Метаморфические породы**

Общие представления о петрографии метаморфических и метасоматических пород, основы их классификации. Типы метаморфических процессов, структуры и текстуры.

Главные породообразующие минералы метаморфических горных пород. Распространенность метаморфических пород на Земле, классификация метаморфических процессов по характеру геологического процесса и подвижности компонентов.

Термодинамическое равновесие при метаморфизме, минеральные реакции, структурогенез и роль летучих компонентов и деформаций при метаморфизме. Ступени метаморфизма и минеральные изограды, фации метаморфизма и основные петрохимические группы метаморфических пород.

Метаморфические преобразования базитов, включающие фации метаморфизма, породообразующие минералы, минеральные парагенезисы, структуры, текстуры и основные минеральные реакции.

Метаморфические преобразования пелитов, включающие фации метаморфизма, породообразующие минералы, минеральные парагенезисы, структуры, текстуры и основные минеральные реакции,

Метаморфические преобразования ультрамафитов, включающие фации метаморфизма, породообразующие минералы, минеральные парагенезисы, структуры, текстуры и основные минеральные реакции.

Метаморфизм карбонатных и карбонатно-силикатных пород, основные минеральные парагенезисы, структуры и текстуры, влияние летучих на парагенезисы мраморов и карбонатно-силикатных пород.

Аллохимический метаморфизм в условиях высоких ступеней метаморфизма и связанные с ним процессы мигматитизации, чарнокитизации и гранитизации.

Метасоматоз. Диффузионный и инфильтрационный метасоматоз, условия возникновения метасоматической зональности и основные семейства метасоматических пород.

Импактный метаморфизм. Принципы классификации импактитов. Особенности ударного метаморфизма и связанные с ним минералогия и полезные ископаемые.

Методы петрологического исследования метаморфических и метасоматических горных пород.

Проявления метаморфизма в различных геодинамических обстановках и его связь с магматизмом и месторождениями полезных ископаемых.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

##### ОСНОВНАЯ

А.Л. Перчук, О.Г. Сафонов, Л.В. Сазонова и др. Основы петрологии магматических и метаморфических процессов. М.: КДУ, Университетская книга, 2015.

Петрография, ч. I. Под ред. А.А. Маракушева. М.: Изд-во МГУ, 1976.

Петрография, ч. II. Под ред. А.А. Маракушева. М.: Изд-во МГУ, 1981.

Петрография, ч. III. Под ред. А.А. Маракушева. М.: Изд-во МГУ, 1986.

##### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

Фролова Т.И., Бурикова И.А. Магматические формации современных геотектонических обстановок. М.: Изд-во Московского университета, 1997, 319 с.

Арискин А.А., Бармина Г.С. Моделирование фазовых равновесий при кристаллизации базальтовых магм. М.: Наука, 2000, 363 с.

Philpotts A.R., Ague J.J. Principles of Igneous and Metamorphic Petrology. Cambridge University Press, 2009, 667 p.

Best M.G. Igneous and Metamorphic Petrology. 2nd ed. Blackwell Publishing, 2003, 729 p.

Gill R. Igneous rocks and processes. A practical guide. Willey-Blackwell, 2010, 428 p.

Wilson M. Igneous petrogenesis. A global tectonic approach. Springer, 2007, 466 p.

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

**107-01-00-164-гmn-хн «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические  
методы поисков полезных ископаемых»**

**Минералогия**

**Общая часть**

Определение содержания минералогии. Понятие о минерале и минеральном веществе. Основные этапы истории развития минералогии. Основные направления в современной минералогии. Связь минералогии с развитием химии и физики твердого тела, материаловедения, приборостроения. Техническая и технологическая минералогия и их роль в современной технологии материалов и в металлургии. Физика минералов. Парагенетический анализ и физико-химическая минералогия. Типоморфизм минералов. Парагенетический анализ и физико-химическая минералогия. Минералогия и геммология. Поисково-оценочная минералогия. Онтогенез минералов. Синтез минералов. Научное и практическое значение современной минералогии. Морфология минералов и минеральных агрегатов. Облик и габитус кристаллов. Скрытокристаллические агрегаты, конкреции, секрции и др. Твердые и газожидкие включения в минералах. Псевдоморфозы.

Химический состав минералов и его особенности. Минералы как многокомпонентные системы переменного состава. Изоморфные замещения, распределение катионов по структурным позициям, структурное упорядочение. Природа окраски минералов. Полиморфизм. Политипия. Смешанослойные структуры. Метамиктные минералы. Аморфное, стеклообразное и коллоидное состояние вещества. Расчет кристаллохимических формул минералов. Изображение многокомпонентных систем на плоскости.

Происхождение и изменение минералов в природе. Понятие о процессах минералообразования: магматическом; пегматитовом, пневматолитовом, гидротермальном, метаморфическом (в том числе ударном), метасоматическом, гипергенном. Распространенность минералов в земной коре и мантии. Подразделение минералов на породообразующие, акцессорные, рудные, редкие и вторичные.

**Описание минералов**

Указать общие характеристики классов в отношении химического состава и структуры минералов, связи химического состава и структуры минералов с общими свойствами класса минералов, особенности генезиса и распределение в природе. Принципы, лежащие в основах современных классификаций минералов. Кристаллохимическая систематика минералов. Минеральные виды и разновидности.

Самородные элементы. Общая характеристика и условия образования в природе. Металлы: медь, серебро, золото, элементы платиновой группы, самородное железо, камасит, тэнит. Полуметаллы: мышьяк, сурьма, висмут. Неметаллы: алмаз, графит, лонсдейлит, сера.

Халькогениды - сульфиды и их аналоги. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы систематики сульфидов и их аналогов. Простые сульфиды и их аналоги: аргентит, акантит, халькозин, галенит, сфалерит, вюрцит, киноварь, пентландит, троилит, пирротин, никелин, антимонит, висмутин, аурипигмент, молибденит, реальгар, скуттерудит. Двойные сульфиды: халькопирит, станнин, борнит, ковеллин. Дисульфиды и их аналоги: пирит,

кобальтин, марказит, арсенопирит. Сложные сульфиды и их аналоги: блеклые руды, пираргирит, прустит, буланжерит, джемсонит.

Оксиды и гидроксиды. Общая характеристика окисных соединений. Химические и структурные особенности минералов класса. Условия образования в природе. Основы систематики оксидов и гидроксидов. Простые оксиды: куприт, периклаз, вюстит, корунд, гематит, рутил, брукит, анатаз, касситерит, пиролюзит, уранинит, минералы группы кремнезема (кварц, тридимит, кристобалит, коэсит, стишовит, опал). Сложные оксиды: хризоберилл, минералы группы шпинели (шпинель, герцинит, ганит, магнетит, магнезиоферрит, якобит, франклинит, титаномагнетит), ильменит, перовскит, минералы группы танталониобатов (пирохлор, колумбит, танталит, самарскит, эшинит).

Гидроксиды: брусит, гидраргиллит, диаспор, бемит, гетит, лепидокрокит, манганит, псиломелан; сложные минеральные смеси: лимониты, бокситы, вады.

Галогениды. Общая характеристика и условия образования в природе. Флюорит, криолит, галит, сильвин, виллиомит, карналлит.

Карбонаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Карбонаты без дополнительных анионов и кристаллизационной воды: кальцит, родохрозит, сидерит, магнезит, смитсонит, арагонит, стронцианит, витерит, церуссит, доломит, анкерит. Карбонаты с дополнительными анионами: малахит, азурит. Карбонаты с кристаллизационной водой: термонарит, сода, трона.

Сульфаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Сульфаты без дополнительных анионов и кристаллизационной воды: барит, целестин, англезит, ангидрит, тенардит. Сульфаты с дополнительными анионами: алунит, ярозит, брошантит. Сульфаты с кристаллизационной водой: гипс, мирабилит. Фосфаты, арсенаты и ванадаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Безводные фосфаты без дополнительных анионов: ксенотим, монацит. Безводные фосфаты, арсенаты и ванадаты с дополнительными анионами: апатит, пироморфит, ванадинит. Водные фосфаты, арсенаты и ванадаты: вивианит, эритрин, аннабергит, скородит, бирюза, минералы группы урановых слюдок (отенит, торбернит, карнотит, тюямунит).

Вольфраматы, молибдаты и хроматы. Общая характеристика и условия образования в природе. Шеелит, повеллит, вульфенит, ферримолибдит, крокоит.

Бораты. Общая характеристика и условия образования в природе. Типы анионных группировок и классификация боратов. Общая характеристика и условия образования в природе. Островные бораты: ашарит, людвицит, бура. Цепочечные бораты: гидроборацит, уллексит, пандермит. Каркасные бораты: борацит.

Силикаты. Современное представление о структурных типах силикатов. Представление об алюмо-, боро-, берилло-, титано- и цирконосиликатах. Основы современной кристаллохимической классификации силикатов. Островные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами без добавочных анионов: фенацит, виллемит, минералы группы оливина (изоморфные ряды форстерит-фаялит-тефроит), минералы группы гранатов (пироп, альмандин, спессартин, гроссуляр, андрадит, уваровит, Ti- и Zr-содержащие гранаты - меланит, шорломит, кимцеит; гидрогранаты), циркон, торит, коффинит. Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами и добавочными анионами: кианит, андалузит, силлиманит, ставролит, топаз, титанит, хлоритоид. Островные силикаты со сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами (диортосиликаты) и добавочными анионами: ильваит, каламин, лампрофиллит. Островные силикаты с изолированными и сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами, содержащими добавочные анионы: цоизит, эпидот, алланит, пьмонтит, везувиан. Островные силикаты кольцевого типа: берилл, кордиерит, диоптаз, турмалин, эвдиалит.

Цепочечные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы классификации пироксенов. Особенности кристаллических структур пироксенов и пироксеноидов. Вариации химических составов пироксенов; пироксеновая трапеция. Ромбические пироксены: минералы ряда энстатит- ферросилит. Моноклинные пироксены: минералы ряда клиноэнстатит-клиноферросилит, минералы ряда диопсид-геденбергит, авгит, омфацит, эгирин, жадеит, сподумен. Пироксеноиды: волластонит, родонит. Ленточные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Подходы к современной классификации амфиболов. Ромбические амфиболы: антофиллит, жедрит. Моноклинные амфиболы: минералы ряда тремолит-актинолит, роговые обманки; амфиболовые асбесты.

Слоистые силикаты и алюмосиликаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Типы сеток в структуре слоистых силикатов; смешанослойные силикаты. Силикаты с двухслойным пакетом: каолинит, диккит, накрит, галлуазит, минералы группы серпентина (антигорит, лизардит, хризотил). Силикаты с трехслойным пакетом: тальк, пирофиллит, слюды (мусковит, парагонит, флогопит, биотит, лепидомелан, лепидолит, циннвальдит), хрупкие слюды (маргарит), гидрослюды (гидромусковит, вермикулит, глауконит), монтмориллонит, нонтронит, сапонит. Силикаты с четырехслойным пакетом: минералы группы хлоритов (пеннин, клинохлор, прохлорит, шамозит, кочубеит). Пренит, апофиллит.

Каркасные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Каркасные алюмосиликаты без добавочных атонов: полевые шпаты (калиевые полевые шпаты - отоклаз, микроклин, адуляр, санидин; плагиоклазы — альбит, олигоклаз, андезин, лабрадор, битовнит, анортит; бариевые полевые шпаты - цельзиан. гиалофан), лейцит, поллуцит, нефелин. Каркасные алюмо- и бериллосиликаты с добавочными анионами: минералы группы скаполита (мейонит - мариалит), канкринит, содалит, лазурит, минералы группы гельвина (гельвин, даналит, гентгельвин). Водосодержащие каркасные алюмосиликаты без добавочных анионов (цеолиты): натролит, анальцим, шабазит, стильбит (=десмин), гейландит, клиноптилозит, морденит.

### **Природные ассоциации минералов**

Методы установления генезиса минералов. Роль физико-химических факторов в процессе минералообразования. Современные представления о генезисе минералов. Содержание термина «генезис минералов». Понятие о стабильности и метастабильности минералов, об их изменении при переходе из глубинных в поверхностные зоны коры и обратно. Количество минеральных видов и причины ограниченности минеральных видов, существующих стабильно в ассоциациях. Типоморфные минеральные ассоциации.

Магматические минеральные ассоциации. Понятие о магме, ее состав. Дифференциация магмы при ее остывании. Отделение летучих от магматического расплава. Ликвация и кристаллизационная дифференциация. Последовательность выделения главных силикатных минералов. Общие схемы отделения и концентрации рудных минералов при магматическом процессе. Типичные минеральные ассоциации, связанные с основным и ультраосновным типами магмы. Минеральные ассоциации в месторождениях алмаза, хромита, титаномагнетита платиноидов, апатита. Понятие о карбонатитах, их минеральный состав и различные представления о генезисе.

Минеральные ассоциации пегматитов. Понятие «пегматит» и общая характеристика пегматитового процесса. Развитие учения о генезисе пегматитов в работах А.Е. Ферсмана, его последователей и оппонентов. Роль летучих при образовании пегматитов. Температурная градуировка пегматитового процесса. Изменение состава последовательно кристаллизующихся минералов в пегматитовых образованиях. Роль метасоматических процессов. Минеральный состав гранитных пегматитов. Типы структур и текстур; характеристика главных зон. Общая схема классификации гранитных пегматитов, характерные минеральные ассоциации,

структурно-текстурные особенности и отдельные типы. Щелочные пегматиты - сиенитовые и нефелин-сиенитовые.

Минеральные ассоциации в скарнах. Общая характеристика контактово-метасоматических процессов минералообразования. Роль летучих, надкритических растворов и гидротермальных процессов. Различные типы минеральных образований при метасоматических процессах. Известковые и магнезиальные скарны. Образование минералов и минеральных ассоциаций в скарнах. Гидротермальные изменения скарновых минералов. Типичные для скарнов ассоциации рудных минералов.

Минеральные ассоциации альбититов и грейzenов. Понятия «альбитит» и «грейзен». Физико-химические условия образования. Геохимическая и минералогическая характеристика. Зональность грейzenовых и связь с гидротермальными ассоциациями.

Гидротермальные минеральные ассоциации. Связь гидротермальных растворов с магматическими очагами. Способы переноса и отложения вещества в гидротермальных растворах. Роль коллоидов в отложении минералов гидротермальных ассоциаций; признаки, указывающие на отложение минералов из коллоидных систем. Типичные минеральные ассоциации в гидротермальных образованиях. Типы минеральных ассоциаций и их связь с глубиной образования. Минеральные ассоциации безрудных гидротермальных образований (цеолитный процесс).

Минеральные ассоциации гипергенных процессов. Общие условия и факторы, определяющие характер гипергенных процессов. Условия и закономерности образования минералов при выветривании сульфидных минеральных ассоциаций. Зональность зоны окисления, причины зональности. Минеральный парагенезис окисления руд свинцово-цинковых и медных месторождений. Условия и закономерности образования минералов в коре выветривания пород. Стадийное гидрохимическое выветривание минералов. Минералы, образующиеся в коре выветривания и остаточные минералы. Профиль коры выветривания и характеристика минеральных ассоциаций в главных зонах на примере коры выветривания ультраосновных и глиноземистых пород. Латеритный тип выветривания (бокситизация). Механическая и гидрохимическая дифференциация вещества при минералообразовании в осадках. Россыпи и их главнейшие минеральные ассоциации. Минералы, образующиеся при биогенных процессах осадконакопления.

Минеральные ассоциации метаморфических образований. Краткая физико-химическая характеристика процессов образования минералов при региональном метаморфизме. Понятие о зонах глубинности. Особенности структур и минеральных агрегатов при метаморфизме. Типичные минеральные ассоциации в различных по исходному составу метаморфических породах. Примеры минеральной ассоциации в метаморфических месторождениях: железистые кварциты, силлиманит-дистеновые породы, месторождения наждака, корунда, графита, окисно-силикатных марганцевых руд. «Альпийские» жилы. Ударный (импактный) процесс минералообразования. Фазы высокого давления.

#### **Современные методы исследования минералов**

Электронно-зондовые методы исследования минералов, ЭДС, ВДС, физические основы метода и области применения; сканирующая электронная микроскопия; протонный микрозондовый анализ, физические основы метода и области применения; рентгенофлуоресцентный анализ, возможности и области применения; нейтронноактивационный анализ, физические основы метода и области применения; массспектрометрия, возможности и области применения; устройство и принципы работы масс-спектрометра, области применения ионного микрозонда; масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой ICP-MS, LA ICP-MS и другие.

#### **Кристаллография и кристаллохимия.**

##### **Геометрическая кристаллография**

Пространственная решетка как фундамент геометрической теории строения кристаллов. Основные законы кристаллографии в свете решетчатого строения кристаллов.

Операции и элементы симметрии I и II-родов. Осевая теорема Эйлера, ее обобщенное представление и частные случаи, использование при выводе групп симметрии. Различные способы представления симметрических операций – модельный, координатный, матричный. Кристаллографические группы симметрии как пример математических замкнутых групп. Основные положения теории групп. Алгоритм вывода 32 точечных групп симметрии с использованием символики Шенфлиса.

Кристаллографические координатные системы, категории, сингонии. Распределение 32-х кристаллографических классов по трем категориям и шести сингониям - шести кристаллографическим координатным системам, отражающим основные особенности кристаллов: симметрию и анизотропию. Международные обозначения точечных классов (групп) симметрии - символика Германна-Могена. Методы графического проектирования кристаллов: сферические, стереографические и гномостереографические проекции. Их использование при проектировании классов симметрии и граней кристаллов. Сетка Вульфа. Способы определения символов граней. Индексы Вейса и Миллера. Символы ребер кристаллов, их определение.

Морфология кристаллов. Понятие “простая форма”. Вывод простых форм кристаллов в классах разных сингоний. Роль символов граней при определении названия простых форм кристаллов кубической сингонии. Простые формы икосаэдрических групп. Морфология квазикристаллов. Физические свойства кристаллов: скалярные, векторные, тензорные. Структурно-чувствительные свойства кристаллов.

Типы решеток Браве, их вывод. Понятие «элементарная ячейка». Симметрия решеток Браве. Трансляционные элементы симметрии.

Одномерные и двухмерные трансляционные группы симметрии (группы симметрии бордюров и обоев), их вывод.

Пространственные (федоровские) группы симметрии, их обозначения. Принципы построения графиков пространственных групп. Группы симморфные, асимморфные, гемисимморфные. Генетическая связь между федоровскими группами различных сингоний.

Правильные системы точек, их основные характеристики. Преобразование кристаллографических координатных систем, символов граней и координат точек (атомов).

Группы антисимметрии – группы черно-белой симметрии, принципы их вывода. 58 точечных групп антисимметрии, их применение при описании двойников кристаллов. Одномерные и двухмерные группы антисимметрии. Пространственные группы антисимметрии (шубниковские группы), приемы их вывода.

Группы многоцветной симметрии (группы Белова). Применение групп антисимметрии и многоцветной симметрии для решения некоторых вопросов кристаллофизики.

### **Основные положения теоретической кристаллохимии**

Зарождение основных идей (XVI - XVII вв.). Химическая кристаллография (конец XVIII - начало XX вв.). Основные задачи кристаллохимии и ее роль в решении минералогических и геохимических проблем. Конкретные кристаллические структуры в свете микросимметрии. Основные термины кристаллохимии.

Пространственная решетка. 14 типов ячеек Браве, пространственные группы симметрии Е. С. Федорова. Плотнейшие шаровые упаковки. Координационный полиэдр и координационное число. Структурные единицы кристалла, мотив структуры. Полиэдрическое изображение кристаллических структур (метод Полинга-Белова). Структурный тип, понятия изоструктурности, антиизоструктурности, изотипности, гомеотипности, структурный класс. Кристаллохимические формулы. Параллелоэдры Федорова, области и многогранники Дирихле-Вороного.

Свойства атомов, важные для кристаллохимии. Строение электронных оболочек, их форма и протяженность. Электронные конфигурации элементов и Периодическая система элементов Менделеева. Орбитальные радиусы атомов и ионов. Потенциалы ионизации и сродство к электрону. Валентное состояние и гибридизация орбиталей. Орбитальные электроотрицательности, Поляризуемость атомов и ионов. Магнитные свойства атомов и ионов. Кислотно-основные свойства атомов и ионов.

Химическая связь в кристаллах. Основные типы химической связи: ионная, ковалентная, металлическая, вандерваальсова, водородная. Потенциальная кривая химической связи. Ионная модель, энергия решетки. Энергия сцепления кристаллов. Энергия ионной решетки. Постоянная Маделунга. Уравнения Борна. Термохимический цикл Борна-Габер. Понятие об энергии атомизации как универсальной характеристике энергии сцепления атомов в кристаллах. Структуры типичных ионных кристаллов. Основы теории кристаллического поля. Электронная структура переходных элементов. Расщепление энергии d- и f-уровней в кристаллическом поле различной симметрии. Понятие об энергии предпочтения координации. Ковалентная связь и типичные ковалентные структуры. Связи, промежуточные между ионными и ковалентными. Степень ионности связи и ее структурное влияние. Зонная энергетическая структура кристалла: диэлектрики, полупроводники, и металлы.

Металлическая связь и ее структурные свойства. Переход от металлической к ковалентной связи и «переходные» структуры. Остаточная (Ван-дер-ваальсова) связь. Диполь-дипольные и ион-дипольные взаимодействия. Слоистые структуры. Водородная связь. Общий взгляд на природу химической связи в кристаллах.

Размеры и форма атомов в кристаллах. Атомные (металлические и ковалентные) радиусы. Ван-дер-ваальсовы (межмолекулярные) радиусы. Ионные радиусы. Геометрические пределы устойчивости ионных структур. Зависимость ионных радиусов от заряда, координационного числа и спинового состояния. Распределение электронной плотности и «кристаллические» радиусы атомов. Понятие об эффективных зарядах атомов в кристаллах и методах их определения. Поляризуемость ионов в кристалле.

Химический состав и структура кристалла. Основные категории теоретической кристаллохимии и соотношения между ними. Критерии устойчивости структурного типа для ионных кристаллов. Правила Полинга для ионных кристаллов. Фактор толерантности и модельные структуры Гольдшмидта. Критерии устойчивости структурного типа для существенно ковалентных кристаллов. Правило октета. Правило Юм-Розери. Правила Партэ. Числовые законы строения сульфидов и сульфосолей Н.В. Белова. Обобщение понятия морфотропии на примере кристаллохимии силикатов. Основной закон кристаллохимии Гольдшмидта.

Понятие о гомологических рядах. Структуры вычитания и внедрения. Псевдосимметрия. Производные и вырожденные структуры. Структурная гомология силикатов, структурная гомология халькогенидов. Гомологические серии некоторых оксидов и фторидов.

Полисоматизм. Концепция полисоматизма и полисоматических серий. Описание модулярных (фрагментарных) кристаллических структур.

Полиморфизм как общее свойство кристаллических веществ. История открытия полиморфизма как явления. Систематика полиморфных переходов. Структурные аспекты явления полиморфизма. Полиморфные переходы первого и второго рода. Изменение симметрии при изменении температуры и давления. Координационные правила полиморфизма. Термодинамические основы теории полиморфизма.

Политипизм. Отличие политипии от полиморфизма. Способы описания политипных структур. Изоморфизм и изоструктурность. Изодиморфизм. Классификация изоморфизма, его соотношение с твердыми растворами. Эмпирические правила изоморфизма и их современная трактовка. Физико-химические основы изоморфизма. Распад изоморфных смесей при

понижении температуры и повышении давления. Изоморфизм в процессах кристаллизации. Кристаллохимическая трактовка правил изоморфизма. Изоморфизм как причина ограничения числа минеральных видов.

Порядок-беспорядок в кристаллических структурах. Понятие о ближнем и дальнем порядках. Процессы внутрикристаллического упорядочения как геотермометры и геобарометры.

Кристаллохимическая систематика комплексов анионоцентрированных тетраэдров. Кристаллические структуры соединений с комплексами анионоцентрированных тетраэдров. Симметричные и геометрические ограничения существования кристаллической структуры. Конструирование пробных кристаллических структур заданного состава. Принципы полного и локального валентного и координационного баланса. Современный метод валентности связи (МВС).

Возможные методы уточнения пробной структуры кристалла. Компьютерное моделирование с использованием атомистических потенциалов межатомного взаимодействия. Квантовохимические расчеты (ab-initio).

### **Рост и морфология кристаллов**

Кристаллообразование в гомогенных средах

Фазовые равновесия и переходы. Кристаллизация как фазовый переход. Диаграммы состояния систем. Поверхностная энергия. Движущая сила кристаллизации и способы ее выражения. Работа, необходимая для формирования кристаллической фазы. Энергия активации. Флуктуационная природа зародышеобразования и его особенности в парах и конденсированных средах. Геометрическая модель образования зародышей.

Механизм роста совершенных кристаллов

Кристаллизация в гетерогенных средах. Двумерные зародыши. Их размер и форма. Эпитаксия. Анизотропия поверхностной энергии. Структура границы раздела фаз. Адсорбционный слой. Нормальный и послыйный рост кристаллов. Условия их реализации. Анизотропия скоростей послыйного роста грани. Особенности послыйного роста кристаллов из расплава, раствора и пара.

Тепло- и массоперенос при кристаллизации

Диффузионные и поверхностные процессы. Кинетический и диффузионный режим кристаллизации. Современные принципы моделирования тепло- и массообмена в подвижных и неподвижных средах. Кристаллизация в условиях микрогравитации. Моделирование роста монокристаллов и эпитаксиальных структур.

Внешняя форма и однородность реальных кристаллов

Кристаллохимически обусловленная форма кристалла. Метод ПЦС Хартмана. Типы граней кристаллов. Современная трактовка равновесной формы: соотношение Гиббса-Томсона-Херринга. Метод средних работ отрыва Странского и Каишева. Формы роста. Корреляция между теоретически возможными, равновесными формами и формами роста кристаллов. Эффект грани. Условия перехода от многогранника к дендриту. Скелетные формы. Нитевидные кристаллы. Расщепление кристаллов. Сферолиты. Ортотропизм. Ритмический рост. Геометрический отбор. Влияние точечных дефектов на рост и морфологию кристаллов. Физическая и химическая адсорбция примесей. Гомогенный и гетерогенный захват. Равновесное и неравновесное распределение примесей при кристаллизации. Эффективные коэффициенты распределения. Концентрационное переохлаждение. Секториальное и зонарное строение кристаллов. Дислокации как источники слоев роста. Формирование двойников. Дефекты упаковки. Границы блоков. Температурные напряжения. Гетерогенные включения маточной среды и посторонних частиц.

Генезис монокристаллических минералов

Теоретические и эмпирические подходы к изучению генезиса минералов. Общие представления о моделировании природных поликомпонентных систем. Пространственно-временные

факторы. Магматический процесс. Особенности формирования силикатов и родственных им минералов. Физико-химическая и кристаллохимическая трактовка кислотно-основных свойств стеклообразующих расплавов. Первичная магматическая кристаллизация. Рост кристаллов в пегматитах. Пневматолитовые и гидротермальные образования. Метасоматоз. Роль метаморфизма. Кристаллизация в условиях осадконакопления. Примеры месторождений технологических монокристаллов: кварц, исландский шпат, флюорит, корунд, слюда, алмаз, шпинель, берилл, топаз, гранаты, турмалин, оливин, циркон, хризоберилл и другие минералы.

Общая характеристика методов искусственного получения кристаллов

РТХ-диаграммы состояния систем. Условия управляемой кристаллизации. Критерии выбора и общая классификация методов выращивания кристаллов.

Выращивание кристаллов из расплава. Изменение температуры при охлаждении кристаллодержателя (метод Киропулоса). Перемещение кристалла относительно расплава в температурном градиенте (метод Чохральского). Основные варианты технического исполнения метода. Получение профилированных монокристаллов (метод Степанова). Метод Бриджмена-Стокбаргера. Перемещение контейнера через зону плавления. Зонная плавка и перекристаллизация. Вертикальный и горизонтальный, тигельный и бестигельный способы. Метод Вернейля. Автоматизация процесса выращивания кристаллов из расплава.

Выращивание кристаллов из растворов. Типы растворителей. Фазовые диаграммы и кривые растворимости. Разновидности методов.

Раствор-расплавная кристаллизация, ее возможности и разновидности. Расплавы-растворители. Разбавленные и высококонцентрированные системы. Основные модификации, технические приемы и перспективы развития. Гидротермальный синтез. Свойства гидротермальных растворов. Выращивание кристаллов при температурном градиенте. Метод общего охлаждения. Снижение температуры с сохранением постоянного ее перепада. Методы разделенной шихты и разделенных исходных компонентов. Вариант качающегося реактора. Кристаллизация при обычном давлении и умеренной температуре (до 100°C). Приемы изменения температуры раствора. Методы температурного перепада. Рост кристаллов при вынужденной конвекции раствора. Испарение растворителя. Кристаллизация при постоянной температуре и постоянном пересыщении. Использование возможностей химических и электрохимических реакций. Методы со встречной диффузией. Кристаллизация в гелях.

Выращивание кристаллов из газовой (паровой) среды. Физическая конденсация. Химические транспортные реакции. Представление о ПЖК-механизме кристаллизации. Особенности получения объемных, нитевидных кристаллов, и эпитаксиальных пленок. Типичные дефекты роста кристаллов и пути их устранения. Сравнительная характеристика методов выращивания кристаллов.

Практика выращивания технических монокристаллов

Классификация выращиваемых кристаллов: химическая, кристаллохимическая, генетическая, функциональная.

Основные «традиционные» материалы: алмаз, кремний, германий, соединения АПВ и другие полупроводники, кварц, корунд, редкоземельные алюмо-, феррогранаты и алюминаты, галогениды щелочных металлов, флюорит и другие фториды, кальцит, KDP, ADP, ниобаты, слюда, цинкит, орто- и гексаферриты, форстерит, берилл, хризоберилл, редкоземельные оксиортосиликаты и 1088 рутил, шпинели и другие тугоплавкие оксиды. Некоторые новые кристаллы: берлинит, манганиты, титанаты, купраты и другие высокотемпературные сверхпроводники, германаты, бораты, апатит, ванадаты, молибдаты, вольфраматы, бориды, карбиды, фосфиды.

Выращивание высокомолекулярных органических кристаллов. Кристаллизация гетеро- и наноструктур.

Сравнительная морфология минералов и их синтетических аналогов

Общие и отличительные признаки минералов и искусственных кристаллов. Структурные и механические примеси в минералах и их влияние на внешнюю и внутреннюю морфологию. Включения: твердые, жидкие, однофазные, двухфазные, трехфазные и более сложные. "Минералы-узники". Примеры генетической интерпретации экспериментальных данных.

### **Рентгенография минералов и рентгеноструктурный анализ**

Физические основы рентгенографии кристаллов.

Открытие и свойства рентгеновских лучей. Сплошной и характеристический спектры. Рентгеновские трубки. Поглощение рентгеновских лучей и выбор рентгеновского излучения. Применение фильтров для монохроматизации рентгеновских лучей.

Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Модель дифракции как отражение рентгеновских лучей от атомных плоскостей. Уравнение Брэгга-Вульфа.

Когерентное и некогерентное рассеяние. Изменение длины волны при неупругом рассеянии рентгеновских лучей. Рассеяние электроном поляризованного излучения. Рассеяние электроном неполяризованного излучения. Поляризационный фактор. Рассеяние рентгеновских лучей атомом. Атомный фактор рассеяния. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллом. Структурная амплитуда. Фаза волны, рассеянной элементарной ячейкой. Понятие обратной решетки. Вывод квадратичных формул. Модель дифракции с использованием представлений о сфере Эвальда. Фактор Лоренца. Фактор повторяемости. Рассеяние рентгеновских лучей системой атомов. Закономерные погасания рефлексов. Вывод правил погасаний для разных типов ячеек и элементов симметрии. Определение пространственных групп.

Влияние температуры на интенсивность брэгговских отражений. Сопоставление теоретического и экспериментального рентгенодифракционного спектра (на примере флюорита). Программа "LAZY PULVERIX PC" для расчета теоретического рентгенодифракционного спектра.

Подходы к решению задач в процессе рентгенографического исследования минералов.

Применение рентгенографии для исследования микронапряжений в кристаллах и определения размеров частиц в образце. Интегральная ширина пика, поправка на междублетное расщепление.

Методы рентгеновской съемки кристаллов при высоких температурах и давлениях. Высокотемпературная камера Гинье: оптическая схема, расчет спектра. Порошковая камера сверхвысоких давлений. Проблемы кристаллохимии и рентгенографии высоких давлений и температур.

Прецизионное определение параметров элементарных ячеек. Причины небольших изменений параметров элементарной ячейки. Влияние примесей на изменение параметров. Установление связи параметр - состав. Зависимость изменения параметров ячейки от условий кристаллизации. Линейный регрессионный анализ изменений параметров.

Ошибки метода и способы получения точных значений параметров элементарной ячейки. Рекомендации по выбору максимумов для определения линейных и угловых параметров ячейки различной симметрии. Контроль надежности индцирования порошкограмм по Де-Вольфу.

Определение состава и структурных особенностей минералов по рентгенографическим данным (отношение S/As в арсенопирите и его типоморфная роль; оценка содержания различных металлов в пирротине; изоморфизм в кварце и его петрогенетическое значение и др.).

Определение длины волны рентгеновских лучей. Первые структурные расшифровки галита, квасцов и др.

Аппаратура и методы получения рентгенодифракционных спектров

Дифракционная картина при съемке в камере Дебая-Шеррера и расчет рентгенодифракционного спектра. Влияние размера частиц на дифракционную картину в камере Дебая-Шеррера. Получение рентгенодифракционного спектра в камере Гондольфи.

Современные рентгеновские аппараты и дифрактометры. Счетно-регистрирующее устройство в дифрактометре ДРОН-УМ1. Выбор режима съемки. Ограничивающие и приемные щели рентгеновского гониометра. Управляющий комплекс дифрактометра ДРОН-УМ-1. Получение рентген-дифракционных спектров (программы “dron”, “mid.exe”, “spectr”) и определение параметров элементарной ячейки в дифрактометре ДРОН-УМ-1.

Основные принципы работы автоматического порошкового дифрактометра STOE STADI-MP с позиционно-чувствительным детектором.

Применение рентгенографии для решения задач качественного и количественного анализа кристаллов.

Диагностика мономинеральных фаз и качественный рентгенофазовый анализ смесей химических соединений и минералов. Определители фаз. Базы данных.

Индексирование рентгеновских спектров (программы “ind” и “krist”). Рассеяние рентгеновских лучей атомом и системой атомов.

Количественный фазовый анализ. Факторы, влияющие на соотношение интенсивностей рефлексов в полифазном образце. Определение соотношения фаз в двухкомпонентной смеси. Методы коэффициентов и внутреннего стандарта в количественном анализе.

Современные методы рентгеновских исследований структурных превращений минералов при высоких давлениях и температурах. Знакомство с рентгеновской камерой высокого давления. Принципы кристаллохимии высоких давлений.

Применение рентгеновской дифракции для решения современных проблем структурной минералогии:

а) кристаллохимической систематики минералов;

б) изучения структурных перестроек в глубинных геосферах;

в) исследования важнейших явлений в реальной структуре минералов - изоморфизма, полиморфизма, политипии, модуляции и др.

Структурные типы простых веществ и самородных металлов. Наиболее распространенные структурные типы металлов. Плотнейшие упаковки в структурах металлов. Природные интерметаллиды. Правила валентно-электронной концентрации. Структуры неметаллов и полуметаллов IV-VII групп.

Основные структурные типы галогенидов. Оксиды, гидроксиды и их структурное подобие с галогенидами. Кристаллохимия минералов железо-марганцовых конкреций. Структурные типы, устойчивые в глубинных оболочках Земли. Основные компоненты SYNROC для поглощения радиоактивных отходов.

Кристаллохимическая классификация сульфидов. Сульфиды с тетраэдрическими структурами. Структуры дисульфидов. Кластерные структуры сульфидов. Сульфиды неполновалентных элементов.

Сульфосоли с тетраэдрическими структурами и с сульфосолевыми нитями.

Структурные принципы силикатов. Главная концепция кристаллохимии силикатов. Основные подразделения структурной систематики силикатов. Рентгенографическая диагностика слоистых силикатов. Особенности рентгено-фазового анализа минералов групп каолинита, слюд, хлорита и монтмориллонита. Рентгенографическая диагностика состава щелочных полевых шпатов и плагиоклазов.

Структурное состояние полевых шпатов и рентгеновские методы его определения.

Силикаты глубинных геосфер.

Генетическая кристаллохимия фосфатов. Сравнительная кристаллохимия силикатов и фосфатов.

Кристаллохимическая систематика карбонатов и сульфатов. Смешанные комплексы в их структурах.

Кристаллохимия боратов. Структуры с анионными комплексами из В-треугольников, В-тетраэдров и обоими типами  $VO_n$ -полиэдров.

### **Основные этапы структурных исследований.**

Получение предварительных экспериментальных данных для структурных определений. Монокристаллическая дифрактометрия. Геометрия 4-х кругового дифрактометра. Что такое вектор дифракции и плоскость дифракции? Определение трансляций и их взаимных ориентаций в дифрактометре “Синтекс”. Особенности современных монокристаллических дифрактометров (на примере дифрактометра XCalibur S, оснащенного позиционно-чувствительным детектором).

Программы сбора экспериментальных данных. Стандартные отклонения при оценке интенсивностей дифрагированных лучей. Обработка экспериментальных данных, полученных в дифрактометре. Усреднение рефлексов. Особенности усреднения рефлексов в случае аномального рассеяния одним из атомов.

Перестановка осей и пересчет дифракционных индексов в случае неправильно выбранных параметров элементарной ячейки. Матрицы перехода от пр.гр.  $P_n$  к  $P_c$ , от  $I$  к  $C$ -ячейке у моноклинных кристаллов и от  $R$  к  $H$ -ячейке у гексагональных кристаллов. Матрица Ниггли и расчёт объёма элементарной ячейки. Пересчёт координат атомов в “новой” ячейке.

Уточнение пространственной группы. Формулы для расчёта структурных факторов в случае различных погасаний, связанных с: а)  $C$ -трансляцией; б)  $I$ -трансляцией; в) плоскостями скользящего отражения; г) винтовыми осями. Осложнения в определении пространственных групп, связанные с вторичными рефлексамми. Применение теории вероятности для оценки распределения величин нормализованных структурных амплитуд в случае centrosymmetric и acentric кристаллов. Статистика интенсивностей дифракционных рефлексов и её использование для уточнения пространственной группы. Формулы Вилсона. Пример уточнения пространственной группы на основе графиков Хоуэлса, Филипса и Роджерса. Тест на энантиоморфизм и полярность структуры Г.Флака. Тест на выявление псевдосимметрии. Программа “MISSYM”.

Метод “тяжелого атома”. Ряды Фурье и идея Брэгга об их применении для описания периодической структуры кристаллов. Первые работы по проверке этой идеи: 1) определение структуры квасцов и метод изоморфных замещений; 2) сопоставление теоретического и экспериментального распределения электронной плотности в структуре диопсида; 3) определение структуры  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ .

Функция Патерсона - формализованный метод выявления позиций тяжелых атомов. Ограничения в использовании функции Патерсона. Симметрия функции Патерсона. Пики “связки” и “взаимодействия”. Систематический анализ функции Патерсона. Теорема Бутузова-Белова. Метод “ромбов” при расшифровке функции Патерсона. Представления о суперпозиционных методах. Функция минимализации. Критерии оценки целесообразности использования метода “тяжелого атома”. Обострение функции Патерсона. Харкеровские сечения на плоскость и линию. Пример расшифровки функции Патерсона в случае структуры  $Nd[TaO_3]_3$ . Выявление позиции тяжелого атома на основе эффекта аномального рассеяния.

Трансформанта Фурье и её использование для расчёта электронной плотности. Формулы для расчета электронной плотности в случае centrosymmetric кристаллов и кристаллов с пр. гр.  $P2$ . Проекция электронной плотности на плоскость и линию. Осложнения, связанные с обрывом ряда.

Представления о прямых методах структурной расшифровки. История возникновения прямых методов структурной расшифровки. Единичные структурные амплитуды. Иллюстрация применения прямых методов при определении структуры алмаза. Зависимость знаков структурных амплитуд от выбора начала координат в элементарной ячейке. Правила выбора рефлексов для фиксации начала координат. Детерминант Карле-Хауптмана и получение на его

основе неравенств Харкера-Каспера. Структурный инвариант. Равенство Сейра. Подход к оценке вероятности выполнения неравенства  $F_{H1}F_{H2}F_{H1-H2} > 0$ .

Уточнение структуры. Коэффициент приведения к абсолютной шкале. Температурный фактор (общий изотропный и анизотропный для каждого атома). Вывод формулы для расчета коэффициента Дебая-Валлера. Поправки на аномальное рассеяние, поглощение и экстинкцию. Расчет коэффициента поглощения.  $\Psi$ -сканирование. Особенности уточнения позиционных параметров и анизотропных тепловых поправок высокосимметричных кристаллов. Уточнение фактора заселенности.

Вспомогательные программы для расчета межатомных расстояний и углов; программы изображения кристаллических структур.

Расчет баланса валентностей, как критерия достоверности структурной расшифровки. Корреляция структурных особенностей и физических свойств кристаллов.

Изучение усложняющих реальную структуру явлений.

Особенности уточнения модулированных структур. Описание дифракционной картины на основе 4-х и более векторов. Вектор модуляции. Волны модуляции. Использование представлений о структурной модуляции для интерпретации фазового перехода гётит-гематит. Подходы к структурной интерпретации микродвойникования и полисоматизма.

Новые возможности рентгеноструктурного анализа минералов.

Использование синхротронного излучения. Дифракция при высоких давлениях. Состав верхней мантии. Состав мантии ниже границы 670 км.

Применение метода Ритвельда в рентгеноструктурном анализе.

### **Компьютерная кристаллография**

Основные способы описания и изображения внешней формы кристалла. Реализация принципа Кюри-Вульфа при построении комбинационного многогранника. Рисование монокристаллов и двойников. Особенности программ Shape, Kristall2000. Их отличия. Способы представления: для вывода на печать с белым фоном, для создания графических файлов, для создания 3D форм.

Основные способы описания и изображения кристаллических структур минералов, кластеров и поверхности кристалла. Особенности программ AtoMS, CaRIne Crystallography. Программа **Diamond** - самая известная и популярная программа визуализации кристаллических и молекулярных структур. Их отличия. Ввод химических, кристаллографических и библиографических данных. Интерактивное измерение углов и межатомных расстояний. Анимированный режим работы с программами. Построение координационных полиэдров. Инструменты для анализа кристаллической структуры и подготовки материалов. Способы представления: для вывода на печать с белым фоном, для создания графических файлов. Взаимодействие программ визуализаторов и кристаллографических баз данных. Форматы обмена данными между приложениями.

Основные базы данных - ICSD, American Mineralogist Crystal structure database, Минкрисст. Особенности работы в них.

Программные комплексы 3D сред создания творческой мастерской. Особенности комплекса Material Studio - среды программного обеспечения для конструирования и моделирования материалов. Программы, входящие в базовый и расширенный пакет.

Программный продукт AVS/Express (STM4) - универсальный инструмент для визуализации данных. Создание рабочей среды для решения кристаллографических задач.

Иерархия современных методов кристаллохимического прогноза. Возможные методы уточнения пробной структуры кристалла. Компьютерное моделирование структур и свойств кристаллов. Программы DLS, BondVal, GULP, Metadise, QE- особенности и границы применимости.

**Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых**

## **Геохимия**

Химико-аналитические, физико-химические и физические методы изучения содержания и состояния элементов в природных объектах. Роль физико-химического эксперимента. Роль математических методов обработки и моделирования.

Определение понятия распространенность элемента; способы выражения распространенности. "Космическая" распространенность элементов; распространенность элементов на Солнце, в метеоритах и планетах, корах планет, в атмосферах и гидросферах.

Геофизические данные о строении Земли. Земная кора, мантия, ядро. Полиморфизм и состояние вещества в глубинных сферах Земли.

Периодический закон Д.И.Менделеева и геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта. Другие классификации.

Основные понятия термодинамики: параметры, компоненты, фазы, системы. Первое и второе начала термодинамики. Термодинамические потенциалы простых систем. Условия равновесия термодинамических систем. Системы с вполне подвижными компонентами, их физический смысл. Термодинамические потенциалы систем с вполне подвижными компонентами. Правила фаз Гиббса и Коржинского. Уравнение смещенного равновесия: вывод из него уравнений Клаузиуса-Клапперона, закона действующих масс и других термодинамических соотношений.

Типы и назначение диаграмм в физической геохимии. Методы графического изображения составов минералов и пород. Диаграммы состав-парагенезис. Понятие о парагенезисе и минеральной фации. Разделение компонентов при графическом анализе.

Типы и примеры Т-Х диаграмм бинарных и тройных конденсированных систем: диаграммы с простой эвтектикой, с конгруэнтным и инконгруэнтным плавлением, диаграммы с неограниченной и ограниченной растворимостью твердых фаз. Приложение правила фаз. Влияние различных факторов на плавление минералов и строение диаграмм плавности.

Диаграммы зависимости минерального состава и парагенезисов от интенсивных параметров, топология диаграмм, приложение правила фаз. Методы расчета и построения. Анализ диаграмм, их значение. Т-Р-Х диаграммы систем соль-летучий и силикат-летучий. Анализ эволюции магматических систем при помощи этих диаграмм.

Основные принципы термодинамики необратимых процессов. Уравнение производства энтропии. Главные принципы термодинамики необратимых процессов. Стационарные состояния. Уравнения сопряженных потоков. Приближение к природным процессам: инфильтрационный и диффузионный метасоматоз, фильтрационный эффект, потоки в магматической камере.

Рассеяние элементов в природе. Термодинамические основания рассеяния; закон В.И.Вернадского. Формы рассеяния элементов. Явление изоморфизма атомов в кристаллах и его геохимическое значение. Эмпирические правила изоморфизма. Изоморфизм и ассоциации элементов в природе; изоморфные ряды В.И.Вернадского; диагональные ряды А.Е.Ферсмана. Изоморфизм как механизм рассеяния, концентрирования и разделения элементов. Состояние химических элементов в подвижных фазах (расплавах, водных растворах, газах).

Понятие о миграции элементов. Явления концентрации и рассеяния. Основные разделительные процессы в земной коре: при дифференциации расплавов, при взаимодействии фильтрующихся вод с породами. Термодинамические законы разделения элементов и изотопов в гомогенных системах: гравитационное равновесие, термодиффузия; термодинамические законы разделения элементов и изотопов в гетерогенных системах (распределение по фазам): равновесия кристаллизации, ликвации, равновесие газ-расплав, равновесие твердая фаза-водный раствор; понятие о коэффициентах распределения.

Представление о диффузии и конвекции как механизмах массопереноса и дифференциации в геохимии. Понятие о динамике процессов и динамических физико-химических моделях природных процессов.

Элементарные свойства атомов и ионов: геометрические - понятие об атомных и ионных радиусах; валентность и эффективный заряд атомов и ионов; свойства связи - представления о характере строения электронных оболочек и важнейших типах химической связи в соединениях. Значение отношения заряда иона к его размеру; понятие ионного потенциала; диаграмма ионных потенциалов.

Радиогенные изотопы. Главное уравнение изотопной геологии. Изохронные методы (рубидий - стронциевый, самарий - неодимовый методы). Уран - свинцовый метод. Калий - аргоновый метод, проблема потери аргона. Радиогенные изотопы как генетические индикаторы (гелий, стронций, неодим). Геохимия стабильных изотопов легких элементов. Методы представления изотопного состава. Изотопные стандарты. Геологические термометры, основанные на распределении стабильных изотопов легких элементов. Процессы разделения стабильных изотопов легких элементов в природе.

Распространенность элементов в земной коре; методы оценки среднего химического состава земной коры.

Геохимия магматического процесса. Химический состав и классификация магматических пород. Распространенность элементов в магматических породах; закономерности изменения распространенности в зависимости от содержания кремнезема. Ассоциации элементов ультраосновных, основных, кислых и щелочных пород. Относительная распространенность типов магматических пород. Физико-химические закономерности кристаллизации породообразующих силикатов и поведение элементов-примесей в этом процессе. Роль кристаллизационной дифференциации как механизма разделения элементов в магматическом процессе. Физико-химическая оценка других гипотез дифференциации магмы (ликвация, газовый перенос, гравитационная диффузия).

Геохимия метаморфического процесса. Химические типы метаморфических пород, соответствующие им ассоциации элементов. Зависимость состава метаморфических пород от условий метаморфизма. Ультраметаморфизм и гранитизация.

Геохимия грейзенов и пневматолитов. Ассоциация элементов грейзеновых образований. Признаки высокотемпературных реакций газов с породами; роль фтора, а также хлора, бора, серы и др. Типы месторождений, связанных с грейзенами.

Состав вулканических газов; закономерности изменения состава водных источников и газов вулканических областей в ходе вулканического процесса. Газы ювенильные и возрожденные; геохимические признаки происхождения вулканических газов.

Геохимия гидротермально-метасоматических процессов. Ассоциация элементов в гидротермально-метасоматических образованиях. Типы гидротермальных сульфидных месторождений и соответствующие им ассоциации рудных элементов.

Метасоматические и аутометасоматические образования: щелочные метасоматиты, зоны пропилитизации, доломитизации, вторичные кварциты, продукты серпентинизации ультраосновных пород, альбитизации гранитоидов и др.; соответствующие им ассоциации рудных элементов.

Термодинамические условия гидротермально-метасоматических процессов. Данные о составе гидротермальных растворов, о температуре и давлении процессов. Особенности современного гидротермального рудообразования. Источники вещества, способы переноса и способы отложения элементов в гидротермально-метасоматических процессах. Физико-химические факторы растворения, переноса и отложения рудных элементов; роль взаимодействия растворов с породами как фактор рудоотложения. Основы физико-химической динамики гидротермально-метасоматических процессов.

Геохимия процессов выветривания и осадкообразования. Геохимическая классификация осадочных образований В.М.Гольдшмидта. Химический состав и ассоциации элементов

различных типов осадочных пород. Относительная распространенность различных типов осадочных пород.

Физико-химические факторы осадочной дифференциации. Роль температуры, давления, состава атмосферы и вод; значение активности живых организмов и органического вещества осадков. Кислотность и окислительно-восстановительный потенциал растворов как факторы разделения и концентрирования элементов. Специфика физико-химических условий процессов выветривания, сноса, осадконакопления, диагенеза; связь с геолого-тектоническими и климатическими условиями. Особенности современных процессов осадкообразования.

Типы осадочных рудных месторождений. Осадочная дифференциация как рудообразующий процесс.

Эпигенетические процессы в осадочных породах и их роль в концентрировании металлов; характерные ассоциации элементов эпигенетических руд в осадочных породах.

Масса и химический состав вод гидросферы; сопоставление состава морских и континентальных вод; устойчивость состава солевой массы океана; колебания солености морских вод. Малые компоненты гидросферы; жизнь и органическое вещество морских вод. Физико-химические факторы, определяющие состав вод гидросферы. Океан как динамическая система. Соотношение процессов поступления материала в океан и осадконакопления; круговорот воды.

Состав атмосферы; строение атмосферы и распределение ее компонентов по высоте. Факторы, контролируемые химический состав атмосферы. Атмосфера как динамическая система и геохимические циклы газов атмосферы. Инертные газы.

Происхождение и эволюция атмосферы. Источник газов на поверхности Земли; проблема потери газов Землей; геохимические признаки отсутствия на Земле древней плотной атмосферы.

Определение В.И.Вернадского биосферы и живого вещества. Живое вещество; его количество и химический состав, биофильные элементы. Энергия и активность живого вещества. Понятие о биогеохимических процессах; прямое и косвенное влияние организмов на геологические процессы; геохимические функции организмов; организмы-концентраторы. Живое вещество как мощный геологический фактор в истории земной коры; понятие о ноосфере.

Органическое вещество в геохимии. Распространенность и формы накопления органического вещества. Состав органического вещества осадков и осадочных пород; ассоциации элементов, накапливающихся в связи с органическим веществом; органическое вещество как фактор концентрирования элементов.

Биогеохимические провинции. Связь условий жизнедеятельности организмов с химическим составом среды; понятие эндемии. Факторы формирования биогеохимических провинций. Значение биогеохимических провинций в хозяйственной деятельности человека.

Круговорот вещества в земной коре и представление о малом и большом геохимических циклах. Энергетика геохимических процессов; движущие силы геохимического круговорота. Идея о геохимическом балансе процессов преобразования вещества в ходе кругооборота.

### **Геохимические методы поисков полезных ископаемых**

Основы теории геохимического поля. Понятия «нормальное» и аномальное геохимическое поле. Геохимический фон, «явные» и «слабые» геохимические аномалии. Вероятностный характер распределения химических элементов в области фона. Критерии выделения слабых аномалий.

Пространственно-упорядоченные распределения химических элементов в аномальном геохимическом поле. Параметрические и непараметрические характеристики геохимических аномалий (размеры; средние и максимальные содержания химических элементов; контрастность; продуктивность).

Природные (рудогенные, ландшафтные) и техногенные геохимические аномалии. Месторождение полезного ископаемого как частный случай геохимической аномалии.

Первичный ореол месторождения. Гипергенное поле рассеяния. Вторичные ореолы и потоки рассеяния месторождений. Взаимосвязь между геохимическими аномалиями в различных геосферах. Пропорциональность количеств металла в гипергенных геохимических аномалиях и коренному оруденению.

Условия проведения геохимических поисков. Открытые и закрытые территории. Ландшафтно-геохимические условия. Элементарные ландшафты. Классификация геохимических ландшафтов на основе биоклиматической зональности. Внутренние и внешние факторы миграции химических элементов в геохимическом ландшафте. Механическая миграция. Водная миграция. Геохимические барьеры. Районирование территорий по условиям проведения геохимических поисков и выбор рационального комплекса методов, позволяющего выявлять и оценивать рудные объекты по их геохимическим аномалиям.

Модели формирования литохимических потоков рассеяния. Идеальный поток рассеяния в русле 1-го порядка. Характеристические точки и уравнения, описывающие распределение содержаний рудных элементов в аллювии на различных интервалах русла. Продуктивность потока рассеяния. Зависимость содержаний и продуктивности потока рассеяния от положения рудного объекта в бассейне водосбора.

Стадии выветривания горных пород и профиль рыхлых образований. Генетическая классификация рыхлых образований и отложений. Подвижное (динамическое) равновесие между выветриванием и денудацией. Склоновые процессы, формы рельефа и типы отложений. Классификация вторичных ореолов рассеяния. Характеристика важнейших типов вторичных ореолов. Наложенные литохимические ореолы рассеяния. Испарительная, сорбционная и биогенная аккумуляция рудных элементов у поверхности.

Рудное тело и его первичный ореол. Связь первичных ореолов с околорудными метасоматитами. Механизм формирования и основные свойства первичных ореолов. Инфильтрационные и диффузионные первичные ореолы. Состав первичных ореолов. Геохимические ассоциации важнейших минерально-промышленных типов месторождений. Зональность месторождений и основные факторы пространственной геохимической дифференциации элементов в процессе рудообразования. Ряды зонального отложения элементов и геохимические показатели зональности. Исследование геохимической зональности рудных месторождений. Определение уровня эрозионного среза рудных месторождений.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

##### ОСНОВНАЯ

Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М.КДУ. 2007.

Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. Общая минералогия, СПб, 2008.

Власов Е.А., Коцуг Д.Г., Посухова Т.В. Методы исследования минералов. Растровая и просвечивающая электронная микроскопия и электронно-зондовый микроанализ. Учебное пособие, М., 2009, 99 с.

Гаранин В.К., Криулина Г.Ю., Гаранин К.В., Самосоров Г.Г. Архангельские алмазы. Новые данные. 2018. М.: Скороходов, ISBN 978-5-6040412-0-8, 232 с.

Годовиков А.А. Минералогия. М., Недра, Изд.: Мин. Музей. 1998. 162 с.

Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогенез минералов. М.: Наук. 1975.

Кононов О.В., Устинов И.Д. Тырныауз. Технологическая минералогия. М.: Де'Либри. 2018. 326 с.

Коцуг Д.Г., Кротова О.Д. Физика минералов. 2017. ИНФРА-М Москва, ISBN 978-5-16-012173-4. 348 с.

Кривовичев В.Г. Минералогический словарь. Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2008. 556 с. ISBN: 978-5-288-04863-0.

Марфунин А.С. Введение в физику минералов. М., Недра, 1974.

Миловский А.В., Кононов О.В. Минералогия. М., МГУ, 1982.

- Минералы. Справочник. Т.1 – Т. V. 1960 – 2003.
- Наноминералогия. Ультра- и микродисперсное состояние минерального вещества. СПб. Наука. 2005. 581с.
- Пеков И.В., Подлесный А.С. Минералогия Кукисвумчоррского месторождения (щелочные пегматиты и гидротермалиты). М., ТО «Земля», 2004, 172 с.
- Пеков И.В., Турчкова А.Г., Ловская Е.В., Чуканов Н.В. Цеолиты щелочных массивов. М., Экост, 2004, 168 с.
- Станкеев Е.А. Генетическая минералогия. М., Недра, 1986.
- Marfunin A.S. Advanced mineralogy: Vol. 1. Methods and instrumentations. Berlin, Springer, 1994: XXVII, 551 p.
- Marfunin A.S. Advanced mineralogy Vol. 2. Composition, structure and properties of mineral matter. 1995. XXI, 441 p.
- Fleischer's Glossary of Mineral Species 2018. 12th edition. 424 p.
- Егоров-Тисменко Ю.К. «Кристаллография и кристаллохимия», М, изд-во Книжный дом «Университет», 2005, с.520.
- Егоров-Тисменко Ю.К. «Руководство к практическим занятиям по кристаллографии», М, Изд-во МГУ, 2010, 208 стр.
- Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П., Загальская Ю.Г. «Кристаллография», М., изд-во МГУ, 1992, 288 стр.
- Урусов В.С., Еремин Н.Н. «Кристаллохимия. Краткий курс» М., Изд-во МГУ, 2010, 258 стр.
- Загальская Ю.Г., Литвинская Г.П., Егоров-Тисменко Ю. К. Геометрическая кристаллография, 2-е изд., М., изд-во МГУ, 1986, 166 стр.
- Загальская Ю.Г., Литвинская Г.П., Егоров-Тисменко Ю.К. Руководство к практическим занятиям по кристаллохимии, М. изд-во МГУ, 1983, 167 стр.
- Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П. Теория симметрии кристаллов. М. изд-во ГЕОС, 2000, 394 стр.
- Еремин Н.Н., Еремина Т.А. Неорганическая кристаллохимия. Книга 1. М.: КДУ, 394 с., ISBN 978-5-91304-763-2, 2018.
- Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия. М., МГУ, 1987.
- Урусов В.С., Еремин Н.Н. «Кристаллохимия. Краткий курс» М., Изд-во МГУ, 2010, 258 стр.
- Бокий Г.Б. Кристаллохимия. М., Наука, 1973.
- Белов Н.В. Очерки по структурной минералогии. М., Недра, 1976.
- Еремин Н.Н., Еремина Т.А., Марченко Е.И. Отдельные главы структурной химии - электронная версия М.: КДУ, 2018 ISBN 978-5-7913-1078-1, 268 с
- Пушаровский Д.Ю. Минералогическая кристаллография, Москва, Геокарт-Геос, 2020г
- Н.И. Леонюк, В.В. Мальцев. Монокристаллы тугоплавких боратов. М.: «ГЕОС», 2017, 446с.
- Н.И. Леонюк, Е.В. Копорулина, Е.А. Волкова, В.В. Мальцев. Кристаллография: зарождение, рост и морфология кристаллов. 2017, М: «ЮРАЙТ», 154с.
- Димитрова О.В. Рост и морфология кристаллов. Гидротермальный синтез кристаллов силикатов, боратов, ванадатов и фосфатов. М, Изд-во РУДН, 107 стр
- Н.И. Леонюк, Е.В. Копорулина, Е.А. Волкова, В.В. Мальцев. Рост кристаллов. Лабораторный практикум с основами теории. М.: «ГЕОС», 2014, 142с.
- Н.И. Леонюк, В.В. Мальцев. Кристаллогенезис в многокомпонентных расплавах. М.: «ГЕОС», 2014, 391с.
- Н.И. Леонюк, Е.В. Копорулина, Е.А. Волкова, В.В. Мальцев. Зарождение, рост и морфология кристаллов. М: «МАКС Прес», 2010, 143с.
- Н.И. Леонюк, В.И. Лютин, В.В. Мальцев. Выращивание монокристаллов и моделирование процессов минералообразования. М: Изд. МГУ, 2005, 103с.
- Синтез минералов. В 3-х томах. Александров, ВНИИСИМС, 2000.

- Краснова Н.И., Петров Т.Г. Генезис минеральных индивидов и агрегатов. С.-Петербург: Изд. «Невский курьер», 1997, 228 с.
- Современная кристаллография. Т.3. Образование кристаллов. М.: Изд. «Наука», 1980, 430с.
- Пушаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. М.-«Геоинформмарк», 2000, 292 с.
- Crystal structure analysis. Principles and practice. 2-nd edition. ed. W. Clegg. Oxford Univ. press, 2009, 387 p.
- Jenny Pickworth Glusker, Kenneth N. Trueblood. Crystal structure analysis. A Primer. 3-rd edition, 2010, 276 p.
- “Руководство по рентгеновскому исследованию минералов”, под ред. В.А.Франк-Каменецкого. Л., “Недра”, 1976.
- Ковба Л.М., Трунов В.К. “Рентгенофазовый анализ”, М., МГУ, 1976.
- Липсон Г., Стипл Г. “Интерпретация порошковых рентгенограмм”, М., Мир, 1972.
- Васильев Е.К., Нахмансон М.С. “Качественный рентгенофазовый анализ”, Новосибирск, “Наука”, СО РАН, 1986.
- Пушаровский Д.Ю., Урусов В.С. “Структурные типы минералов”, М., МГУ, 1990.
- “Рентгенография основных типов породообразующих минералов”, под ред. В.А.Франк-Каменецкого. Л., “Недра”, 1983.
- Крутова Г.И., Казаков В.И. “Методические указания по исследованию глинистых минералов методом дифрактометрии”, М., УДН, 1984.
- Урусов В.С. Еремин Н.Н. Атомистическое моделирование кристаллических структур минералов их дефектов и твердых растворов. М, ГЕОС, 2011.
- Oganov A.R., Ed. Modern Methods of Crystal Structure Prediction. WILEY-VCH, 2011, 274 p.
- Урусов В.С., Еремин Н.Н. «Кристаллохимия. Краткий курс» М., Изд-во МГУ, 2010, 258 стр.
- Лорд Э.Э., Маккей А.Л., Ранганатан С. «Новая геометрия для новых материалов». М, Физматлит, 2010, 264 стр.
- Егоров-Тисменко Ю.К. «Кристаллография и кристаллохимия», М, изд-во Книжный дом «Университет», 2005, с.520
- Еремин Н.Н., Еремина Т.А., Марченко Е.И. Отдельные главы структурной химии - электронная версия М., КДУ, 2018 ISBN 978-5-7913-1078-1, 268 с.
- Урусов В.С., Дубровинский Л.С. Конструирование вероятных кристаллических структур минералов. МГУ, 1990 г.
- Handbook of Crystal Growth. Edited by D.T.J Hurlle. Nortn-Holland, 1993-1995: Vol. 1: Fundamentals (Parts A and B); Vol. 2: Bulk Crystal Growth (Parts A and B); Vol. 3: Thin Films and Epitaxy (Parts A and B).
- Перельман А.И. Геохимия. 3-е изд. М., ЛЕНАНД, 2016, 531 с.
- Алексеев В.А. Экологическая геохимия. М., Логос, 2000, 627 с.
- Борисов М.В., Шваров Ю.В. Термодинамика геохимических процессов. М., Изд-во Московского ун-та, 1992, 256 с.
- Браунлоу А.Х. Геохимия, М., Недра, 1984, 464 с.
- Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., Наука, 2001, 375 с.
- Гаррелс Р.М., Крайст Ч.Л. Растворы, минералы, равновесия. М., Мир, 1968, 368 с.
- Жариков В.А. Основы физической геохимии. М., МГУ. 2005. 654 с.
- Зверев В.П. Подземная гидросфера. Проблемы фундаментальной гидрогеологии. М., Научный мир, 2011, 260 с.
- Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник. Книги 1 - 6. М., Недра, 1994-1997.
- Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические прикладные и экологические аспекты. Изд. 2-е, доп. М., РАН, 2012, 677 с.

Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. М., Наука, 1990, 182 с.

Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. Под ред. А.П.Соловова. М., Недра, 1990, 335 с.

Титаева Н.А. Ядерная геохимия. 2-е изд. М., Изд-во Моск. Ун-та, 2000, 336 с.

Хендерсон П. Неорганическая геохимия. М., Мир, 1985, 339 с.

Ярошевский А.А. Проблемы современной геохимии. Новосибирск, Новосиб. Гос. Ун-т, 2004, 194 с.

#### ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ:

Записки Российского минералогического общества

Новые данные о минералах

American Mineralogist

Canadian Mineralogist

European Journal of Mineralogy

Mineralogical Magazine

Reviews in Mineralogy and Geochemistry

Journal of Crystal Growth

Acta Crystallographica A, B, C

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

Волошин А.В. (1993): Тантало-ниобаты: систематика, кристаллохимия и эволюция минералообразования в гранитных пегматитах. СПб., Наука, 297 с.

Волошин А.В., Пахомовский Я.А. (1988): Минералогия тантала и ниобия в редкометалльных пегматитах. Л., Наука. 239 с.

Воронков А.А., Шумяцкая Н.Г., Пятенко Ю.А. (1978): Кристаллохимия минералов циркония и их искусственных аналогов. М., Наука, 181 с.

Высоцкий В.С., Сытников В.Е., Илюшин К.В., Ковалёв Л.К., Ковалёв К.Л., Егошкина Л.А. (2005) Сверхпроводимость в электромеханике и электроэнергетике. Электричество. 7. 31-41.

Демянюк Д.Г., Долматов О.Ю., Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семёнов А.О., Чурсин С.С. (2013) Современные методы получения матричных материалов для иммобилизации радиоактивных отходов. Известия высших учебных заведений. 56(4/2). 124-128.

Дятлова Е.М., Климош Ю.А. (2014) Химическая технология керамики и огнеупоров. Часть 1. Минск: БГТУ. 224 с.

Загорский В.Е., Макагон В.М., Шмакин Б.М., Макрыгина В.А., Кузнецова Л.Г. (1997): Гранитные пегматиты. Т. 2. Редкометалльные пегматиты. Новосибирск: Наука. 285 с.

Зубакова Л.Б., Тевлина А.С., Даванков А.Б. (1978) Синтетические ионообменные материалы. М. Химия. 184 с.

Кэди У. (1949) Пьезоэлектричество и его практическое применение. Пер. с англ. М.: Издательство ин. лит.

Лайнс М., Гласс А. (1981) Сегнетоэлектрики и родственные им материалы. М.: Издательство «Мир»

Мнеян М.Г. (1991) Сверхпроводники в современном мире: Кн. Для учащихся. М.: Издательство «Просвещение»

Москальчук Л.Н., Баклай А.А., Леонтьева Т.Г., Стреленко Д.К. (2015) Сорбционные материалы на основе бентонитовой глины месторождения «Острожанское» для обеспечения безопасного обращения с радиоактивными отходами. Химия и технология неорганических веществ. 3. 70-77.

Нетрадиционные типы редкометалльного минерального сырья (1991). М., Недра, 248 с.

Пеков И.В., Кононкова Н.Н. (2010): Рубидиевая минерализация в редкометалльных гранитных пегматитах Вороньих тундр (Кольский полуостров, Россия) // Геохимия, 7, 741-760.

- Пожидаев Ю.Н. (2014) Кремнийсодержащие сорбционные материалы: синтез, свойства, применение. Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. 4(9). 7-37.
- Пятенко Ю.А. (1990): Основные черты минералогической кристаллохимии лития // Изв. АН, сер. геол., 4, 67-74.
- Пятенко Ю.А., Курова Т.А., Черницова Н.М., Пудовкина З.В., Блинов В.А., Максимова Н.В. (1999): Ниобий, тантал и цирконий в минералах. М.: Изд. ИМГРЭ, 213 с.
- Пятенко Ю.А., Угрюмова Н.Г. (1988): Минералогическая кристаллохимия редкоземельных элементов // Изв. АН, сер. геол., 11, 75-86.
- Садовский М.В. (2008) Высокотемпературная сверхпроводимость в слоистых соединениях на основе железа. Успехи физических наук. 178(12). 1243-1271.
- Солодов Н.А., Балашов Л.С., Кременецкий А.А. (1980): Геохимия лития, рубидия и цезия. М.: Недра. 233 с.
- Хомяков А.П. (1990): Минералогия ультраагпаитовых щелочных пород. М., Наука, 196 с.
- Чесноков Н.В., Кузнецов Б.Н., Микова Н.М. (2013) Углеродные и композиционные материалы из природных графитов. Журнал Сибирского федерального университета. Journal of Crystal Growth (периодическое издание).
- Филатов, С. К., Кривовичев, С. В., & Бубнова, Р. С. Систематическая кристаллохимия. Издательство Санкт-Петербургского университета, 2019. 231 с.
- Франк-Каменецкий В.А. “Рентгенография основных типов порообразующих минералов”, под ред. В.А.Франк-Каменецкого. Л., “Недра”, 1983.
- Франк-Каменецкий В.А. “Руководство по рентгеновскому исследованию минералов”, под ред. В.А.Франк-Каменецкого. Л., “Недра”, 1976
- Попов Г.М., Шафрановский И.И. Кристаллография, 5-е изд., М., изд-во Высшая школа, 1972, 352 стр.
- Ворошилов Ю.В. Павлишин В.И. «Основы кристаллографии и кристаллохимии. Рентгенография кристаллов» Киев, КНТ, 2011. 568 стр.
- Тепло- и массообмен при получении монокристаллов / П.К. Конаков, Г.Е. Веревоцкий, Л.А. Горяинов и др. М: Изд. «Металлургия», 1971.

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

### 107-01-00-165-гмн «Литология»

Литология как наука. Определение, объект изучения, основные задачи, теоретическое и практическое значение. Краткие сведения об истории литологических исследований. Методы изучения осадочных образований: полевые и лабораторные.

Определение осадочной породы. Особенности состава, строения и происхождения. Химический и минеральный состав. Отличие их от магматических и метаморфических пород. Понятие о зоне осадкообразования, ее термодинамическая характеристика.

Классификация осадочных пород: методология и значение. Принципы классификации (по составу, структуре). Компонентный состав осадочных пород (ПК).

Строение осадочных пород, Определение структуры и текстуры осадочных пород. Принципы классификации структур (по взаимоотношению зерен, их размеру, и форме). Теоретическое и практическое значение изучения структуры и текстуры.

Основные факторы, влияющие на формирование стратисферы: тектонический режим, климат, вулканизм, биогенные процессы. Типы литогенеза и основные характеристики ледниковый (нивальный), гумидный, аридный, и вулканогенно-осадочный, океанский. Уровень карбонатной компенсации.

Гипергенез и основные агенты влияния на процессы преобразования породных компонентов. Роль воды и органического вещества. Зоны гипергенеза. Влияние климата и тектонического режима на интенсивность и характер мобилизации вещества. Основные продукты выветривания.

Седиментогенез. Теоретическое и практическое значение изучения седиментационных процессов. 8. Представления о механической и химической дифференциации по Л.П. Пустовалову и Н.М. Страхову. Факторы, влияющие на растворимость осадочных компонентов: органическое вещество, температура

Диagenез: определение, движущие силы, условия, границы, основные процессы и продукты. Влияние диагенетических процессов на физико-механические свойства пород: пористость, плотность. Теоретическое и практическое значение диагенетических процессов.

Катагенез и метагенез: определение, движущие силы, основные процессы, границы. Термодинамические условия. Минералогические и структурные преобразования и новообразования: Теоретическое и практическое значение катагенеза и метагенеза.

Кремневые породы: определение и принципы классификации. Породообразующие минералы: опал, халцедон, кварц. Диагностика минералов и особенности их структур. Основные группы кремневых пород. Факторы, определяющие кремненакопление (климатические, батиметрические и др.). Практическое применение.

Карбонатные породы: определение и принципы классификации, Методы изучения карбонатных пород. Практическое применение карбонатных пород.

Типы известняков и факторы, определяющие карбонатакопление (климатические, батиметрические, физико-географические, тектонические и др.). Обстановки карбонатакопления: Классификация известняков по Р. Фолку и Р. Данхему.

Доломиты. Краткая характеристика и происхождение. Основные модели доломитообразования: сингенетическая, катагенетическая, метасоматическая. Сидериты. Основные факторы образования.

Краткая характеристика седиментационных и постседиментационных факторов, способствующих формированию карбонатных коллекторов.

Глинистые породы: определение и принципы классификации. Строение кристаллических решеток глинистых минералов. Характеристика главнейших групп глинистых минералов. Методы изучения глинистых пород.

Глинистые минералы индикаторы состава питающих провинций и палеогеографических и палеоклиматических обстановок седиментации, Происхождение глинистых пород: элювиальное, механогенное, диа- и катагенетическое и др. Стадии преобразования глинистых пород. Научное и практическое значение изучения глинистых пород.

Обломочные породы: определение и принципы классификации. Классификация обломочных пород по гранулометрическому составу и вещественно-минеральному составу обломочной составляющей (по Г.Ф. Крашенинникову и В.Д. Шутову). Цемент обломочных пород.

Значение изучения состава обломков для восстановления питающей провинции. Зависимость минерального состава терригенной кластики от тектонического и климатического факторов. Понятие о терригенно - минералогических провинциях. Научное и практическое значение изучения обломочных пород.

Краткая характеристика седиментационных и постседиментационных факторов, способствующих формированию пород с улучшенными коллекторскими свойствами.

Вулканогенно — обломочные породы: классификация по структуре, составу и происхождению. Отличительные признаки туфов.

Фосфатные породы: определение и принципы классификации. Источники фосфора. Условия и обстановки накопления. Гипотезы А.В. Казакова, Г.И. Бушинского, Г.Н. Батурина. Геохимические закономерности распределения фосфатного вещества в гидросфере и земной коре по В.Н. Холодову. Практическое применение фосфоритов.

Соли: определение и принципы классификации. Главнейшие группы минералов эвапоритовой группы. Эвапоритовый цикл. Условия соленакопления и типы солеродных бассейнов. Практическое применение.

Алюминиевые, железистые и марганцевые породы: определение и принципы классификации. Основные факторы, определяющие условия их накопления. Профиль латеритной коры выветривания и факторы, отвечающие за ее формирование. Понятие «геохимического барьера». Типы железорудных осадочных бассейнов. Практическое применение.

Высокоуглеродистые породы. Определение, состав, условия формирования. Краткая характеристика пород баженовской свиты Западной Сибири и доманиковой формации ВолгоУральского бассейна,

Сущность генетического и фациального анализа. Определения: литотип, петротип, генотип, фация. История возникновения и современные понимания термина «фация». Работы А. Грессли, Н.А. Головкинского, И. Вальтера, Н.М. Страхова, В.Т. Фролова, Г.Ф. Крашениникова, П.П. Тимофеева. Практическое значение генетического и фациального анализа для физической географии, геоморфологии, палеогеографии, тектоники, стратиграфии, поиска и прогноза твердых и горючих полезных ископаемых.

Краткая характеристика континентальных обстановок осадконакопления. Факторы, определяющие характер и своеобразие отложений.

Речная обстановка осадконакопления. Химизм воды и формы переноса. Горный и равнинный аллювий. Основные структурно-текстурные и вещественные характеристики речных отложений. Аллювиальный цикл. Основные отличия от пролювия

Дельтовые конуса выносов. Факторы, влияющие на формирование и конфигурацию дельт (климат, тектонический режим, гидродинамические процессы и др.). Типы дельт. Основные черты строения дельтового конуса выноса.

Шельф. Морфология и общие черты осадконакопления. Связь осадков континентального шельфа с климатической зональностью.

Основные характеристики осадков и процессов осадконакопления в пределах континентального склона и его подножья.

Основные характеристики олистостромовых и флишевых формаций.

Типы океанических осадков. Общие закономерности распределения океанических осадков: климатическая, батиметрическая и др.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

##### ОСНОВНАЯ

Кузнецов В.Г. Литология. Учебник. М.: Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Издательский центр РГУ. 2018. 410 с.

Кузнецов В. Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение. Учеб. пособие для вузов. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. 51 1 с.

Япаскурт О.В. литология. М.: ИНФРА-М, 2016, 359 с.

Япаскурт О.В. Генетическая минералогия и стадийный анализ процессов осадочного породо- и рудообразования. М.: ИНФРА-М, 2016, 356 с.

Япаскурт О.В., Карпова Е.В. Стадийный анализ литогенеза. М.: ИНФРА-М, 2016, 161 с.

Япаскурт О.В., Кузнецов В.Г., Алексеев В.П., Антошкина А.И., Холодов В.Н. Обзор концептуальных проблем литологии. М.: ГЕОС, 2012, 120 с.

##### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

Алексеев В. П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). Екатеринбург: изд-во УГГУ, 2007, 209 с.

Крашенинников Г. Ф. Учение о фациях. Учеб. пособие, М.: Высшая школа. 1971. 368 с.

Куприн П. Н. Учебное пособие. Введение в океанологию. М: Издательство Московского университета Москва, 201 4, 632 с.

Лидер М.Р. Седиментология. Процессы и продукты. М.: Мир. 1986. 439 с.

Лисицын А.П. Процессы океанской седиментации. М.: Наука. 1978. 392 с.

Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород с основами методики исследования.

М.: Высшая школа. 1984. 41 5 с,

Логвиненко Н.В., Сергеева Э.И. Методы определения осадочных пород: Учебн. пособие для вузов. Л. Недра. 1986. 240 с.

Обстановки осадконакопления и фации/ Под ред. Х. Рединга. М: Мир, 1990, Т. 1, 351 с.

т. 2м, 381 с.

Петтиджон Ф.Дж. Осадочные горные породы. Пер. с англ. М.: Недра. 1981. 75 1 с.

Рухин Л.Б. Основы литологии. Л.: Недра. 1 969.

Рухин Л.Б. Основы литологии. Изд.3-е, Л.: Недра, 1969, 703 с.

12, Соловьева Н.А., Шарданова Т.А. Генетический анализ осадочных отложений нефтегазоносных бассейнов. М.: ОАО “Окружная газета ЮЗАО” г. Москва, 2015, 156 с.

13. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза. М.: Изд-во АН СССР. 1962. Т. 1-212 с.; Т.2-574 с.; т. 3-550 с.

Страхов Н.М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М.: Гостоптехиздат, 1963, 535 с,

Тимофеев П.П. Аспекты учения об осадочных формациях (к теории формационного анализа). Литология и полезные ископаемые, 1994, N2 6, стр.2-22.

Фролов В.Т. Руководство к лабораторным занятиям по петрографии осадочных пород. М.: Изд-во Московского университета. 1964. 310 с.

Фролов ВЛ. литология. М.: изд-во МГУ. 1992. кн. 1-334 с.; 1993. кн. 2-429 с.; 1995. кн. 3 - 352 с.  
Холодов В. Н. Геохимия осадочного процесса. М.: ГЕОС. 2008, 608 с.  
Чернова О.С. Обстановки седиментации терригенных природных резервуаров.  
ТюмГНГУ, 2011, 107 с,  
Шванов В.Н. Петрография песчаных пород. Л.: Недра, 1987, 269 с.  
Япаскурт О.В. Стадиальный анализ литогенеза. Учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ. 1995. 142 с.  
Япаскурт О.В. Литология осадочных терригенных формаций тектонически подвижной области.  
М: Инфра-М, 2016, 227 с.  
Япаскурт О.В. Основы концепции развития литологических исследований на современном уровне. М.: МАКС Пресс, 2010  
Япаскурт О.В., Карпова Е. В., Ростовцева Ю. В. Литология. Краткий курс (избранные лекции),  
М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2004, 228 с.

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

### **107-01-00-166-гмн «Гидрогеология»**

#### **Введение**

Современные подразделения и актуальные задачи гидрогеологии, её связь с другими науками. Основные этапы развития мировой и отечественной науки о подземных водах. Значение подземных вод в народном хозяйстве.

#### **Общие представления о подземных водах**

Представления о происхождении гидросферы планеты. Единство природных вод Земли. Подземные воды в общем круговороте воды на Земле. Современные представления о формировании экзогенных (метеогенных) и эндогенных (седиментогенных, метаморфогенных, магматогенных) подземных вод.

Виды воды в горных породах, её свойства и подвижность. Водно-физические и коллекторские свойства горных пород: пористость, трещиноватость, влагоемкость, влажность, водоотдача и недостаток насыщения

Классификация подземных вод по типу водовмещающих пород и условиям залегания. Принципы гидрогеологической стратификации и основные элементы гидрогеологического разреза.

Уравнение баланса подземных вод и его составляющие. Естественные ресурсы и естественные (геологические) запасы подземных вод, их возобновляемость.

Инфильтрационное питание подземных вод, климатические, ландшафтные и гидрогеологические факторы его формирования. Основные процессы трансформации осадков на поверхности суши и в зоне аэрации.

Взаимодействие подземных вод с водотоками и водоемами. Типы гидрогеодинамической взаимосвязи подземных и поверхностных вод (совершенная и несовершенная связь, подпертая и свободная фильтрация). Понятие гидрогеодинамически зависимого гидрологического режима водотоков.

Основные закономерности строения разреза и влажностного режима зоны аэрации. Особенности движения (влагопереноса) воды в зоне аэрации. Основная гидрофизическая характеристика (ОГХ) и методы ее определения.

Режим подземных вод и основные режимобразующие факторы. Связь режима и баланса и типы режима грунтовых вод на различных участках речного бассейна (междуречный, склоновый, террасовый, гидрологический). Особенности формирования гидрогеохимического и температурного режима грунтовых вод.

Межпластовые воды. Формирование и взаимодействие межпластовых вод согласно схеме Мятлева-Гирицкого. Особенности гидрогеодинамического, гидрогеохимического и температурного режима межпластовых вод.

#### **Основы гидрогеохимии**

Структура молекул воды. Физические и органолептические свойства воды. Химический состав подземных вод (макро-, мезо- и микрокомпоненты, растворённые газы, органическое вещество, микроорганизмы). Методы анализа состава вод. Минерализация и сухой остаток. Количественные выражения составов. Классификации подземных вод по минерализации и химическому составу.

Гидрогеохимическая система, ее компоненты и характеристики. Выделение системы. Открытые и закрытые системы. Концентрации и активности компонентов системы. Простая модель процессов. Основной постулат химической кинетики, закон действия масс.

Процессы преобразования состава подземных вод (комплексобразование, деструкция, растворение, ионный обмен, сорбция). Критерии равновесия.

Растворение, осаждение, выщелачивание. Причины возникновения этих процессов. Индекс насыщения. Ионный обмен и сорбция. Возможности сорбции катионов и анионов в зависимости от рН. Модель гомовалентного обмена. Конвенции гетеровалентного обмена. Изотермы сорбции. Основные вещества-сорбенты.

Особенности накопления и закономерности миграции макрокомпонентов. Консервативные и неконсервативные вещества. Геохимические барьеры.

Микрокомпоненты подземных вод, их значение для хозяйственно-питьевого водоснабжения и промышленное использование. Растворённые органические вещества.

Активные газы. Фугитивность. Растворимость составляющих газов в зависимости от Р-Т условий. Влияние минерализации подземных вод на растворимость (высаливание).

Изотопный состав подземных вод. Фракционирование. Использование изотопии подземных вод для установления областей питания и взаимосвязи водоносных горизонтов.

Модели равновесия в гидрогеохимической системе. Принципы построения модели состава подземных вод на основании химического анализа. Моделирование смешивания подземных вод. Обоснование модели вытеснения (каскад реакторов). Обоснование алгоритма. Определение коэффициента замедления.

### **Региональные закономерности распространения и формирования подземных вод**

Основные типы гидрогеологических структур: артезианские бассейны, гидрогеологические массивы и горно-складчатые области; общие представления их развития на территории РФ (с примерами).

Геолого-гидрогеологическое строение, этажность и формирование подземных вод артезианских бассейнов платформенного типа. Гидрогеодинамическая и гидрогеохимическая зональность бассейнов. Особенности формирования подземных вод в пределах кристаллических массивов. Гидрогеологические массивы, основные типы воды. Особенности формирования подземных вод в пределах кристаллических массивов. Гидрогеодинамическая и гидрогеохимическая зональность массивов.

Гидрогеологическое строение, формирование и зональность подземных вод межгорных впадин, предгорных склонов и конусов выноса. Артезианские бассейны межгорного и внутригорного типа. Особенности формирования потоков грунтовых вод в долинах горных рек.

Формирование подземных вод в области распространения многолетнемерзлых пород: надмерзлотные, межмерзлотные, внутримерзлотные и таликовые подземные воды. Наледи, как форма разгрузки подземных вод криолитозоны.

Гидрогеохимическая зональность подземных вод. Широтная зональность грунтовых вод. Вертикальная гидрогеохимическая зональность межпластовых вод: нормальная и инверсионная зональность.

Основные типы лечебных (минеральных), промышленных и термальных вод: особенности формирования и закономерности распределения.

Гидрогеохронология. Возраст подземных вод и период водообмена. Типы трассеров, используемых для определения возраста подземных вод.

### **Основы геофильтрации и геомиграции.**

Движение подземных вод и модель сплошной фильтрующей среды. Гравитационный потенциал, гидростатический напор. Основной закон фильтрации: экспериментальный результат Дарси и его дифференциальная форма. Коэффициент проницаемости и коэффициент

фильтрации. Выражения для коэффициентов фильтрации и проницаемости на основе капиллярной и гранулярной моделей поровой среды. Пределы применимости закона Дарси. Проницаемость трещинной среды. Связь проницаемости и параметров трещиноватости ортогональной системы трещин и хаотически-трещиноватой среды. Анизотропия проницаемости трещинных сред.

Емкостные геофильтрационные параметры. Гравитационная водоотдача. Основные представления об упругом режиме фильтрации (обоснование коэффициента упругой емкости породы и пласта,

Уравнение геофильтрации для стационарного и нестационарного потоков подземных вод. Предпосылка Дюпюи и модель планового потока. Понятие проводимости. Предпосылка перетекания. Гидродинамическая сетка двумерного потока, ее свойства. Структура геофильтрационного потока, классификация потоков по структуре и режиму.

Типовые граничные геофильтрационного потока. Особенности фильтрации вблизи водоемов несовершенных по степени и характеру вскрытия (свободная и подпертая фильтрация).

Понятие об аналитических методах решения задач стационарной и нестационарной фильтрации. Расчеты стационарной плановой фильтрации, понятия удельного расхода. Использование метода суперпозиции для построения аналитических геофильтрационных моделей.

Основы теории фильтрация к скважинам: ее аналитическое описание на примере уравнения Дюпюи для стационарного и модели Тейса для нестационарного потока к скважине с постоянным расходом в изолированном пласте.

Миграция подземных вод (тепло- и массоперенос в подземных водах). Внутрипоровая структура фильтрационного потока. Конвективный перенос и схема поршневого вытеснения. Диффузионно-кондуктивный перенос, фильтрационная дисперсия – причины и механизмы проявления на различных пространственных масштабах, метод модельного описания. Сорбция, разложение, распад.

Методы численного решения задач геофильтрации- геомиграции. Методы конечных разностей, конечных объемов, конечных элементов.

Влагоперенос в зоне аэрации; понятие о всасывающем давлении. Основной закон влагопереноса. Основная гидрофизическая характеристика и связь коэффициента влагопереноса с насыщенностью пор влагой. Закономерности распределения влаги в вертикальном разрезе зоны аэрации при глубоком залегании уровня. Модель гравитационного стекания влаги.

Методы геофильтрационных расчётов потоков переменной плотности с зонной и непрерывной изменчивостью плотности воды. Понятие о приведённом напоре, методах его расчёта и использования. Задача интрузии морских вод.

Гидрогеомеханические эффекты: осадка земной поверхности при водоотборе: причины и связь оседания с понижением напора. Понятие “упругой инфильтрации”. Связь колебаний напоров и динамики атмосферного давления. Поведение напоров в открытой скважине. Барометрическая эффективность Микроколебания напоров подземных вод и их связь с земными приливами и сейсмическими событиями.

### **Методы полевых гидрогеологических исследований**

Гидрогеологическая съёмка; цели и задачи, масштабы съёмки, основные виды маршрутных гидрогеологических работ. Назначение и условия проведения гидрометрических работ в гидрогеологических целях. Принципы составления и основные элементы гидрогеологических карт и гидрогеологических разрезов.

Бурение, конструкция и оборудование гидрогеологических скважин, водоподъёмные устройства, основные типы и назначение фильтров скважин. Формирование и последствия скин-эффекта в гидрогеологических скважинах.

Виды опытно-фильтрационных работ (откачки, наливов, нагнетания, экспресс-опробования), основные требования к проведению и состав наблюдений при опробовании. Общие принципы интерпретации опытных откачек в изолированных пластах и при наличии перетекания.

Назначение и схема проведения опытно-миграционных работ (трассерные опыты: наливов, откачки, налив-откачка). Виды трассеров. Общие принципы интерпретации опытов.

Гидрогеофизические исследования в скважинах (расходомерия, резистивиметрия, термометрия): назначение и принципы интерпретации. Аквазные геофизические методы для изучения взаимосвязи подземных и поверхностных вод (термометрия, резистивиметрия, метод естественного поля): измеряемые характеристики и принципы их интерпретации.

#### **Прикладные гидрогеологические исследования**

Задачи гидрогеологических исследований при разведке и разработке месторождений полезных ископаемых. Гидрогеологические исследования при открытой и подземной разработке месторождений. Задачи и содержание гидрогеологических исследований на разных стадиях освоения месторождений. Методы прогнозной оценки водопритоков в горные выработки. Принципы устройства дренажа объектов горных работ.

Гидрогеологических исследования при разведке и разработке месторождений углеводородного сырья (гидродинамические исследования скважин, индикаторные исследования). Гидрогеологические критерии нефтегазоносности. Гидрогеохимические исследования при разработке нефтяных и газовых месторождений.

Гидрогеологические исследования на мелиорируемых территориях. Принципы гидрогеолого-мелиоративного районирования. Водно-солевой баланс мелиорируемых территорий. Гидрогеологическое обоснование применения горизонтального и вертикального дренажа. Особенности изучения влаго- и солепереноса в зоне аэрации.

Гидрогеологические исследования при гидротехническом строительстве. Формирование фильтрационных потоков в районах гидротехнических сооружений. Основные задачи гидрогеологических исследований в основании сооружений и на берегах водохранилища: особенности и методика опытных работ.

Стадийность поисково-разведочных работ на подземные воды – цели, задачи и основные методы исследований на разных стадиях. Эксплуатационные запасы подземных вод и методы их оценки (гидравлический, гидрогеодинамический).

Балансовая структура эксплуатационных запасов подземных вод. Источники формирования привлекаемых ресурсов. Особенности формирования запасов подземных вод месторождений приречного типа и в артезианских бассейнах.

#### **Охрана подземных вод**

Методы охраны месторождений подземных вод от истощения и загрязнения. Обоснование зон санитарной охраны. Характер изменения режима и баланса подземных вод при различных видах техногенного воздействия. Основные закономерности влияния береговых водозаборов на речной сток.

Загрязнение подземных вод. Виды и источники загрязнения. Организация наблюдений и прогнозные оценки распространения загрязнения. Меры по предотвращению загрязнения и реабилитации подземных вод.

#### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

##### **ОСНОВНАЯ**

Боревский Б.В., Дробноход Н.И., Язвин Л.С. Оценка запасов подземных вод. Изд. 2-е. Киев, Высшая школа, 1989

Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. Изд. 2-е. М.: МГУ, 2007

Киреева Т.А. Курс лекций «Гидрогеохимия».

[http://wiki.web.ru/wiki/Геологический\\_факультет\\_МГУ:Гидрогеохимия](http://wiki.web.ru/wiki/Геологический_факультет_МГУ:Гидрогеохимия)

Лехов А.В. Физико-химическая гидрогеодинамика. М.: МГУ, 2010

Полевые методы гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, инженерно-геофизических и эколого-геологических исследований (учебное пособие). М.: МГУ, 2000

Румынин В.Г. Теория и методы изучения загрязнения подземных вод: учебник для вузов: Наука. 2020. 558 с.

Румынин В.Г. Геомиграционные модели в гидрогеологии. С-П., Изд-во НАУКА, 2011. – 1158

Шестаков В.М., Поздняков С.П. Геогидрология. М.: Академкнига, 2003

Шестаков В.М. Гидрогеодинамика. М.: КДУ, 2009

Штенгелов Р.С. Формирование и оценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод. М.: Недра, 1988

Штенгелов Р.С. Разведочная гидрогеология. Поиски и разведка подземных вод (конспект лекций). Интернет-ресурс: на сайте геологического факультета МГУ, раздел «Учебные и научные материалы» (<http://geo.web.ru/>)

Gholam A. Kazemi, Jay H. Lehr, Pierre Perrochet. Groundwater age. John Wiley & Sons INC., 2006. 325 p.

Theory and Applications of Transport in Porous Media. Eds. Viliam Novák, Hana Hlaváčiková. 2019. Springer International Publishing.

Jochen Hoefs. Stable Isotope Geochemistry. 2009. Springer. 285 p.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

Гидрогеодинамические расчёты на ЭВМ. М.: МГУ, 1994

Гриневский С.О. Гидрогеодинамическое моделирование взаимодействия подземных и поверхностных вод. М.: Инфра-М, 2012

Полевые методы гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, инженерно-геофизических и эколого-геологических исследований. Под рад. Королева В. А., Гордеевой Г. И., Гриневского С. О., Богословского В. А. М. МГУ, 2000. – 352 с.

Расчётный код для трёхмерного геофильтрационного и геомиграционного моделирования учебная версия GeRa/E1.0, учебное пособие Издание 3-е, исправленное и дополненное / И. В. Капырин, Ф. В. Григорьев, А. В. Расторгуев и др. — Москва: Москва, 2020. — 123 с

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

## **107-01-00-167-гмн «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение»**

### **Инженерная геология**

#### **Грунтоведение**

##### **Содержание и структура грунтоведения и его положение в системе геологических наук**

Теоретико-методологические основы грунтоведения. Определение грунтоведения как науки. Объект и предмет грунтоведения. Этапы развития грунтоведения. Типы задач и типы систем, исследуемые в грунтоведении. Типы показателей и классификаций в грунтоведении и вопросы классифицирования свойств грунтов. Содержательные задачи грунтоведения. Методологические положения и основной закон грунтоведения. Научный метод грунтоведения. Структура грунтоведения как науки.

Положение грунтоведения в системе геологического знания. Грунтоведение в системе теоретического геологического знания. Грунтоведение в системе практического геологического знания. Связь грунтоведения с естественными, техническими и социально-экономическими науками.

##### **Состав грунтов**

Твердая фаза грунтов. Подразделение твердой фазы при инженерно-геологическом изучении горных пород. Строение и свойства первичных силикатов, простых солей, сульфидов и металлических соединений грунтов. Строение и свойства глинистых минералов, их природные ассоциации в грунтах. Органическое вещество и органо-минеральные комплексы. Лед в грунтах. Газовые гидраты в грунтах.

Жидкая фаза грунта. Состав и структура жидкой фазы грунтов. Показатели количественного содержания жидкой фазы в грунтах. Классификация и свойства воды разных видов жидкой фазы грунтов. Показатели энергетического состояния и содержания различных категорий воды в грунтах. Влияние жидкой фазы на свойства грунтов.

Газовая фаза грунтов. Происхождение и состав газов в грунтах. Газы природного происхождения. Газы техногенного происхождения. Показатели содержания газов в грунтах. Состояние газов в грунтах. Влияние газов на свойства грунтов.

Биотическая составляющая грунтов. Видовой состав живых организмов в грунтах. Состав микро- и макроорганизмов в грунтах. Количество и условия существования биотической составляющей в грунтах. Условия существования микроорганизмов и макроорганизмов в грунтах. Влияние жизнедеятельности биоты на состав, строение, состояние и свойства грунтов. Влияние макро- и микроорганизмов на грунты.

##### **Строение грунтов**

Морфология структурных элементов грунтов. Размер структурных элементов твердой компоненты и их количественное соотношение. Гранулометрический и микроагрегатный составы грунтов. Гранулометрические классификации грунтов. Форма элементов твердой компоненты, ее количественная оценка. Поверхность твердых компонентов грунта. Межфазная граница "твердый компонент-газ", "твердый компонент-жидкость", между твердыми компонентами. Межфазная граница с участием биоты. Взаимосвязь минерального состава и дисперсности грунтов.

Связи между структурными элементами грунтов. Типы контактов между структурными элементами грунтов. Типы и форма контактов частиц в газовой среде, с участием жидкости, твердофазовых контактов. Структурные связи в грунтах: химические, физические, физико-химические и биотические структурные связи. Теория контактных взаимодействий в грунтах. Структурно-пространственная организация грунтов. Количественное соотношение и расчет соотношения компонент грунтов. Особенности компонентных составов разных грунтов.

Пустотность грунтов. Поровая пустотность грунтов. Морфология пор и приуроченность к структурным элементам грунтов. Трещинная пустотность грунтов.

Строение, структура и текстура грунтов. Подразделение структур и текстур в грунтоведении.

Строение скальных магматических грунтов. Строение скальных метаморфических грунтов.

Строение скальных осадочных цементированных грунтов. Строение дисперсных (обломочных) грунтов: крупнообломочных, песчаных, пылеватых (лессовых и лессовидных) и глинистых грунтов. Строение мерзлых магматических, метаморфических и осадочных грунтов.

Структуры и текстуры мерзлых грунтов.

### **Свойства грунтов**

Химические свойства грунтов. Химические реакции и равновесия в грунтах. Растворимость грунтов. Химическая поглотительная способность грунтов. Кислотно-основные свойства грунтов. Агрессивность грунтов. Основные факторы, определяющие химические свойства грунтов.

Физико-химические свойства грунтов. Адсорбционные свойства. Ионообменные свойства. Адгезионные свойства и липкость грунтов. Диффузионные свойства. Осмотические свойства. Капиллярные свойства. Набухаемость грунтов. Усадочность грунтов. Водопрочность грунтов. Размокаемость грунтов. Размягчаемость грунтов. Размываемость грунтов. Основные факторы, определяющие физико-химические свойства грунтов.

Физические свойства грунтов. Плотностные свойства грунтов: плотность твердых частиц грунта, плотность грунта, плотность скелета грунта; использование показателей плотностных свойств для расчета пористости и других характеристик грунта. Гидрофизические свойства грунтов: влагоемкость, влагоотдача, водопоглощение, водопроницаемость грунтов; влагопроводность в ненасыщенных грунтах, термовлагопроводность грунтов. Газофизические свойства грунтов: газопроницаемость грунтов, диффузия газов в грунтах, испаряемость влаги в грунтах, аэродинамические свойства грунтов. Теплофизические свойства грунтов: теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, термическое расширение и морозостойкость грунтов. Электрические свойства грунтов: электропроводность грунтов, поверхностная проводимость грунтов, диэлектрическая проницаемость грунтов. Электрокинетические свойства грунтов: электроосмос, электрофорез в грунтах. Электрохимические свойства грунтов. Коррозионная способность грунтов. Магнитные свойства грунтов и их природа и влияние на строение и свойства глинистых грунтов. Радиационные свойства грунтов. Основные факторы, влияющие на физические свойства грунтов.

Биотические свойства грунтов. Биологическая активность грунтов. Биокоррозия и биоагрессивность грунтов. Биологическая поглотительная способность грунтов. Основные факторы, определяющие биотические свойства грунтов.

Физико-механические свойства грунтов. Основные понятия о напряжениях и видах деформаций в грунтах. Деформационные свойства грунтов: упругие свойства, компрессионная сжимаемость грунтов, просадочность грунтов. Прочность грунтов: сопротивление грунтов одноосному сжатию, одноосному растяжению, сдвигу. Реологические свойства грунтов: ползучесть грунтов, релаксация напряжений в грунтах, длительная прочность грунтов. Динамические свойства грунтов: поведение грунтов при вибрационных воздействиях, поведение грунтов при импульсных воздействиях, разжижаемость грунтов.

Корреляция между показателями состава и свойств грунтов. Нормативные и расчетные показатели. Инженерно-геологический элемент как структурная единица массива грунтов.

### **Характеристика грунтов различных классов**

Общая классификация грунтов. Содержание, назначение и типы созданных общих классификаций грунтов. Общая классификация грунтов и подход к ее составлению.

Класс природных скальных грунтов. Скальные грунты нерастворимые. Полускальные грунты нерастворимые. Скальные и полускальные грунты растворимые.

Класс природных дисперсных грунтов. Несвязные грунты: крупнообломочные и песчаные грунты. Связные грунты: минеральные глинистые и пылеватые (лессовые) связные грунты, органо-минеральные связные грунты, органические связные грунты.

Класс природных мерзлых грунтов. Мерзлые скальные ледо-минеральные грунты. Мерзлые дисперсные ледо-минеральные и органо-ледяные грунты. Мерзлые дисперсные ледо-минеральные и минерально-ледяные грунты. Мерзлые дисперсные органо-минерально-ледяные и органо-ледяные грунты. Мерзлые ледяные грунты.

Царство техногенных (искусственных) грунтов. Класс скальных и полускальных техногенных (искусственных) грунтов: инъекционно закрепленные грунты, термически упрочненные грунты, техногенно ухудшенные грунты, антропогенно образованные грунты. Класс дисперсных несвязных и связных техногенных (искусственных) грунтов. Класс мерзлых техногенных (искусственных) грунтов.

### **Современные представления о формировании состава, строения, состояния и свойств грунтов и характеристика основных их генетических групп**

Главнейшие факторы формирования состава, строения и свойств грунтов. Исходный состав расплава или выветривающихся пород. Способ формирования осадка или породы. Температура. Давление. Подземные воды и поровые растворы. Физико-химические условия среды. Фактор времени.

Главные закономерности формирования свойств грунтов разных генетических классов. Магматические грунты. Метаморфические грунты. Осадочные грунты. Стадийность формирования осадочных грунтов. Образование исходного материала при выветривании. Перенос и отложение осадочного материала. Преобразование осадка в породу (диагенез). Постдиагенетические преобразования. Некоторые особенности формирования свойств глинистых грунтов при литогенезе. Формирование просадочных свойств лессовых грунтов. Особенности формирования карбонатных, галоидных, кремнистых грунтов и их свойств. Вулканогенно-осадочные грунты. Криогенные (мерзлые) грунты. Техногенные (искусственные) грунты.

Характеристика грунтов магматического генезиса. Интрузивные породы как грунты. Эффузивные породы как грунты.

Характеристика грунтов метаморфического генезиса. Динамотермально-метаморфизованные породы как грунты. Катакластическо-метаморфизованные породы как грунты.

Характеристика грунтов осадочного генезиса. Генетические типы и распространенность осадочных отложений. Распространенность, генетические компоненты и состав осадочных пород. Зоны осадкообразования и типы литогенеза (седиментогенеза). Генетические типы отложений и их общая классификация.

Континентальные осадочные породы как грунты. Элювиальные образования как грунты. Субаэрально-фитогенные отложения как грунты. Обвальное-осыпные отложения как грунты. Оползневые отложения как грунты. Солифлюкционные отложения как грунты. Делювиальные отложения как грунты. Проллювиальные отложения как грунты. Аллювиальные отложения как грунты. Озерные отложения как грунты. Подземно-водные (субтерральные) отложения как грунты. Ледниковые отложения как грунты. Флювиогляциальные (ледниково-речные)

отложения как грунты. Лимногляциальные (ледниково-озерные) отложения как грунты. Эоловые отложения как грунты.

Морские осадочные породы как грунты. Механогенные морские отложения как грунты. Хомогенные морские отложения как грунты. Биогенные морские отложения как грунты. Подводно-элювиальные морские отложения как грунты.

Характеристика грунтов вулканогенно-осадочного генезиса. Эффузивно-осадочные породы как грунты. Эксплозивно-осадочные породы как грунты. Гидротермно-осадочные породы как грунты.

Характеристика грунтов криогенного генезиса. Синкриогенные породы как грунты. Эпикриогенные породы как грунты. Диакриогенные породы как грунты.

Характеристика почв как грунтов. Понятие о почве как особом природном образовании и её специфика как грунта. Подразделение почв как грунтов. Характеристика основных типов почв как грунтов.

Характеристика техногенных (искусственных) грунтов. Техногенные грунты, созданные преобразованием природных грунтов в условиях их естественного залегания. Улучшенные скальные грунты. Улучшенные дисперсные грунты. Улучшенные криогенные грунты. Ухудшенные грунты. Техногенные грунты, созданные перемещением природных грунтов в процессе строительной и другой производственной деятельности. Насыпные грунты. Намывные грунты. Техногенные грунты, созданные как отходы хозяйственной деятельности человечества. Насыпные промышленные и бытовые отходы как грунты. Культурный слой. Намывные промышленные отходы как грунты.

### **Массивы грунтов**

Общие представления о массиве грунтов и факторах, определяющих его особенности. Понятие "массив горных пород", "инженерно-геологический массив", "массив грунтов". Факторы, определяющие особенности поведения массивов грунтов: вещественный состав, выветрелость, трещиноватость, газонасыщенность, обводненность, температура, фазовое состояние жидкой компоненты, анизотропия. Неоднородность строения и свойств массива грунтов. Напряженно-деформированное состояние массива грунтов. Классифицирование массивов грунтов.

Характеристика массивов грунтов разных типов. Массивы, сложенные природными грунтами одного класса: массивы скальных природных грунтов, массивы дисперсных природных грунтов, массивы мерзлых природных грунтов.

Массивы, сложенные природными грунтами разных классов: дисперсными и скальными природными грунтами, дисперсными, скальными и мерзлыми природными грунтами.

Массивы техногенно преобразованных природных и техногенно созданных грунтов. Массивы скальных техногенно преобразованных грунтов, массивы дисперсных техногенно преобразованных грунтов, массивы мерзлых техногенно преобразованных грунтов, массивы скальных техногенно созданных грунтов, массивы дисперсных техногенно созданных грунтов, массивы мерзлых техногенно созданных грунтов.

### **Инженерная геодинамика**

**Введение.** Инженерная геодинамика как научное направление инженерной геологии. Определение инженерной геодинамики как теоретического раздела науки.

Цели, задачи, содержание и объекты исследования инженерной геодинамики; ее значение для инженерного строительства, использования и охраны территорий.

Связь инженерной геодинамики с естественными и техническими науками.

Краткий очерк истории развития инженерной геодинамики в России и в зарубежных странах. Роль отечественных ученых в создании инженерной геодинамики (Ф.П. Саваренский, Г.Н. Каменский, И.В. Попов, Е.М. Сергеев, Г.С. Золотарев, В.Д. Ломтадзе, Г.К. Бондарик и др.).

## **Теоретико-методологические основы инженерной геодинамики. Среда, факторы и причины развития геологических и инженерно-геологических процессов**

Методологические основы инженерной геодинамики. Геологические и инженерно-геологические процессы как специфическая форма движения материи в верхних горизонтах земной коры; взаимообусловленность развития и унаследованность геологических процессов; прямые и обратные связи между эндо- и экзогенными процессами, между процессами и техногенными воздействиями. Нестационарный режим процессов.

Основные направления и перспективы совершенствования изучения условий формирования, закономерностей развития, механизма и распространения геологических и инженерно-геологических процессов и явлений. Прогнозы (количественные, временные, по местоположению, механизмам развития) как одна из главных задач инженерной геодинамики. Осуществление комплексных наблюдений за современными геологическими и инженерно-геологическими процессами и явлениями с целью их анализа и создание постоянно действующих моделей процессов для их исследования, прогноза и разработки мероприятий по управлению процессами.

Современные геологические процессы как главнейший компонент инженерно-геологических условий. Динамичность геологической среды и основных природных и техногенных факторов. Познание основных закономерностей, механизма и распространения геологических и инженерно-геологических процессов как непереносимое условие и составная часть инженерно-геологического обоснования выбора места расположения сооружения или территории хозяйственного освоения, технологии строительства, режима эксплуатации и создания принципиальных инженерных схем эффективной инженерной защиты территорий от опасных последствий природных процессов и снижения социально-экологического и материального ущерба.

Горные породы как среда возникновения и протекания геологических процессов. Значение состава, свойств, состояния и залегания пород в образовании и развитии геологических процессов. Особенности протекания геологических и инженерно-геологических процессов в районах распространения многолетнемерзлых пород.

Роль складчатых и разрывных тектонических дислокаций и неотектонических движений в развитии экзогенных геологических процессов. Трещиноватость горных пород, ее инженерно-геологическое изучение и оценка. Генетические типы трещин, их характеристика и классификации. Показатели трещиноватости пород. Значение трещиноватости пород для оценки прочностных, деформационных и фильтрационных свойств массива пород и для развития геологических процессов. Методы изучения трещиноватости горных пород.

Естественное напряженное состояние пород и факторы его определяющие. Гравитационное и тектоническое поля напряжений. Величины и распределение напряжений в районах разного геологического строения, неотектонической активности, обводненности и расчлененности территории. Роль перераспределения напряжений в возникновении и интенсивности современных геологических процессов. Принципы и методы (геологические, геофизические и экспериментальные) изучения полей напряжений в массиве пород.

Рельеф как отражение деятельности древних и современных эндогенных и экзогенных геологических процессов. Проявление в рельефе свойств пород. Инженерно-геологическое значение изучения рельефа.

Подземные воды как один из главных инженерно-геологических факторов, обуславливающих изменение свойств горных пород и возникновение и развитие современных геологических и инженерно-геологических процессов. Значение режима подземных вод. Понятие о гидрогеомеханических процессах: оседание земной поверхности при откачках, выпор дна котлованов и другие явления.

Инженерная деятельность человека как геологический фактор. Инженерно-геологические процессы как техногенные аналоги природных. Общие, региональные и специальные инженерно-геологические классификации процессов. Зависимость характера и интенсивности процессов от комплексов пород, подземных вод, климато-гидрологических, техногенных и других факторов. Особенности геологических и инженерно-геологических процессов в районах многолетней и сезонной мерзлоты. Методы прогноза геологических и инженерно-геологических процессов.

### **Закономерности формирования, механизм и методика инженерно-геологического изучения и прогнозирования современных геологических и инженерно-геологических процессов**

Современные тектонические движения и инженерно-геологические основы сейсмического микрорайонирования.

Инженерно-геологический анализ современных тектонических разрывных и складчатых движений, их влияние на состояние массивов пород, развитие геологических процессов и устойчивость сооружений. Методы изучения и признаки для оценки характера и интенсивности современных движений.

Вулканические извержения, их механизм. Продукты извержения вулканов и их влияние на окружающую среду. Динамика лавового потока и способы защиты от них. Связь вулканических извержений с селями, оползнями и др. процессами. Прогноз вулканических извержений.

Сейсмичность как одна из форм проявления современных тектонических движений. Землетрясения, их энергия, магнитуда и приуроченность к геологическим структурам. Интенсивность проявления землетрясений на поверхности земли. Сейсмическое районирование территории России. Сопоставление сейсмических шкал. Прогноз землетрясений. Наведенная сейсмичность.

Инженерно-геологические факторы сейсмического микрорайонирования. Определение приращения балльности в зависимости от инженерно-геологических условий. Примеры сейсмического микрорайонирования территорий крупных городов. Задачи инженерно-геологических исследований в районах с высокой сейсмичностью.

Инженерно-геологическое изучение процессов и кор выветривания.

Схемы расчленения кор выветривания на зоны и горизонты по инженерно-геологическим признакам. Древние и современные коры выветривания в разных комплексах пород и климатических районах. Оценка степени выветрелости пород и скорости процессов выветривания; их значение для характеристики изменения прочностных, деформационных, фильтрационных и других свойств пород во времени, для развития геологических процессов, определения надежности оснований сооружений и глубины съема, оценки устойчивости склонов, откосов выемок и бортов карьеров и т.п. Полевое и экспериментальное изучение процессов выветривания и меры борьбы.

Инженерно-геологическая оценка процессов абразии и переработки берегов водохранилищ.

Формирование берегов морей, озер и водохранилищ как геологический процесс и его выражение в абразионных и аккумулятивных формах. Инженерно-геологическое значение абразионных процессов. Геологические факторы формирования и развития берегов морей, озер и водохранилищ. Волновой и уровенный режим водохранилищ, озер, морей и их значение для формирования берегов. Наносы и их вдоль береговое перемещение. Классификация пород по характеру и сопротивляемости размыву. Скорость процессов абразии берегов морей. Типы побережий как отражение истории бассейна и их геологического строения. Влияние береговых сооружений и строительных работ на формирование берегов.

Переработка берегов водохранилищ, ее отличие от абразионного процесса. Инженерно-геологические процессы, обусловленные созданием водохранилищ. Методы расчета

переработки берегов водохранилищ. Комплексное изучение процессов абразии и переработки и меры борьбы с ними.

Инженерно-геологическое изучение процессов эрозии и селевых потоков.

Эрозия и аккумуляция как взаимозависимые процессы. Склоновая, овражная и речная эрозия и факторы ее развития. Классификация пород по сопротивляемости эрозионному размыву. Изучение и оценка эрозионных процессов на склонах и по берегам рек. Строительная и хозяйственная деятельность как фактор активизации эрозии. Противоэрозионные мероприятия и инженерно-геологические данные, необходимые для их обоснования.

Селевые потоки. Селевые районы России. Типы селей и механизм их движения. Гидрологические, геологические и техногенные факторы их возникновения и развития. Инженерно-геологическое изучение селей и прогноз их. Примеры крупных селей и борьба с ними; предотвращение опасных последствий.

Гравитационные склоновые процессы, формирование и устойчивость склонов.

Общая инженерно-геологическая классификация гравитационных явлений на склонах: обвалы, осыпи, оползни, осовы, солифлюкция, курумы и другие. Инженерно-геологическое значение склоновых процессов. Основные геологические и иные факторы развития гравитационных склоновых процессов и их взаимообусловленность.

Обвалы и осыпи, условия их возникновения. Роль рельефа, тектонических нарушений, трещиноватости и выветрелости пород, сейсмичности. Типы и динамика обвалов. Методы расчета дальности и скорости обвальных процессов. Условия и скорости перемещения осыпей. Меры борьбы с обвалами и осыпями.

Оползни-обвалы, осовы, щебнисто-глыбовые лавины и другие переходные виды; их особенности и распространение.

Оползни. Условия и факторы возникновения оползней. Строение, признаки оползней. Динамика оползневого процесса. Классификация оползней; региональные и генетические их типы. Роль геологического строения, современных процессов и подземных и техногенных вод в развитии оползней. Районы распространения оползней. Основные направления борьбы с оползнями.

Солифлюкционные и десерпционные явления на склонах. Механизм и виды смещений. Значение для строительства.

Методика изучения склонов разного генезиса, истории развития и сложности геологического строения. Роль геологической истории формирования склонов для оценки их современной устойчивости и прогноза ее изменения.

Прогноз оползней и обвалов. Методы оценки устойчивости склонов и их характеристика. Способы моделирования и расчеты устойчивости оползней. Учет влияния подземных вод и сейсмичности.

Меры борьбы с обвалами, оползнями, осовами и курумами разных типов. Мероприятия по обеспечению общей устойчивости склонов и последовательность их осуществления.

Снежные лавины. Условия их возникновения, механизм, инженерно- геологическое значение. Меры борьбы с лавинами.

Карст.

Определение и значение карстовых процессов при инженерно-геологической оценке массива пород и территорий. Карст в карбонатных, сульфатных и соляных породах и его инженерно-геологическое значение. Основные условия развития карста. Геофильтрационные, гидрогеохимические и другие факторы развития процессов выщелачивания и карста. Возраст карста и связь с геологической историей района. Гидродинамические зоны и развитие карста в платформенных и горно-складчатых областях.

Оценка степени закарстованности и устойчивости территории в карстовых районах. Оценка скорости и прогноз карстовых процессов, их значение для разных сооружений. Влияние

гидротехнических, городских и дорожных сооружений на карстовые процессы. Расчеты карстовых процессов.

Инженерно-геологическая характеристика карстовых районов России. Основы методики инженерно-геологического изучения карста. Меры борьбы с карстовыми процессами.

Суффозия и внутрипластовые размывы.

Основные причины и факторы суффозионных процессов. Явления, вызванные суффозией на природных склонах, в бортах карьеров и откосах котлованов. Суффозионные формы рельефа. Размывы по трещинам внутри толщи пород. Условия образования и инженерно-геологическая оценка этих явлений. Методы изучения и меры предотвращения опасных последствий.

Просадочные явления в лессах.

Просадки как геологический процесс, их сущность и факторы. Активизация просадочности при обводнении пород, возведении сооружений и строительных работах. Гидродинамические схемы инфильтрации вод из каналов и котлованов. Расчленение толщи просадочных пород на инженерно-геологические горизонты. Оценка просадочности лессовой толщи по данным о литологическом строении, влажности, плотности и просадочных свойствах лессовых пород, роль погребенных почв. Учет природных и дополнительных от сооружения напряжений, режима грунтовых вод и гидродинамических зон фильтрации. Основные направления борьбы с просадками лессовой толщи.

Криогенные процессы и явления

Заболачивание.

Определение понятий: болото, заболоченные территории. Условия их возникновения, влияние состава грунтов и режима грунтовых вод. Особенности изысканий в районах распространения болот.

Эоловые процессы.

Развевание песчаных и пылеватых грунтов. Механизм переноса песков и эоловые формы рельефа. Меры защиты дорог, поселков и других объектов от эоловых процессов. Активизация их под влиянием техногенных факторов.

Геологические и инженерно-геологические процессы в подземных полостях и горных выработках.

Основные факторы их образования. Горное давление, горные удары и стреляние, отслаивание и вывалы, выпор и пучение, обрушение кровли, сдвижение и образование мульды проседания. Инженерно-геологическое изучение и способы предотвращения последствий.

### **Основы региональной инженерной геологии**

**Региональная инженерная геология как научное направление инженерной геологии:** содержание и задачи, основные этапы развития, связь с другими науками, объект, предмет и структура. Понятия «инженерно-геологические условия» и «компоненты инженерно-геологических условий». Факторы формирования инженерно-геологических условий и факторы их изменения. Основной закон региональной инженерной геологии. Две главные составляющие пространственного изменения инженерно-геологических условий. Зональность инженерно-геологических условий как глобальное явление. Классифицирование объектов региональной инженерной геологии: общие положения; построения И.В.Попова, Г.А.Голодковской, Г.К.Бондарика, С.Б.Ершовой, В.Т. Трофимова и Т.И. Аверкиной. Формационный анализ в региональной инженерной геологии и пути его развития. Грунтовые толщи как региональные тела: понятие, иерархия, признаки выделения. Природно-технические и литотехнические системы и их значение в региональной инженерной геологии. Инженерно-геологические структуры: понятие, классификация, логическое и фактическое многообразие, парагенетические ряды. Карта типов инженерно-геологических структур Земли.

**Научный метод региональной инженерной геологии.** Общая схема методов получения, обработки и отображения региональной инженерно-геологической информации. Инженерно-

геологическое картирование. Типизация инженерно-геологических условий. Инженерно-геологическое районирование. Региональное инженерно-геологическое прогнозирование. Региональный инженерно-геологический мониторинг. Геоинформационные системы и региональные инженерно-геологические задачи, решаемые на их основе.

### **Мерзлотоведение**

#### **Предмет, методология и история мерзлотоведения**

Понятие о криосфере. Классификация объектов криосферы. Криолитозона и ее строение.

Предмет и задачи мерзлотоведения. История развития мерзлотоведения.

#### **Географическое распространение мерзлых горных пород**

Области распространения кратковременно-, сезонно- и многолетнемерзлых горных пород на Земном шаре. Южная и высотная границы многолетнемерзлых пород. Широтная зональность и высотная поясность в распространении сезонно- и многолетнемерзлых горных пород. Распространение, мощности, температуры, льдистости, глубины сезонного промерзания и протаивания мерзлых пород. Районирование и картирование области распространения многолетнемерзлых пород на территории России.

#### **Термодинамические основы мерзлотоведения**

Источники энергии, определяющие тепловое состояние Земли, их относительное значение. Энергетический баланс Земли и его изменение. Региональные и локальные тепловые балансы. Геотермическое и геотемпературное поле. Его связь с геологическими и гидрогеологическими условиями. Уравнение теплопроводности. Типы краевых условий. Температурные волны в литосфере. Законы Фурье. Температурный режим горных пород. Замерзание воды как термодинамический процесс. Замерзание природных растворов. Формулировка задачи о промерзании и протаивании пород. Процессы тепло- и массообмена при промерзании и протаивании влажных пород. Температурная сдвигка за счет неравенства теплофизических свойств мерзлых и талых пород. Частные и приближенные решения одномерной задачи Стефана. Расчет конфигурации мерзлых толщ по методу Редозубова.

Теплообороты в сезоннопромерзающих и протаивающих породах. Связь теплооборотов с радиационным балансом земной поверхности.

Применение моделирования для решения мерзлотоведческих задач.

#### **Состав дисперсных пород**

Скелет дисперсных пород. Минеральный и химический составы пород. Влияние минерального состава и органического вещества на свойства дисперсных пород. Размер элементов, слагающих дисперсную породу, его взаимосвязь с минеральным составом пород. Гранулометрический и микроагрегатный составы дисперсных пород. Гранулометрические классификации грунтов.

Вода в дисперсных породах. Классификация видов воды. Изменение консистенции и свойств талых глинистых и лессовидных грунтов в зависимости от содержания в них различных видов воды. Естественная влажность пород и методы ее определения.

Обменные ионы в дисперсных породах и влияние их на микростроение и свойства пород.

Структурные связи в талых породах и влияние их на свойства пород. Формирование структурных связей в процессе генезиса пород и под влиянием постгенетических процессов.

Мерзлые дисперсные породы как многофазные системы. Твердая фаза воды - лед - в породах. Структура льда. Жидкая фаза в мерзлых дисперсных породах. Принцип фазового равновесия влаги. Структура незамерзшей воды. Газ и газовые гидраты в промерзающих и мерзлых породах. Поверхностные силы и явления на границе раздела фаз и компонентов в мерзлой породе. Структурные связи в промерзающих, мерзлых и оттаивающих породах.

Суммарная влажность и льдистость мерзлых пород и методы их определения.

#### **Физические, физико-химические и механические процессы в мерзлых, промерзающих и оттаивающих породах**

Тепло-массоперенос в дисперсных породах. Миграция влаги в замерзающих, оттаивающих и мерзлых породах. Основные закономерности сегрегационного льдовыделения. Влагоперенос и льдовыделение при различных термодинамических условиях промерзания.

Реологические процессы в мерзлых породах. Механизм ползучести, скорость ползучести, длительная прочность, релаксация напряжений.

Температурные деформации в мерзлых породах. Морозобойное трещинообразование.

Агрегирование, коагуляция, диспергация и пептизация в мерзлых породах. Тиксотропия. Усадка и структурообразование пород при промерзании. Морозное иссушение, сублимация льда в дисперсных породах.

### **Закономерности формирования и развития сезонно- и многолетнемерзлых горных пород**

Классификация типов сезонного промерзания и сезонного протаивания горных пород по В.А.Кудрявцеву. Причины возникновения неустойчивых типов сезонного промерзания и протаивания пород. Факторы, влияющие на глубину сезонного промерзания, сезонного протаивания горных пород и их среднегодовую температуру. Возможное (потенциальное) сезонное промерзание и протаивание пород. Динамика процесса сезонного и многолетнего промерзания и протаивания пород. Методы определения и расчета глубины сезонного промерзания и протаивания пород (метод Тумеля, формулы Стефана, Лукьянова, Кудрявцева). Принципы классификации многолетнемерзлых пород. Эпи- и сингенетические типы многолетнемерзлых пород. Динамика температурного поля мерзлых толщ.

Закономерности формирования состава, залегания, мощности многолетнемерзлых горных пород. Теория развития многолетнемерзлых толщ горных пород. Динамика южной границы многолетнемерзлых толщ. Расчет глубины многолетнего промерзания по формуле В.А.Кудрявцева. Влияние процессов гидратообразования на мощность и температурный режим многолетнемерзлых пород.

Основные этапы палеогеографии четвертичного периода в Северном полушарии и связь с ними мерзлотных условий. Астрономическая теория изменения климата Миланковича. История формирования многолетнемерзлых пород на территории России. Оценка минимального возраста многолетнемерзлых толщ по В.А.Кудрявцеву.

### **Особенности состава и строения мерзлых пород и подземных льдов и их свойства**

Криолитогенез как особый тип литогенеза. Эпигенетический и сингенетический типы промерзания пород. Закономерности криогенного строения эпикриогенных мерзлых толщ в зависимости от их состава и особенностей промерзания. Синкриогенные четвертичные отложения, изучение их с применением мерзлотно-фациального анализа. Особенности синкриогенных толщ в зависимости от температурного режима горных пород (северный и южный типы сингенеза). Классификация криогенных текстур мерзлых пород. Основные закономерности пространственной изменчивости криогенного строения мерзлых толщ в разных геоструктурных условиях. Особенности состава и криогенного строения сезоннопромерзающих и сезоннопротаивающих горных пород.

Генетическая классификация подземных льдов, условия их залегания. Особенности структуры подземных льдов.

Свойства мерзлых пород. Водно-физические свойства мерзлых пород, их пористость, объемный вес. Прочность и деформируемость мерзлых пород, льда. Теплофизические и влагопроводные свойства мерзлых и талых пород. Зависимость свойств мерзлых пород от их состава, криогенной текстуры и температуры. Классификация мерзлых грунтов.

### **Криогенные геологические процессы и явления**

Геодинамика в области многолетнемерзлых пород. Криоэлювиальный процесс. Механизмы выветривания (физического, химического, гидратационного, криогенного). Нивальные процессы.

Пучение грунтов. Выпучивание (вымораживание) твердых тел в дисперсных породах. Бугры пучения.

Морозное растрескивание. Пятна-медальоны и мелкополигональные структурные формы. Полигонально-жильные структуры.

Склоновые процессы (обвалы, осыпи, оползни, сели, снежные лавины) и их особенности в области многолетнемерзлых пород. Криогенные склоновые процессы (криогенная дисерпция, курумообразование, солифлюкция).

Термокарст, термоэрозия, термоабразия. Особенности размыва мерзлых пород. Заболачивание в области многолетнемерзлых пород.

Региональные и зональные закономерности распространения и развития криогенных геологических процессов на территории России. Научное и практическое значение их изучения.

Посткриогенные геологические процессы. Следы существования многолетнемерзлых пород, их инженерно-геологическое и палеогеографическое значение.

Современные тектонические движения в области многолетнемерзлых пород. Сейсмическое районирование криолитозоны России.

#### **Талики в области многолетнемерзлых пород**

Классификация таликов. Геокриологическое, гидрогеологическое и инженерно-геологическое значение таликов.

#### **Подземные воды криолитозоны**

Классификация подземных вод криолитозоны. Взаимодействие мерзлых толщ и подземных вод. Гидрогеологическое районирование мерзлой зоны. Типы криогидрогеологических структур и их особенности.

Влияние криогенеза на формирование химического состава подземных вод. Отрицательно-температурные высокоминерализованные (криогалинные) подземные воды - криопэги. Их формирование, распространение, особенности динамики и химического состава. Геохимия подземных льдов.

Наледи как основная форма проявления подземных вод криолитозоны.

Особенности оценки естественных ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод мерзлой зоны. Подземные воды области многолетнемерзлых пород как источник водоснабжения. Поиски и разведка источников водоснабжения. Принципы охраны подземных вод от загрязнения, истощения.

**Основы инженерного мерзлотоведения.** Задачи инженерного мерзлотоведения. Его связь с общим мерзлотоведением. Тепловое и механическое взаимодействие инженерных сооружений с грунтами. Причины деформаций зданий и сооружений.

Строительные классификации и номенклатура промерзающих, мерзлых и оттаивающих грунтов. Строительные характеристики грунтов. Подразделение мерзлых грунтов по их состоянию (твердомерзлые, сыпучемерзлые, пластичномерзлые).

Расчет оснований и сооружений по несущей способности, прочности и устойчивости. Расчет оснований по деформациям. Расчет осадки пластичномерзлых, оттаивающих и оттаявших грунтов. Расчет фундаментов на действие сил пучения. Особенности проектирования на засоленных и сильнольдистых многолетнемерзлых грунтах.

Различные виды строительства на вечномерзлых грунтах: гидротехнические сооружения, инженерные коммуникации, трубопроводы, дороги и аэродромы.

Разработка мерзлых грунтов. Использование мерзлых грунтов и льда в качестве материала и вмещающей среды для сооружений (подземные сооружения, ограждающие конструкции, укрытия, склады).

Принципы управления мерзлотными процессами при инженерном освоении территории. Методы водно-тепловой мелиорации мерзлых грунтов.

Математическое моделирование теплового взаимодействия инженерных сооружений с многолетнемерзлыми породами.

Основы теории надежности геотехнических систем в криолитозоне.

### **Мерзлотная съемка и картирование**

Цель и задачи мерзлотной съемки. Типы, масштабы, содержание и назначение мерзлотных съемок и карт. Задачи мерзлотных съемок на различных этапах их производства.

Ландшафтное районирование – основа мерзлотной съемки. Ландшафтно-ключевой метод. Ключевые участки и их назначение.

Особенности применения геологических и географических методов исследования при мерзлотной съемке. Методика и методы изучения геокриологических характеристик: распространения, характера залегания и мощности многолетнемерзлых пород; температурного режима, сезонного оттаивания и промерзания пород; состава, криогенного строения, льдистости и свойств мерзлых и оттаивающих пород; мерзлотно-геологических процессов и явлений.

Классификация мерзлотных карт по масштабу, назначению, содержанию. Методы отображения основных геокриологических характеристик на картах различного типа и масштаба. Использование геоинформационных систем при мерзлотно-геологическом картографировании.

### **Геокриологический прогноз, мониторинг и экологические проблемы**

Прогноз изменения мерзлотных условий (температурного режима, мощности ММП, таликов и др.). Прогнозирование мерзлотно- геологических процессов. Методы геокриологического прогноза.

Геокриологический мониторинг. Виды и методы геокриологического мониторинга.

Экологические последствия различных видов хозяйственной деятельности в криолитозоне.

Прогноз как основа разработки принципов и приемов управления мерзлотными процессами для рационального природопользования в криолитозоне.

### **Геофизические методы исследования мерзлых пород**

Физические основы применения методов геофизики при мерзлотных исследованиях. Задачи мерзлотно-гидрогеологической и мерзлотно- инженерно-геологической съемки, решаемые с помощью геофизических методов.

Электромагнитные свойства мерзлых и талых пород (удельная электропроводность, диэлектрическая проницаемость, электрохимическая активность, остаточная намагниченность). Частичная дисперсия электрических свойств мерзлых и талых пород. Упругие свойства и плотность мерзлых и талых пород. Естественная радиоактивность и нейтронные свойства мерзлых и талых пород.

Методика полевых электроразведочных исследований на постоянном и переменном токе. Сейсмоакустические исследования мерзлых пород. Применение методов скважинной геофизики для исследования многолетнемерзлых пород, перспективы их применения. Комплексирование геофизических методов при изучении мерзлотных условий.

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **ОСНОВНАЯ.**

Бондарик Г.К., Пендин В.В., Ярг Л.А. Инженерная геодинамика. М.: КДУ, 2007. 440 с.

Бондарик Г.К. Общая теория инженерной (физической) геологии. М.: Недра, 1981. 256 с.

Ершов Э.Д. Общая геокриология: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2002. 682 с.

Золотарев Г.С. Инженерная геодинамика. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. 328 с.

Зыков Ю.Д. Геофизические методы исследования криолитозоны: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2007. 272 с.

Иванов И.П., Тржцинский Ю.Б. Инженерная геодинамика. СПб.: Наука, 2001. 416 с.

- Инженерная геология СССР. Т.1-8. 1-е издание. М.: Недра, 1976-78.
- Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л.: «Недра». 1977. 479 с.
- Методика мерзлотной съемки. Под ред. В.А. Кудрявцева. Изд-во Моск. ун-та, 1979. 358 с.
- Методы геокриологических исследований: Учеб. пособие / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во МГУ. 2004. 512 с.
- Опасные экзогенные процессы/ Под ред. В.И. Осипова. М.: ГЕОС, 1999. 290 с.
- Основы геокриологии. Ч.1. Физико-химические основы геокриологии / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во МГУ, 1995. 368 с.
- Основы геокриологии. Ч.2. Литогенетическая геокриология / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во МГУ, 1996. 399 с.
- Основы геокриологии. Ч.3. Региональная и историческая геокриология мира / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во МГУ, 1998. 575 с.
- Основы геокриологии. Ч.4. Динамическая геокриология / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во МГУ, 2001. 688 с.
- Основы геокриологии. Ч.5. Инженерная геокриология / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во МГУ, 1999. 688 с.
- Основы геокриологии. Ч.6. Геокриологический прогноз и экологические проблемы в криолитозоне / Под ред. Э.Д.Ершова. М.: Изд-во МГУ, 2008. 768 с.
- Основы мерзлотного прогноза при инженерно-геологических исследованиях / Под ред. В.А. Кудрявцева. М.: Изд-во МГУ, 1974. 432 с.
- Практикум по грунтоведению/ Под ред. В.Т. Трофимова и В.А. Королева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 390 с.
- Природные опасности России. Экзогенные геологические опасности. М.: Изд-во «КРУК», 2002. 348 с.
- Романовский Н.Н. Подземные воды криолитозоны. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982.
- Трофимов В.Т., Аверкина Т.И. Теоретические основы региональной инженерной геологии. М.: ГЕОС, 2007, 460 стр.
- Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. Грунтоведение/ Под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во Моск. ун-та. 2005. 1024 с.
- Трофимов В.Т., Красилова Н.С. Инженерно-геологические карты: Учебное пособие - М.: КДУ, 2007. 384 с.
- Учебное пособие по инженерной геологии/ Под ред. Г.С. Золотарева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. 294 с.
- ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**
- Вознесенский Е.А. Поведение грунтов при динамических нагрузках. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 287 с.
- Инженерная геология России. Т.1. Грунты России /Под ред. В.Т. Трофимова, Е.А. Вознесенского, В.А. Королева. М.: КДУ, 2011. 672 с.
- Инженерная геология России. Т.2. Инженерная геодинамика России /Под ред. В.Т. Трофимова, Э.В. Калинина. М.: КДУ, 2013.
- Инженерная геология России. Т.3. Инженерно-геологические структуры /Под ред. В.Т. Трофимова, Т.И. Аверкиной. М.: КДУ, 2014.
- Инженерная геология СССР. Т.1-5. 2-е издание. М.: Недра, 1990-92.
- Королев В.А. Термодинамика грунтов. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1997.
- Лабораторные работы по грунтоведению/ Под ред. В.Т. Трофимова и В.А. Королева. М.: Высшая школа, 2008. 519 с.
- Лессовый покров Земли и его свойства/ Под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. 464 с.
- Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная петрология. Л.: Недра, 1984. 511 с.

Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород. В 2-х т. /Под ред. Е.М. Сергеева и др. М.: Недра, 1984, 320 с.

Основы геокриологии. Инженерная геокриология/ Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999.

Теоретические основы инженерной геологии. Физико-химические основы/ Под ред. Сергеева Е.М. М.: Недра. 1985. 288 с.

Теоретические основы инженерной геологии. Механико-математические основы/ Под ред. Сергеева Е.М. М.: Недра, 1986. 256 с.

Трофимов В.Т. Теоретические аспекты грунтоведения. М.: Изд-во Моск. ун-та. 2003. 114 с.

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

**107-01-00-169-гmn-тн-фmn «Геофизика»**

**Сейсморазведка.**

Волновое уравнение. Объемные и поверхностные волны.

Скорости распространения упругих волн в горных породах и их зависимость от различных факторов.

Принцип Ферма. Преломление и отражение плоских волн. Преломленные волны (головные, рефрагированные). Типы сред, благоприятных для образования этих волн, характеристики волн, критерии для их определения.

Интерпретация данных сейсморазведки метода отраженных волн в средах с постоянными и переменными скоростями.

Кратные отраженные волны и методы их подавления.

Отраженные волны от тонких и толстых слоев с постоянными и переменными скоростями.

Метод преломленных волн. Физические основы метода, типы регистрируемых и используемых волн.

Интерпретация данных сейсморазведки методом преломленных волн: а) в средах с постоянными скоростями; б) в средах с переменными скоростями.

Методы обменных и поперечных волн. Физические основы, методика и интерпретация.

Способы аппроксимирования реальных сред при решении прямых и обратных задач сейсмики.

Их обоснование и ограничение.

Использование динамических характеристик волн при интерпретации данных сейсморазведки.

Основы цифровой регистрации и обработки сейсмических данных.

Методы сейсмических наблюдений в скважинах (ВСП, СК и другие).

Интерференционные регистрирующие системы: группирование, смешение, метод общей глубинной точки.

Современная трехмерная и трехкомпонентная сейсморазведка.

**Гравиразведка и магниторазведка.**

Физические основы использования характеристик гравитационного поля Земли для решения геологических задач. Связь аномалий гравитационного поля и петрофизических и структурных характеристик геологического разреза.

Физические основы использования характеристик магнитного поля Земли для решения геологических задач. Связь аномалий магнитного поля и петрофизических и структурных характеристик геологического разреза.

Характеристика аномального, нормального и переменного во времени гравитационного поля.

Характеристика аномального, нормального и переменного во времени магнитного поля.

Принципы работы гравиметрической аппаратуры и методика наземной гравиметрической съемки (масштаб съемки, точность, опорная и рядовая сеть). Оценка точности определения аномалий поля силы тяжести в редукции Буге.

Принципы работы магнитометрической аппаратуры и методика наземной магнитной съемки (масштаб съемки, точность, опорная и рядовая сеть). Граф обработки данных наземной магнитометрической съемки.

Технические и методические особенности выполнения гравиметрических съемок в движении (морская, авиационная, глубоководная, с использованием пилотируемых и беспилотных средств передвижения).

Технические и методические особенности выполнения магнитометрических съемок в движении (морская, авиационная, глубоководная, с использованием пилотируемых и беспилотных средств передвижения).

Схема взаимосвязей и процедур процесса интерпретации потенциальных полей. Методы и алгоритмы, применяемые на этапах интерпретации. Цели и задачи этапов интерпретации. Эквивалентность и неустойчивость решения обратных задач гравиразведки и магниторазведки. Физико-геологические и математические модели интерпретации. Идеи оптимальности моделей. Методы расчета гравитационных и магнитных аномальных полей в зависимости от сложности распределения плотности и намагниченности в нижнем полупространстве.

Способы разделения потенциальных полей на составляющие. Геологическая редукция. Трансформации потенциальных полей формальные и основанные на интеграле Пуассона. Некорректные трансформации и подходы к их вычислению.

Особые точки потенциальных функций и их связь с источниками. Методы определения особых точек источников аномалий потенциальных полей (в том числе, спектральный способ вычисления массы и положения координат центра масс, метод характерных точек, метод логарифма спектра, метод деконволюции Эйлера, метод полного нормированного градиента).

Методы построения эквивалентных разрезов распределения плотности/намагниченности по гравитационному/магнитному полю. Вейвлет-анализ потенциальных полей.

Обратные задачи гравиразведки и магниторазведки в линейной и нелинейной постановке.

Физические основы комплексирования гравиметрических и магнитных данных в обратной задаче. Вычисление коэффициента Пуассона, устанавливающего связь между намагниченностью и плотностью в аномальном изолированном теле. Использование коэффициента Пуассона в задачах геологического картирования.

Физические основы комплексирования гравиметрических и сейсмических данных. Эмпирические связи скорость-плотность. Построение контактной поверхности по гравиметрическим данным вне эталонного участка на основе установления оптимальной корреляционной связи между локальными аномалиями поля силы тяжести и глубиной до отражающего горизонта на эталонном участке. Регуляризирующий алгоритм решения задачи. Методы машинного обучения при решении обратных геофизических задач с использованием потенциальных полей. Задачи применения машинного обучения в геологии и геофизике.

### **Электроразведка.**

Электрические и электромагнитные свойства горных пород.

Аппаратура для электроразведки.

Принцип эквивалентности при интерпретации кривых электромагнитных зондирований.

Точечный источник постоянного тока на поверхности горизонтально-слоистой среды.

Точечный источник постоянного тока вблизи вертикальной границы раздела.

Точечный источник постоянного тока на поверхности анизотропного полупространства.

Сущность метода сопротивлений и вызванных потенциалов.

Общая характеристика индуктивных методов профилирования.

Общая характеристика высокочастотных методов электроразведки.

Горизонтальный гармонический электрический диполь на поверхности однородной среды.

Выделение пластов и контактов при использовании различных установок электропрофилирования.

Принципы метода частотного зондирования (ЧЗ).

Принципы метода зондирования становлением поля (ЗС).

Методы морской электроразведки.

Поле поляризованной сферы и вопросы интерпретации данных метода естественного поля.  
Распространение плоских электромагнитных волн в горизонтально-слоистой среде, понятие импеданса.

Магнитотеллурическое поле в двухмерной среде.

Принципы метода магнитотеллурического зондирования (МТЗ).

Принципы интерпретации кривых электромагнитных зондирований

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

##### ОСНОВНАЯ

Александрова Е.Д., Бобачев А.А., Епишкин Д.В., Зорин Н.И., Куликов В.А., Модин И.Н., Пушкарев П.Ю., Шевнин В.А., Шустов Н.Л., Яковлев А.Г. Электроразведка: пособие по электроразведочной практике для студентов геофизических специальностей, том I, 2-е изд. г. Тверь: ООО «Издательство «Полипресс», **2018**, 276 с.

Блох Ю.И. Теоретические основы комплексной магниторазведки (электронное издание), 2012, 160 с.

Булычев А.А., Попов М.Г., Золотая Л.А., Коснырева М.В., Паленов А.Ю. Магниторазведка: учебное пособие. г. Тверь: ООО «Издательство «Полипресс», **2016**, 136 с.

Гурвич И.И., Боганник В.Н. Сейсмическая разведка. Изд-во АИС, **2006**, 744 с.

Жданов М.С. Геофизическая электромагнитная теория и методы. М.: Научный мир, 2012, 680 с.

Козлов Е.А. Модели сред в разведочной сейсмологии, изд-во ГЕРС, **2006**, 480 с.

Логачев А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. Л.: Недра, 1979.

Серкерев С.А. Гравиразведка и магниторазведка. М.: Недра, 1999.

Якубовский И.И., Ренард И.В. Электроразведка. М.: Недра, 1991.

##### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

Булычев А.А., Лыгин И.В., Соколова Т.Б., Кузнецов К.М. Прямая задача гравиразведки и магниторазведки (конспект лекций). Учебное пособие. М.: Университетская книга, **2019**, 176 с.

Владов М.Л., Елецкая С.С. Морская сейсмометрия. М.: Университетская книга, **2016**, 178 с.

Геофизика: учебник, под ред. Хмелевского В.К., 4-е изд. М.: Университетская книга, **2015**, 320 с.

Новиков К.В. Магниторазведка: Учебное пособие. Часть 1. – М.:2013, 141 с.

Справочники геофизика: Гравиразведка. М.: Недра, 1981. Магниторазведка. М.: Недра, 1980.

Сейсморазведка. М.: Недра, 1981. Электроразведка. М.: Недра, 1979. Комплексирование методов в разведочной геофизике. М.: Недра, 1984.

Стогний В.В. Аэрогеофизика: учебное пособие: издательство ООО «Юрайт», г. Москва, 2022, 245 с.

Электромагнитные исследования земных недр. Ред.: В.В. Спичак. М.: Научный мир, 2005, 245 с.

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

**107-01-00-1610-гмн «Геология, поиски, разведка твердых полезных ископаемых,  
минералогия»**

**Полезные ископаемые**

**Генетическая модель.**

Введение. Основные понятия и определения. Металлические, неметаллические месторождения и горные породы - полезные ископаемые. Краткая история учения о геологии полезных ископаемых. Роль русских геологов. Достижения зарубежных ученых и состояние учения о полезных ископаемых за рубежом. Строение и состав месторождений полезных ископаемых. Площади распространения (провинции, области, районы, поля). Морфология тел полезных ископаемых. Минеральный и химический состав. Текстуры и структуры. Этапы и стадии формирования. Генетическое подразделение месторождений на серии (эндогенная, экзогенная и метаморфогенная), классы, группы и рудные формации.

Эндогенная серия. Классы: магматический, карбонатитовый, альбититовый и грейзеновый, скарновый и гидротермальный. Магматические месторождения. Практическое значение, состав, строение, физико-химические условия образования. Геологические условия образования. Ликвационные месторождения сульфидных медно-никелевых руд в интрузивных и вулканогенных (коматиитовых) комплексах. Ранне- и позднемагматические месторождения алмазов, хромитов, платиноидов, титаномагнетитовых руд, апатита и руд редких элементов. Карбонатитовые месторождения. Практическое значение, состав, строение.

Физико-химические условия образования. Геологические условия образования. Подразделение и полезные ископаемые карбонатитов (апатит-магнетитовые, пироклоровые, флогопитовые, медные). Пегматитовые месторождения. Практическое значение, состав, строение. Физико-химические условия образования. Гипотезы образования: магматогенно-гидротермальная (А.Е. Ферсман), двухэтапная магматогенно-пневматолито-гидротермальная (американских геологов), метасоматическая (А.Н. Заварицкого) и метаморфогенная. Геологические условия образования. Простые, перекристаллизованные, метасоматически замещенные, десилицированные пегматиты и их полезные ископаемые. Альбититовые и грейзеновые месторождения. Практическое значение, состав, строение. Физико-химические и геологические условия образования. Подразделение и полезные ископаемые альбититов и грейзенов. Особые типы альбититов. Скарновые месторождения. Практическое значение, состав, строение. Физико-химические условия образования. Гипотезы образования: инфильтрационно-диффузионная (Д.С. Коржинского) и стадийная (П.П. Пилипенко). Геологические условия образования. Подразделение и полезные ископаемые скарнов (месторождения железа, меди, кобальта, свинца, цинка, олова, вольфрама, молибдена, золота, урана, бора и др.).

Примечание: Для магматической, карбонатитовой, альбитит-грейзеновой и скарновой групп месторождений полезных ископаемых среди физико-химических условий формирования рассматриваются глубина и давление, температура, термодинамическая обстановка возникновения минеральных ассоциаций и их эволюция в связи со сменой физикохимических параметров минералообразования; среди геологических условий освещаются геологический возраст, связи с магматическими формациями мобильных поясов и платформ, геодинамические обстановки образования с позиции концепции тектоники литосферных плит, особенности

геологической структуры. Гидротермальные месторождения. Практическое значение, состав, строение. Физико-химические условия образования (источники минерального вещества, источники воды - метеорная, морская, метаморфическая, магматогенная, захороненные воды; генетические модели рудообразования), регенерированные месторождения, температура образования, давление при рудообразовании. Магматогенная модель: отделение гидротермальных растворов от магматических расплавов, физическая характеристика гидротермальных растворов, химическая характеристика гидротермальных растворов, формы переноса минерального вещества, причины и способы его глубинной миграции, причины и способы отложения минерального вещества, парагенетические ассоциации метасоматитов.

Геологические условия образования: связь с магматическими формациями, критерии и формы связи, глубина эрозионного среза, дайки и оруденение, зональность, изменение вмещающих пород, ореолы рассеяния, геологический возраст, геологические структуры. Рудные столбы. Классификация гидротермальных месторождений: плутоногенные гранитоидные, вулканогенные андезитовидные, вулканогенные базальтоидные колчеданные. Полезные ископаемые различных классов и их промышленное значение. Геологические условия образования (связь с магматизмом, изменение вмещающих пород, метаморфизм, геотектоническая позиция, геологическая структура). Месторождения руд цветных, редких, радиоактивных и благородных металлов; неметаллические полезные ископаемые.

Экзогенная серия. Классы: выветривания, осадочные и эпигенетические. Месторождения выветривания. Практическое значение, состав, строение. Физико-химические условия образования (агенты выветривания, миграция элементов, профили и зональность коры выветривания). Геологические условия образования (климат, состав коренных пород, геологические структуры, рельеф местности, гидрогеологический фактор). Остаточные месторождения силикатных никелевых руд, бурых железняков, магнетита, талька, марганца, бокситов, каолинов, барита и других полезных ископаемых; инфильтрационные месторождения урана, меди, железа, серы и других полезных ископаемых, эпигенетические экзогенные месторождения.

Поверхностные изменения месторождений полезных ископаемых. Химизм изменений. Зона окисления рудных месторождений (неизменяющихся, меняющих минеральный состав без выноса металлов, меняющих минеральный состав с выносом металлов и с привнесением металлов). Зона вторичного обогащения рудных месторождений. Приповерхностные изменения месторождений нерудных полезных ископаемых. Механические изменения тел полезных ископаемых у выхода на поверхность Земли. Осадочные месторождения. Механогенные, хемогенные и биогенные. Практическое значение, состав, строение. Физико-химические условия образования (стадии седиментации, диагенеза и эпигенеза). Геологические условия образования (геологическая эволюция осадконакопления и формирования осадочных месторождений в истории земной коры, направленность и необратимость истории формирования, периодичность формирования, климат, тектоника, формации осадочных пород и месторождений). Механогенные месторождения: россыпные, гравия, песка и глин. Россыпные месторождения. Практическое значение, состав, строение. Механизм образования (механизм образования россыпей элювия и делювия, перемещение обломочного материала рекой, износ обломков, механизм образования прибрежных россыпей, механизм образования эоловых россыпей, перенос льдом). Геологические условия образования (связь с коренными породами, связь с фациями обломочных пород, геоморфологический режим, тектонические условия, климатические и гидрографические условия, геологический возраст). Россыпи элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, литоральные, гляциальные, эоловые и их полезные ископаемые (золото, платина, касситерит, вольфрамит, монацит, циркон, рутил, ильменит, алмаз и др.). Хемогенные месторождения солей, бора, бария, руд железа, марганца и алюминия, руд редких и цветных металлов. Биохимические месторождения фосфоритов,

карбонатных и кремнистых пород, углей, горючих сланцев, нефти и газа. Эпигенетические экзогенные месторождения нефти, газа, подземных вод, полиметаллов, целестина, меди, урана, ванадия, стронция, рения, селена, скандия, редких земель, серы и др.

Метаморфогенная серия. Метаморфизованные и метаморфические месторождения. Практическое значение, состав, строение, физико-химические условия образования (температура, давление, роль воды, углекислоты и других агентов, метаморфические фации и полезные ископаемые). Геологические условия образования, возраст, особенности структуры. Синергетический механизм формирования железорудных поясов мира, протекавший под действием эндогенного энергопотока.

Регионально-метаморфизованные месторождения железа, марганца, золота, урана.

Контактово-метаморфизованные месторождения железа, графита, корунда и наждака. Метаморфические месторождения амфибол-асбеста, кианита, силлиманита, наждака, графита, граната; альпийские жилы. Особенности крупных месторождений. Техногенные месторождения.

Геологические структуры месторождений полезных ископаемых. Классификации структур рудных полей и месторождений: морфологическая, геолого-генетическая и геодинамическая. Дорудные структуры: складки, разломы, трещинные системы. Рудовмещающие структуры тел полезных ископаемых: согласные, секущих разломов, секущих трещин, плутоногенные, вулканогенные, комбинированные. Внутрорудные и послерудные структуры. Систематика геодинамических условий образования структур рудных районов, полей и месторождений (серии, классы, группы). Основные факторы, контролировавшие процессы структурообразования: петрофизические типы сред, термодинамические условия, полихронность процессов, механизмы деформирования, региональная и глобальная геотектонические позиции. Классы палеотектонических режимов: блоковый, магматического внедрения, гравитационного расслоения, диапировый, рифтогенный, взрывной, сдвиговых разломов, кливажный, будинажный, ротационный, надвиговой и вязкого течения. Примеры структур рудных районов, полей и месторождений.

Глобальные и региональные условия образования месторождений. Месторождения океанов, платформ и переходных зон. Месторождения геосинклиналей (распределение месторождений по стадиям геосинклинального развития, типам геосинклиналей и их тектоническим зонам). Месторождения платформ (нижний ярус, верхний ярус, зоны активизации). Орогенический цикл Уилсона и месторождения полезных ископаемых. Магматизм горячих точек, внутриконтинентальное рифтообразование. Спрединг и субдукция океанического дна. Столкновение в системе континент-континент и континент - островная дуга. Окучивание океанической коры. Периодичность формирования месторождений полезных ископаемых в истории развития земной коры. Длительность и глубины формирования месторождений полезных ископаемых, Региональные закономерности размещения месторождений полезных ископаемых. Минерагенические провинции и палеобассейны (рудные, угольные, солеродные, нефтегазоносные и др.). Минерагенические и прогнозно-металлогенические карты и схемы.

### **Месторождения металлических полезных ископаемых.**

Введение. Понятие о геолого-промышленных типах рудных месторождений. Формационная основа геолого-промышленной типизации рудных месторождений. Особенности рудоносности магматических, вулканогенно-осадочных, осадочных формаций. Типизация геологических формаций по их роли в процессах формирования рудных месторождений: рудоносные, рудовмещающие, рудогенерирующие формации и т.д. Подразделение руд на группы по их использованию в народном хозяйстве - руды черных, цветных, редких, благородных, радиоактивных металлов.

Геолого-промышленные типы месторождений руд черных металлов.

Железо. Ведущие геолого-промышленные типы и их роль в мировом балансе запасов и добычи железа. Промышленные характеристики и особенности формирования месторождений железистых кварцитов. Особенности генезиса скарновых железорудных месторождений. Карбонатитовые месторождения. Общие закономерности размещения железорудных месторождений.

Марганец. Основные геолого-промышленные типы месторождений. Осадочные морские месторождения - условия формирования, источники металла, состав руд, масштаб запасов. Условия формирования месторождений выветривания, качество руд и промышленное значение. Железомарганцевые конкреции океана.

Хром. Раннемагматические, позднемагматические, россыпные месторождения. Закономерности размещения рудных тел и промышленная характеристика хромитовых месторождений.

Титан. Месторождения титана в офиолитах. Месторождения титана в анортозитовой и габбро-анортозитовой формациях. Особенности формирования, состав, промышленное значение россыпных месторождений. Метаморфогенные месторождения.

Ванадий. Геолого-промышленные типы месторождений ванадия (магматические, россыпные, выветривания, осадочные).

Геолого-промышленные типы месторождений руд цветных металлов.

Алюминий. Геолого-промышленная классификация месторождений бокситов. Формационная позиция месторождений бокситов. Небокситовое алюминиевое сырье.

Магний. Основные источники промышленного получения магния - доломиты, магнезиты, морская вода, рассолы. Месторождения бишофита.

Никель. Ведущие геолого-промышленные типы месторождений. Сульфидные медноникелевые месторождения: рудоносные формации, геотектоническая позиция, основные эпохи формирования. Никелевые месторождения кор выветривания.

Кобальт. Месторождения: магматические, скарновые, вулканогенные гидротермальные, плутоногенные гидротермальные, стратиформные. Кобальтоносные железомарганцевые, корки океана.

Медь. Геолого-промышленные типы медных месторождений, их роль в балансе запасов и добыче меди. Особенности состава и строения скарновых месторождений. Меднопорфировые месторождения - типы, рудоносные формации. Колчеданные месторождения, типы колчеданосных провинций. Сульфидные руды океана. Формационная приуроченность и зональность месторождений медистых песчаников.

Свинец и цинк. Геолого-промышленные типы месторождений свинца и цинка, их экономическое значение. Месторождения экзогенно-эндогенной серии: колчеданно-полиметаллические в вулканогенных формациях, колчеданно-полиметаллические в терригенных формациях, стратиформные в карбонатных формациях. Эволюционные ряды колчеданно-полиметаллических месторождений.

Олово. Геолого-промышленные типы: пегматитовый, скарновый, грейзеновый, гидротермальный плутоногенный, гидротермальный вулканогенный, россыпной, их экономическая роль. Месторождения собственно оловянных и комплексных руд.

Вольфрам. Геолого-промышленные типы месторождений: скарновый, грейзеновый, гидротермальный плутоногенный, гидротермальный вулканогенный, стратиформный, россыпной. Особенности состава и строения стратиформных месторождений.

Молибден. Ведущие геолого-промышленные типы: скарновый, грейзеновый, плутоногенный гидротермальный. Структурно-морфологические особенности молибденовых месторождений. Рудноформационные типы штокверковых месторождений.

Висмут. Геолого-промышленные типы собственно висмутовых месторождений. Висмутсодержащие месторождения: грейзеновые, скарновые, свинцово-цинковые, медноколчеданные.

Ртуть и сурьма, Главные геолого-промышленные типы месторождений ртутных, сурьмяно-ртутных, сурьмяных руд.

Стратиформные и гидротермальные месторождения ртути (кварц-диккитовый, карбонатный, листовенитовый типы). Джаспероидный тип сурьмяно-ртутных месторождений. Общие закономерности размещения и локализации ртутных месторождений.

Геолого-промышленные типы месторождений руд редких металлов.

Литий, цезий и рубидий. Ведущие геолого-промышленные типы эндогенных месторождений, рудоносные формации, геотектоническая позиция.

Бериллий. Геолого-промышленные типы собственно бериллиевых и бериллийсодержащих месторождений.

Ниобий и тантал. Ряд геолого-промышленных типов эндогенных месторождений:

танталовых, тантало-ниобиевых, ниобиевых. Рудные тела, типоморфные попутные компоненты. Коры выветривания.

Цирконий и гафний. Прибрежно-морские россыпные месторождения. Типы эндогенных месторождений.

Редкоземельные элементы и иттрий. Эндогенные месторождения: магматические, полевошпатовых метасоматитов, скарновые, карбонатитовые, гидротермальные плутоногенные.

Рассеянные элементы (скандий, германий, рений, галлий, кадмий, индий, селен и теллур). Основные источники рассеянных элементов: отходы металлургического производства, золы углей и др.

Геолого-промышленные типы месторождений руд благородных металлов

Золото. Рудогенерирующие формации золоторудных месторождений. Ведущие геолого-промышленные типы. Рудные формации месторождений золота. Месторождения метаморфогенных золотоносных конгломератов. Сингенетичные стратиформные месторождения золота. Россыпные месторождения.

Серебро. Геолого-промышленные типы собственно серебряных месторождений. Основные типы серебросодержащих месторождений.

Платиноиды (платина, палладий, иридий, родий, осмий, рутений). Главные геологопромышленные типы месторождений.

Геолого-промышленные типы месторождений руд радиоактивных металлов

Уран. Ведущие геолого-промышленные типы урановых месторождений.

Эндогенные месторождения: аляскитовые, альбититовые, жильно-штокверковые. Экзогенные месторождения: инфильтрационные, месторождения "несогласия" месторождения ураноносных конгломератов, месторождения в калькретах, залежи ураноносного костного детрита. Полигенные месторождения.

Торий. Геолого-промышленные типы. Прибрежно-морские россыпные месторождения.

### **Месторождения неметаллических полезных ископаемых.**

Химическое и агрохимическое сырье. Общая характеристика. Условия образования и основные геолого-промышленные типы месторождений и их представители в СНГ и за рубежом.

Месторождения фосфора. Апатиты, их состав и

свойства. Фосфориты, их состав и свойства. Месторождения самородной серы. Месторождения каменной, калийных и калийно-магниевых солей. Химический и минеральный состав солей. Закономерности соленакопления. Способы добычи современных и ископаемых солей в твердом и жидком виде. Месторождения бора. Химический состав и технологические двойства главнейших промышленных боратов, боросиликатов и боралюмосиликатов. Способы добычи твердого и жидкого борного сырья.

Техническое сырье. Общая характеристика сырья, главнейших его представителей, основные области использования: машиностроение, металлургия, новые области техники, легкая и пищевая промышленность и др.; его особая роль в развитии новой техники и технологии. Месторождения асбеста. Особенности строения, состава и свойств различных типов и марок асбеста, Генезис и условия залегания. Месторождения слюд.

Промышленные свойства мусковита, флогопита и вермикулита, их сортность, особенности добычи и обработки. Месторождения графита. Разновидности природных графитов, их свойства и применение. Получение искусственного графита. Месторождения плавикового шпата. Главнейшие типы руд по минеральному составу, сорта и марки сырья в зависимости от области его использования. Месторождения барита и виверита. Месторождения цеолитов. Особенности структуры и состава цеолитов, связанные с ними физические свойства, области их использования. Искусственные цеолиты. Месторождения магнезита и брусита. Месторождения талька и пирофиллита.

Пьезооптическое и камнесамоцветное сырье. Общая характеристика сырья, его классификации и область использования: новая техника, декоративно-прикладное искусство и др. Промышленный синтез сырья. Месторождения кристаллов горного хрусталя, пьезокварца, оптического флюорита и исландского шпата. Искусственное получение пьезооптического сырья. Месторождения алмазов. Ювелирные и технические алмазы. Условия образования коренных (кимберлитовые и лампроитовые трубки) и россыпных месторождений. Искусственные алмазы. Месторождения цветных камней. Классификации камнесамоцветного сырья. Синтетические камни и имитации.

Строительные материалы и сырье для их производства. Общая характеристика сырья, его классификации по областям использования, производстве новых строительных и конструкционных материалов с заданными свойствами. Особенности оценки и разработки месторождений горных пород. Цементное сырье. Состав и химикотехнологические свойства цементной шихты. Условия образования и геологопромышленные типы месторождений карбонатных, силикатных, высококремнистых и сульфатных горных пород - как компонентов цементной шихты. Мергели-натуралы.

Стекольно-керамическое сырье. Состав и химико-технологические свойства основных видов стекольной и керамической шихты. Сорта и марки стекол, фарфора, фаянса и другой керамики. Условия образования и геолого-промышленные типы месторождений каолинов, пегматитов, фарфоровых камней, песков и других пород - как компонентов стекольной и керамической шихты. Естественные строительные материалы. Свойства магматических, метаморфических и осадочных горных пород как естественных строительных материалов, требования промышленности к качеству сырья. Песчано-гравийные смеси, бутовые, стеновые, облицовочные и др. строительные камни; их получение и использование. Легкие наполнители бетонов и порода для каменного литья. Характеристика шунгитов, перлитов, глин, диабазов, диоритов и др. пород.

### **Металлогения.**

Введение. Этапы развития металлогении. Важнейшие направления металлогенических исследований: региональное, историческое, специальное, в связи с тектонической и геохимической эволюцией земной коры, теоретическое и прикладное.

Теоретические основы металлогении. Состав и строение Земли. Происхождение и развитие Земли: существующие гипотезы о происхождении Земли, периодичность ее конвективной и тектоно-магматической активности. Происхождение полезных ископаемых. Основные закономерности распределения различных типов полезных ископаемых в геологической истории Земли

Общая металлогения. Геохимические и петрологические основы металлогении. Уровни питания рудоносных систем. Рудные формации, Флюидодинамика месторождений полезных

ископаемых. Геотектонические основы металлогении. Эволюционная металлогения. Периодизация процесса эволюции Земли и зависимость от этого процесса разнообразия минерального состава полезных ископаемых. Цикличность геологометаллогенических периодов с позиций геосинклинальной концепции развития Земли и с точки зрения механизма тектоники литосферных плит.

Эволюционная металлогения основных типов месторождений полезных ископаемых. Месторождения черных металлов (железное оруденение, марганцевое оруденение, хромитовое оруденение). Периодичность формирования месторождений различных геолого-генетических типов в зависимости от общего хода эволюции Земли. Характеристика основных рудных формаций и наиболее типичных месторождений.

Месторождения цветных металлов (меди, свинца, цинка, молибдена, вольфрама, олова). Распределение месторождений во времени и пространстве. Связь месторождений Мо со строением континентальной земной коры.

Месторождения редких металлов: лейкограниты нормального ряда и их пегматиты, щелочные изверженные породы, щелочно-ультраосновные массивы и карбонатиты, метасоматиты. Размещение месторождений в пространстве и во времени.

Благородные металлы (металлы платиновой группы, золотое оруденение, серебряное оруденение). Урановые месторождения (генетические типы месторождений урана, эволюция уранового оруденения в истории Земли). Кимберлитовые и карбонатитовые месторождения (месторождения алмазов, карбонатитовые месторождения).

Металлогенические основы поисков, прогноза и оценки минеральных ресурсов. Металлогения основных типов геодинамических обстановок (океанские обстановки, субдукционные обстановки, коллизионные обстановки, внутриплитные континентальные обстановки).

Металлогения докембрия (архейские кратоны, эпикратонные впадины, протерозойские подвижные, мобильные, пояса, области протоактивизации докембрия) Минерагения платформенного чехла (эволюционная экзогенная минерагения, минерагеническое районирование чехла Русской платформы). Основные геологогенетические типы месторождений полезных ископаемых платформенного чехла.

Прикладная металлогения. Выявление и типизация металлогенических обстановок. Введение в практику исследований формационного и рудноформационного анализов. Разделение геологических формаций по роли в рудогенезе. Прогнозно-металлогенические модели. Прогнозно-поисковые комплексы.

### **Поиски и разведка рудных и нерудных месторождений.**

Поисковые предпосылки (критерии): региональные - формационные, тектонические, палеоклиматические, палеогеографические; локальные стратиграфические, литологофациальные, магматические, структурные, геохимические, геоморфологические, геофизические.

Поисковые признаки: прямые и косвенные. Оценка выходов коренных рудных тел на поверхность. Ореолы рассеяния, их типы и поисковое значение. Своеобразно окрашенные породы, «железные шляпы» и зоны окolorудных измененных пород как поисковые признаки. Геофизические поисковые признаки.

Современные методы поисков твердых полезных ископаемых - наземные, подводные, дистанционные методы.

Метод геологической съемки как главный метод прогноза и поисков рудных и нерудных месторождений.

Методы поисков по ореолам рассеяния рудного вещества. Поиски по первичным ореолам рассеяния, механическим ореолам рассеяния (ледниковый валунный, обломочноречной, шлиховой методы). Поиски по солевым ореолам (гидрохимические, биогеохимические, атмосферические, поиски).

Геофизические методы при поисках- магнитометрический, гравиметрический, сейсмометрический, электрометрические, радиометрические и др.

Природные условия ведения поисковых работ и особенности поисков месторождений различных групп.

Поиски горными выработками. Поиски буровыми скважинами. Структурное бурение. Особенности поисков погребенных залежей полезных ископаемых. Оценка месторождений и рудопроявлений на стадии поисков.

Этапы разведочных работ. Предварительная, детальная и эксплуатационная разведка. Три периода работ: проектирования, полевой, камеральный. Технические средства разведки горные выработки, буровые скважины, геофизические методы разведки.

Показатели изменчивости тел полезных ископаемых. Расположение разведочных выработок по сетке, по линиям.

Выбор и обоснование расстояний между разведочными выработками.

Опробование. Виды опробования и способы отбора проб. Расстояния между пробами, Контроль опробования. Достоверность и представительность проб.

Оконтуривание тел полезных ископаемых. Различные виды контуров - нулевой, промышленный, сортовой и др.

Определение параметров для подсчета запасов. Промышленные кондиции. Выявление и учет проб с исключительно высоким содержанием полезного компонента.

Основные методы подсчета запасов. Метод геологических блоков геологических разрезов, их разновидности. Геостатистические методы подсчета запасов.

Основные показатели оценки месторождений на различных стадиях их изучения.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

##### ОСНОВНАЯ

Авдонин В.В. Технические средства и методика разведки месторождений полезных ископаемых. Издательство Московского университета. 1994. 240 с.

Авдонин В.В., Бойцов В.Е., Григорьев В.М., Семинский Ж.В., Солодов Н.А., Старостин В.И. Месторождения металлических полезных ископаемых. М., Академический проект, 2005. 720 с.

Авдонин В.В., Ручкин Г.В., Шатагин Н.Н., Лыгина Т.Н., Мельников М.Е. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М. Академический Проект. 2007. 540 с.

Авдонин В.В., Старостин В.И. Геология полезных ископаемых. М., Академия, 2010. 384с.

Еремин Н.И. Неметаллические полезные ископаемые. М., МГУ, 2007. 460 с. 6. Историческая минералогия: в 3 т. Т. 1. Введение в историческую минералогию /Н.Н. Зинчук, А.Д. Савко, Л.Т. Шевырев. Воронеж: ВГПУ, 2005.590 с.; Т.2. Историческая минералогия древних платформ. 2007. 570 с.; Т.3.

Историческая минералогия подвижных суперпоясов. 2008. 622 с.

Карякин А.Е., Строка П.А., Шаронов В.Н. и др. Промышленные типы месторождений нематаллических полезных ископаемых. М., Недра, 1985. 286с.

Кривцов А.И. Прикладная металлогения. М., Недра, 1989,288 с.

Митчелл А.А., Гарсон М. Глобальная тектоническая позиция минеральных месторождений. М. Мир, 1984. 496 с.

Михеев В.Г. Неметаллические полезные ископаемые. Красноярск, 2003. 93 с.

Прокофьев А.П. Основы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых. М. Недра, 1973. 320 с.

Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. Изд. 4ое, перераб. и дополн. М., Недра, 1982. 673 с.

Смирнов В.И., Гинзбург А.И., Григорьев В.М., Яковлев Г.Ф. Курс рудных месторождений. Изд. 2-е, перераб. и дополн. М., Недра, 1986. 360 с.

Смирнов В.И. Геологические основы поисков и разведок рудных месторождений. Изд-во МГУ, 1957. 588 с.

Старостин В.И. Металлогения. Учебник М.:КДУ,2011,458 с.

Старостин В.И., Игнатов П.А. Геология полезных ископаемых. М., Академический проект, 2006. 512 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ.

Смирнов В.И. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. М., Недра, 1960.

Авдонин В.В., Сергеева Н.Е. Текстуры и структуры руд (ведущих геолого-промышленных типов месторождений цветных металлов). Из-во МГУ, 1998.175 с.

Бородаев Ю.С., Еремин Н.И., Мельников Ф.П., Старостин В.И. Лабораторные методы исследования минералов руд и пород. 3-е изд. М. Изд-во МГУ, 1988. 286 с.

Синяков В.И. Геолого-промышленные типы рудных месторождений. СПб.: Недра, 1994.248 С.

Рудные месторождения СССР в 3-х т./ под ред. В.И. Смирнова. Изд. 2-ое, перераб. и дополн., М., Недра, 1978.1247 с.

Сидоров А.А., Старостин В.И., А.В. Волков А.В. Рудноформационный анализ: МАКС прес, 2011.180 с.

К программе вступительного испытания геологического факультета,  
утвержденного приказом № 2 от 20 января 2026г.

**107-01-00-1611-гmn-тн «Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»**

**Нефти, их свойства и состав на разных аналитических уровнях**

Основные физические свойства нефти – плотность, вязкость, молекулярная масса, температура начала кипения и потери текучести, оптические свойства - показатель преломления, люминесценция, оптическая активность. Фракционный состав – соотношение высоко и низко кипящих фракций, выделяемых по температуре кипения входящих в них компонентов. Взаимосвязь физических свойств, обусловленность физических свойств нефти ее химическим составом (углеводородов и гетероатомных соединений), структурой молекул (алифатических и алициклических) и фракционным составом. Высоко вязкие нефти (ВВН).

Элементный состав, органогенные элементы, основные гетеро- и микроэлементы. Изотопный состав основных органогенных элементов – углерода, серы, водорода, использование соотношения стабильных изотопов для генетических реконструкций. Групповой состав: масла, входящие в них твердые парафины, смолы, асфальтены (САВ).

Молекулярный состав нефти – «гомологичность» - большое количество гомологических рядов и серий как среди углеводородов, так и гетероатомных соединений. Углеводороды (УВ) нефти: нормальные алканы и изоалканы, циклоалканы (нафтены - циклопентановые и циклогексановые) моноциклические и полициклические, моно- и полиароматические УВ, их гомологические ряды. Структурные и оптические (эпимеры) изомеры, их распределение в нефти. Биомаркеры (хемофоссилии) и биомаркерный анализ. Классификации хемофоссилий. Структурная связь хемофоссилий с молекулами липидов и липоидов живого вещества фито-, зоопланктона, бактерий, высшей растительности. Гетероатомные соединения нефти: кислородные, сернистые, азотистые, хемофоссилии среди них. Строение молекул твердых парафинов, смол и асфальтенов.

Природные газы, газоконденсаты, газогидраты, их состав и свойства, условия образования. Классификация газов по нахождению в природе – морфологические типы - свободные, растворенные и сорбированные. Молекулярный состав и физические свойства природных газов (плотность, температуры кипения, плавления и критическая). Сухие, жирные, попутные газы, их состав.

Твердые углеводородные растворы - газовые гидраты, состав, свойства, кристаллическая структура, геологические и геохимические условия образования газовых гидратов в континентальных и морских условиях, зона стабильности газогидратов (ЗСГ).

Газовые растворы – газоконденсаты. Фракционный и молекулярный состав. Сырой и стабильный конденсат. Формирование газоконденсатных систем в результате ретроградных явлений (ретроградная конденсация, ретроградное испарение) в условиях надкритических температур и давлений. Первичные и вторичные газоконденсаты, их генезис, особенности состава, распространение.

Генерация углеводородных флюидов - преобразование органического вещества пород на разных стадиях литогенеза

Органическое вещество (ОВ) в литогенезе. Формирование горючих ископаемых на разных стадиях литогенеза: седиментогенеза, диагенеза и катагенеза. Распределение ОВ в осадочных

породах. Сапропелевый, гумусовый и смешанный типы ОВ. Использование молекулярного состава ОВ и нефти для определения типа исходного ОВ.

Седиментогенез. Факторы, контролирующие биопродуктивность. Формы ОВ в водной толще. Аккумуляция и консервация ОВ в осадках. Биохимическое разложение, поликонденсация, переход в нерастворимое состояние. Относительное накопление липидов и липоидов, образование хемофоссилий. Поликонденсация.

Диогенез. Аэробное и анаэробное окисление. Восстановление фитола до фитана и окисление фитола до пристана. Трансформация липидов и липоидов в геолитоидины и геополитоидины - нерастворимые компоненты керогена.

Катагенез. Область катагенеза в стратиферу. Главной источник тепла в недрах. Роль температуры, давления и геологического времени в преобразовании ОВ в катагенезе. Подстадии (ПК- прото-, МК- мезо-, АК- апокатагенез) и градации (ПК1-3, МК1-5, АК1-4) катагенеза. Оптические (отражательная способность витринита в масле (Ro Vt), геохимические и физико-химические методы определения степени катагенетической преобразованности ОВ. Элементный состав керогена, выход битумоидных компонентов, состав битумоидов, коэффициенты «зрелости» по полициклическим хемофоссилиям. Метод пиролиза Rock-Eval, (Tmax) и коэффициенты – водородный, кислородный индекс и др.

### **Твердые горючие ископаемые**

Торф и сапропель. Уголь, гумусовый и сапропелевый ряд. История изучения. Место угля среди других горючих ископаемых. Предпосылки углеобразования. Условия превращения растительного вещества в уголь. Этапы углеобразования. Растения торфообразователи. Угленосные формации. Классификация угленосных формаций (бассейнов). Тектоника месторождений. Угленосность. Основные угленосные бассейны. Петрографический состав, метаморфизм, качество углей. Показатели качества углей. Классификация углей. Направления использования углей. Гидрогеологические и горно-геологические условия угольных месторождений. Запасы, прогнозные ресурсы угля. Методы подсчета запасов. Техно-экономическое обоснование кондиций угля. Оценка промышленной значимости месторождений. Метаноносность угольных пластов.

Горючие сланцы. Условия образования. Сланцевые формации. Классификация. Тектоника месторождений, сланценосность, качество, направление использования сланцев. Основные бассейны. Запасы, ресурсы сланцев.

### **Природные резервуары - коллекторы и флюидоупоры**

Природный резервуар, коллекторы, флюидоупоры (покрышки), литологический состав. Типы пустотного пространства пород коллекторов, фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) - пористость, проницаемость и остаточная водонасыщенность, их зависимость от минерального состава породы, формы и размера зерен, их степени окатанности и сортировки, наличия и состава цемента. Пористость общая, открытая, эффективная, коэффициент пористости. Первичная и вторичная пористость, процессы формирования пористости. Проницаемость абсолютная, фазовая (эффективная), относительная, единицы измерения.

Пластовые воды, их состав и роль в формировании природных резервуаров.

### **Миграция нефти и газа**

Виды миграции. Первичная миграция. Гидростатическое, геостатическое, поровое давление, аномально высокое пластовое давление (АВПД). Силы способствующие миграции. Причины возникновения АВПД в НГМП. Формы миграции углеводородных флюидов. Эффективная мощность НГМП.

Вторичная миграция. Кровельная и подошвенная миграция. Силы, способствующие вторичной миграции. Струйная миграция. «Тонельный» эффект Р. Коллинза. Направление миграции – латеральная, вертикальная. «Тальвеговая» теория К. Кравченко. Концепция точки перелива.

Причины и пути вертикальной миграции, прорыв покрывки, точки утечки. Дальность и скорость миграции. Миграционные потери.

### **Ловушки и залежи нефти и газа**

Природные резервуары. Типы природных резервуаров.

Ловушки нефти и/или газа. Классификации ловушек А.В. Леворсена (1967 г.). Генетико-морфологическая классификация ловушек В.Б. Оленина (1977 г.). Классификация неантиклинальных ловушек Г.А. Габриэлянца (2000 г.).

Залежи нефти и/или газа. Условия консервации залежей. Строение пластовосводовой залежи. Замкнутый контур залежи, «нулевая изопахита», точка перелива. Классификации залежей (Брод И.О., Леворсен А.В., Оленин В.Б.). Генетическая классификация О.К. Баженовой, Б.А. Соколова (2004, 2012 гг.) – тектонический и седиментационно-стратиграфический типы. Примеры залежей разных классов.

### **Месторождения нефти и газа**

Классификация месторождений нефти и/или газа по разным признакам: по запасам УВ-сырья; числу залежей; генезису и строению ловушек, с которыми они связаны; составу флюидов; геотектоническому положению и др.

Классификация месторождений по генетическому и морфологическому признакам В.Б. Оленина, О.К. Баженовой, Б.А. Соколова (2004, 2012 гг.): типы - голоморфного (полного) складкообразования, структурных элементов диапиризма, отраженного складкообразования, разрывообразования, рифогенные, седиментогенные, эрозионно-денудационные. Для каждого типа присущ набор типичных залежей. Примеры месторождений разных классов с типичными залежами. Нарисовать схему. Примеры.

### **Вторичные изменения нефти в залежи**

Состав «первичных» нефтей. Изменение нефтей в зоне гипергенеза, факторы гипергенеза – физическое, химическое, микробиологическое «выветривание». Биодеградация нефти. Изменение молекулярного состава нефтей с увеличением степени биодегградации.

### **Нафтиды и нафтоиды**

Классификация нафтидов и нафтоидов. Три основные генетические линии битумогенеза: гипергенная, термально-метаморфическая, фильтрационно-миграционная.

Нафтиды. Классификации В.А. Успенского (1955) по элементному и групповому составу; Гольдберг, 1975; Баженова Т.К. и др., 1979. Гипергенетический ряд - мальты, асфальты, оксикериты, гуминокериты. Киры, альгариты, элатериты. Термально-метаморфический ряд - асфальтиты, кериты (альбертиты и импсониты), антраксолиты. Миграционно-фильтрационный ряд - фильтраты, газоконденсаты, озокериты и киры.

Нафтоиды. Недифференцированные (а-нафтоиды) и рафинированные (в основном углеводородного состава) - б- нафтоиды и г-нафтоиды. Шунгит. Парафиниты, олефиниты, элатериты, кертизитиды.

### **Нефтегазоносные бассейны**

Границы нефтегазоносного бассейна (НГБ). Тектоническое положение. Элементы нефтегеологического районирования - залежь, месторождение, зона нефтегазонакопления, нефтегазоносный район, нефтегазоносная область, нефтегазоносный бассейн. Эволюция осадочно-породного бассейна.

Классификации НГБ В.Б. Оленина, И.В. Высоцкого - гомогенные НГБ с онтогенезом нефти и газа, характерным для платформ или геосинклиналей (подвижных поясов), и гетерогенные по вертикали и по площади.

Эволюционно-тектоническая классификация НГБ (Баженова О.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е., 2004, 2012 гг.). Зависимость нефтегазоносности НГБ от направления и уровня его развития, определяемые тектонической природой НГБ. Платформенный тип НГБ. Подтипы по геотектоническому положению на платформе: внутриплатформенные, окраинно-

платформенные, перикратонно-океанические (пассивных окраин). Разделение по эволюции развития на классы. Примеры НГБ разных классов (Тимано-Печерский, Западно-Сибирский, Волго-Уральский, Прикаспийский, НГБ Сибирской платформы): геологическое строение, нефтегеологическое районирование, нефтегазоносные комплексы, классы месторождений. Бассейны переходного типа - атлантического побережья Африки и Южной Америки (НГБ Кампос).

НГБ подвижных поясов. Подтипы – островодужный и орогенный. Связь островодужных НГБ (классы - преддуговые, междуговые и тыльно-дуговые.) с историей возникновения островных дуг и окраинных морей. Примеры НГБ разных классов (Сулу-Палаванский и др.). Орогенный подтип НГБ окраинно-континентальных орогенов. Примеры НГБ разных классов (Сахалино-Охотский, Центральносуматринский, Южно-Каспийский, НГБ Центральной и Южной Америке (Калифорния, Венесуэлла), Ферганский).

### **Нефтяная литология и петрофизика**

Условия формирования осадочно-породного бассейна. Типы осадков и осадочных пород – терригенный, карбонатные, кремнистые. Формирование флишоидных толщ. Преобразование осадков в породы в условиях диагенеза. Цикл Боума. Формирование подводных конусов выноса. Процессы апвеллинга на современных и древних окраинах континентов. Формирование и строение нефтегазоносных комплексов.

Природный резервуар, коллекторы, флюидоупоры (покрышки), литологический состав. Типы пустотного пространства пород коллекторов, фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) - пористость, проницаемость и остаточная водонасыщенность, их зависимость от минерального состава, формы и размера зерен, их окатанности и сортировки, наличия и состава цемента. Пористость общая, открытая, эффективная, коэффициент пористости. Первичная и вторичная пористость. Проницаемость абсолютная, фазовая, (эффективная), относительная, единицы измерения.

Определение ФЕС по каротажным диаграммам. Корреляция продуктивных горизонтов с использованием ГИС.

### **Основы понятия сейсмостратиграфии**

Сейсмостратиграфия. Основные характеристики секвенций на примере разрезов разных НГБ. Интерпретация временных сейсмических профилей с привязкой к скважинам. Сейсмofациальный анализ. Выделение несогласий, песчаных и глинистых линз, клиноформ, рифов и других литологических структур.

Методы поисков и разведки месторождений нефти и/или газа

Современные методы поисков и разведки, этапы поисково-разведочных работ. Последовательность исследования малоизученных территорий НГБ с использованием ранее полученных знаний в процессе обучения. Изучение НГБ с применением историко-генетического подхода к оценке нефтегазоносности.

Категории ресурсов и запасов нефти и газа и методы их подсчета. Использование компьютерного моделирования процессов генерации и аккумуляции углеводородных флюидов и консервации залежей.

Основы и методика бассейнового моделирования на примере НГБ разных типов и классов.

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **ОСНОВНАЯ**

Багринцева К.И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. М: Недра, 1999.

Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология и геохимия нефти и газа. 2-е издание, М.: изд-во МГУ, 2012. 413 с.

Бека К., Высоцкий И. В. Геология нефти и газа. М.: Недра, 1976. 591с.

- Бурлин Ю.К., Конюхов А.И., Карнюшина Е.Е. Литология нефтега-зоносных толщ. М: Недра 1991.
- Вассоевич Н.Б. Геохимия органического вещества и происхождение нефти. М.: Наука, 1986. 368 с.
- Высоцкий И. В. Геология природного газа. М.: Недра, 1979. 392 с.
- Высоцкий И. В., Высоцкий В. И. Формирование нефтяных, газовых, конденсатогазовых месторождений. М.: 1986. 226 с.
- Голицын М.В., Голицын А.М., Пронина Н.В., Макарова Е.Ю. Богомолов А.Х. Геология и геохимия горючих ископаемых Часть 2, Твердые горючие ископаемые М: Книжный дом Университет, 2012
- Каламкарров Л.В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран: Учебник для вузов М.: Изд-во «Нефть и газ», 2005. – 576 с.
- Конторович А.Э. Геохимические методы количественного прогноза нефтегазоносности. М.:Недра, 1976. 249 с.
- Корчагина Ю.И., Четверикова О.П. Методы оценки генерации углеводородов в нефтепродуцирующих породах. М.: Недра, 1983, 222 с.
- Кузнецов В.Г. Литология осадочных горных пород М: Недра 2007.
- Леворсен А.И. Геология нефти и газа. М.: Мир, 1970. 486 с.
- Нефтематеринские свиты и принципы их диагностики. М: Наука, 1979, 270 с.
- Неручев С.Г. Нефтепроизводящие свиты и миграция нефти. Л.: Недра, 1969, 240 с.
- Нефтематеринские свиты и принципы их диагностики. М: Наука, 1979, 270 с.
- Оленин В.Б. Нефтегеологическое районирование по генетическому признаку, М.: Недра, 1977. 218 с.
- Основы геологии горючих ископаемых. Под редакцией И.В.Высоцкого М.: Недра, 1987.
- Петров Ал.А. Углеводороды нефти. М.: Недра, 1984. 262 с.
- Региональная геология нефтегазоносных территорий СССР /Г.А.Габриэлянц, Г.Х.Диккенштейн, И.Н.Капустин и др. – М.: Недра, 1991. 283 с.
- Романкевич Е.А. Геохимия органического вещества в океане. М.: Недра, 1977. 256 с.
- Семенович В.В. и др. Основы геологии горючих ископаемых. М.: Недра, 1987. 397 с.
- Соболева Е.В., Гусева А.Н. Химия горючих ископаемых. М.: МГУ, 2010. 312 с.
- Соболева Е.В., Мерчева В.С., Серебряков О.И., Серебряков А.О. Химия горючих ископаемых. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. 300 с.
- Соколов Б.А. Эволюция нефтегазоносности осадочных бассейнов. М: Наука, 1979
- Тиссо Б., Вельге Д. Образование и распространение нефти. М.: Мир, 1981. 501 с.
- Успенский В.А. Введение в геохимию нефти. Л.: Недра, 1970. 309 с.
- Хант Дж. Геохимия и геология нефти и газа. М.: Мир, 1982. 703 с.
- Шейн В.С. Геология и нефтегазоносность России. – М.: ВНИГНИ, 2006. – 776 с.
- Корчагина Ю.И., Четверикова О.П. Методы оценки генерации углеводородов в нефтепродуцирующих породах. М.: Недра, 1983, 222 с.
- ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**
- Гордадзе Г.Н., Гируц М.В., Кошелев В.Н. Углеводороды нефти и их анализ методом газовой хроматографии, М.: МАКС ПРЕСС, 2010, 235 с.
- Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гагарин С.Г. Классификация горючих ископаемых по структурно-химическим показателям и основные пути использования ископаемых углей. М.: ООО «НТК «Трек», 2007.
- Калинко М.К. Геология и геохимия нафтидов. М.: Недра, 1987.
- Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. М.: Бином Лаборатория знаний, 2003. 490 с.
- Муратов В.Н. Геология каустобиолитов. М.: Высшая школа, 1970.

Peters K.E., Walters C.C., and Moldowan J.M. The biomarker guide. Second edition. Cambridge University Press, 2005.

Stephen D. Killops, Vanessa J. Killops. An Introduction to Organic Geo-chemistry, Longran Group UK Ltd, 1993.

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

### 107-01-00-1621-гмн «Геоэкология»

#### **Основы геоэкологии**

##### **Геоэкология как система наук о взаимодействии геосфер Земли с обществом**

Основные понятия. Объект, задачи, методы, эволюция взглядов, взаимозависимость общества и системы Земля на современном этапе. Экологический кризис современной цивилизации - нарушение гомеостазиса системы как следствие деятельности человека. Понятия: окружающая среда, природная среда, экосфера, географическая оболочка, геологическая среда, геосфера, техносфера, природно-техническая система, социосфера, ноосфера, глобальные экологические изменения.

Общий обзор изменений геосфер Земли под влиянием деятельности человека и возникающих геоэкологических проблем. Экологические проблемы современного этапа развития «системы Земля» - содержание, причины возникновения, значение для существования биоты и цивилизации. Геоэкологические факторы здоровья человека. Геоэкология и природопользование. Междисциплинарный, системный подход к проблемам геоэкологии, возникающие при этом трудности. «Трагедия всеобщего достояния». Глобальный (общемировой) или универсальный (часто встречающийся) характер основных проблем окружающей среды.

История геоэкологии как науки. История становления, определение и структура «Геоэкологии» как науки. В.И. Вернадский, роль и значение его идей; Эдуард Леруа и введенное им понятие ноосфера; Римский клуб, его роль в формировании современных взглядов на взаимоотношения геосфер Земли и общества. Глобальное моделирование. Деннис и Донелла Медоуз (монографии «Пределы роста» (1972), «За пределами роста» (1992), «Пределы роста. 30 лет спустя» (2007)). Парадоксы современного этапа становления «Геоэкологии» как науки. Официальная трактовка «Геоэкологии» в соответствии с формулой научной специальности 255.00.36. Современные исследования в области разработки экологической политики на глобальном, национальном и локальном уровнях. Современное состояние экологической проблематики в геологических и смежных науках.

Международное сотрудничество в сфере геоэкологии. Современные международные программы, исследующие глобальные изменения в геосфере Земли, их научные результаты (Международная геосферно-биосферная программа. Всемирная программа исследования климата. Программа по социально-экономическим аспектам глобальных изменений). Комиссия по окружающей среде и развитию под председательством Г.Х. Брунтланд (отчет «Наше общее будущее»). Понятие устойчивого развития, его роль и стратегическое значение, основные принципы и уровень реализации на современном этапе развития общества. Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992 г.). Международные экологические конвенции. Международные экологические отношения после Рио. Саммит Земли 2012 года.

##### **Основные механизмы и процессы, управляющие системой Земля**

Природные механизмы и процессы, управляющие системой Земля. Геосферы Земли, их основные особенности. Земля как сложная динамическая саморегулирующаяся система. Гомеостазис системы. Роль живого вещества в функционировании системы Земля.

Основные особенности энергетического баланса Земли. Основные круговороты вещества: водный, биогеохимические, эрозия и седиментации, циркуляция атмосферы и океана. Изменения энергетического баланса и круговоротов вещества под влиянием деятельности человека.

Социально-экономические процессы, определяющие глобальные экологические изменения. Население мира и его регионов: численность, пространственное распределение, возрастная структура, миграции, изменения в прошлом, прогноз, демографическая политика. Потребление природных ресурсов, его региональные и национальные особенности, необходимость регулирования. Классификация природных ресурсов. Научно техническая революция, ее роль в формировании глобального экологического кризиса. Роль технологий будущего в решении основных геоэкологических проблем. Внешний долг государств мира и его влияние на глобальные экологические изменения. Значение и роль мировой торговли в экологическом кризисе.

### **Геосфера Земли и деятельность человека**

Атмосфера. Влияние деятельности человека. Основные особенности атмосферы, ее роль в динамической системе Земли. Антропогенные изменения состояния атмосферы и их последствия (изменения альbedo поверхности Земли, изменения влагооборота, климат городов и пр.). Загрязнение воздуха: источники, загрязнители, последствия. Кислотные осадки: источники, распределение, последствия, управление, международное сотрудничество. Фоновое загрязнение атмосферы. Мониторинг и управление качеством воздуха. Состояние воздушного бассейна и методы управления им в России и других странах.

Изменения климата вследствие увеличения парникового эффекта атмосферы. Режим и баланс углекислого газа и других газов с парниковым эффектом; ожидаемые климатические изменения; природные, экономические, социальные и политические последствия; стратегии приспособления и управления; Международная конвенция по изменению климата. Нарушение озонового слоя: факторы и процессы, состояние озонового слоя и его изменения, последствия. Озоновые «дыры» и Международные соглашения.

Гидросфера. Влияние деятельности человека на воды суши. Основные особенности гидросферы. Центральная роль воды во многих природных процессах и проблемах окружающей среды. Глобальный круговорот воды, его роль в функционировании системы Земли. Природные воды - индикатор и интегратор процессов в бассейне. Водные ресурсы. Экологические проблемы регулирования стока и крупномасштабных перебросок воды. Экологические проблемы развития орошения и осушения земель. Регулирование водопотребления. Эффективное водное хозяйство - искусство балансирования между доступными водными ресурсами и спросом на них. Экономические и административные аспекты водного хозяйства. Основные проблемы качества воды (загрязнение патогенными бактериями, органическими веществами, тяжелыми металлами, органическими микрозагрязнителями, повышение минерализации и стока наносов, эвтрофикация, асидификация): состояние и тенденции, факторы, управление. Точечное и рассеянное загрязнение. Водно-экологические катастрофы. Опыт управления международными реками и озерами.

Моря и океаны. Основные особенности Мирового Океана. Его роль в динамической системе Земли. Проблемы загрязнения прибрежных зон и открытого моря: экономическое развитие прибрежных зон; катастрофы при перевозке опасных и загрязняющих веществ; сброс загрязненных вод с судов в море; привнос загрязнений со стоком рек; выпадение загрязнений из атмосферы: добыча нефти и газа. Использование морских биологических ресурсов. Соотношение естественной биологической продуктивности и вылова Морские млекопитающие: состояние и регулирование. Международное сотрудничество. Программа региональных морей ЮНЕП, Хельсинкская комиссия, конвенции ММО по сбросам загрязняющих веществ с судов,

международные исследования МОК ЮНЕСКО и др.) Перспективы международного сотрудничества по Черному морю, Каспию и Аралу.

**Педосфера.** Влияние деятельности человека. Экологические проблемы использования земельных ресурсов. Основные особенности геосферы почв (педосферы) и ее значение в функционировании системы Земля. Глобальная оценка деградации почв (ЮНЕП). Земельный фонд мира и его использование. Земельные ресурсы и продовольственные потребности населения мира. Потенциальное плодородие почв и ограничения. Стратегия использования почв и земельных ресурсов.

**Литосфера.** Влияние деятельности человека. Основные особенности литосферы. Ее роль в системе Земля и человеческом обществе. Ресурсная, геодинамическая, геохимическая и геофизическая экологические функции литосферы. Основные процессы функционирования и поддержания гомеостаза (инерционность, круговорот веществ, проточность и т.п.). Основные типы техногенных воздействий на литосферу. Антропогенные геологические процессы. Геологическая среда и ее устойчивость к техногенным воздействиям. Масштабы техногенных изменений геологической среды и их экологические последствия. Особенности проявления техногенных изменений в зависимости от особенностей строения геологической среды, сейсмико-тектонической активности, энергии рельефа, состояния массивов (мерзлое, талое, водонасыщенное и т.п.). Методы оценки состояния геологической среды. Прогнозирование ее вероятных изменений.

Геологическое обоснование управления негативными геологическими процессами. Рациональное использование геологической среды с позиций сохранения ее экологических функций.

**Биосфера.** Влияние деятельности человека. Основные особенности биосферы как одной из геосфер Земли. Особая роль и значение живого вещества в функционировании системы Земля. Антропогенное ухудшение состояния (деградация) биосферы; снижение естественной биологической продуктивности экосистем. Современные ландшафты - результат антропогенной трансформации естественных ландшафтов. Классификация современных ландшафтов мира, их распространение. Проблемы обезлесения: распространение, природные и социально-экономические факторы, стратегии, международное сотрудничество. Проблемы опустынивания: определение понятия, распространение, роль естественных и социально-экономических факторов, стратегия. Международная конвенция по борьбе с опустыниванием. Сохранение генетического разнообразия: состояние проблемы, приоритетные ландшафты и экосистемы, стратегии, международное сотрудничество. Программы «Всемирная стратегия охраны природы» и «В заботе о Земле». Национальные стратегии охраны природы. Международная конвенция по охране биологического разнообразия.

### **Геоэкологические проблемы функционирования природно-технических и техногенных систем**

Геоэкологические аспекты энергетики. Структура производства и потребления энергии, ее изменения в прошлом и прогноз. Экологические проблемы различных видов производства и потребления энергии. Экологически чистые и возобновимые источники энергии. Проблемы окружающей среды и альтернативные энергетические стратегии человечества.

Геоэкологические аспекты сельскохозяйственной деятельности. Экологические проблемы земледелия (водная и ветровая эрозия почв, засоление, заболачивание, интенсификация миграции химических соединений, усиление стока наносов, последствия применения удобрений и пестицидов, уплотнение почв): распространение, факторы, последствия, экономика, управление. Экологические проблемы животноводства и скотоводства. Экологически устойчивое и экологически чистое сельское хозяйство.

Геоэкологические аспекты разработки полезных ископаемых. Типы добычи полезных ископаемых в связи с использованием природных ресурсов и загрязнением окружающей среды.

Вопросы организации территории и перспективного планирования управления качеством окружающей среды при освоении месторождений полезных ископаемых.

Геоэкологические аспекты промышленного производства. Экологические проблемы функционирования промышленности. Типы промышленности в связи с использованием энергии, сырья и материалов и загрязнением окружающей среды. Управление выбросами, сбросами и отходами промышленности (технологические, экономические, административные и юридические подходы). Этические проблемы. Промышленные катастрофы и меры защиты.

Геоэкологические аспекты транспорта. Экологические последствия различных видов транспорта (авиационный, автомобильный, железнодорожный, водный, трубопроводы, ЛЭП). Стратегии сокращения затрат при родных ресурсов и загрязнения окружающей среды.

Геоэкологические аспекты урбанизации. Тенденции урбанизации. Экологические проблемы урбанизации: техногенные биогеохимические аномалии, качество воздуха, водоснабжение и канализация, удаление и переработка отходов, использование земель.

### **Геоэкологические факторы здоровья человека**

Определение понятий «здоровье человека» и «качество жизни». Экологическая безопасность. Химические нарушения состояния окружающей среды и здоровье населения. Загрязнение компонентов окружающей среды (воздух, вода, почва, пища) и состояние здоровья. Радиоактивное загрязнение. Экологически обусловленные заболевания, связанные с переносчиками. Производственная среда.

### **Методы и методология анализа геоэкологических проблем и управления экологическим состоянием природных и природно-техногенных объектов**

Методы анализа геоэкологических проблем (биологические, географические, геологические, системно-аналитические, химические, физические и др.). Методы геоэкологического мониторинга концепция несущей способности (потенциальной емкости) территории.

Стратегии выживания человечества (теория ноосферы, неомальтузианство, рыночные подходы). Стратегия устойчивого развития и ее анализ. Принципы устойчивого развития. Различие между ростом и развитием. Понятие об экологической экономике. Геоэкологические индикаторы.

Вопросы управления окружающей средой на локальном, национальном и международном уровнях: экономика, право, администрация, политика. Международное экологическое сотрудничество и механизмы его существования. Необходимость экологизации социально-экономических процессов и институтов как важнейшее средство выживания человечества.

### **Экологическая геология**

#### **Экологическая геология как новое направление геологии**

Основные понятия, объект, предмет и задачи исследований. Логическая структура экологической геологии. Научные и практические разделы экологической геологии. Положение экологической геологии в системе геологического знания.

Экологическая геология и геоэкология - соотношение объектов, предметов и задач исследований. Положение экологической геологии в системе - геоэкологического знания. Соотношение экологической геологии с экологической географией, экологическим почвоведением, биоэкологией, экологией человека.

Экологические функции литосферы - продукт развития Земли под влиянием природных и техногенных факторов. Причины и следствия нарушения экологических функций литосферы.

Техногенные воздействия на литосферу, их систематика и экологические последствия.

#### **Экологические функции литосферы**

Ресурсная экологическая функция литосферы. Определение, значение и структура ресурсной экологической функции литосферы. Ресурсы литосферы, необходимые для жизни биоты: биофильные элементы литосферы; биогенные минеральные комплексы; поваренная соль (NaCl); подземные воды.

Причины роста дефицита жизненно важных элементов и избытка токсичных. Последствия роста дефицита жизненно важных элементов. Литофагия: история изучения, причины, примеры литофагии у животных и человека. Использование минералов в медицинских целях. Вода как источник жизни на Земле. Значение воды для жизни человека. Экологические последствия недостатка или избытка воды в живых организмах. Мировая обеспеченность питьевой водой. Причины дефицита питьевой воды.

Минеральные ресурсы, необходимые для жизни и деятельности человеческого общества. Ресурсы геологического пространства. Примеры дефицита ресурса геологического пространства. Проблемы в обеспеченности ресурсами геологического пространства в городах. Ресурс геологического пространства горнодобывающих регионов. Ресурсы геологического пространства и размещение отходов жизнедеятельности человеческого общества.

Ресурсная группа критериев оценки состояния эколого-геологических условий.

Геодинамическая экологическая функция литосферы. Определение, значение и структура геодинамической экологической функции литосферы.

Катастрофические, опасные, неблагоприятные и благоприятные процессы: примеры процессов и их экологических последствий. Основные сложности в становлении экологической геодинамики как раздела экологической геологии. Перспективные направления исследований в рамках экологической геодинамики. Критерии оценки состояния эколого-геодинамических условий.

Геохимическая экологическая функция литосферы. Определение, значение и структура геохимической экологической функции литосферы, закономерности формирования. Морфологическая выраженность и влияние на живое. Геохимические неоднородности литосферы и здоровье человека: моно- и полимикрэлементозы. Трансформация геохимической экологической функции литосферы в эпоху техногенеза. Критерии оценки состояния эколого-геохимических условий.

Геофизическая экологическая функция литосферы. Определение, значение и структура геофизической экологической функции литосферы, закономерности формирования. Природные и техногенные геофизические поля и их аномалии. Влияние геофизических неоднородностей литосферы на живые организмы и человека. Критерии оценки состояния эколого-геофизических условий. Комплексный подход к оценке воздействия физических полей Земли на живое.

### **Литотехнические системы и их роль в преобразовании экологических функций литосферы**

Литотехнические системы как результат взаимодействия природных и технических объектов в приповерхностной части литосферы. Типы литотехнических систем, их пространственные и временные границы. Экологические функции литотехнических систем. Типизация литотехнических систем по экологической опасности.

### **Методологические основы экологической геологии.**

Научный метод экологической геологии. Общая структура, эколого-геологических исследований. Методы геологических наук, используемые для получения эколого-геологической информации. Специальные методы получения и обработки эколого-геологической информации.

Подходы к оценке эколого-геологического состояния приповерхностной части литосферы. Критерии оценки современного состояния экосистем, тематические (биотические, биолого-медицинские, социально-экономические), пространственные и динамические. Критерии оценки эколого-геологического состояния приповерхностной части литосферы и её компонентов: ресурсная, геодинамическая, геохимическая и геофизическая группа критериев, их характеристика.

### **Эколого-геологический мониторинг**

Определение, содержание, функциональная структура и уровни организации. Геоинформационные системы эколого-геологического мониторинга и их структура. Методика проведения эколого-геологического мониторинга (наблюдательные сети, программа наблюдений, моделирование и эколого-геологический прогноз, геологическое обоснование и принятие управляющих решений).

#### **Эколого-геологические карты и методика их составления**

Методика отображения эколого-геологической информации на картах. Необходимая исходная геологическая, ботаническая, медико-санитарная или экологическая информация. Эколого-геологические карты - геологические карты нового класса. Концептуальные основы их содержания и методики отображения необходимой информации. Классификация эколого-геологических карт по назначению, содержанию и масштабам. Примеры эколого-геологических карт разного содержания и масштабов.

#### **Инженерно-экологические изыскания для строительства**

Общие положения, состав работ, задачи поэтапного экологического обоснования при разработке проектной документации разных видов (предынвестиционной, градостроительной, предпроектной, проектной). Свод правил по инженерным изысканиям для строительства СП 11-102-97.

#### **Экологическая геология и обоснование управления экологическими обстановками с целью сохранения ими оптимального состояния**

Роль эколого-геологических данных при оценке масштабов и последствий природных и техногенных воздействий на экосистемы, при подготовке эколого-геологического обоснования прямых управляющих решений административными органами, при обосновании необходимости искусственного преобразования массивов горных пород с целью придания им свойств, обеспечивающих оптимальное функционирование литотехнических и эколого-геологических систем.

#### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

##### **ОСНОВНАЯ**

Голубев Г.Н. Геоэкология. М.: ГЕОС, 1999. - 337 с.

Голубев Г.Н. Глобальные изменения в экосфере. М.: Желдориздат, 2002. - 364 с.

Горшков С.П. Концептуальные основы геоэкологии. Учебное пособие. Смоленск: Изд-во Смоленского гуманитарного университета, 2001. - 448 с.

Григорьева И.Ю. Геоэкология: Учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2013. 270 с. + Доп. Материалы.

Королёв В.А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем: учебное пособие / Под ред. В.Т.Трофимова. — М.: КДУ, 2007. — 416 с.

Теория и методология экологической геологии. / Под редакцией В. Т. Трофимова М.: МГУ, 1997.

Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. Учебник. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. 415 с.

Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д., Харькина М.А. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза/ Под ред. В.Т.Трофимова. М.: Изд-во «Ноосфера», 2006. 720 с.

Трофимов В.Т. История становления и современное понимание содержания мониторинга геологических, литотехнических и эколого-геологических систем // Инженерные изыскания — 2013. — № 10-11. — С. 10–14.

Трофимов В.Т. Эколого-геологическая система, её типы и положение в структуре экосистемы// Вестник Московского университета. Серия 4. Геология, 2009. - № 2. — С. 48–52.

Эколого-геологические карты (теоретические основы и методика составления): Учеб. пособие / В. Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг, М.А. Харькина и др. — М.: Высшая школа, 2007. — 403 с.

##### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**

Базовые понятия инженерной геологии и экологической геологии: 280 основных терминов/ под ред. В.Т. Трофимова / В. Трофимов, В. Королёв, М. Харькина и др. — М.: ОАО «Геомаркетинг», 2012. - 320 с.

Базовые понятия инженерной геологии и экологической геологии: 280 основных терминов/ под ред. В.Т. Трофимова / В. Трофимов, В. Королёв, М. Харькина и др. — М.: ОАО «Геомаркетинг», 2012. - 320 с.

Богословский В.А., Жигалин А.Д., Хмелевской В.К. Эколого-геофизические аспекты разработки нефтегазовых месторождений// Геофизика. – 2013. - № 2. – С. 63-69.

Дьяконов К.Н., Дончева А.В. Экологическое проектирование и экспертиза. Учебник. М.: Аспект Пресс, 2002. 384 с.

Инженерно-экологические изыскания для строительства, СП 11-102-97. Госстрой России М., ПНИИИС Госстроя России. 1997.

Трофимов В.Т. Парадоксы современной геоэкологии// Вестник Московского университета. Серия 4. Геология, 2009. - № 4. — С. 3–13.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ URL: <http://www.consultant.ru/popular/okrsred/>

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

Критерии и показатели оценивания ответа этапа

**«Оценка предметной компетентности в научной области планируемого диссертационного исследования».**

| Шкала и критерии оценивания ответа |                           |   |   |  |
|------------------------------------|---------------------------|---|---|--|
| оценка<br>результат                | неудовлетворительн<br>о   | удовлетворительн<br>о                                   | хорошо  | отлично  |
| Знание                             | Отсутствие базовых знаний | Фрагментарные, но неглубокие знания, содержащие пробелы | Общие, но не структурированные знания   | Сформированные систематические знания                |
| Умение                             | Отсутствие умений         | В целом успешное, но не систематическое умение          | В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения (допускает неточности принципиального характера) | Успешное и систематическое умение                    |
| Навыки (владения)                  | Отсутствие навыков        | Наличие отдельных навыков, не всегда верно используемых | В целом сформированные навыки, но не в активной форме   | Сформированные навыки, применяемые при решении задач |

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

Соответствие показателей оценивания ответа этапа **«Оценка предметной компетентности в научной области планируемого диссертационного исследования»** вступительного испытания в аспирантуру конкурсным баллам.

неявка - 0 баллов;

работа не предоставлена - 1 балл;

неудовлетворительно - 2-6 баллов;

удовлетворительно – 7 баллов;

хорошо - 8-9 баллов;

отлично – 10 баллов.

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

**107-01-00-161-гmn, 107-01-00-162-гmn-бн, 107-01-00-163-гmn, 107-01-00-164-гmn-хн, 107-01-00-165-гmn, 107-01-00-166-гmn, 107-01-00-167-гmn, 107-01-00-169-гmn-тн-фmn, 107-01-00-1610-гmn, 107-01-00-1611-гmn-тн, 107-01-00-1621-гmn**

### **Требования к владению языковым материалом на английском языке**

Фонетика. Нормативное произношение. Отсутствие в произношении ошибок, ведущих к искажению смысла: различение долгих и кратких гласных; звуков [æ] и [e], [w] и [v], [θ/ð] и [s/z]. Правила чтения гласных в открытом и закрытом слоге, постановка ударения.

Грамматика. Части речи английского языка. Образование множественного числа и притяжательного падежа существительных. Артикли. Знание форм неправильных глаголов; корректное использование модальных глаголов, личных форм глагола (Simple, Perfect, Continuous, Perfect Continuous) в настоящем, прошедшем и будущем временах, в активном и пассивном залоге, в утвердительных, вопросительных и отрицательных конструкциях, а также неличных форм глагола (инфинитивов, герундиев и причастий). Сослагательное и повелительное наклонения. Степени сравнения прилагательных и наречий. Числительные: количественные, порядковые, дроби. Личные, притяжательные, указательные, неопределенные, вопросительные и относительные местоимения. Предлоги: пространственные, временные, в устойчивых сочетаниях со знаменательными частями речи. Наиболее употребительные модели аффиксального словообразования, конверсия, словосложение. Порядок слов в английском предложении. Инверсия и эмпфаза. Основные типы придаточных предложений. Основные лексические средства выражения логических связей в тексте.

Лексика и фразеология. Стилистически нейтральная наиболее употребительная лексика общего языка, общенаучная лексика и базовая терминология специальности. Многозначность слова. Синонимические ряды. Прямое и переносное значения слов. Слово в свободных и фразеологических сочетаниях. Наиболее распространенные разговорные формулы-клише (обращение, приветствие, благодарность, извинение и т.п.).

### **Требования к владению языковым материалом на французском языке**

Фонетика. Нормативное произношение; правила чтения и правописания.

Четкое произношение звуков (носовые, гласные, согласные), соблюдение ритма, интонации и правил связывания слов (liaison), долготы и краткости гласных, правил чтения звонких согласных на конце слов и немых окончаний.

Грамматика. Части речи. Имя существительное: Образование множественного числа и рода существительных. Артикль: формы и функции.

Имя прилагательное: притяжательные, указательные, неопределенные, вопросительные прилагательные. Род и число прилагательных. Степени сравнения. Место прилагательных в предложении. Числительные: количественные и порядковые. Местоимения: личные, притяжательные, указательные, неопределенные, относительные и вопросительные. Глагол: виды глаголов, типы спряжения, согласование глаголов. Времена: présent, passé composé, imparfait, passé immédiat, passé simple, plus-que-parfait, future immédiat, future simple, future antérieur, futur dans le passé. Наклонения: условное и сослагательное, повелительное. Согласование времен.

Неличные формы глагола: инфинитив, причастие, герундий.

Наречие: степени сравнения, место наречий. Предлоги, союзы, междометия. Порядок слов в предложении, способы выделения членов предложения. Основные типы придаточных предложений. Прямая и косвенная речь. Основные лексические средства выражения логических связей в тексте.

Лексика и фразеология. Наиболее употребительная лексика общего языка, общенаучная лексика и базовая терминология специальности. Наиболее распространенные разговорные формулы-клише (обращение, приветствие, благодарность, извинение и т.п.).

### **Требования к владению языковым материалом на немецком языке**

Фонетика. Нормативное произношение; правила чтения и правописания; словесное и фразовое ударение; долгота и краткость гласных; произношение умлаутов и дифтонгов; оглушение конечных звонких согласных; интонационное оформление вопросительных и повествовательных высказываний.

Грамматика. Части речи немецкого языка. Имя существительное: род, число, падеж, склонение, образование множественного числа. Артикль: формы и функции. Имя прилагательное: степени сравнения, склонение, употребление в атрибутивной и предикативной позициях. Местоимения. Числительные. Глагол: сильные и слабые глаголы, модальные, возвратные, глаголы с отделяемыми и неотделяемыми приставками; времена Präsens, Präteritum, Perfekt, Plusquamperfekt, Futur I; Aktiv и Passiv; Infinitiv- и Partizipialkonstruktionen; Konjunktiv I и Konjunktiv II в наиболее употребительных значениях. Порядок слов в простом предложении, рамочная конструкция, место сказуемого и второстепенных членов предложения, основные типы придаточных предложений. Средства выражения причинно-следственных, условных, временных и уступительных отношений в научном тексте.

Лексика и фразеология. Наиболее употребительная лексика общего языка, общенаучная лексика и базовая терминология специальности. Основные модели словообразования (словосложение, приставочное и суффиксальное образование слов). Наиболее распространенные разговорные формулы-клише (обращение, приветствие, благодарность, извинение и т.п.).

### **Вопросы на экзамене**

1. Просмотровое чтение научного текста общегеологической направленности на иностранном языке (английском, французском, немецком) и изложение его основного содержания на языке оригинала (без словаря). Объем - 1800 печатных знаков; время на подготовку - 10 минут.
2. Устный перевод без словаря с иностранного языка (английского, французского, немецкого) на русский оригинального научного текста общегеологической направленности. Объем - 800-1000 печатных знаков; время на подготовку - 10 минут.
3. Беседа на иностранном языке (английском, французском, немецком) по тематике научных интересов поступающего.

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК:**

#### **ОСНОВНАЯ**

Барановская Т.А., Захаров А.В., Поспелова Т.Б., Суворова Ю.А. Английский язык для академических целей. М.: Юрайт, 2017. 198 с.

Гарагуля С.И. Английский язык для аспирантов и соискателей ученой степени: учеб. пособие. М.: Владос, 2020. 327 с.

Киткова Н.Г., Сафьянникова Т.Ю. Учебное пособие по английскому языку для студентов-геологов, часть 1 - М.: Артинфо, 2020, 152 с.

Киткова Н.Г., Сафьянникова Т.Ю. Учебное пособие по английскому языку для студентов-геологов, часть 2 - М.: Артинфо, 2020, 68 с.

Лебедев Л.П., Клауд М.Дж. Язык научного общения. Русско-английский словарь. М.: Астрель, 2009. 380 с.

Меняйло В.В. Академическое письмо. Лексика / Developing Academic Literacy. М.: Юрайт, 2019. 240 с.

Миньяр-Белоручева А.П. Англо-русские обороты научной речи. М.: Флинта, 2012. 145 с.

Рябцева Н.К. Научная речь на английском языке: руководство по научному изложению. М.: Флинта, 2013. 598 с.

Сафьянникова Т.Ю. Пособие для магистрантов и аспирантов геологических факультетов университетов *Your Geo-Career through English*. - М.: Издательство «Книжный Дом «Университет», 2007, 88 с.

Соколов С.А. Обучение чтению научных текстов и устной речи по научной тематике на английском языке. М.: Наука, 2002. 202 с.

Федорова М.А. От академического письма - к научному выступлению. Английский язык. М.: Флинта; Наука, 2018. 168 с.

Шахова Н.И., Рейнгольд В.Г., Салистра В.И. *Learn to Read Science*. Курс английского языка для аспирантов. М.: Флинта, 2021. 360 с.

Hewings M., Thaine C. *Cambridge Academic English. Advanced*. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 176 p.

McCarthy M., O'Dell F. *Academic Vocabulary in Use*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. 174 p.

## 2. Дополнительная

Периодическая научная литература по специальности на английском языке, в том числе интернет-ресурсы.

### ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК:

#### ОСНОВНАЯ

Тарасова А.Н. Грамматика современного французского языка. Часть 1. Морфология. М.: Нестор 2006, 528 с.

Тарасова А.Н. Грамматика современного французского языка. Часть 2. Синтаксис. М.: Нестор 2007, 400 с.

Ильина Т., Кудрявцева Н. Грамматика современного французского языка. Сборник упражнений по морфологии. М.: Нестор, 2007. 119 с.

Тарасова А.Н. Грамматика современного французского языка. Сборник упражнений по синтаксису. М.: Нестор, 2007. 399 с.

*Francoscopie 2019: pour comprendre les Français*. 18e édition. Paris: Larousse, 2020. 542 p.

*Nouveau DELF B1, Nouveau DELF B2*. Paris: CLE International, 2004. 238 p.

*Nouveau DELF C1, Nouveau DELF C2*. Paris: CLE International, 2004. 250 p.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

Периодическая научная литература по специальности на французском языке, в том числе интернет-ресурсы.

### НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК:

#### ОСНОВНАЯ

Глушак В.М. Немецкий язык для аспирантов: реферирование текстов и презентация диссертации. М.: Прометей, 2021. 106 с.

Синев Р.Г. Грамматика немецкой научной речи = *Grammatik der deutschen Wissenschaftssprache*: практ. пособие. 3-е изд., доп. М.: Крипто-Логос, 2013. 295 с.

Graefen G., Moll M. *Wissenschaftssprache Deutsch: lesen - verstehen - schreiben*. Frankfurt am Main: Peter Lang, 2011. 181 S.

Kühtz S. *Wissenschaftlich formulieren. Tipps und Textbausteine für Studium und Schule*. 2., überarb. Aufl. Paderborn: Schöningh, 2011. 110 S.

Dreyer H., Schmitt R. *Lehr- und Übungsbuch der deutschen Grammatik aktuell*. Ismaning: Hueber, 2016. 392 S.

Buscha A., Linthout G. Das Oberstufenbuch Deutsch als Fremdsprache. Leipzig: Schubert-Verlag, 2015. 280 S.

Roelcke T. Fachsprachen. 3., neu bearb. Aufl. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2010. 253 S.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

Периодическая научная литература по специальности на немецком языке, в том числе интернет-ресурсы.

**Критерии и показатели оценивания ответа этапа «Оценка уровня готовности к академической и научной коммуникации на иностранном языке»****Критерии оценивания.**

Уровень знаний поступающих в аспирантуру геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова оценивается по пятибалльной шкале.

Оценка на вступительном экзамене по иностранному языку определяется как средняя арифметическая оценок, полученных поступающим за устное изложение оригинального научного текста общегеологической направленности на иностранном языке, устный перевод без словаря с иностранного языка на русский оригинального научного текста общегеологической направленности и беседу на иностранном языке по тематике научных интересов поступающего. Усредненная оценка округляется до целого в соответствии со стандартными правилами округления. В случае отсутствия поступающего на вступительном экзамене в качестве оценки ему проставляется неявка.

При выставлении оценки учитываются полнота и точность передачи содержания, корректность употребления терминологии, лексико-грамматическая правильность, соответствие нормам научного стиля русского и иностранного языков, а для беседы - также самостоятельность высказывания, связность, уместность ответов на вопросы комиссии и фонетическая оформленность речи.

| <b>Экзаменационное задание</b>  | <b>Неудовлетворительно<br/>(2 балла)</b>  | <b>Удовлетворительно<br/>(3 балла)</b>   | <b>Хорошо<br/>(4 балла)</b>   | <b>Отлично<br/>(5 баллов)</b>  |
|---|---|--|---|--|
| Просмотровое чтение научного текста общегеологической направленности на иностранном языке (английском, французском, немецком) и изложение его основного содержания на языке оригинала | Передача содержания оригинального текста фрагментарна; допущены существенные искажения содержания и логики его изложения; имеются многочисленные и существенные терминологические, лексические и грамматические | Основное содержание передано частично, имеются смысловые потери, неточности в передаче информации. В целом лексический запас и грамматическая вариативность ограничены. Допущено до 5 существенных | Основное содержание оригинального текста передано верно, основная информация определена верно, допущены отдельные неточности лексического и/или грамматического характера (не более 2-3), не искажающие общий смысл текста. | Поступающий демонстрирует способность к выделению и обобщению основной значимой информации, представленной в тексте; умеет логично и грамотно передавать ее в устной форме с |

|  |  |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
|  | <p>ошибки (более 5). Лексический запас крайне ограничен, отсутствует грамматическая вариативность. Стилистика научного изложения не соблюдается.</p> | <p>лексических, грамматических и стилистических ошибок, а также нарушений логической последовательности текста.</p> | <p>Допускается не более 2-3 несущественных нарушений логической связности текста, не приводящих к искажению его понимания. Соблюдаются стилистические нормы устной научной речи.</p> | <p>использовани ем средств логической связи (linking words); грамотно использует широкий спектр грамматических конструкций и демонстрирует синтаксическое разнообразие (использование сложных предложений, причастных оборотов, инфинитивных конструкций); применяет разнообразную лексику, избегает прямого копирования лексики оригинала, использует уместные синонимы и корректную терминологию; соблюдает стилистические нормы устной научной речи. Допускаются 1-2 несуществен</p> |
|--|--|---|--|---|

|   |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
|   |  |   |   | ные неточности.  |
| Устный перевод без словаря оригинального научного текста общегеологической направленности с иностранного языка на русский | Поступающий передает лишь общее содержание текста, упускает значимую информацию; переведено менее 60% текста либо допущены существенные искажения содержания и многочисленные ошибки в передаче терминов и грамматических связей. Нормы устной научной речи на русском языке не соблюдаются. | Переведено не менее 70% текста; общее содержание понятно, но имеются смысловые пропуски, до 5 существенных лексико-грамматических ошибок и заметные затруднения при передаче терминологии; имеются отклонения от научного стиля речи. | Переведено не менее 85% текста; содержание передано в целом верно, допускаются отдельные неточности лексического и/или грамматического характера (не более 2-3). Основные нормы устной научной речи соблюдаются.                                | Переведено 100% текста. Содержание оригинала передано полно и точно; использованы корректные лексические, грамматические и синтаксические средства русского научного стиля. Допускаются 1-2 несущественные неточности. |
| Беседа на иностранном языке по тематике научных интересов поступающего  | Поступающий не демонстрирует владение связной монологической и диалогической речью; испытывает значительные трудности в понимании вопросов комиссии; ответы фрагментарны либо не соответствуют вопросу. Коммуникация существенно затруднена. Поступающим                                     | Поступающий понимает вопросы лишь частично, использует ограниченный запас слов и простые грамматические средства; допускает 6-8 ошибок лексического, грамматического, фонетического и/или стилистического характера, часть из которых | Поступающий в целом понимает вопросы комиссии и умеет поддерживать беседу по теме исследования; использует общенаучную и профессиональную лексику, допускает 3-5 ошибок, не препятствующих коммуникации. Высказывание в целом логично и связно. | Поступающий свободно и логично представляет информацию о своей научной специальности и теме исследования, уверенно понимает вопросы комиссии и дает развернутые ответы. Используются разнообразные                     |

|  |   |                             |  |   |
|--|---|-----------------------------|--|---|
|  | допущены<br>многочисленные<br>(более 8) грубые<br>лексические<br>и/или<br>грамматические<br>ошибки. | затрудняет<br>коммуникацию. |  | грамматическ<br>ие<br>конструкции,<br>общенаучная<br>и<br>профессиона<br>льная<br>лексика,<br>соблюдаются<br>нормы<br>произношени<br>я и<br>естественный<br>темп речи.<br>Допускаются<br>1-2<br>незначительн<br>ые<br>неточности. |
|--|---|-----------------------------|--|---|

### **Правила оформления текста научной работы.**

Текст научной работы оформляется в следующем порядке:

Титульный лист (Приложение 16)

Оглавление

Содержательная часть, включающая разделы:

- новизна, актуальность и практическая/теоретическая значимость
- цель и задачи исследования
- краткий анализ исследований по теме работы;
- методы, предполагаемые к использованию, и их применимость к поставленным задачам
- личные исследования
- результаты
- перспективы дальнейших исследований.

Выводы

Список используемой литературы (5–10 наиболее значимых источников).

Объем содержательной части – не более 3000 слов.

Поля: верхнее 2 см, левое 3 см, нижнее 2 см, правое 1,5 см, 14 шрифт, 1,5 интервал, шрифт Times New Roman, язык – русский.

Работа представляется в печатном переплетенном виде.

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

Титульный лист.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

НАПРАВЛЕНИЕ            **1.6 НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**

ПРОГРАММА

КАФЕДРА

**НАУЧНАЯ РАБОТА**

**Название на русском языке**

**Фамилия Имя Отчество**

**НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:**  
*Должность, степень, звание Инициалы Фамилия*

Москва  
2026

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

Критерии и показатели оценивания этапа

**«Оценка уровня готовности к самостоятельной научно-исследовательской деятельности»**

| <b>Критерий оценки</b>  | <b>Максимальное количество баллов</b> |
|---|---------------------------------------|
| <b>1. Научная новизна и актуальность, из них:</b>             | <b>3</b>                              |
| • Постановка проблемы   | 1                                     |
| • Актуальность темы   | 1                                     |
| • Элементы новизны  | 1                                     |
| <b>2. Теоретическая подготовка и знания, из них</b>           | <b>2</b>                              |
| • Обзор литературы  | 1                                     |
| • Теоретическая база  | 1                                     |
| <b>3. Методологическая компетентность, из них</b>             | <b>1</b>                              |
| • Выбор методов   | 1                                     |
| <b>4. Структура и логика изложения, из них</b>                | <b>3</b>                              |
| • Логическая последовательность                               | 1                                     |
| • Структурированность   | 1                                     |
| • Ясность и точность изложения                                | 1                                     |
| <b>5. Самостоятельность и потенциал исследователя, из них</b> | <b>2</b>                              |
| • Самостоятельность выполнения                                | 1                                     |
| • Перспективы дальнейших исследований                         | 1                                     |

К программе вступительного испытания,  
утвержденной приказом по Геологическому факультету  
от «20» января 2026 года № 2

Соответствие показателей оценивания ответа этапа **«Оценка уровня готовности к самостоятельной научно-исследовательской деятельности»** вступительного испытания в аспирантуру конкурсным баллам.

неявка - 0 баллов;

работа не предоставлена - 1 балл;

неудовлетворительно 2-5 баллов;

удовлетворительно – 6-7 баллов;

хорошо - 8-9 баллов;

отлично – 10 баллов.