

**Приложение 2 к РПД «Историческая геология
 с основами палеонтологии»
 05.03.01 Геология
 Направленность (профиль) – Геофизика
 Форма обучения – очная
 Год набора - 2021**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Общие сведения

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Код и направление подготовки, направленность (профиль)	05.03.01 Геология, Геофизика
3.	Дисциплина (модуль)	Историческая геология с основами палеонтологии
4.	Количество этапов формирования компетенций (разделы, темы дисциплины)	15

2. Перечень компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<p>ОПК-1. Способен <u>применять</u> знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач</p>	<p>ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки.</p> <p>ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации.</p> <p>ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.</p>

1. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Индикаторы компетенции	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
			Знать:	Уметь:	Владеть:	
1. Введение.	ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач	ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.	цели и задачи дисциплины, краткую историю развития науки. Связь науки с другими смежными дисциплинами. Социальную значимость своей будущей профессии.	показать, с позиции возникновения жизни на планете, её уникальное расположение среди других планет Солнечной системы.	способностью к обобщению и анализу информации, постановке целей и выбора путей их достижения. Знаниями по категориальному видению мира.	Лабораторная работа. Устный опрос на понимание терминов.
2. Методы стратиграфии	ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач	ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.	методы установления относительного возраста горных пород. Принципы Н. Стенона. Основные термины и определения	решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий.	представлениями о современной научной картине мира на основе знаний основных положений философии, базовых законов и методов естественных наук.	Лабораторная работа. Групповая дискуссия
3. Геофизические	ОПК-1. Способен	ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и	электрический и	использовать данные	способностью	Лабораторная

<p>методы стратиграфии</p>	<p>применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач</p>	<p>систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.</p>	<p>ядерный каротаж. Сейсмостратиграфию и магнитостратиграфические методы.</p>	<p>геолого-геофизических исследований территории для целей минерагении; интерпретировать геолого-геофизические данные для понимания строения конкретной территории.</p>	<p>работать на современных полевых лабораторных геологических, геохимических приборах, установках и оборудовании.</p>	<p>работа. Контрольная работа № 1</p>
<p>4. Методы абсолютной геохронологии</p>	<p>ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач</p>	<p>ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.</p>	<p>методы, основанные на радиоактивном распаде изотопов урана, калия, углерода и других радиоактивных элементов. Последние данные об абсолютном возрасте Земли. Значение геохронометров, связанных с осадочными толщами.</p>	<p>использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук.</p>	<p>способностью самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований</p>	<p>Лабораторная работа. Контрольная работа № 2</p>
<p>5. Методы палеогеографии или фациальный анализ</p>	<p>ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных</p>	<p>ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления</p>	<p>Принцип униформизма Ч. Лайеля. Метод актуализма. Фациальные области современных морей и континентов. Реконструкции</p>	<p>использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии</p>	<p>методами построения блочных трехмерных моделей рудных полей и месторождений.</p>	<p>Лабораторная работа по теме контрольной работы №2.</p>

	профессиональных задач	полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.	течений в морях прошлого методом моделирования.	горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских и практических задач.		
6. Методы изучения тектонических движений	ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач	ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.	основные методы и методики региональных геологических и тектонических исследований.	проводить испытания горных пород при исследовании их физико-механических свойств в полевых условиях	представлениями о современной научной картине мира на основе знаний базовых законов и методов естественных наук.	Лабораторная работа по теме контрольной работы №2.
7. Основные структурные элементы земной коры	ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач	ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.	основные структурные элементы платформ и молодых плит: щиты, синеклизы, антеклизы, авлакогены.	интерпретировать геолого-геофизические данные для понимания строения обширной территории страны.	способностью участвовать в интерпретации геологической информации,	Лабораторная работа. Доклад презентацией

<p>8. Палеонтология и её задачи</p>	<p>ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач</p>	<p>ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.</p>	<p>общие сведения о палеонтологии и её объектах исследования. Современное состояние отечественной палеонтологии. Основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции в различных сферах деятельности.</p>	<p>применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач.</p>	<p>способностью участвовать в интерпретации геологической информации</p>	<p>Решение задач на лабораторных занятиях</p>
<p>9. Палеозоология беспозвоночных</p>	<p>ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач</p>	<p>ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.</p>	<p>принципы систематики современных ископаемых организмов. Таксономические единицы.</p>	<p>формулировать задачи с помощью стандартных и специальных компьютерных программ.</p>	<p>способностью по составлению отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований и при подготовке публикаций.</p>	<p>Лабораторная работа. Реферат</p>
<p>10. Палеозоология позвоночных</p>	<p>ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и</p>	<p>ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки.</p>	<p>правила зоологической и ботанической номенклатуры. Способы препарировки</p>	<p>ставить и решать глобальные проблемы по сохранению жизни на планете.</p>	<p>навыками интерпретации геологических данных и выполнения геометрических</p>	<p>Лабораторная работа. Групповая дискуссия</p>

	математического циклов при решении стандартных профессиональных задач	ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.	ископаемого материала.		построений.	
11. Палеоботаника	ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач	ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.	важнейший признак отличия растений от животных и отличие высших растений от низших.	применять на практике базовые общепрофессиональные знания.	способностью использовать отраслевые нормативные и правовые документы в своей профессиональной деятельности.	Лабораторная работа. Решение задач на лабораторных занятиях
12. Докембрийский этап развития земной коры	ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач	ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических	особенности строения, химический, минеральный и петрографический состав докембрийских горных пород.	работать в системах автоматизированного проектирования (САПР) при формировании блочных трехмерных моделей рудных месторождений.	современной научной терминологией. Методами прогнозирования и поиска скрытых рудных залежей в докембрийских отложениях.	Лабораторная работа по контрольной работе № 3

		исследований в научно-исследовательской деятельности.				
13. Палеозойский этап развития земной коры	ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач	ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.	каледонский и герцинский этапы развития земной коры в раннем и позднем палеозое. Основные методы региональных геологических исследований. Полезные ископаемые и их связь с тектоникой.	применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ.	способностью самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований.	Лабораторная работа. Контрольная работа № 3.
14. Мезозойский этап развития земной коры	ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач	ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки. ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.	характерные черты мезозойского этапа развития платформ и складчатых поясов.	районировать альпийские складчатые области на примере Кавказа и других позднеиммерийских складчатых сооружений	основными методиками определения свойств горных пород и навыками обработки полученных данных	Решение задач на лабораторных занятиях
15. Кайнозойский этап развития земной коры	ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и	ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки.	специфика магматизма и особенности осадконакопления в кайнозое. Основные черты развития	применять на практике базовые знания и навыки полевых геологических, геофизических,	способностью работать на современных полевых и лабораторных геологических,	Лабораторная работа. Групповая дискуссия

	<p>математического циклов при решении стандартных профессиональных задач</p>	<p>ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации. ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.</p>	<p>органического мира. Появление человека.</p>	<p>нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач.</p>	<p>геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании.</p>	
--	--	--	--	---	--	--

4. Критерии и шкалы оценивания

4.1 За устный опрос на понимание терминов выставляются баллы

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов за ответы	0	1	2

4.2 За подготовку доклада с презентацией выставляются баллы

Баллы	Характеристики выступления обучающегося
5	<ul style="list-style-type: none">– студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;– делает выводы и обобщения;– свободно владеет понятиями
3	<ul style="list-style-type: none">– студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;– не допускает существенных неточностей;– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;– аргументирует научные положения;– делает выводы и обобщения;– владеет системой основных понятий
1	<ul style="list-style-type: none">– тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;– допускает несущественные ошибки и неточности;– испытывает затруднения в практическом применении знаний;– слабо аргументирует научные положения;– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;– частично владеет системой понятий
0	<ul style="list-style-type: none">– студент не усвоил значительной части проблемы;– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;– испытывает трудности в практическом применении знаний;– не может аргументировать научные положения;– не формулирует выводов и обобщений;– не владеет понятийным аппаратом

4.3 За решение задач на лабораторных занятиях выставляются баллы

5 баллов выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

4 балла выставляется, если студент выполнил не менее 90% рекомендованных задач, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

3 балла выставляется, если студент выполнил не менее 80% рекомендованных задач, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

2 балла выставляется, если студент выполнил не менее 70% рекомендованных задач, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

1 балл выставляется, если студент выполнил не менее 60% рекомендованных задач.

0 баллов - если студент выполнил менее 50% рекомендованных задач.

4.4 За подготовку реферата выставляются баллы

Баллы	Характеристики ответа студента
5	<ul style="list-style-type: none"> - студент глубоко и всесторонне усвоил проблему; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет понятиями.
3	<ul style="list-style-type: none"> - студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой основных понятий.
1	<ul style="list-style-type: none"> - тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой понятий.
0	<ul style="list-style-type: none"> - студент не усвоил значительной части проблемы; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений; - не владеет понятийным аппаратом.

4.5 За выполнение контрольной работы выставляются баллы

Баллы	Содержание работы
10	<ul style="list-style-type: none"> - содержание работы соответствует выданному заданию; - контрольное задание выполнено уверенно, логично, последовательно и грамотно; - все расчеты сделаны без ошибок; - выполненная графика соответствует стандартным требованиям; - выводы и обобщения аргументированы; - ссылки на литературу соответствуют библиографическим требованиям.
5	<ul style="list-style-type: none"> - основные требования к работе выполнены, но при этом допущены некоторые недочёты; - имеются неточности в стиле изложения материала; - имеются упущения в оформлении графики.
1	<ul style="list-style-type: none"> - работа выполнена на 50%; - имеются существенные отступления от требований к оформлению графических материалов и текста; - допущены ошибки в расчетах; - отсутствует логическая последовательность в выводах; - отсутствуют ссылки на литературные источники.
0	<ul style="list-style-type: none"> - обнаруживается полное непонимание сути выполняемой работы; - имеется большое количество грубейших ошибок; - отсутствуют практические навыки и теоретические знания предмета.

4.6 За выполнение задания по составлению глоссария и опорного конспекта выставляются баллы

Баллы	Критерии оценки	Количество баллов
1	аккуратность и грамотность изложения, работа соответствует по оформлению всем требованиям	5
2	полнота исследования темы, содержание глоссария соответствует заданной теме	5
	Итого:	10 баллов

4.7 За участие в групповой дискуссии выставляются баллы

Процент правильных ответов	До 50	>50
Количество баллов за ответы	0	1

5. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.1 Типовое тестовое задание на понимание терминов

Ниже приводятся определения важнейших терминов по данной теме. Выберите правильное определение для каждого термина из списка:

1. Аплиты.
2. Апофиза.
3. Астроблемы.
4. Березит.
5. Бластомилониты.
6. Гипабиссальные интрузии.
7. Грейзен.
8. Диагенез.
9. Железная шляпа.
10. Зона окисления.
11. Изоморфизм.
12. Импациты.
13. Катазона.
14. Кливаж.
15. Коматииты.
16. Лампроит.
17. Латериты.
18. Ликвация.
19. Материнская интрузия.
20. Региональный метаморфизм).
21. Метасоматоз (метасоматиты).
22. Милониты.
23. Олистростромы.
24. Офиолиты.
25. Перидотиты.
26. Письменный гранит (еврейский камень).
27. Рудокласты.
28. Седиментогенез.
29. Тектиты.
30. Штокверки.

А – рудные тела различной формы, сложенные рудами с прожилково-вкрапленными текстурами.

Б – породы с признаками проплавления и ударных трещин, образованные в результате космоударных явлений.

В – стадия накопления осадочного материала.

Г – обломки и катуны колчеданной и другой руды в вулканогенно-осадочных отложениях.

Д – горная порода с пегматитовой структурой.

Е – оливиновые (до 90%) породы с пироксеном и роговой обманкой с примесью хромшпинелида, граната, ильменита, анортита, флогопита, корунда и др.

Ж – комплекс метаморфизованных ультраосновных и основных пород и глубоководных отложений, интерпретируемый как образование океанической земной коры.

З – хаотические скопления переотложенных обломков и крупных глыб более древних пород (олистолитов), формирующиеся во время оползней по склону бассейнов (океаническому и др.) в связи с активными поднятиями и повышенной активной сейсмичностью.

И – породы (тектониты), перетёртые в зонах разломов до глинистого размера.

К – всякое замещение горной породы, при котором растворение старых минералов и отложение новых происходит почти одновременно так, что в течение процесса замещённые горные породы всё время сохраняют твёрдое состояние.

Л – формируется над зонами гранитизации в областях гранитогнейсовых куполов.

М – интрузия, которая предполагается как расплав, генерировавший пегматит.

Н – процесс разделения жидкости на две или более несмешивающиеся жидкие фазы; магматическая ликвация – такое же разделение алюмосиликатных, сульфидных, карбонатных или фосфатных расплавов.

О – бокситоносные красноцветные породы кор выветривания тропических зон, состоящие в основном из каолинита, гиббсита, галлуазита, оксидов железа, магнетита и оксида титана.

П – щелочно-ультраосновная порода эффузивного облика, содержащая оливин, диопсид, флогопит, лейцит или санидин, щелочной амфибол (рихтерит) и алмаз.

Р – ассоциация метаморфизованных вулканических и субвулканических пород ультраосновного, основного и среднего состава, образованных в субмаринных условиях и слагающих древнейшие архейские зеленокаменные пояса на щитах древних платформ.

С – система однонаправленных мелких трещин, может иметь породное (например, по напластованию) и тектоническое (например, по осевой поверхности складок) происхождение.

Т – самые глубинные уровни метаморфического и тектонического преобразования вещества земной коры, где преобладают вязко-хрупкие и вязкие деформации.

У – породы, образованные космоударным путём.

Ф – явления замещения однотипных ионов одних элементов в кристаллах другими без изменения минерального вида.

Х – приповерхностные преобразования рудных залежей, обусловленные окислением, гидратацией, растворением и выщелачиванием составляющих их минералов.

Ц – верхняя часть окисления сульфидных рудных тел, состоящая в основном из гидроксидов железа.

Ч – стадия преобразования обводнённого, обычно илистого осадка в осадочную горную породу, происходящая на дне водоёмов.

Ш – кварц-слюдистая (биотит, мусковит, цинвальдит, лепидолит) порода с заметным количеством флюорита, топаза, турмалина и берилла.

Щ – массивы, застывшие недалеко (1,5 – 3 км) от поверхности Земли.

Ы – тонко- и микрозернистые породы, имеющие флюидальную текстуру и образованные в результате бластеза.

Ъ – метасоматическая порода, состоящая из кварца, серицита, железистого кальцита (анкерита), хлорита и пирита.

Э – округлые депрессии кратерного вида, которые имеют признаки космоударного происхождения.

Ю – вытянутая часть (ответвление) интрузии, дайки или жилы.

Я – породы коры выветривания, содержащие свободные гидроксиды железа, алюминия и минералы группы каолинита.

Ключ: Я-1, Ю-2, Э-3, Ъ-4, Ы-5, Щ-6, Ш-7, Ч-8, Ц-9, Х-10, Ф-11, У-12, Т-13, С-14, Р-15, П-16, О-17, Н-18, М-19, Л-20, К-21, И-22, З-23, Ж-24, Е-25, Д-26, Г-27, В-28, Б-29, А-30.

5.2 Типовые примеры решения задач на лабораторных занятиях

Успешному изучению теоретических основ дисциплины и применению полученных знаний на практике в значительной мере способствует решение задач и примеров, как при групповом обучении, так и при самостоятельной, индивидуальной работе. Студентам в течение семестра преподавателем предлагаются для решения различные задачи по геологическим исследованиям, выполняемым при поисках, разведке и добыче полезных ископаемых.

Пример 1.

В последние десятилетия некоторые геологи-поисковики нашей страны, в частности Аглонов С.В. и др.(2000), обратили внимание на интересную закономерность. На территории Европейской России, на севере Западной Сибири и других площадях промышленные скопления углеводородов тяготеют к участкам, где отсутствует так называемый «гранитный слой». С легкой руки одного из исследователей эти места получили название «базальтовые окна», потому что здесь осадочные отложения чехла сиалической коры непосредственно налегают на «базальтовый слой». Особенно эффектно это смотрится в Прикаспии (см. рисунок 1).

В Прикаспийской впадине геофизический «гранитный слой» вообще отсутствует, появляясь лишь в периферических зонах. Подсолевой осадочный комплекс здесь залегает прямо на «базальтовом слое».

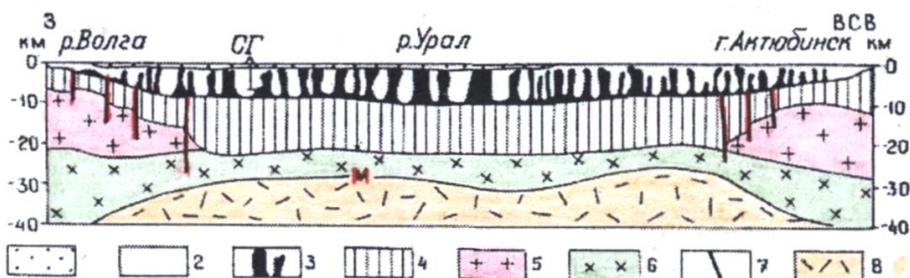


Рисунок 1. Глубинный геолого-геофизический профиль через Прикаспийскую впадину. Из «Тектоники Европы» (1978).

1 — плиоцен-четвертичные отложения, 2 — эоцен — верхняя пермь. 3 — штоки кунгурской соли, 4 — подсолевые отложения, 5 — «гранитно-метаморфический слой», 6 — «базальтовый слой», 7 — разломы, 8 — верхняя мантия.

Области с отсутствием сейсмического «гранитного слоя» отмечаются также в Черном море, в арктических широтах нашей страны, на Дальнем Востоке, в Каспийском, Японском и Охотском морях, в Северном Ледовитом и Тихом океанах (см. рисунок 2).

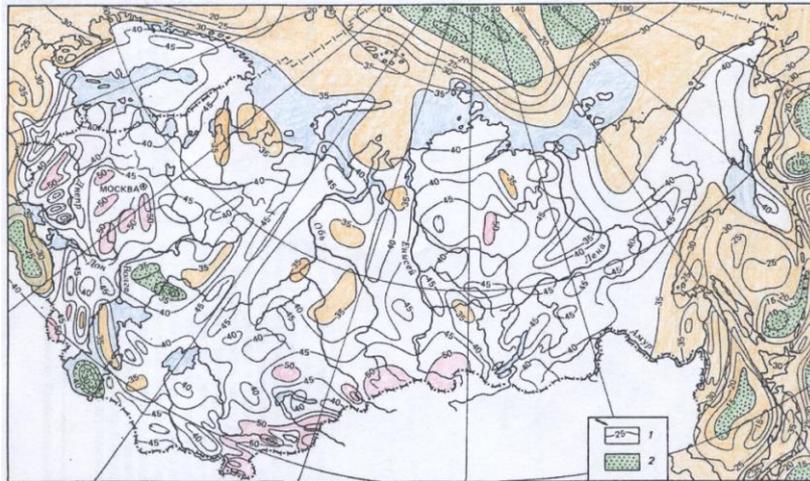


Рисунок 2. Схема глубинного строения земной коры в пределах территории России, близлежащих стран и ложа прилегающих морей. 1 — изогипсы глубин поверхности «М», км; 2 — области с отсутствием сейсмического «гранитного слоя».

Задание.

На примере Каспийского региона (см. рисунок 3) объясните, как близкое расположение мантии (граница Мохоровичича) к земной поверхности влияет на образование уникальных скоплений углеводородов не только в данном регионе, но и во многих других районах земного шара.?

2. Почему в Иранском секторе Каспийского моря отсутствуют месторождения нефти и газа ?

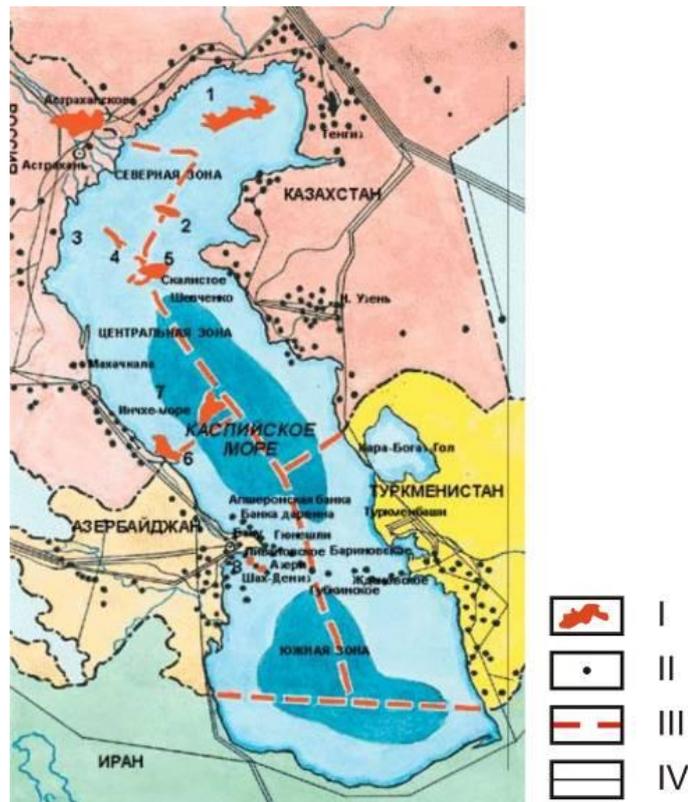


Рисунок 3. Каспийское море и его богатства. I – месторождения нефти и газа, открытые за последние годы и утроившие запасы Каспия:

1 – Кашаган; 2 – Курмангазы; 3 – Ракушечное; 4 – им. Ю. Корчагина; 5 – Хвалынское; 6 – Ялама-Самурское; 7 – Центральное; 8 – Шах-Дениз; II – уже разрабатываемые месторождения; они «перешли» море по подводной гряде и усеяли оба берега; III – деление моря на сектора по срединной линии с продолженными к ней границами пяти государств; IV – существующие нефте- и газопроводы.

Пример 2.

Ниже на рисунке 4 изображен в масштабе 1:10000 план одного из участков известного месторождения черных металлов. Выход пласта марганцевых руд на поверхность показан мелким крапом. Перекрываемые местность наносы, мощностью около 0,5 м на карте сняты.

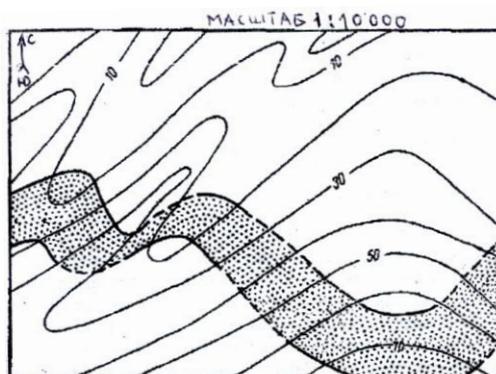


Рисунок 4. План выхода пласта марганцевых руд на поверхность.
(мощность наносов в пределах участка около 0,5 м).

Требуется:

1. Определить элементы залегания пласта (азимуты простирания и падения, угол падения), нормальную мощность.
2. Для отбора технологической пробы и изучения вмещающих пород выбрать место для заложения шурфа или штольни. Выработка должна вскрыть пласт ниже зоны выветривания, нижняя граница которой залегает на глубине около 15 м от поверхности. Обосновать целесообразность заложения одной из указанных выработок для отбора пробы (в условиях устойчивых и неустойчивых вмещающих пород, слабой и сильной обводнённости участка).

Ход решения:

1. Определить элементы залегания пласта графическим путем.
Для этого, используя изолинии рельефа (горизонтали с отметками), необходимо на плане провести линии, соединяющие одинаковые абсолютные отметки кровли или почвы пласта марганцевых руд. Это будут линии простирания залежи (AB , CD и т.п.). Так как линии стратоизогипс проходят с запада на восток, то делаем заключение о субширотном простирании залежи.
2. Уменьшение отметок стратоизогипс пласта к северу свидетельствует об его падении на север.
3. Для определения угла падения измеряем на плане кратчайшие расстояния между соседними стратоизогипсами по почве или кровле пласта (EF). Затем в масштабе карты по вертикали откладываем разность абсолютных отметок этих соседних стратоизогипс. Отношение этой разности к длине EF – это тангенс угла падения пласта, градусную меру которого нетрудно найти по таблицам тригонометрических функций.
4. Для определения нормальной мощности пласта первоначально определяем его горизонтальную мощность. Кратчайшие расстояния между линиями пересечения одной и той же стратоизогипсы с кровлей и почвой (LM) являются горизонтальной мощностью пласта. Замерив горизонтальную мощность и зная угол падения, графически определяем нормальную мощность пласта.
5. Место для заложения шурфа и штольни определяем по разности отметок горизонталей рельефа и стратоизогипс в точках их пересечений. Например, в точке O отметка рельефа, на которую мы её посадим, равна 30 м, а стратоизогипса, проходящая через эту точку равна +20 м. Значит до кровли пласта 10 метров.

6. С целью уточнения элементов залегания пласта на глубине, выбираем место для заложения трёх скважин, расположенных не на одной прямой с проектными глубинами 15, 30 и 50 метров от поверхности.

7. Пользуясь укрупненными расчетными показателями, обосновываем целесообразность проходки шурфа или штольни при различных горнотехнических условиях.

Пример 3.

Проведение контуров рудных тел является одной из важнейших операций при подсчете запасов. Контур, характеризующий полное окончание (выклинивание) рудной залежи, называется нулевым контуром. Способ проф. В.И. Баумана, или способ изогипс, применяется исключительно для выдержанных по мощности и составу пластовых месторождений, смятых в крутые складки, с резко изменяющимся углом падения как по простиранию, так и по падению.

Определите по способу проф. В.И. Баумана объем элементарного блока, находящегося на выклинивании пластовой рудной залежи, изображенной на рисунке 5.

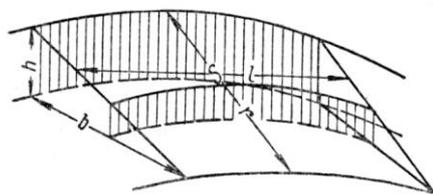


Рисунок 5. Элементарная площадка S при подсчете запасов по способу В.И. Баумана (способ изогипс).

h – мощность рудной залежи на внешней изогипсе блока; b – заложение между внешней и нулевой изогипсами; r – истинная ширина выделенной для подсчета элементарной площадки; l – длина изогипсы или средней линии между соседними изогипсами, измеряемая непосредственно на плане.

(Изогипса – это линия равных абсолютных отметок поверхности пласта).

Ход решения

1. Определить на аксонометрической проекции среднюю мощность рудной залежи в элементарном блоке по формуле: $m_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (m_1 + m_2)$,

где $m_1 = 0,5 \cdot h_1$, $m_2 = 0,5 \cdot h_2$. (При малых углах падения $m_{\text{ср}} \approx m_{\text{ист}}$).

2. Найти истинное значение площади элементарной площадки по формуле: $S = l r_{\text{ср}}$;

где $r_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (r_1 + r_2)$; $r_1 = \sqrt{h_1^2 + b_1^2}$; $r_2 = \sqrt{h_2^2 + b_2^2}$.

3. Вычислить объем блока полезного ископаемого по формуле:

$$V = m_{\text{ср}} S$$

5.3 Темы докладов

Согласно приведенному ниже перечню тем докладов и рефератов, студенты готовят и сообщают на лабораторных занятиях и на научно-практических конференциях свои самостоятельные работы. В примерный перечень тем включены главным образом те разделы дисциплины, по которым проводятся лабораторные работы.

Литературные источники для выполнения самостоятельных работ приведены в разделе 6 рабочей программы.

Примерная тематика докладов

1. Особенности сбора образцов в полевых условиях.
2. Работа по определению и описанию таксонов разных уровней.
3. Палеонтологические описания и номенклатура.
4. Понятие о систематике, классификации, таксономии, филогенетике.

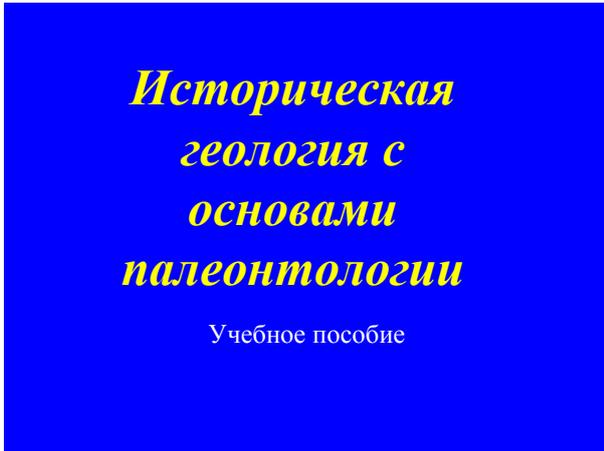
5. Основные типы ископаемых беспозвоночных.
6. Сравнительная анатомия беспозвоночных.
7. Жизненные циклы беспозвоночных.
8. Концепция клеточной и тканевой эволюции.
9. Формирование организации хордовых в сравнительно-анатомическом аспекте.
10. Методы палеоботанических исследований.
11. Значение вымерших растений для стратиграфического расчленения отложений.
12. Органический мир докембрия.
13. Вендская фауна и её место в эволюционном процессе.

5.4 Темы рефератов

1. Эволюция органического мира – основа биостратиграфических построений.
2. Стратотипические и опорные разрезы и их значение.
3. Методы стратиграфического расчленения и сопоставления (корреляции) разрезов.
4. Основные гипотезы и проблемы происхождения моллюсков.
5. Основные закономерности и общие понятия о распространении организмов в океане.
6. История и методы изучения морских сообществ и экосистем.
7. Пищевые сети и трофические группы в устойчивых сообществах.
8. Стратегии жизненных циклов, распределение и перераспределение организмов в морских сообществах.
9. Мутьевые потоки и глубоководные течения в Мировом океане
10. Актуальность проблемы нефтегазопоисковых работ на Российском Севере.
11. Нефтегазоносность «несостоявшихся океанов».
12. Глубоководные тайны черных курильщиков.

Для выступления с докладами на научно-практических конференциях, студенты за время учебы должны приобрести определенный навык и опыт подготовки докладов с презентацией.

Ниже приводится, в качестве образца, пример составления несложной презентации.



***Историческая
геология с
основами
палеонтологии***

Учебное пособие

Приложение А

І. Палеозоология беспозвочных

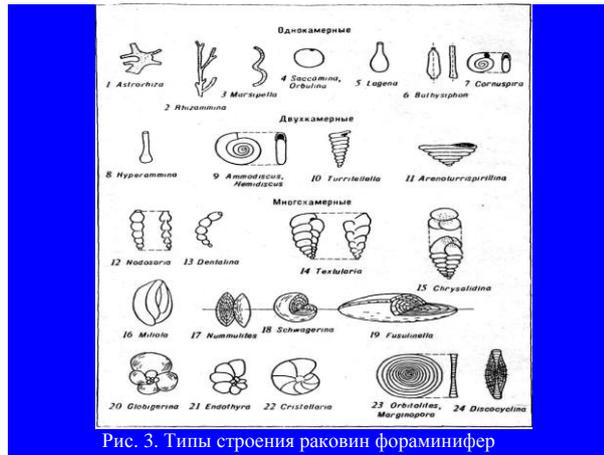


Рис. 3. Типы строения раковин фораминифер

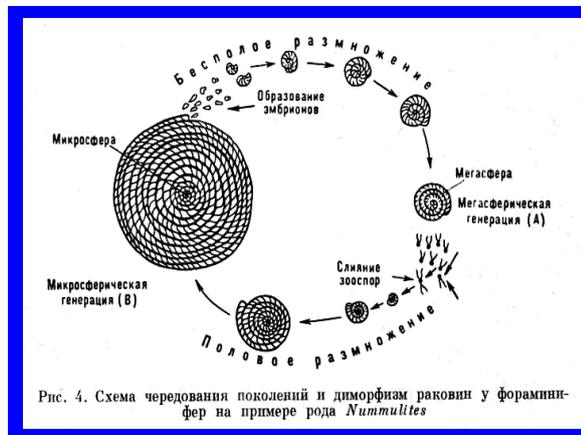


Рис. 4. Схема чередования поколений и диморфизма раковин у фораминифер на примере рода *Nammulites*

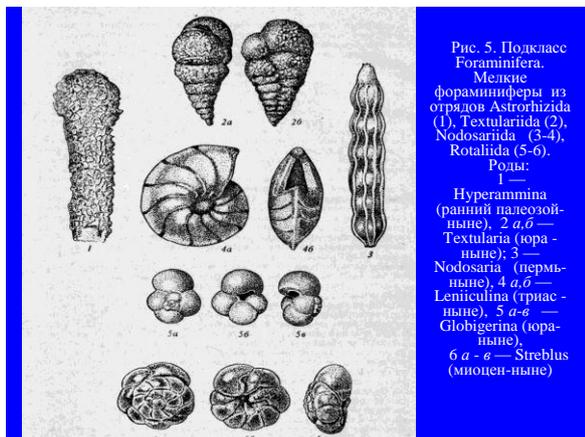


Рис. 5. Подкласс Foraminifera. Мелкие фораминиферы из отрядов Astrorhizida (1), Textulariida (2), Nodosariida (3-4), Rotaliida (5-6). Роды: 1 — *Hypersammina* (ранний палеозойные), 2 а, б — *Textularia* (юрские), 3 — *Nodosaria* (пермские), 4 а, б — *Lenticulina* (триасные), 5 а-в — *Globigerina* (юрские), 6 а - в — *Streblus* (миоценовые)

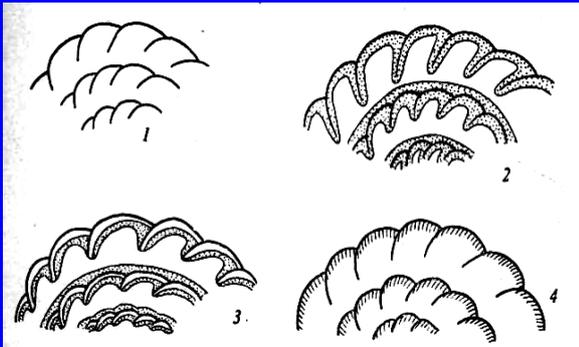


Рис. 6. Типы строения стенок раковины фузулинид
 1 — однослойная, 2 — трехслойная, 3 —
 четырехслойная, 4 — двухслойная

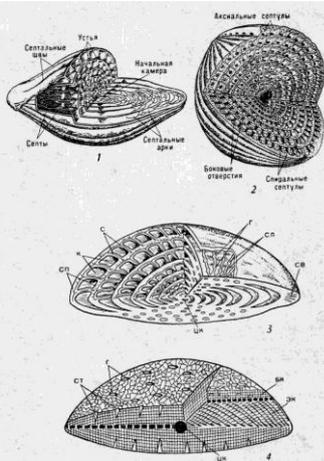


Рис. 7. Подкласс Foraminifera. Крупные фораминиферы из отрядов Fusulinida (1—2) и Nummulitida (3—4).
 Роды:
 1 — *Fusulinella* (средний карбон — ранняя Пермь),
 2 — *Neoschwagerina* (пермь),
 3 — *Nummulites* (палеоген),
 4 — *Discocyclina* (палеоцен, эоцен),
 бк — боковые камеры,
 г — гранулы, к — камеры,
 с — септумы,
 св — спиральный валик,
 сл — септальные линии,
 сп — спиральная полоса,
 ст — столбики,
 цк — центральная камера,
 эк — экваториальные камеры.

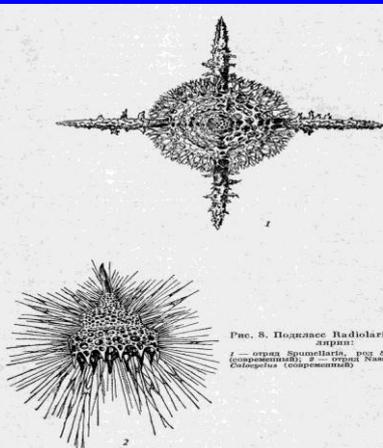


Рис. 8. Подкласс Radiolaria. Радиоларии:
 1 — отряд *Proradiolaria*, род *Stegoradiolaria* (*Stegoradiolaria*); 2 — отряд *Nannularia*, род *Dialiporetes* (*Dialiporetes*).



Рис. 9. Класс Ciliophora. Ресничные. Скелет *Calponella alpina* (поздняя юра, титонский ярус), × 320

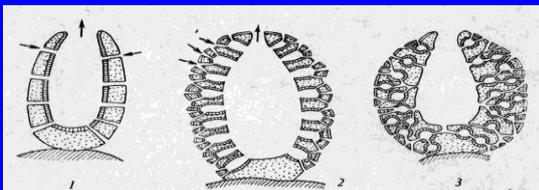


Рис. 10. Продольные сечения губок с различными типами ирригационной системы
 1 — аскон; 2 — сикон; 3 — лейкон

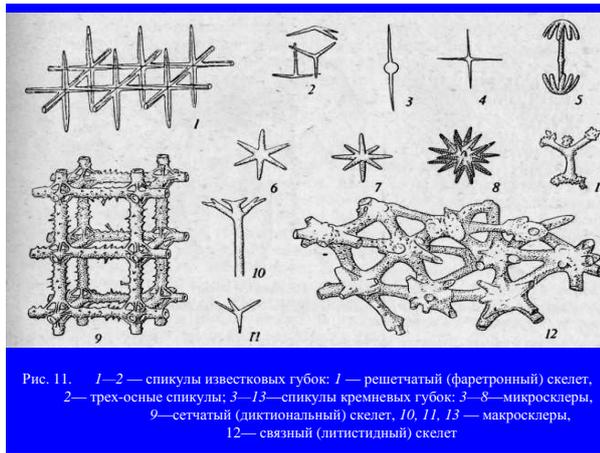


Рис. 11. 1-2 — спикулы известковых губок: 1 — решетчатый (ферритронный) скелет, 2 — трех-осные спикулы; 3-13 — спикулы кремневых губок: 3-8 — микросклеры, 9 — сетчатый (дикциональный) скелет, 10, 11, 13 — макросклеры, 12 — связный (литтистидный) скелет

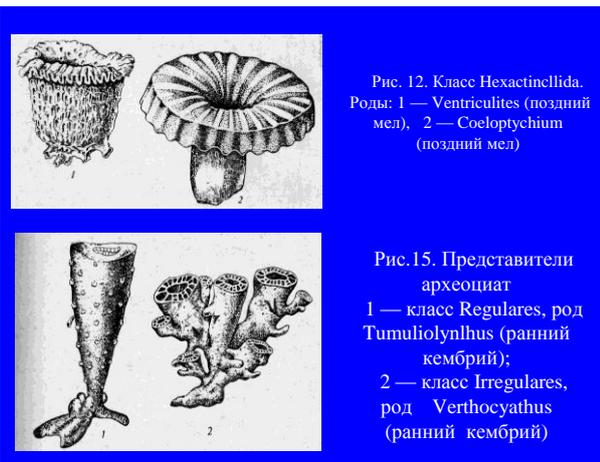


Рис. 12. Класс Hexactinellida. Роды: 1 — *Ventriculites* (поздний мел), 2 — *Coeloptuchium* (поздний мел)

Рис. 15. Представители археоциат
1 — класс Regulares, род *Tumuliolynthus* (ранний кембрий);
2 — класс Irregularares, род *Verthocyathus* (ранний кембрий)

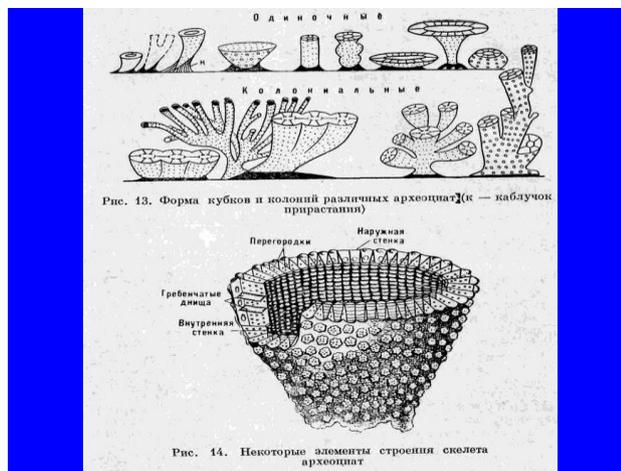


Рис. 13. Форма нубков и колоний различных археоциат (к — нублочко прирастания)

Рис. 14. Некоторые элементы строения скелета археоциат

5.5 Пример выполнения контрольной работы

Контрольные работы подводят итог изучению отдельных разделов дисциплины. Самостоятельная работа студента предполагает кропотливую работу с научной и учебно-методической литературой, неполный список которой указан в разделе 6 рабочей программы.

В контрольные задания вошли следующие темы:

Контрольная работа № 1. Тема 3: «Геофизические методы в стратиграфии».

Контрольная работа № 2. Тема 4: «Методы абсолютной геохронологии».

Контрольная работа № 3. Тема 13: «Палеозойский этап развития земной коры».

В качестве примера ниже приводим содержание и ход выполнения этих работ.

Контрольная работа №1

Образования флишоидного типа известны в разновозрастных толщах по всему миру. В качестве объекта исследования нами выбран Атасуйский рудный район Центрального Казахстана, где сосредоточены огромные запасы руд черных и цветных металлов. Среди рудных объектов ведущее место в районе принадлежит месторождениям Жайремского рудного поля, расположенного на западе Жаильминской впадины (см. рисунок 1.1). Рудоносными здесь являются морские флишоидные ритмичные отложения фаменского яруса девонского возраста (D_3 fm).



Рисунок 1.1 Положение Жаильминской грабен-синклинали в структуре Атасуйского района. Морские отложения: визейского (1), турнейского (2) и фаменского (3) ярусов; 4- эффузивы среднего и верхнего девона; 5-терригенные и туфогенные отложения силура, ордовика и верхнего кембрия; 6-лейкократовые граниты пермского возраста; 7-8-граниты и гранодиориты девонского возраста; 9-10-девонские эффузивы и интрузивные образования основного и среднего состава; 11-тектонические и разрывные нарушения; 12-железо-марганцевые и барит-полиметаллические месторождения района.

С целью детального изучения ритмичности в разрезе выбран горизонт конкрециеносных пород верхнефаменского подъяруса (D_3 fm₂¹e), к которому приурочена основная масса сингенетичных руд. Нижняя и верхняя границы горизонта хорошо отбиваются на месторождениях маркирующими горизонтами *d* и *f* этого же подъяруса, что позволяет проследить мощности отложений и число ритмов в пределах всего рудного поля.

Флишоидная ритмичность отложений выражается в многократном повторении в разрезе многослоев с *graded bedding*. Каждый многослой представляет собой полный ритм, состоящий из трех элементов. 1-й элемент ритма - грубо-, крупно- и среднезернистые известковые песчаники с отчетливо видимой градационной отсортированностью материала вверх по ритму (см. рисунок 1.2).

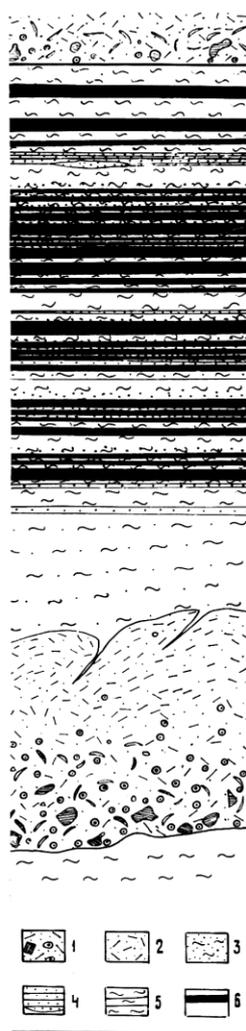


Рисунок 1.2. Внутренне строение одного из ритмов флишеидной рудовмещающей пачки на месторождениях Атасуйского рудного района.

1 – органический детрит; 2 – известковый песчаник; 3 – известковый алевролит; 4 – карбонатные прослои; 5 – глинистые прослои; 6 – рудные прослои.

В составе обломочного материала кроме породообразующих нередко отмечаются также рудные минералы (пирит, сфалерит, галенит, гематит, барит). 2-й элемент ритма сложен алевропелитами, псаммо-алевропелитами, в которых заметно возрастает примесь $C_{орг}$, а также характерно обилие карбонатных (кальцитовых) конкреций и прослоев глобулярного пирита (см. рисунок 1.2). 3-й элемент ритма - углисто-черные карбонатно-глинисто-кремнистые породы (пелитолиты), насыщенные в пределах месторождений тонкими слойками глобулярного пирита и свинцово-цинковых руд (см. рисунок 1.3). Максимальное число ритмов (121) установлено в западной половине рудного поля. В зависимости от количества ритмов изменяется и мощность рассматриваемого горизонта: на западе она колеблется от 70 до 120 м, на востоке составляет около 50 м. Средняя мощность одного ритма - 86 см, при колебаниях от 10 см до 7-12 м. Среднее время формирования одного ритма составляет 6,6 тыс.лет, а скорость седиментации - 14-15 см за 1000 лет.

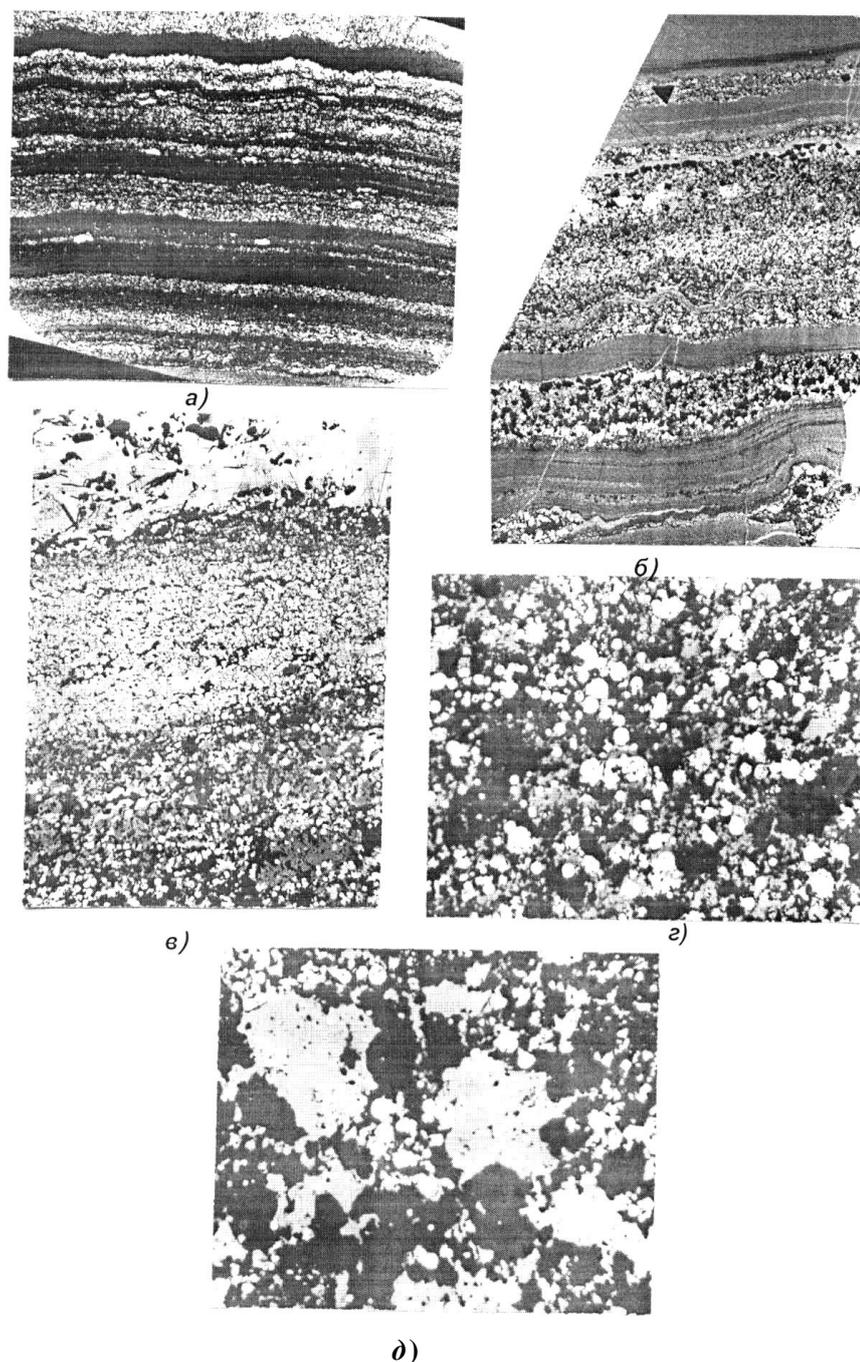


Рисунок 1.3. Морфологические особенности «пиритовых ритмов» (а, б) и их внутреннее строение (в, г, д).

С целью синхронизации флишеидных отложений в пределах рудного поля, вначале была сделана попытка непосредственного прослеживания наиболее крупных ритмов горизонта $D_3 fm_2^1 e$ на одном из месторождений. Для этого был выбран профиль XVIII^а месторождения Дальний Запад (см. рисунок 1.4).

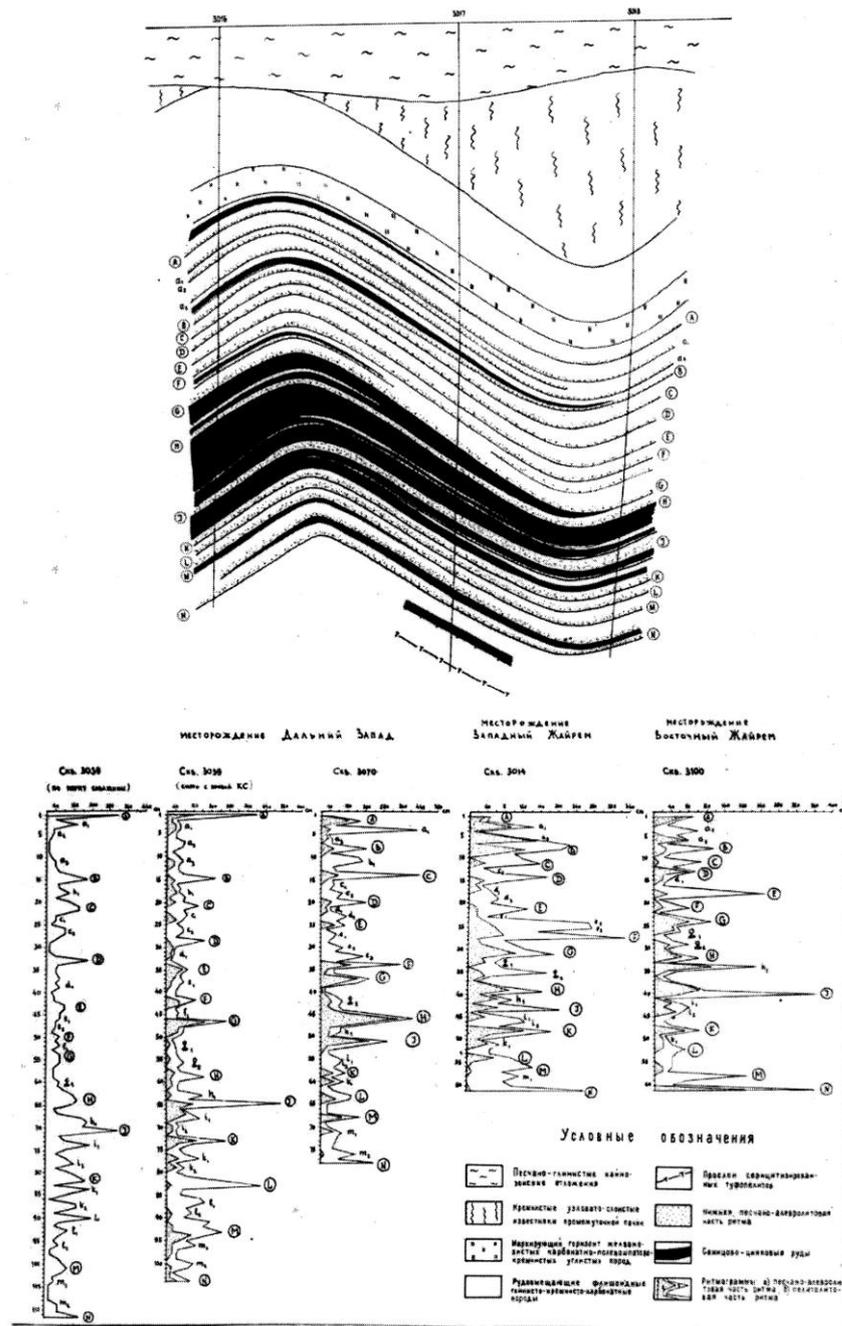


Рисунок 1.4. Корреляция флишеидных отложений в пределах Жайремского рудного поля. Профиль XVIII^a месторождения Дальний Запад.

Пройденные здесь через 100м друг от друга скважины №№ 3016, 3017 и 3018 пересекли горизонт $D_3 fm \frac{1}{2} e$ и ограничивающие его снизу и сверху горизонты d и f . Всего в этом профиле прослежено 13 крупных ритмов, каждому из которых был присвоен буквенный индекс. Затем на разных месторождениях были выбраны наиболее характерные скважины. Причем скважины выбирались с таким расчетом, чтобы в каждой из них был вскрыт на полную мощность горизонт конкрециеносных пород e . Помимо полевых наблюдений при корреляции была принята попытка использования результатов каротажных исследований в этих скважинах. В частности, детальной обработке были подвергнуты кривые кажущегося сопротивления пород горизонта e . Кривая КС флишеидной толщи резко дифференцирована, так как рассматриваемые отложения сложены весьма разнородными по электрическим свойствам породами. Сопротивление

алевро-песчанистых элементов ритмов на несколько порядков выше, нежели углистых пелитолитов. В силу чего нижняя половина ритма на кривой *КС* представлена хорошо выраженным пиком, а верхняя – низкоомной частью кривой. Чтобы убедиться, что каротажные данные можно использовать для отстройки ритмограмм, достаточно сравнить между собой ритмограммы, построенные по керну скважин и снятые с кривой *КС*. Такие пары ритмограмм были отстроены для девяти разведочных скважин из различных участков рудного поля (см. рисунок 4). Всюду в выбранных произвольно скважинах количество характерных пиков *КС* и выделенных в горизонте *e* ритмов по керну четко совпало. Сравнивая между собой ритмограммы различных участков рудного поля, видим, что сопоставляемые пачки пород вполне синхроничны, несмотря на то, что разрезы находятся в различных структурах и удалены друг от друга на расстоянии более 5 км. Ритмограммы по скважинам 3039 и 3070 характеризуют разрез горизонта «e» в двух разобщенных мульдах одного месторождения, а ритмограммы скважин 3014 и 3100 – флишоидный разрез этого же горизонта на разных месторождениях рудного поля.

Таким образом, использование результатов каротажных исследований для построения ритмограмм расширяет возможности метода синхронизации флишоидных толщ, устраняет возможные ошибки, нередко возникающие при извлечении и укладки керна в керновые ячейки, значительно облегчает сбор фактического материала и повышает его достоверность, а также экономит время и затраты на камеральную обработку полевых материалов. Полученные результаты в дальнейшем могут с успехом использоваться для фациального анализа и палеогеографических реконструкций как по в пределах Жаильминской структуры, так и по другим регионам мира.

Контрольная работа №2

Для определения возраста горных пород в годах применяются различные геохронологические методы, основанные на едином законе радиоактивного распада, согласно которому число атомов радиоактивного изотопа, распадающихся в единицу времени, пропорционально имеющемуся в данный момент общему количеству атомов этого изотопа:

$$dN/dt = -\lambda N, \quad (1)$$

где N – число атомов радиоактивного изотопа, имеющихся в наличии в момент t , а λ – постоянная распада. Период полураспада радионуклида – это период времени, в течение которого распадается половина его атомов, существовавших в момент времени $t = 0$.

$$t = \ln 2 / \lambda = 0,69315 / \lambda \quad (2)$$

На константы распада не влияют ни физические условия (высокие температуры и давления), ни химическое состояние вещества (например, тип соединения в минералах). Радиоактивные изотопы, таким образом, играют роль атомных часов, начавших отсчет времени с момента кристаллизации минерала в той или иной породе.

Константы распада наиболее важных для геохронологии радиоактивных изотопов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Продукты и константы распада радиоактивных изотопов, используемых в геохронологии

Реакция распада	Постоянная распада, лет ⁻¹	Период полураспада, лет
$^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb} + 8^4\text{He}$	$1,55 \cdot 10^{-10}$	$4,47 \cdot 10^9$
$^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb} + 7^4\text{He}$	$9,85 \cdot 10^{-10}$	$7,04 \cdot 10^8$
$^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb} + 6^4\text{He}$	$4,95 \cdot 10^{-11}$	$1,40 \cdot 10^{10}$
$^{87}\text{Rb} \rightarrow ^{87}\text{Sr}$	$1,42 \cdot 10^{-11}$	$4,88 \cdot 10^{10}$
$^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ar}, ^{40}\text{Ca}$	$5,54 \cdot 10^{-10}$	$1,25 \cdot 10^9$

Чтобы понять, каким образом по концентрации радиоактивных изотопов и их дочерних продуктов определить возраст горной породы, рассмотрим простейший случай. Интегрирование выражения (1) по времени

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (3)$$

позволяет выразить число атомов N через число радиоактивных атомов N_0 в момент $t = 0$. Предположим, что в начальный момент времени $t = 0$ в породе содержалось $N_0(P)$ исходных (материнских) радиоактивных атомов и нулевое количество дочерних. Если в течение всей истории существования породы материнские атомы не добавляются к ней и не уносятся из нее, а дочерние атомы возникают только за счет радиоактивного распада, то в момент t в породе будет присутствовать $N(P)$ материнских и $N(D)$ дочерних атомов:

$$N(P) = N_0(P) \cdot e^{-\lambda t}, \quad (4)$$

$$N(D) = N_0(P) - N(P) \quad (5)$$

Исключив из уравнений (4) и (5) величину $N_0(P)$, получим следующее соотношение между числом материнских и дочерних атомов и возрастом породы:

$$N(D) = N(P) \cdot [e^{\lambda t} - 1]. \quad (6)$$

Измерив величины $N(D)$ и $N(P)$ с помощью соотношения (6) можно установить «возраст» породы t в момент её кристаллизации или после её последнего метаморфизма.

На практике используется много разных методов радиологического датирования, использующих распады различных изотопов (см табл. 1).

В контрольной работе №5 рассматривается **калий-аргоновый (K-Ar) метод**.

Главное достоинство (K-Ar) метода – это его широкая применимость: калий присутствует почти во всех породах. Кроме того, период полураспада K^{40} всего 1250 млн лет (см. табл. 1): меньше, чем у других долгоживущих изотопов, но сопоставимый с возрастом Земли. Таким образом, (K-Ar) метод можно применять при датировании практически любого геологического объекта, а возможный диапазон колебания возраста составляет $10^4 - 10^9$ лет в зависимости от содержания калия.

Студентам в данной работе предлагается определить возраст слюды в образце с месторождения Риколатва.

По лабораторным анализам слюды установлено, что полное количество калия в образце составляет 4,21%, а отношение аргона-38 к радиогенному аргону-40 равно 0,446. Из этого следует, что действительное число атомов аргона-40 на один грамм образца = $13,58 \cdot 10^{15}$ [атом / г]. Однако число атомов радиоактивного калия-40 составляет лишь 0,0119% от всего количества калия, т.е. на один грамм образца атомов калия-40 приходится: Калий-40 [атом / г] = $0,0421 \cdot 0,000119 \cdot (\text{число Авогадро} / \text{Атомный вес}) = 77,1 \cdot 10^{15}$.

Это означает, что после распада некоторого количества калия-40, в результате которого образовалось $13,58 \cdot 10^{15}$ аргона-40, в образце ещё осталось $77,1 \cdot 10^{15}$ атомов калия-40.

При распаде калия-40 образуется также и кальций-40 (см. рисунок 2.1) в количестве 8,47 атомов кальция на один атом аргона. Таким образом, во время кристаллизации слюды каждый грамм ее содержал следующее число атомов калия-40:

$$(77,1 \cdot 10^{15}) + (13,58 \cdot 10^{15}) + (8,47 \cdot 13,58 \cdot 10^{15}) \text{ или всего } 205,6 \cdot 10^{15} \text{ атомов.}$$

Распад радиоактивного вещества происходит с постоянной скоростью, однако с уменьшением числа материнских атомов фактическая скорость образования дочерних атомов падает. Здесь процесс происходит аналогично процессу поглощения гамма-лучей, т. е. имеет место экспоненциальная зависимость от времени.

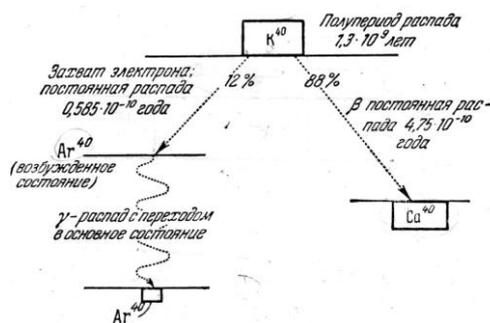


Рисунок 2.1. В 88 случаях из ста калий-40 претерпевает β распад, при котором образуется кальций-40, а в 12 случаях имеет место захват орбитального электрона и образуется аргон-40. Постоянные распада приведены на рисунке. Это отношение представляет собой статистическую постоянную и не меняется с течением времени. Диаграмма показывает, что вначале образуется аргон-40 в возбужденном состоянии, который затем, испустив γ -квант, превращается в аргон-40 в основном состоянии.

Рассмотрим этот процесс, пользуясь кривыми рисунка 2.2

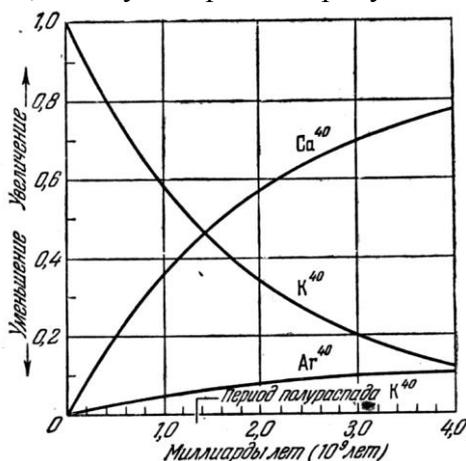


Рис. 2.2. Как видно из кривой распада калия-40, процесс подчиняется экспоненциальному закону, причем период полураспада равен $1,31 \cdot 10^9$ лет. Если распад происходит в замкнутой системе, то начнется накопление продуктов распада кальция-40 и аргона-40 в отношении, указываемом другими двумя кривыми. Сумма этих двух изотопов в любое время равна количеству калия-40, претерпевшему распад.

В момент образования кристалла, принятый нами за нулевой, начинается распад калия-40. Процесс распада во времени протекает по экспоненциальной кривой, и количество калия, остающееся в образце, изображается кривой, обозначенной K^{40} .

Для проверки отсчитываем по кривой время, истекшее до того момента, когда в образце осталась половина всего количества K^{40} . Оно оказывается равным $1,31 \cdot 10^9$ года, т.е. как раз периоду полураспада K^{40} . Однако в этом же образце образуются, начиная от нуля, также и продукты распада Ca^{40} и Ar^{40} ; общее число их атомов должно равняться числу атомов K^{40} , претерпевших распад и исчезнувших.

В настоящее время известно, что Ar^{40} и Ca^{40} всегда образуются в одном и том же отношении. Иначе говоря, вероятность распада атома K^{40} с образованием атома Ca^{40} за единицу времени есть величина постоянная. И аналогично, вероятность образования атома Ar^{40} путем распада атома K^{40} также равна постоянной величине. Следовательно, отношение обоих продуктов распада всегда остается неизменным. Это позволяет построить кривые Ca^{40} и Ar^{40} таким образом, чтобы их отношение оставалось постоянным и сумма их в любой момент соответствовала бы кривым $Ca^{40} + Ar^{40}$.

Легко видеть, что отношение Ar^{40}/K^{40} изменяется с течением времени. Измерив на образце минерала это отношение, мы можем затем по кривой найти время, протекшее от нулевого времени, когда происходило образование минерала. На практике возраст не берут по кривой, а точно вычисляют. Мы сейчас сделаем это вычисление, чтобы все могли

увидеть, как это делается. Пусть M будет число атомов, оставшихся в образце на данный момент времени t , и M_0 — первоначальное число материнских атомов; тогда можно написать, что

$$M = M_0 e^{-\lambda t}$$

где λ — доля общего числа материнских атомов, претерпевающих распад за единицу времени.

Постоянная распада калия-40 равна $5,28 \cdot 10^{-10}$ атомов в год. В нашем случае $M_0 = 205,6 \cdot 10^{15}$ атомов, а $M = 77,1 \cdot 10^{15}$ атомов и мы можем решить наше уравнение относительно t , т.е. узнать время, необходимое для распада такого количества калия. Сначала прологарифмируем наше уравнение и получим:

$$\lg M = \lg M_0 - \lambda \cdot t \cdot \lg e \quad (7)$$

или

$$16 \lg 7,71 = 17 \lg 2,05 - 5,28 \cdot 10^{-10} t \cdot \lg e \quad (8)$$

Из уравнения (7) находим, что:

$$t = (\lg M_0 - \lg M) / \lambda \cdot \lg e = \lg 2,666 \cdot 10^{10} / 2,29152 = 0,426 \cdot 10^{10} / 2,29152 = 1860 \cdot 10^6 \text{ лет.}$$

Таким образом, наша слюда образовалась 1 млрд 860 млн лет назад, т.е. в раннем протерозое.

Контрольная работа №3

Складчатая область Казахского нагорья располагается во внутренней части Урало-Монгольского пояса и характеризуется наличием двух взаимосвязанных дугообразных, выпуклых к северо-западу разновозрастных складчатых систем — каледонской и «вложенной» в неё герцинской.

Главными структурными зонами Казахского нагорья являются: 1) подковообразная в плане Казахстанская каледонская складчатая система и 2) расположенная внутри этой «подковы» Джунгаро-Балхашская герцинская складчатая система. К границе между ними приурочен выделенный А.А. Богдановым и др. (Тектоника Евразии, 1962) краевой вулканоплутонический пояс девонского возраста (см. рисунок 3.1).

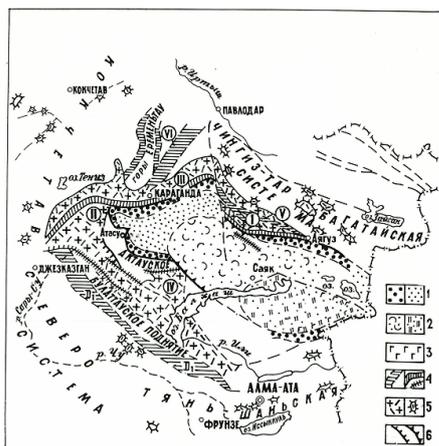


Рисунок 3.1. Расположение зон девонского вулканизма в Центральном Казахстане.

1-3 — морские отложения Джунгаро-Балхашского прогиба: 1 — прибрежные молассовые пестроцветные (а) и морские терригенные сероцветные (б); 2 — туфо-терригенные (а) и терригенно-кремнистые (б); 3 — терригенные и базальты; 4 — зоны базальтового вулканизма: ранне-девонского (а), живетского (б); 5 — зона гранито-риолитового магматизма (девонский пояс — а), вулканические структуры на поднятиях (б); 6 — границы: герцинской геосинклинали (а), девонского пояса (б).

Казахстанская каледонская складчатая система обладает многоярусной складчатой структурой, сформированной в итоге нескольких этапов деформаций. В ней различают две главные дугообразно изогнутые структурно-формационные мегазоны. (см. рисунок 3.2).

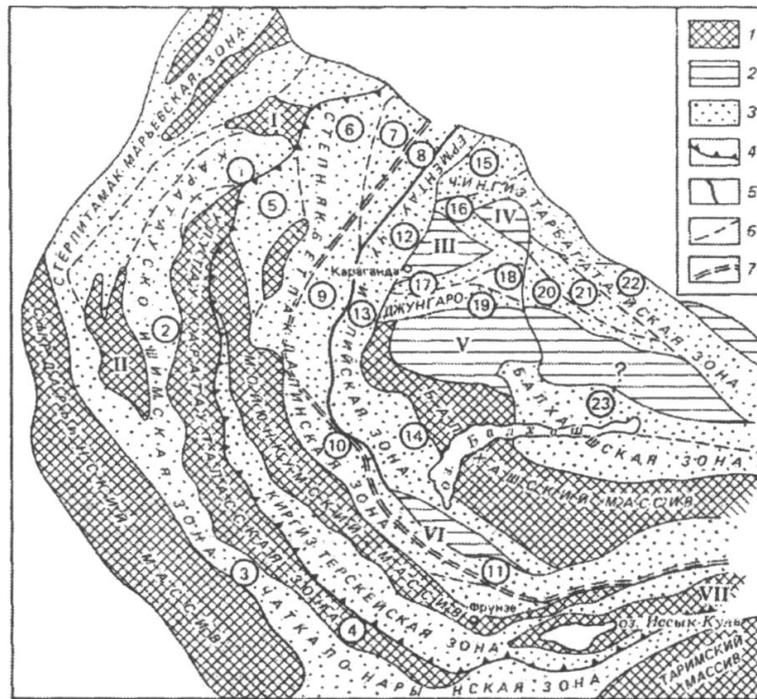


Рисунок 3.2 Каледонские тектонические зоны Казахского нагорья и Северного Тянь-Шаня (по Ю. А. Зайцеву и др., 1984, с изменениями):

- 1 — срединные остаточные массивы — размывавшиеся и перекрытые маломощным чехлом преимущественно карбонатных пород; 2 — гипотетические глубокопогруженные массивы; 3 — геосинклинальные прогибы; 4 — граница мезогеосинклинальной Кокчетавско-Каратауской (на западе) и эвгеосинклинальной Казахстанско-Северотяньшаньской мегазон; 5 — границы структурно-фациальных зон; 6 — границы подзон; 7 — граница раннекаледонской (на западе) и позднекаледонской (на востоке) складчатых подсистем. Массивы: I — Кокчетавский, II — Южно-Тургайский, III — Верхнешидертинский, IV — Александровский, V — Жаман-Сарысуйский, VI — Бельтауский, VII — Исык-Кульский. Структурно-фациальные подзоны (цифры в кружках): 1 — Калмыккульская; 2 — Байконурская; 3 — Большого Каратау; 4 — Малого Каратау; 5 — Кирейская; 6 — Степнякская; 7 — Ишкеольмесская; 8 — Селетинская; 9 — Сарысу-Тенизская; 10 — Джалаир-Найманская (сев. часть); 11 — ее южная часть; 12 — Ерментау-Ниязская; 13 — Атасуйская; 14 — Западно-Балхашская; 15 — Бошекульская; 16 — Майкаин-Восточнотяньшаньская; 17 — Байдаулетовская; 18 — Машакская; 19 — Тектурмасская; 20 — Причингизская; 21 — Западно-Чингизская; 22 — Центральнотяньшаньская; 23 — Северо-Балхашская.

В западной, Кокчетав-Каратауской мегазоне, которую можно считать мезогеосинклинальной, каледонский этаж выражен в основном осадочными (кремнисто-карбонатно-терригенными) толщами при подчиненной роли вулканитов. Эта мегазона в каледонском этапе, несомненно, развивалась на допозднерифейской континентальной коре, подвергшейся лишь некоторой деструкции. В восточной, типично эвгеосинклинальной мегазоне, значительно большую роль в разрезе нижнего палеозоя играют толщи основных и средних вулканитов, а в ряде зон — также офиолитовые комплексы и олистостромовые толщи. В этой мегазоне в раннем палеозое растяжение и деструкция древней континентальной коры были более значительными, и в результате раздвигов этой коры возникла либо широкая зона с корой океанического типа, либо, что более вероятно, ряд более узких троговых зон с океанической корой, разделенных блоками континентальной коры. В дальнейшем эти «океанические» трогги подверглись наиболее интенсивным деформациям сжатия и были «закрыты». Вероятно, по последним представлениям (Аплонов, 2000) их можно считать «несостоявшимися океанами». В сложившемся к концу каледонского цикла структурном плане на их бывшее существование указывают лишь офиолитовые зоны сложного покровно-надвигового строения (Бошекульская, Майкаинская, Джалаир-Найманская и др.).

В фаменском веке позднего девона и начале карбона большая часть каледонской складчатой системы была перекрыта чехлом мелководно-морских терригенно-карбонатных

отложений, наиболее мощных в районе Сарысу-Тенизского водораздела. Впоследствии, в связи с его воздыманием появилась система коробчатых горст-антиклинальных и грабен-синклинальных складок и возникли рифтоподобные структуры типа Жаильминской мульды в Атасуйском рудном районе.

Задание для самостоятельной работы

Найдите на предложенной карте (рис.2) Атасуйскую структурно-фациальную подзону и объясните с тектонических позиций её уникальную рудоносность.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие события произошли 2,5 млрд лет назад?
2. Чем характерен переход от протерозоя к фанерозою?
3. На какие эры делится фанерозойский эон?
4. Где расположен девонский вулканоплутонический пояс Казахского нагорья?
5. Чем отличается эвгеосинклиналь от миогеосинклинали?
6. Какие полезные ископаемые находятся в Атасуйском рудном районе?

5.6 Вопросы к зачету

1. Предмет и задачи исторической геологии.
2. Типы стратиграфических единиц и критерии их выделения.
3. Относительная геохронология.
4. Абсолютная геохронология.
5. Международная геохронологическая шкала.
6. Эталоны стратиграфических подразделений.
7. Фациальный метод.
8. Анализ палеонтологического материала.
9. Палеогеографические методы.
10. Формационный анализ.
11. Палеогеографические карты.
12. Образование планет Солнечной системы путём конденсации и аккумуляции межзвёздного вещества. Гомогенная и гетерогенная версии аккреции Земли.
13. «Догеологический», наиболее ранний этап развития Земли (4.6 – 4.0 млрд лет назад).
14. Архейская история. Общее расчленение докембрия. Раннеархейский этап (4.0 – 3.5 млрд лет назад). Формирование протоконтинентальной коры.
15. Средне- и позднеархейский этап (3.5 – 2.5 млрд лет назад). Возникновение собственно континентальной коры и становление первого суперконтинента Земли – (Пангеи-0) или Моногеи (Археогей).
16. Геологические обстановки в архее. Зарождение жизни на Земле. Полезные ископаемые в породах архейского возраста.
17. Ранний протерозой (2.5 – 1.7 млрд лет назад). Глобальная характеристика нижнепротерозойских образований. Деструкция позднеархейской Пангеи. Среда осадконакопления и полезные ископаемые раннего протерозоя.
18. Раннепротерозойские образования Балтийского щита. Образование Пангеи- I (Мегагеи). Причины возникновения на рубеже раннего протерозоя с археем первого в истории Земли грандиозного оледенения (покровные ледники Гуронского оледенения).
19. Поздний протерозой (рифей). Стратиграфическое расчленение, стратотипы и органический мир.
20. Палеотектонические и палеогеографические условия в раннем и среднем рифее.

21. Поздний рифей, как одна из критических эпох в истории Земли. Распад Пангеи I. Деструктивные процессы в пределах Лавразии и Гондваны.
22. Новые представления о палеотектонике рифея и происхождении Тихого океана.
23. Климатическая зональность. Гипотеза глобального позднерифейского оледенения планеты.
24. Разнообразие и уникальность полезных ископаемых рифея.
25. Фанерозойская история Земли. Палеозойская, мезозойская и кайнозойская эры. Их возрастной диапазон. Причины внезапного появления скелетной фауны палеозоя.
26. Вендский период. Положение вендской системы в общей хроностратиграфической шкале и её стратотипы. Особые черты фауны и флоры венда. Положение материков и климатическая зональность в вендском периоде.
27. Кембрийский период. Стратиграфическое расчленение и стратотипы, органический мир, палеотектонические и палеогеографические условия. Климатическая и биогеографическая зональность. Полезные ископаемые.
28. Ордовикский и силурийский периоды раннего палеозоя. Стратиграфическое расчленение и органический мир. Положение континентов в ордовикском периоде. Климатические условия.
29. Поздний палеозой. Стратиграфическое расчленение позднего палеозоя. Схема эволюции органического мира и глобальные события в позднем палеозое. Положение континентов в девонском и пермском периодах. Климатическая и биогеографическая зональность позднего палеозоя.
30. Мезозойский этап развития Земли. Триасовый, юрский и меловой периоды. Стратиграфическое расчленение, органический и растительный мир мезозоя. Основные гипотезы «великого мезозойского вымирания».
31. Кайнозойская эра. Палеогеновый, неогеновый и четвертичный (антропогеновый) периоды. Органический и растительный мир. Климатические условия.
32. Палеотектонические, палеогеографические и климатические условия мезокайнозойского этапа развития Земли.
33. Природа четвертичного периода. Климат и оледенения четвертичного периода. Развитие органического мира. Послеледниковое (голоценовое) потепление.
34. Палеонтология и её задачи. Окаменелости и формы сохранности организмов. Классификация, систематика и номенклатура организмов.
35. Палеозоология беспозвоночных. Одноклеточные. Тип Protozoa. Простейшие. Многоклеточные. Низшие многоклеточные: тип Spongia. Губки, тип Archaeocyathia. Археоциаты.
36. Палеозоология беспозвоночных. Высшие многоклеточные. Радиальные: тип Coelenterata. Кишечнополостные. Класс Hydrozoa. Гидроидные. Класс Sciphozoa. Сцифозои. Класс Anthozoa. Коралловые полипы. Двусторонне-симметричные: надтип Vermes. Черви, тип Annelida. Кольчатые черви, тип Arthropoda. Членистоногие. Тип Bryozoa. Мшанки, тип Brachiopoda. Брахиоподы. Тип Mollusca. Моллюски. Класс Gastropoda. Брюхоногие моллюски. Класс Bivalvia. Двустворчатые моллюски. Класс Cephalopoda. Головоногие моллюски. Тип Echinodermata. Иглокожие. Тип Hemichordata. Гемихордовые.
37. Палеозоология позвоночных. Тип Chordata. Хордовые. Подтип Vertebrata. Позвоночные. Раздел Agnatha. Бесчелюстные. Раздел Gnathostomi. Челюстноротые.
38. Надкласс Pisces. Рыбы. Класс Acanthopterygii. Акантоптеригии. Класс Placodermi. Пластинокожие. Класс Chondrichthyes. Хрящевые рыбы. Класс Osteichthyes. Костные рыбы.
39. Надкласс Tetrapoda. Четвероногие. Класс Amphibia. Земноводные. Класс Reptilia. Пресмыкающиеся. Подкласс Cotilosauria. Котилозавры. Подкласс Chelononia. Черепахи. Подкласс Synapsosauria. Синаптозавры. Подкласс Ichthyopterygia. Ихтиоптеригии. Подкласс Lepidosauria. Чешуйчатые ящеры. Класс Reptilia. Пресмыкающиеся. Подкласс

Archosauria. Архозавры. Подкласс Synapsida. Зверообразные. Класс Aves. Птицы. Класс Mammalia. Млекопитающие.

40. Палеоботаника. Низшие растения. Водоросли: Тип Cyanophyta. Синезелёные водоросли. Тип Bacillariophyta. Диатомовые водоросли. Тип Chrysophyta. Золотистые водоросли. Тип Chlorophyta. Зелёные водоросли. Тип Charophyta. Харовые водоросли. Тип Rhodophyta. Багряные или красные водоросли.

41. Палеоботаника. Высшие растения. Тип Rhynophyta. Риниофиты. Тип Lycopsida. Плауновидные. Тип Sphenopsida. Членистостебельные. Тип Pteropsida. Папоротниковидные. Класс Filices. Папоротники. Тип Pteropsida. Папоротниковидные. Класс Gymnospermae. Голосеменные. Тип Pteropsida. Папоротниковидные. Класс Angiospermae. Покрытосеменные.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
05.03.01 Геология
направленность (профиль) «Геофизика»

(код, направление, профиль)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП	Б1.О.24				
Дисциплина	Историческая геология с основами палеонтологии				
Курс	2	семестр	4		
Кафедра	горного дела, наук о Земле и природообустройства				
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность	Лыткин В.А., канд. г.-м. наук, доцент кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства				
Общ. трудоемкость, час/ЗЕТ	72/2	Кол-во семестров	1	Форма контроля	зачет
ЛК общ./тек. сем.	16/16	ПР/СМ общ./тек. сем.	32/32	ЛБ общ./тек. сем.	-/-
				СРС общ./тек. сем.	24/24

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

<p>ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач</p>	<p>ОПК-1.1. Обрабатывает, анализирует и систематизирует полевую геолого-геофизическую информацию с использованием современных методов ее автоматизированного сбора, хранения и обработки.</p> <p>ОПК-1.2. Владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обработки и представления полевой геологической информации.</p> <p>ОПК-1.3. Самостоятельно получает геологическую информацию и использует навыки полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.</p>
---	---

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<i>Вводный блок</i>				
Не предусмотрен				
<i>Основной блок</i>				
ОПК-1	Лабораторная работа. Устный опрос на понимание терминов	1	2	В течение семестра
ОПК-1	Решение задач на лабораторных занятиях	3	15	В течение семестра
ОПК-1	Лабораторная работа. Доклад с презентацией	1	5	В течение семестра
ОПК-1	Лабораторная работа. Реферат	1	5	В течение семестра
ОПК-1	Лабораторная работа. Контрольная работа	3	30	В течение семестра
ОПК-1	Лабораторная работа. Групповая дискуссия	3	3	В течение семестра
Всего:			60	
ОПК-1	зачет	1 вопрос	20	В конце семестра
		2 вопрос	20	В конце семестра
Всего:			40	
Итого:			100	
<i>Дополнительный блок</i>				
ОПК-1	Подготовка опорного конспекта		5	По согласованию с преподавателем
	Подготовка глоссария		5	
Всего баллов по дополнительному блоку			10	

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.