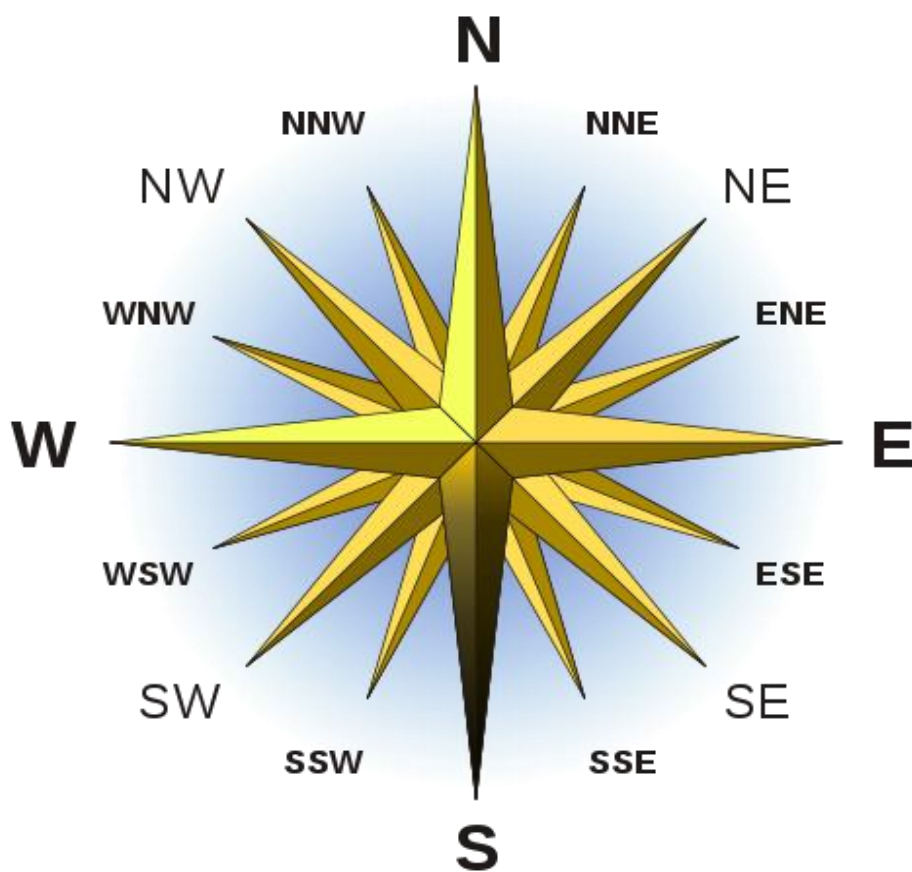


РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
Кафедра поисков и разведки нефти и газа

Л.В. Милосердова

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКА  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ТЕРРИТОРИИ УЧЕБНОЙ  
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ**

(учебное пособие к курсовому проектированию  
по структурной геологии)



Москва 2022

Л.В. Милосердова. Геологическое строение и перспективы поиска полезных ископаемых территории учебной геологической карты Под ред. проф. Хафизова С.Ф.

Структурная геология (учебное пособие по курсовому проектированию по структурной геологии). – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2022. – 60 с.

Учебное пособие содержит теоретические сведения, необходимые для выполнения курсового проекта по дисциплине «Структурная геология», и предназначено для студентов 2-го курса, обучающихся по специальности 21.05.02 «Прикладная геология» (специализация «Геология нефти и газа»).

Приведены примеры выполнения проекта, изложены требования к оформлению – тексту и графическим материалам, а также даны рекомендации по подготовке выполненной работы к публичной защите.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
Общие положения.....	4
Требования к выполнению и оформлению курсового проекта.....	4
Защита и оценка работы.....	7
СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА.....	10
Введение.....	10
Орогидрография.....	10
Стратиграфия .....	13
Тектоника .....	15
Геоморфология .....	21
История геологического развития .....	24
Полезные ископаемые .....	40
Заключение .....	45
ПОСЛЕСЛОВИЕ.....	46
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	46
Приложение 1. Задание на курсовое проектирование .....	47
Приложение 2. Титульный лист для курсового проекта .....	48
Приложение 3. Замечания и рекомендации к выполнению курсового проекта по отдельным учебным геологическим картам.....	49

# ПРЕДИСЛОВИЕ

## **Общие положения**

Умение читать геологическую карту, составлять на ее основе другие геологические графические документы и прогнозировать перспективы поисков полезных ископаемых необходимо геологу любого профиля. Цель курсового проекта - приобретение этого умения.

В процессе достижения обозначенной цели решаются следующие задачи:

- знакомство со стандартами геологического описания;
- знакомство с приемами составления графических документов геологического содержания и стандартами их графического оформления;
- освоение приемов анализа геологической карты;
- освоение основных принципов и приемов палеореконструкций;
- знакомство с основными приемами прогнозирования перспектив полезных ископаемых.

Исходным материалом для выполнения курсового проекта является учебная геологическая карта, выдаваемая преподавателем.

Для подготовки курсового проекта каждому студенту назначается научный руководитель, который выдает ему индивидуальное задание на курсовой проект (Приложение 1) и оповещает о расписании и порядке индивидуальных консультаций. Работа над курсовым проектом должна проводиться при систематическом контакте с научным руководителем.

Теоретические вопросы, затронутые в пособии, напечатаны шрифтом Arial.

Шрифтом Times New Roman набраны фрагменты, которые помещены в качестве примеров – шаблонов описания

## **Требования к выполнению и оформлению курсового проекта**

Курсовой проект должен быть выполнен в текстовом редакторе Word в формате А4 через полтора интервала. Следует пользоваться шрифтом Times

New Roman или Arial, цвет шрифта должен быть черным, размер букв, цифр и других знаков – не менее 12 pt.

Текст проекта следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, левое – 30 мм, верхнее и нижнее – 20 мм.

Структурными элементами объяснительной записки по курсовому проекту являются:

- титульный лист (Приложение 2);
- задание на курсовой проект (см. Приложение 1);
- оглавление;
- введение;
- орогидрография;
- стратиграфия;
- тектоника;
- Геоморфология;
- история геологического развития;
- полезные ископаемые;
- заключение;
- литература

Первые главы – орогидрография, стратиграфия, тектоника, геоморфология – описательные – в них излагается фактический материал – результат чтения геологической карты. Учебная цель этих глав – научиться «читать» карту и освоить правила и стандарты описания. Глава «история геологического развития» – аналитическая. В ней описывается Ваша модель исторического развития территории на основании данных, приведенных в предшествующих главах. Это может быть не единственно возможная модель. В этой главе основное внимание должно быть уделено именно тектонической истории развития территории, поэтому она должна быть снабжена палеогеологическими схемами и (или) разрезами. В главе «полезные ископаемые» необходимо охарактеризовать закартированные на изучаемой территории полезные ископаемые; территории, благоприятные для поисков полезных ископаемых и указать те структуры, которые могут быть благоприятными для формирования залежей нефти и газа. В «заключении» кратко приводятся основные выводы по работе.

Все главы курсового проекта должны быть взаимно увязаны, а также согласованы с графическими приложениями.

Иллюстрации в тексте именуется рисунками и обозначаются словом «рисунок», нумеровать их следует арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать рисунки в пределах главы: в этом случае номер рисунка состоит из номера главы и порядкового номера рисунка, разделенных точкой (например, «рисунок 1.1»). На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте объяснительной записки. При ссылках на рисунки следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах главы. Рисунки следует располагать в проекте непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки сопровождаются наименованием и, при необходимости, пояснительными данными (масштаб, условные обозначения и т.д.). Слово «Рисунок», нумерацию и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Геологический разрез по линии АБ. Иллюстрации можно делать как в цветном, так и в черно-белом виде. Их можно выполнять как от руки, сделать скан рисунка и вставить в проект, так и на компьютере в графическом редакторе. Карты и схемы обязательно должны сопровождаться названием, условными обозначениями, линейным масштабом и авторством.

Обязательными графическими приложениями к курсовому проекту являются:

- орогидрографическая схема;
- тектоническая схема;
- геологический разрез;
- геоморфологическая схема;
- палеогеографическая кривая и кривая колебаний земной коры (динамическая кривая);
- палеогеологическая карта или (и) палеогеологический разрез на интервал времени, указанный преподавателем
- схема перспектив полезных ископаемых.
- В приложении 3 приведены краткие комментарии к отжельгым картам и указан рекомендованный возраст для палеорекопункций.

Дополнительно (по согласованию с научным руководителем, или по его заданию) могут быть выполнены и другие графические приложения и рисунки.

Графические схемы, если их нагрузка мала, можно делать совмещенными.

Список использованных источников размещается в конце объяснительной записки. Он составляется в алфавитном порядке по фамилиям авторов или по начальной букве названия источника (если авторов более трех). Указываются фамилии и инициалы автора (авторов), название работы, издательство и год издания. В качестве примера оформления списка использованных источников можно воспользоваться списком литературы данного учебного пособия. Сокращение слов не допускается, кроме общепринятых сокращений. При использовании ресурсов сети Интернет следует привести полную ссылку на использованный в ходе выполнения работы источник.

### **Защита и оценка работы**

Выполненная работа оформляется в соответствии с вышеописанными требованиями и сдается преподавателю на окончательную проверку. После проверки преподаватель может допустить студента до защиты работы (с соответствующей отметкой на титульном листе), или, после обсуждения недостатков работы, вернуть курсовой проект на доработку.

**! Не подписанный научным руководителем курсовой проект к защите не допускается.**

К публичной защите студентом готовится устный доклад, рассчитанный на 5-7 минут, и презентация по выполненному проекту. В ходе доклада необходимо кратко изложить содержание работы, последовательно озвучив основные выводы по каждой из написанных глав, иллюстрируя сказанное графическими приложениями (рисунками) на слайдах презентации. Презентация должна дополнять (иллюстрировать) то, о чем повествует докладчик и не должна полностью дублировать текст доклада. Слайды презентации должны быть взаимно увязаны и согласованы с текстом доклада.

В презентации обязательны следующие слайды:

- титульный слайд, где указывается наименование выполненной работы, ФИО и учебная группа автора, ФИО, ученая степень и должность научного руководителя работы (Рисунок 1);
- цель и задачи подготовки проекта;
- орогидрографическая схема;
- тектоническая схема;
- геологический разрез;
- геоморфологическая схема
- палеогеографическая кривая;
- палеореконструкция;
- схема полезных ископаемых;
- выводы по работе.



## **Геологическое строение и перспективы поисков полезных ископаемых территории учебной геологической карты**

**№ \_\_\_\_\_ год**

**Курсовой проект по структурной геологии**

**Автор: (фамилия, имя, отчество, группа)**

**Научный руководитель: (ученая степень, должность фамилия имя отчество)**

**Москва 2022 г.**

---

**Рисунок 1 – Пример оформления титульного слайда презентации**



Презентация должна выполняться в одной цветовой гамме, на базе одного шаблона. Для фона слайда и текста следует использовать контрастные цвета. Не следует смешивать разные типы шрифтов в рамках одной презентации. Не перегружайте слайд текстом и рисунками. Наиболее важную информацию размещайте в центре слайда. Используйте рисунки хорошего качества. Пояснительную надпись располагайте под рисунком. Анимация должна быть сдержанной, хорошо продуманной и допустима только для демонстрации динамичных процессов (к примеру, в истории геологического развития).

Публичная защита проходит в присутствии комиссии, состоящей минимум из двух преподавателей. После заслушивания доклада члены комиссии и присутствующая публика могут задать вопросы по содержанию доклада.

**При защите** студент должен знать содержание своей работы, значения всех употреблявшихся им в работе терминов и понятий, понимать, как построены приведенные в работе схемы, уметь их воспроизвести, уметь обосновать все выводы. **В противном случае, даже правильно написанная работа может быть не принята, или принята с низкой оценкой.**

Оценка курсового проекта складывается в соответствии с условиями рейтинга:

№№ п/п	Наименование оцениваемых работ	Баллы	
		Мин.	Макс.
1	Полнота и правильность раскрытия темы	10	20
2	Соответствие стандартам геологического описания	5	10
3	Правильность выполнения графических приложений	10	20
4	Правильность оформления презентации	5	10
5	Защита работы	20	40
<b>ИТОГОВЫЙ РЕЙТИНГОВЫЙ БАЛЛ</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

**!** Недопустимо пользоваться чужими работами. Это легко выявляется при защите проекта, а работа уличенного в плагиате аннулируется, и ему предлагается выполнить проект на другую тему.

Курсовой проект представляется в электронной версии, текст и презентация выкладывается на платформу EDU.

# СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

## Введение

Во введении формулируются цель и задачи курсового проекта,

Перечисляются документы, на основании которых составляется объяснительная записка. В данном случае, это геологическая карта со справочными данными и дополнительными сведениями, приведенными в ней (литолого-стратиграфическая колонка, условные знаки и т.д.) и составленные автором графические приложения. Указывается номер карты, номенклатура (если есть), масштаб, площадь карты в кв. км, фамилии авторов и год издания карты. Делается вывод об изученности территории (чем крупнее масштаб, тем лучше исследован район).

Кратко описывается методика выполнения работы: изучение условий залегания и распространения пород по геологической карте, последовательности напластования пород по литолого-стратиграфической колонке, построение геологического разреза, составление вспомогательных производных схем (орографической, тектонической, полезных ископаемых и т.д.).

Указывается фамилия научного руководителя курсового проекта.

Объем главы 0,5-2 страницы.

## Орографическая

Глава готовится на основании анализа топографической основы геологической карты - сведений о рельефе, населенных пунктах, дорогах и гидрографической сети.

Задача главы - дать представление читателям и будущим исследователям об условиях работы в данном районе - расчлененности, проходимости, условиях водоснабжения, транспорте, населенных пунктах. Также сведения, изложенные в главе служат одним из оснований для главы «геоморфология».

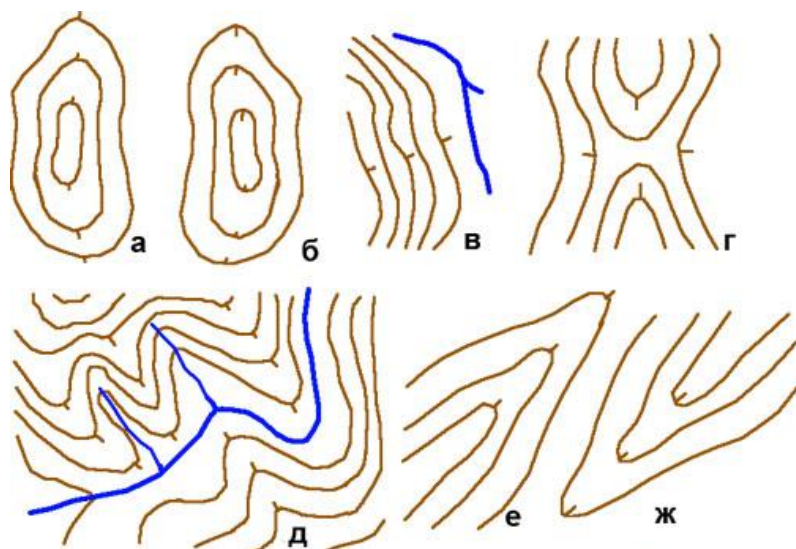
Глава начинается с общей характеристики рельефа:

- высокогорный - абсолютные отметки **водоразделов** выше 2000 м,

- среднегорный - 2000-1000 м,
- низкогорный - 1000-500 м,
- равнинный - ниже 500 м.

Кроме того, рельеф характеризуется с точки зрения его расчлененности. Простейший случай – рельеф может быть плоским (относительные превышения менее 100 м) или расчлененным (относительные превышения более 100 м). Расчлененность рельефа оценивается также по относительной извилистости и густоте горизонталей рельефа.

Выделяются положительные (хребты, возвышенности, холмы) и отрицательные (долины, котловины, впадины) формы рельефа (Рисунок 2). Приводится их описание (ориентировка, протяженность, площадь, абсолютные отметки и превышения). Характеризуется крутизна склонов (в градусах или в метрах превышения на километр расстояния) и степень их извилистости (качественно). Отмечается наличие обрывов, если они есть, и их размеры.



**Рисунок 2 – Названия основных форм рельефа, изображенных горизонталями** (коричневые линии – горизонталы, синие линии – реки): а – холм, б – котловина, в – склон, г – седловина (перевал), д – долина, е – хребет, ж – лощина (ложбина)

Описание речной сети ведется по бассейнам, начиная с бассейна наиболее крупной реки. Выделяются главные реки. Указывается местоположение реки, ее исток, направление течения, притоки, площадь бассейна, характеризуется извилистость русла.

Отмечаются все населенные пункты и связывающие их дороги. В конце главы, если это возможно, характеризуется проходимость района и рекомендуемый вид транспорта при дальнейших работах.

Если тип рельефа на отдельных площадях карты различный, следует описывать каждый участок отдельно. Описание, например, можно начать следующим образом:

«В орогидрографическом отношении территория разделяется на три, примерно равные части: восточную – среднегорную, центральную – низкогорную и западную – равнинную. Максимальные отметки расположены на юго-востоке - 1728 м (г. Белая), минимальные – на западе территории 115 м в долине р. Холодной. В высокогорной части территории выделяется горный хребет, протягивающийся в меридиональном направлении. Максимальная отметка – 1728 м (г. Белая). Длина хребта – более 20 км. Относительные превышения с соседними долинами более 1000 м ...».

По такой схеме описывается вся территория.

Глава иллюстрируется: орогидрографической схемой, на которой показываются реки, водоразделы, территории с различным типом рельефа, характерные высотные отметки (Рисунок 3).



Рисунок 3 - Пример орогидрографической схемы

Схему можно делать на кальке в масштабе карты или (что лучше) на тех же листах писчей бумаги в более мелком масштабе, или с помощью графического редактора на компьютере.

Объем главы 2-3 страницы.

### **Стратиграфия**

Главная задача написания главы - освоить правила стратиграфических описаний. В главе необходимо рассмотреть распространение и взаимоотношения показанных на карте стратифицированных (изображенных в литолого-стратиграфической колонке) толщ и интрузивных тел. Стратифицированными называются осадочные, эффузивные магматические породы и породы регионального метаморфизма. Магматические интрузивные породы в литолого-стратиграфической колонке обычно не отражаются и описываются отдельно, после стратифицированных толщ.

Исходными данными для написания главы служат литолого-стратиграфическая колонка, дающая представление о напластовании пород в вертикальном разрезе, то есть по времени, геологическая карта и составленный студентом геологический разрез.

Стратиграфическая шкала постоянно развивается. Поэтому стратиграфические подразделения указанные на старых геологических картах могут отличаться от современных. Вы должны пользоваться тем написанием, которые приведены на Ваших картах.

Описание стратиграфических комплексов ведется от древних толщ к молодым – в последовательности их образования снизу-вверх по разрезу и от общего к частному. Начинают описание с выделения групп (протерозойская, палеозойская, мезозойская и кайнозойская эратемы). В них перечисляются системы, в системе – отделы, в отделе – ярусы, и более дробные подразделения местной стратиграфической шкалы – серии, свиты, толщи так, как они выделяются в литолого-стратиграфической колонке.

Обратите внимание, что индексы подразделений местной и региональной стратиграфической шкалы, в отличие от международной, приводятся *курсивом*.

Названия стратиграфических подразделений внутри текста следует писать с маленькой буквы (в англоязычной же литературе, их пишут с заглавной буквы).

Описание отложений каждого подразделения проводится по следующей схеме.

- Залегание рассматриваемых пород на более древних (согласно или несогласно). При наличии несогласия указать его вид и отметить, какие подразделения стратиграфической шкалы отсутствуют. Для обоснования можно привести выкопировки из геологической карты.
- Местоположение по площади карты. Приводится привязка выходов пород на поверхность к географическим пунктам – высотам, долинам рек, частям карты.
- Чем представлены: описание состава пород, слоистости, структуры, текстуры, последовательности напластования, цвет пород и другие характеристики из стратиграфической колонки и условных обозначений. Отмечаются, если они есть, маркирующие (опорные, реперные) горизонты, ископаемые палеонтологические остатки.
- Суммарная мощность отложений на стратиграфической колонке.
- Описание заканчивается данными о коллекторских и экранирующих свойствах пород (если это возможно).

Глава пишется по следующему шаблону:

#### «Мезозойская эратема (MZ)

Мезозойские отложения включают ... системы (перечислить системы, например, юрскую и меловую) пород, широко развитые в южной части региона на водоразделах и склонах Скалистых гор. Толщина - более 10 000 метров.

#### Юрская система (J)

Юрские образования представлены в изучаемом регионе всеми (или не всеми) отделами: ... (перечислить отделы, например, нижним, средним и верхним).

#### Нижний отдел (J<sub>1</sub>)

В районе исследования отдел представлен ... ярусами (перечислить ярусы, например, синемюрским, плинсбахским и тоарским).

## Синемюрский ярус (J<sub>1s</sub>)

Синемюрские отложения развиты ... (указать где), они залегают с параллельным несогласием на более древних породах. Представлены песчаниками и алевролитами буроватыми, слабосцементированными, иногда глауконитовыми, с сидеритовыми оолитами и прослоями глин. Мощность отложений составляет 20 м».

Описание интрузивных пород, если они развиты на площади карты, дается отдельно после описания стратифицированных комплексов. Их петрографический состав и возраст указан в условных обозначениях к карте, либо определяется по взаимоотношениям с вмещающими стратифицированными породами, а тип может быть определен по взаимному расположению геологических границ на геологической карте (дайки, силлы, штоки, жилы, лакколиты, батолиты и т.д.) Описание ведется от более древних к молодым интрузивным комплексам по следующей схеме:

- форма и размеры тела, его морфологический тип;
- состав (кислые, средние, основные, ультраосновные);
- соотношение со структурой вмещающих пород;
- возраст тела (с обоснованием);
- внутренняя тектоника и контактовые воздействия (если на карте приведены соответствующие сведения).

Объем главы 5-10 страниц.

### **Тектоника**

В главе выделяют и описывают тектонические структуры осадочных и магматических горных пород, по характеру взаимоотношений которых делаются выводы о движениях земной коры, процессах и силах, их вызвавших. Главу пишут на основании составленных студентом геологических разрезов и тектонической схемы.

Подготовку главы целесообразно начать с создания геологического разреза (рисунок 4) и тектонической схемы (рисунок 5).

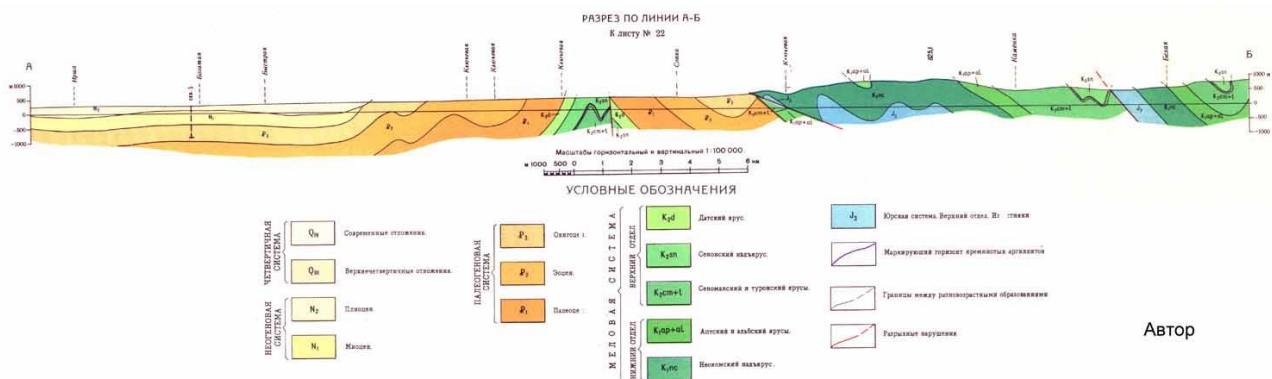


Рисунок 4 – Пример геологического разреза

## Тектоническая схема

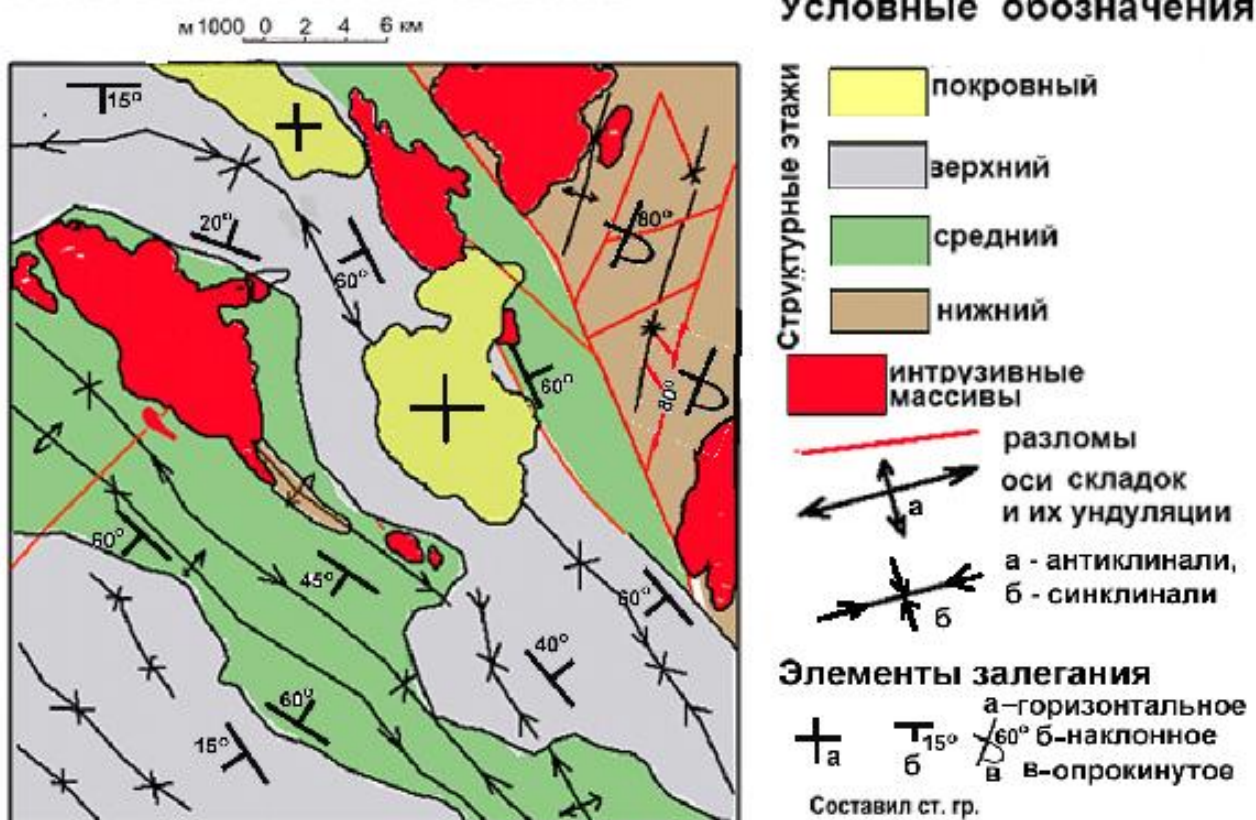


Рисунок 5 – Пример тектонической схемы

На тектонической схеме следует показать структурные этажи,, структурно-формационные зоны, разломы, интрузивные тела, оси складок, их ундуляции и виргации, характерные углы залегания пород на крыльях складок.

В тексте главы сначала следует указать к какому тектоническому типу (или типам) структур земной коры относится рассматриваемая территория -



платформенному, складчатому или переходному (краевой прогиб). Эту принадлежность определяют по совокупности признаков, характерных для той, или иной структуры. Анализируя тектоническое строение территории, следует учитывать масштаб карты и, соответственно размер (порядок) описываемых структур.

**Складчатые области** характеризуются следующими признаками. исчисляемая километрами толщина отложений отдельных систем и даже отделов;

- резкие перепады толщин вкрест простирания структурных форм;
- наличие граувакковой, флишевой, молассовой, вулканогенно-обломочной, ультраосновной формаций;
- наличие серий линейных складок продольного изгиба, группирующихся в антиклинории и синклинории (можно увидеть на мелкомасштабных или среднемасштабных картах). Складки имеют значительные углы падения крыльев, часто встречаются перевернутые залегания пород. Длинные оси складок расположены параллельно, кулисообразно, образуют гирлянды, миндалевидные пучки. Характерны виргации;
- внедрения магматических пород и вулканическая деятельность;
- широкое развитие системы разломов, которые причленяются друг к другу, образуя структуры типа «конский хвост», ланцетный и др.;
- встречающиеся несогласия – угловые;
- обычен горный, сильно расчлененный рельеф.

**Платформы** отличаются прежде всего тем, что в их вертикальном разрезе обычно выделяется два структурных этажа: фундамент, состоящий из сильно дислоцированных пород и, отделенный от него (фундамента) резким несогласием, осадочный чехол.

Фундамент древних платформ сложен преимущественно метаморфическими, магматическими и осадочными породами и ему свойственны признаки, описанные для складчатых территорий. Для осадочного чехла платформы характерна небольшая (десятки и первые сотни метров) толщина отложений систем и отделов. Породы лежат, в основном,

субгоризонтально, моноклиально, с флексурными перегибами. Здесь развиваются складки поперечного изгиба. Локальные поднятия (складки) имеют (за исключением районов развития соляного и глиняного диапиризма и региональных разломных зон), брахиморфный и куполовидный облик, и, как правило, малые значения углов падения на крыльях. Встречаются диапировые и сундучные складки с почти вертикальными углами падения крыльев, либо одиночные изометрические или брахиморфные с пологим - первые градусы - падением крыльев. Размеры таких складок - километры, или первые десятки километров.

Магматическая деятельность не выражена, либо присутствует в виде траппового вулканизма. Разрывы либо отсутствуют, либо наблюдаются одиночные протяженные. Только над диапирами может присутствовать система сближенных радиально-концентрических разрывов, образующих рисунок типа «битая тарелка».

Несогласия чаще всего параллельные и географические.

Наиболее распространены карбонатная, терригенно-карбонатная, красноцветная, и галогенная формации. Рельеф равнинный и только в случае более поздней тектонической активизации - горный, расчлененный.

В некоторых случаях, особенно на молодых платформах, между фундаментом и осадочным чехлом выделяют промежуточный этаж, характеризующийся промежуточными признаками между чехлом и фундаментом. При описании платформенных областей, если можно, отмечают возраст платформы и указывают признаки, по которым это установлено (Рисунок 6).

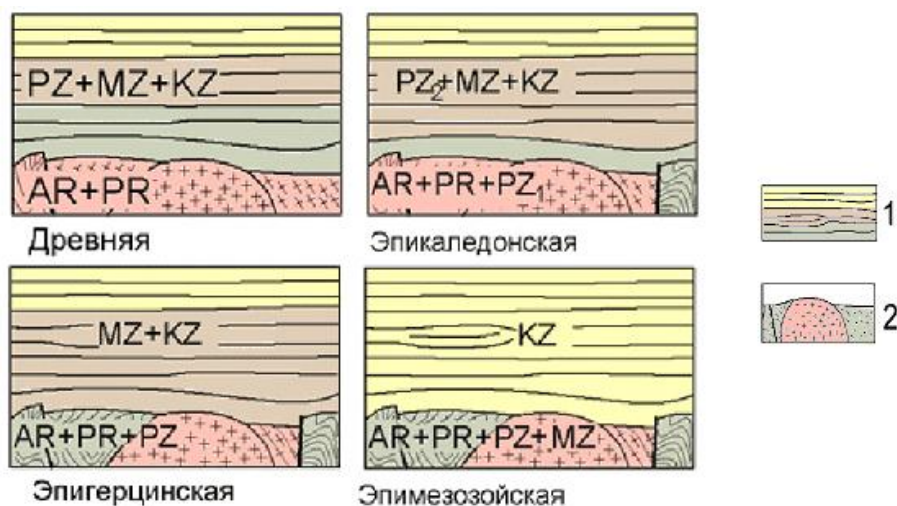


Рисунок 6 - Схематические разрезы платформ различного возраста: 1 – платформенный чехол, 2 – складчатый фундамент

Платформа может испытать возрожденную тектоническую активизацию (эпиплатформенные орогены). Для них характерны признаки платформенных структур, но обычно ярко выражено блоковое строение. Блоки ограничиваются разноориентированными региональными разрывами и формируют горный рельеф. Часты горсты и грабены. Породы самого молодого структурного этажа лежат субгоризонтально.

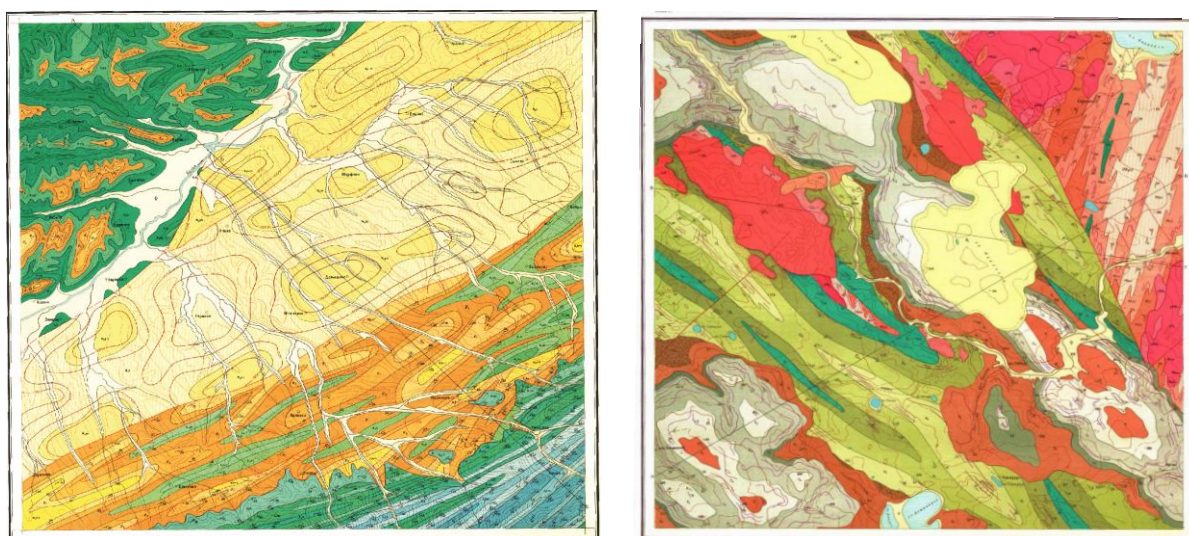
**Переходные тектонические области** (краевые прогибы) обычно расположены между складчатыми и платформенными территориями. Во внутренней части (примыкающей к складчатым областям) эти тектонические области характеризуются развитием сложных линейных складок, часто опрокинутых, нередко системы надвигов, а также системы диапировых линейных складок. Во внешних зонах прогибов присутствуют куполовидные и брахискладки незначительной амплитуды, широко развиты барьерные рифы.

Для переходных областей характерны молассовые, угленосные, галогенные, рифовые формации. Их рельеф занимает промежуточное положение между рельефом складчатых и платформенных областей.

На некоторых картах присутствует несколько **структурно-формационных зон** с различным геологическим строением (Рисунок 7а). Структурно-формационные зоны выделяются в пределах складчатой области, и отличаются друг от соседних зон чертами осадконакопления, структуры, магматизма, обусловленными специфическими для данной зоны в течение

времени ее формирования тектоническим режимом и обычно ограничены глубинными разломами. Обычно в этом случае к карте прилагается несколько стратиграфических колонок, каждая из которых характеризует свою структурно-формационную зону. Если на карте присутствует несколько структурно-формационных зон, описание делается по каждой из них отдельно.

По вертикальному разрезу выделяются и обосновываются **структурные этажи** (Рисунок 7б), отвечающие единому тектономагматическому этапу в истории развития земной коры. Внутри каждого этажа отмечаются, если они имеются, подэтажи (подъярусы). Также перечисляются стратиграфические подразделения, образующие данный структурный этаж.



а б  
Рисунок 7 – Геологические карты с четырьмя структурно-формационными зонами (а) и четырьмя структурными этажами (б)

Далее, для каждого структурного этажа, начиная с наиболее древнего, приводится детальная характеристика форм залегания стратифицированных толщ (осадочных и эффузивных), интрузивных пород и разрывных нарушений. Сначала – крупные, затем все более мелкие.

При описании **моноклиналей** сначала называют возраст отложений, слагающих моноклинали, затем указывают азимуты и углы их падения. При описании **складок** отмечается их пространственное положение, простирание длинных осей складок, тип складок в плане (куполовидные, брахиморфные или линейные), возраст пород, слагающих ядра и крылья складок, их длина, ширина, амплитуда, углы падения крыльев и т.д. Указывается возраст складчатости, ее кинематический тип и положение в геологической (генетической) классификации, гармоническая или дисгармоническая это

складчатость. Описывается как складки заполняют пространство. При описании **разломов** отмечается их местоположение, тип (сброс, взброс, сдвиг, надвиг), элементы залегания сместителя, направление смещения и его амплитуда, время образования. Отдельно отмечаются структуры горстов и грабенов, если они имеются. Если возможно, следует указать ориентировку осей главных нормальных тектонических напряжений, сформировавших разрывы и складки.

Глава иллюстрируется тектонической схемой (Рисунок 6) и геологическими разрезами.

Объем главы 5-8 страниц.

### **Геоморфология**

Геоморфология изучает связи между геологическим строением и формами рельефа. Рельеф сформирован главным образом новейшими тектоническими движениями, изучаемыми разделом тектоники, называемым неотектоника. Неотектоника тесно связана с решением практических задач: проектированием долговременных сооружений, водоснабжением, поисками нефтяных, газовых и россыпных месторождений полезных ископаемых, прогнозом землетрясений и др. Подробнее про геоморфологию и геоморфологические методы можно прочитать в главе 19 учебника по структурной геологии [Милосердова Л.В., Мацера А.В., Самсонов Ю.В., 2004].

При написании главы необходимо выявить геоморфологические особенности территории, а также попытаться установить типы новейших тектонических движений на данном участке. Глава готовится на основе совместного анализа топографической основы, геологической карты и тектонической схемы.

Источником движений земной коры являются эндогенные силы. Они создают крупные положительные и отрицательные структуры, что приводит к трансгрессиям (при прогибаниях) и регрессиям (при поднятиях). Противодействующие им экзогенные силы стремятся разрушить поднятия и заполнить осадками впадины, формируя денудационный или аккумулятивный рельеф. Выделяется четыре главных генетических (в главе орогидрография мы характеризовали морфологические типы рельефа) типа рельефа, отражающие суммарные соотношения интенсивности экзогенных и эндогенных процессов.

Относительно небольшие формы рельефа нередко обусловлены избирательной денудацией. На площадях распространения прочных пород формируются возвышенности, нестойких к выветриванию – впадины. Устойчивые к разрушению породы (например, интрузии), образуют возвышенные участки рельефа, обрывы. При горизонтальном залегании бронирующие горизонты образуют столовые горы, при моноклином залегании – куэсты. Такой рельеф называется литоморфным. В тех случаях, когда какой-либо устойчивый к выветриванию слой (бронирующий горизонт) образует антиклинальную складку, на этом месте может возникнуть гора (прямой тектонический рельеф).

Обратный (обращенный) рельеф возникает тогда, когда вдоль осей антиклинальных складок развиваются долины, а вдоль осей синклиналиных – хребты (рисунок 8).



а



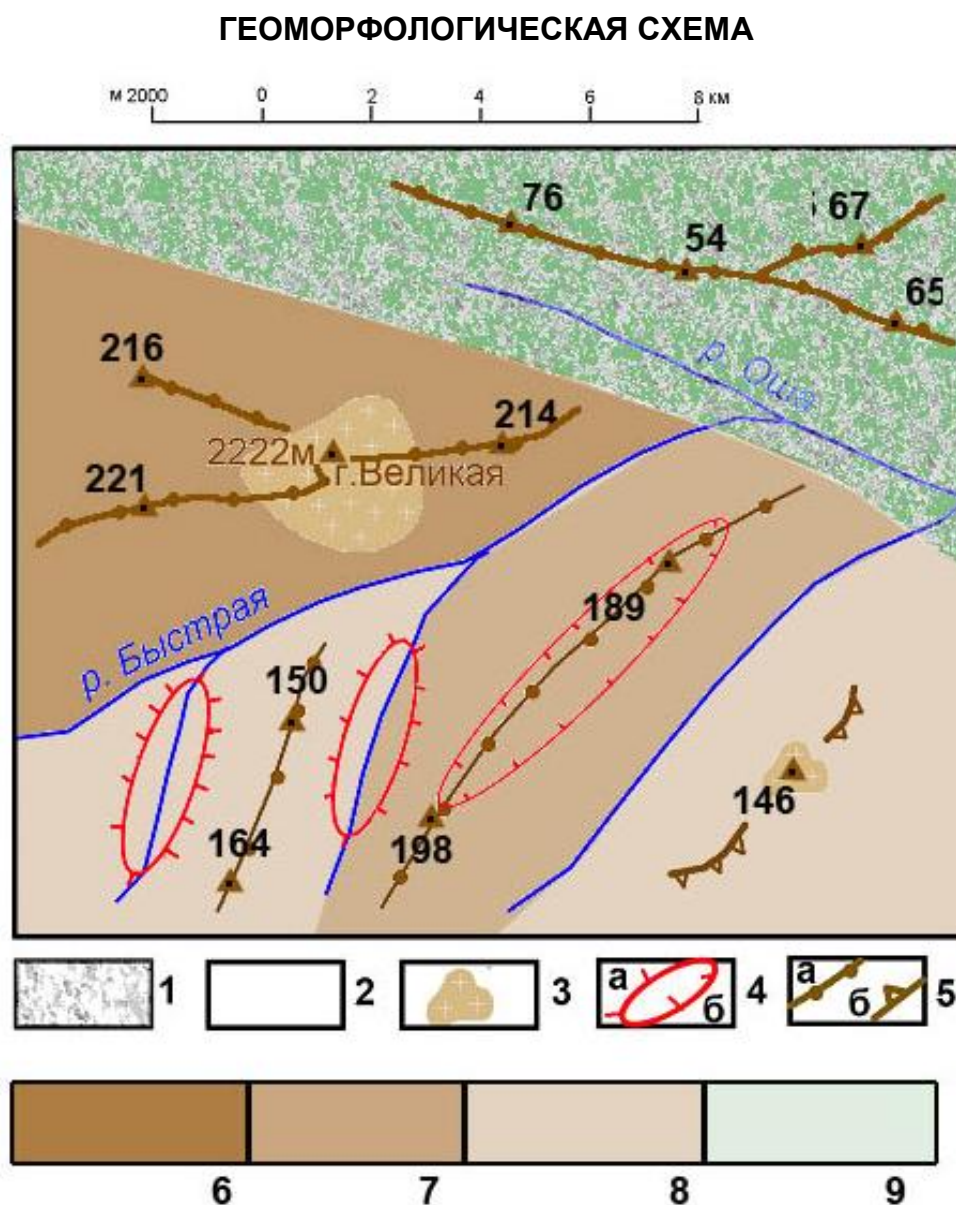
б

**Рисунок 8 – тектономорфный рельеф а прямой (фотография взята из интернета), б обращенный г.Гусиная учебный полигон РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина (перспективное изображение Google Earth)**

Ступенчатый рельеф образуется при чередовании скальных и рыхлых пород. По зонам разрывов могут протягиваться долины рек.

Сначала, используя данные по орогидрографии, стратиграфии и литологии, тектонике следует указать генетический тип рельефа изучаемой территории. Затем следует провести анализ рельефа – возвышенностей, уступов, перегибов, долин и установить связь этих элементов с геологическим строением: структурой, составом пород, разрывными нарушениями и т.д. Характер связи необходимо описать. Если такой связи нет, это необходимо отметить в тексте.

На геоморфологической схеме специальными знаками следует отметить выраженные в рельефе элементы геологического строения: оси складок, интрузии, геологические границы, разрывы (рисунок 9).



**Рисунок 7 – Пример геоморфологической схемы:** 1-2 – типы рельефа: 1 – аккумулятивный рельеф, 2 - эрозионно-денудационный рельеф; 3 – интрузии; 4 – прямая (а) и обратная (б) форма рельефа; 5 – оси складок (а) и обрывы (б); 6-9 – относительная интенсивность и направленность новейших тектонических движений: 6 – воздымания интенсивные, 7 – воздымания умеренные, 8 – воздымания слабые, 9 - погружения

Простым и эффективным методом изучения новейших тектонических поднятий является анализ высот водоразделов. Для этого на карте выписываются высоты водораздельных поверхностей, округляя их до десятков метров (отбрасывая единицы метров). Затем анализируют получившиеся группы чисел и, если они группируются по отдельным высотам, проверяют их

связь с тектоническими структурами и литологическим составом пород (тектономорфный или литоморфный рельеф). Если такая связь не просматривается, можно полагать, что характерные высоты водоразделов обусловлены новейшими тектоническими движениями поверхности выравнивания. Обычно удается выделить 3-5 блоков, отличающихся по высоте, как это показано на рисунке 9.

Еще один инструмент геоморфологического анализа – геоморфологические профили. Их обычно строят вкрест простирания основных долин рек с резким (в 10-20 раз) преувеличением вертикального масштаба над горизонтальным. Совместив эти профили на одном графике, можно выделить площадки, соответствующие поверхностям выравнивания, показывающие этапы неотектонических воздыманий.

Начинать текст главы можно, например, следующим образом:

«Район работ характеризуется денудационно-эрозионным рельефом. В нем встречаются литологические, связанные с выходами гранитов в центральной части района, а также отдельные обрывы, обусловленные выходами прочных известняков в юго-восточной части территории. Кроме того, можно видеть тектономорфные обратные, связанные с осями антиклинальных складок, развитым по правым притокам реки Быстрая, формы рельефа. ... Анализ высот водоразделов позволяет вывелись относительно воздымающиеся, и относительно погружающиеся блоки, разделенные разломами....

Объем главы 5-15 страниц.

В тех случаях, если изучаемая территория представляет пенеппен – выровненную поверхность, на которой не выявляется связь между геологическим строением и рельефом – то, по согласованию с преподавателем писать эту главу и строить геоморфологическую схему не нужно.

### **История геологического развития**

Глава пишется на основании анализа данных предыдущих разделов, литолого-стратиграфической колонки и геологической карты. В главе необходимо описать непрерывную историю геологического развития изучаемой территории, начиная с накопления самых древних показанных в колонке и на карте пород и завершая временем составления карты.



Восстановить историю геологического развития – значит определить последовательность и условия осадконакопления, характер, масштаб и тип тектонических движений, которые оказали непосредственное влияние на условия осадконакопления, перерывы в осадконакоплении или на размывы ранее отложившихся пород, на формирование структурных элементов разного порядка в различных этажах осадочного чехла (палеотектонику).

Сведения о условиях осадконакопления можно получить, анализируя литологический состав и характер слоистости горных пород, их цвет, наличие фауны. Органические остатки, позволяют судить о температуре, климате и т.д. Комплекс отложений, отличающийся по составу и характеризующий обстановку осадконакопления, называется фацией. Размещение фаций внутри определенного стратиграфического интервала позволяет установить смену обстановок на рассматриваемом участке земной поверхности в соответствующий отрезок времени.

Гранулометрический состав пород только в идеальном и самом общем случае определяется глубиной осадконакопления (Рисунок 10).

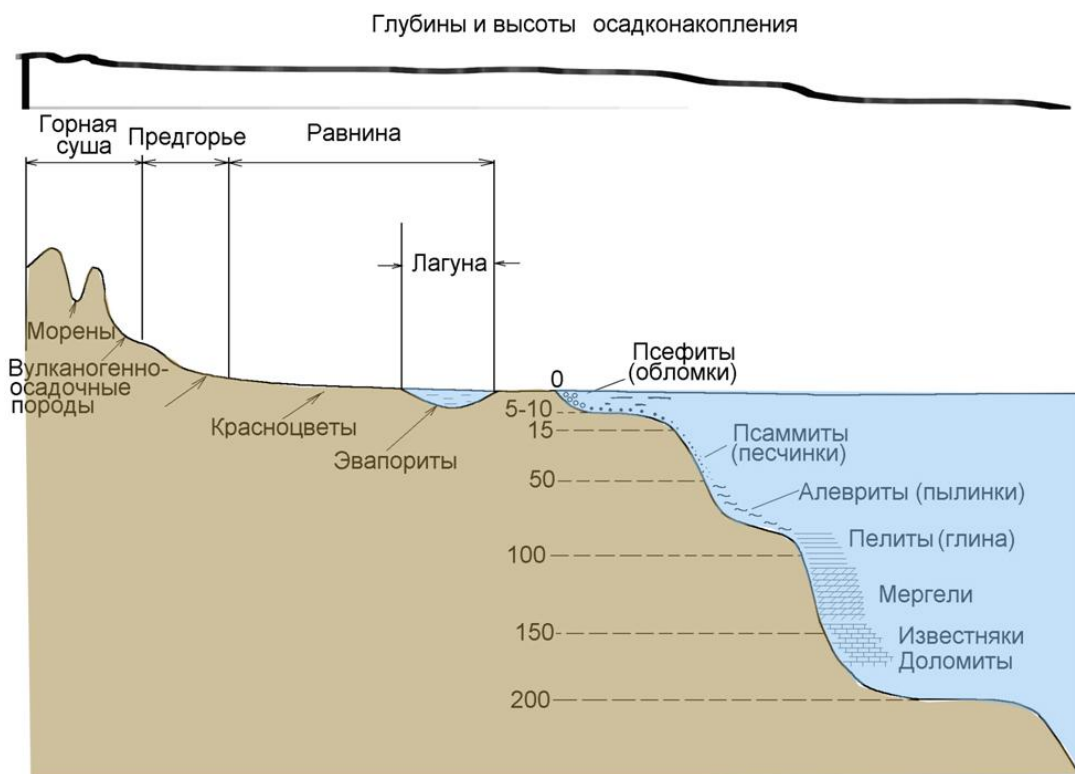


Рисунок 10 – Идеализированная схема распределения глубин и высот осадконакопления. Линия сверху отражает неискаженные типичные уклоны рельефа

На отклонение от известных закономерностей влияют рельеф областей денудации, климат области денудации и агенты транспортировки. Климат области аккумуляции можно употреблять только при континентальном осадконакоплении. Нельзя говорить об аридном или гумидном климате, например, батиали. Понятие климата относится только к суше. Скорость формирования элювия связана с климатической зональностью. В экваториальной зоне она в тысячи раз больше, чем в ледовой и аридной. Кроме того, в ледовой и аридной зонах происходит физическое выветривание, в гумидных же зонах преобладает химическое выветривание. В ледовой зоне главным образом развиты щебень, дресва, грубые пески, а тонкий илистый пелитовый материал представлен в малых количествах; в умеренной гумидной зоне наряду с грубым материалом присутствует и значительная доля пелитового материала; аридная зона характеризуется развитием песчано-алевритового и пелитового материала в почти равных количествах, в то время как в экваториальной гумидной зоне резко преобладает пелитовый материал.

Меняется и минеральный состав транспортируемого материала. В ледовых и аридных областях сохраняются почти без изменений минералы исходных пород, много обломков горных пород. В умеренных гумидных зонах редко встречаются обломки горных пород, увеличивается доля гидрослюд и глинистых минералов. В экваториальной гумидной зоне сохраняются лишь такие устойчивые минералы, как кварц, магнетит, циркон; широко представлены гидрослюды, глинистые минералы, гидроокислы железа.

В различных климатических зонах доминируют разные транспортирующие агенты. В ледовых зонах это подвижные льды, в аридных – ветер, в зонах гумидного климата основной транспортирующий агент – реки, а роль воздушного или ледового переноса ничтожно мала. Количество и состав осадочного материала, переносимого реками, зависит от интенсивности эрозии, а последняя определяется не только климатическими особенностями, но и характером коренных пород, рельефом местности и, растительным покровом, предохраняющим от размыва. Основная часть материала, вынесенного реками, осаждается вблизи устьев, формируя огромные подводные конусы выноса. В гумидной зоне конусы выноса рек часто сливаются в единый пояс протяженностью в сотни километров. В зонах ледового литогенеза материал переносят только ледники, а в холодных частях умеренных зон – кроме того

морские и речные льды. В зонах аридного литогенеза преобладает эоловый перенос материала как местный, так и дальний в высоких слоях атмосферы.

Важную роль играет **рельеф прилегающей** суши. Формирование илистых отложений вблизи берега наблюдается в том случае, когда рельеф прилегающей суши равнинный. Илистые осадки наблюдаются в заливах и проливах, закрытых песчаными косами, но прежде всего в приустьевых участках прибрежной зоны, там, где крупные равнинные реки, впадающие в море, выносят большое количество тонкозернистого материала и где отсутствуют сильные морские течения.

Наличие грубых галечниковых образований характерно для прибрежных участков в зоне развития холмистого и, особенно, гористого рельефа. Бурные горные реки и абразионная деятельность самого моря поставляют в прибрежную зону моря массу грубого обломочного материала – глыб, валунов, гальки, которые перемещаются вдоль берега волнами и образуют протяженные, но узкие лентовидные поля в волноприбойной зоне.

Площадная дифференциация осадков по размерам слагающих их частиц определяется микрорельефом дна и гидродинамическими условиями морского бассейна, что особенно четко проявляется в прибрежной зоне шельфа. Поверхность, определяющая нижнюю границу зоны волнового воздействия, в разных бассейнах находится на различной глубине, что связано с размером волн. Соответственно на разной глубине в морях находится и «иловая линия», т.е. линия пересечения морского дна с нижней границей зоны волнового воздействия. «Иловая линия» разделяет зоны развития песчаных и илистых осадков. Наличие в области развития илистых осадков подводных поднятий, в пределах которых глубина менее критической, приводит к появлению отмелей с песчаными осадками или органогенными карбонатными (устричные банки).

**Течения.** Почти вся масса воды в Мировом океане находится в состоянии непрерывного движения, застойные воды следует рассматривать как исключение из этого правила. Течения образуются в результате воздействия ветра на поверхность воды, смены приливов и отливов, изменения плотности воды в связи с изменением солености или температуры. Такие водные потоки отделяют илистый материал от песчаного на участках дна, расположенных ниже зоны волнового воздействия, или размывают дно.

Поэтому глины, образованные при диагенезе ила обычно не являются породой-индикатором глубины осадконакопления, так как могут накапливаться в любых условиях – как абиссальных глубин, так и континентальных.

Важным фактором осадконакопления являются мутьевые потоки – течения тонкодисперсных взвесей в воде. Начало потоку дают оползни, возникающие самопроизвольно или в связи с тектоническими движениями, на участках континентального склона, которые стекают главным образом по подводным каньонам и интенсивно размывают дно. В зоне континентального подножия скорость потока уменьшается и содержащийся в нем обломочный материал выпадает в осадок.

**Вулканизм.** С вулканами связано особое, эффузивно-осадочное накопление вулканического материала на дне морей и океанов, которое наблюдается в районах действия вулканов как подводных, так и наземных. Вулканы являются источниками рыхлых продуктов извержения лав (в том числе и пемзы), а также растворенных соединений.

Наземные вулканы – главные поставщики пирокластического материала. Наиболее грубые фракции накапливаются в непосредственной близости от очага извержения, тонкие – преобладают на удалении в десятки и первые сотни километров от кратера (локальные выпадения) или в сотни и тысячи километров (тропосферные или стратосферные выпадения).

Продукты извержения подводных вулканов почти полностью выпадают локально. Особняком стоят базальтовые лавы, непрерывно формирующиеся на дне океанов в рифтовых зонах срединноокеанских хребтов из эндогенного материала, поднимающегося к поверхности. Условия осадконакопления (по А.М. Никишину) приведены на рисунке 11.



Рисунок 11 - Условия осадконакопления (по А.М. Никишину)

Сведения о горных породах и особенностях их залегания, характеризующих некоторые обстановки осадконакопления приведены в Таблице 1.

Мощность накопленных за тот или иной период времени отложений приблизительно соответствует величине прогибания земной поверхности за этот же период. Подробнее особенности осадконакопления рассматриваются в курсе исторической геологии, а также в главе 19 учебника структурной геологии [7].

Комплексы фаций различного литологического состава, формировавшиеся в условиях определенного тектонического режима, называются формацией. Формации служат для выделения крупных структур земной коры: геосинклиналей (складчатых областей), платформ, краевых прогибов, структур возродившейся тектонической активизации (эпиплатформенного орогенеза) и др. Изучая последовательность образования формаций можно наметить главные этапы развития рассматриваемой территории.

Также необходимо охарактеризовать время складко- и разломообразования и восстановить первоначальную структуру территории, для чего строят палеоразрезы, палеогеологические карты и палеогеографические кривые.

Таблица 1 – Ассоциации горных пород и особенности их залегания, характерные для различных условий осадконакопления

Условия осадконакопления	Характеристика горных пород
Элювиальные	Рыхлые глинистые породы, щебень, трещиноватые породы, (коры выветривания).
Аллювиальные	Косослоистые песчаники и гравелиты.
Береговая дельта	Хорошо отсортированные песчаники с косою слоистостью, галечники, валунники. Тонкозернистые терригенные осадки, косая слоистость.
Прибрежная литораль (зона приливов и отливов)	Конгломераты, гравелиты, песчаники, ракушечники. Слоистость – пологоволнистая, перекрестная. Органические остатки – обильные: толстостенные раковины и их обломки. Особые признаки – знаки ряби, ходы илоедов, трещины усыхания.
Континентальная, (лагун, лиманов, болот)	Песчаники различной степени сортированности и с разнонаправленной косою слоистостью, алевролиты и глины с примесью и прослоями песчаного материала, известняки оолитовые, гравелиты и конгломераты, уголь, соль, гипсы. Часто красноцветные, бурые, пестроцветные.
Шельфа (сублитораль)	<u>Глубокий (100-200 м)</u> . Породы - обломочные (песчаник, алевролит, аргиллит), органогенные (коралловые рифы), кремнистые отложения, вулканогенно-осадочные – лавы, туфы и туфопесчаники. Фосфоритовые и железо-марганцевые конкреции и глауконит. Слоистость – горизонтальная. Органические остатки – разнообразные и обильные, растительность отсутствует.
	<u>Мелкий (70-100 м)</u> . Аналогичны прибрежной.
Континентального склона (батталь)	<u>Умеренно-глубоководная (200-700 м)</u> . Породы – среди обломочных преобладают глинистые и реже встречаются алевролиты и песчаники. Кремнистые и карбонатные породы, пластовые фосфориты. Слоистость – тонкая, горизонтальная. Органические остатки – редкие радиолярии и фораминиферы.
	<u>Глубоководная (700-3000 м)</u> . Глинистые, кремнистые, известковые породы. Слоистость отсутствует. Органические остатки – редкие радиолярии и фораминиферы.
Абиссальных глубин	Преобладают тонкозернистые осадки – красные глины и кремнистые сланцы. Базальтовые лавы. Характерно отсутствие известняков (глубже 4000 м).

**Палеогеологические карты** – это карты, показывающие геологическое строение территории на одном из этапов ее развития (т.е. для какого-либо времени в прошлом). Обычно палеогеологические карты делаются для эпох тектонических перестроек. Пример такой палеогеологической схемы приведен на рисунке 12.

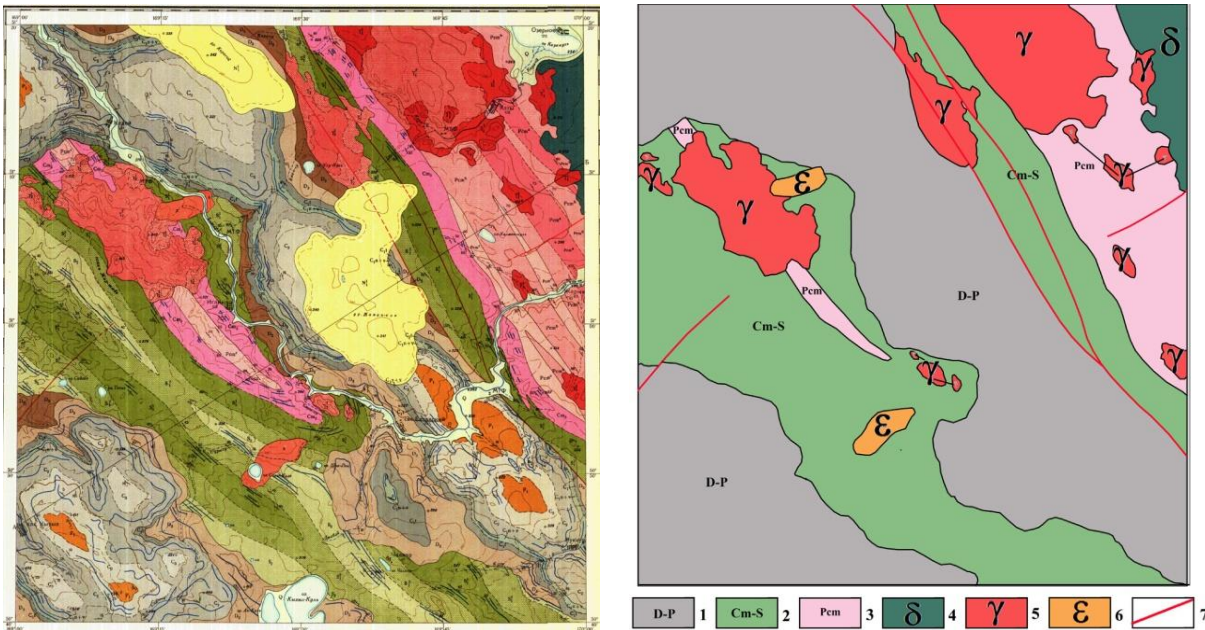


Рисунок 12 – **Исходная геологическая карта (а) и палеогеологическая схема донеогенового времени (б):** 1 – отложения девона-перми, 2 – отложения кембрия-силура, 3 – докембрийские отложения, 4 – долериты, 5 – граниты, 6 – сиениты, 7 - разломы

На ней изображается каким было, по мнению автора, геологическое строение территории в донеогеновое время (см. Рисунок 12б) изображены все геологические образования (в упрощенном виде) которые сформировались до неогенового времени – интрузивные комплексы, складчатые комплексы, разломы. Однако не было современных рек и неогеновых отложений. Также рельеф был плоским горизонтальным.

Другой пример палеореконовструкций – **палеогеологические разрезы**. На рисунке 13 приведен фрагмент геологической карты, на которой изображен участок складчатой зоны.

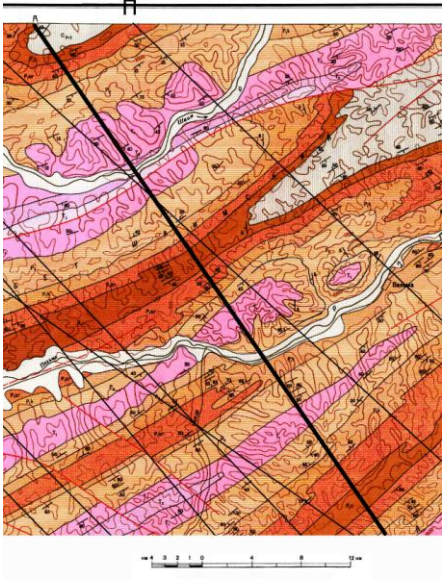


Рисунок 13 – Фрагмент исходной учебной геологической карты № 13 и положение геологического разреза А

На Рисунке 14 показан современный геологический разрез этой территории.

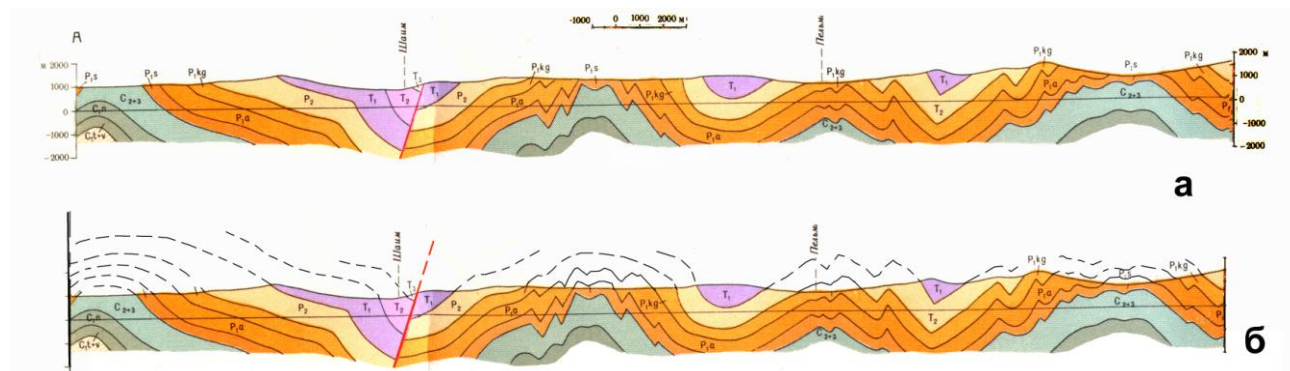


Рисунок 14 – геологический разрез (а) и его реконструкция до образования рельефа (б) (выполнено при участии Бондаревой Л.И.)

При создании палеореконовструкций прежде всего необходимо поместить палеоразрез в ситуацию, когда процессы денудации еще не уничтожили замки гор, образованных антиклинальными складками (рисунок 14 б).

Следующим шагом является определение исходной длины слоев. Сделать это можно разными способами:

- с помощью курвиметра;
- с помощью измерителя с малым раствором между иглами, которым можно «прошагать» измеряемую кривую;
- гибкой «змейкой» (это может быть мягкая тонкая проволока, тонкий шнур и т.д.), которую можно проложить вдоль представительной (встречающейся по всему разрезу) границы.

Отношение исходной длины блока к полученной длине и даст нам коэффициент сокращения разреза. Обычно он колеблется от 1,2 до 1,7. Для построений следует просуммировать длину слоя в отдельных блоках и горизонтальные смещения вдоль сместителей разломов. В результате получим исходную длину палеоразреза.

Третий шаг – определение мощности отложений. Она равна суммарной мощности всех участвующих в разрезе отложений. Если мощность отдельных слоев меняется в различных частях разреза, это необходимо учитывать.



На рисунке 15 приведен реконструированный палеоразрез для послетриасового времени, когда породы еще не были смяты в складки и разбиты разломами.

На рисунке 16 приведен фрагмент геологической карты, на которой изображен участок надвиговой зоны.

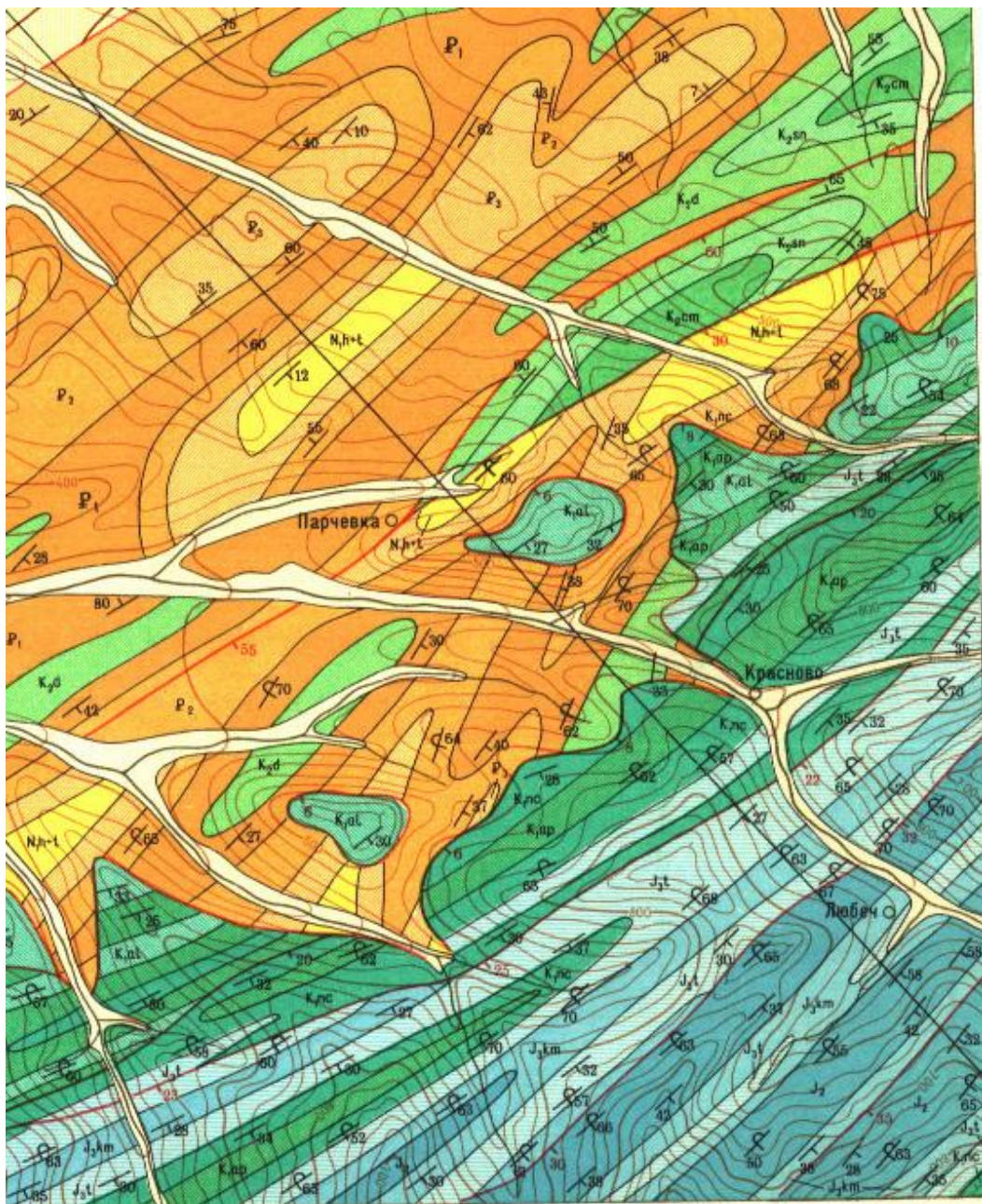


Рисунок – 16. Фрагмент исходной учебной геологической карты № 22 и положение геологического разреза А

На рисунке 17 показан современный геологический разрез этой территории и палеореконструкция на конец миоцена.

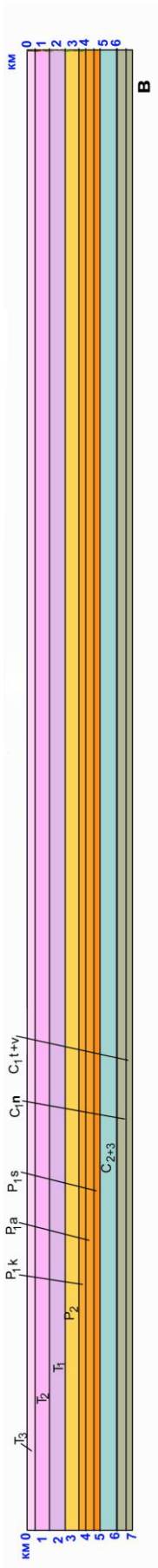


Рисунок - 15.. Схематический палеоразрез для фрагмента территории учебной геологической карты № 13. Составлено при участии Бондаревой Л.И.

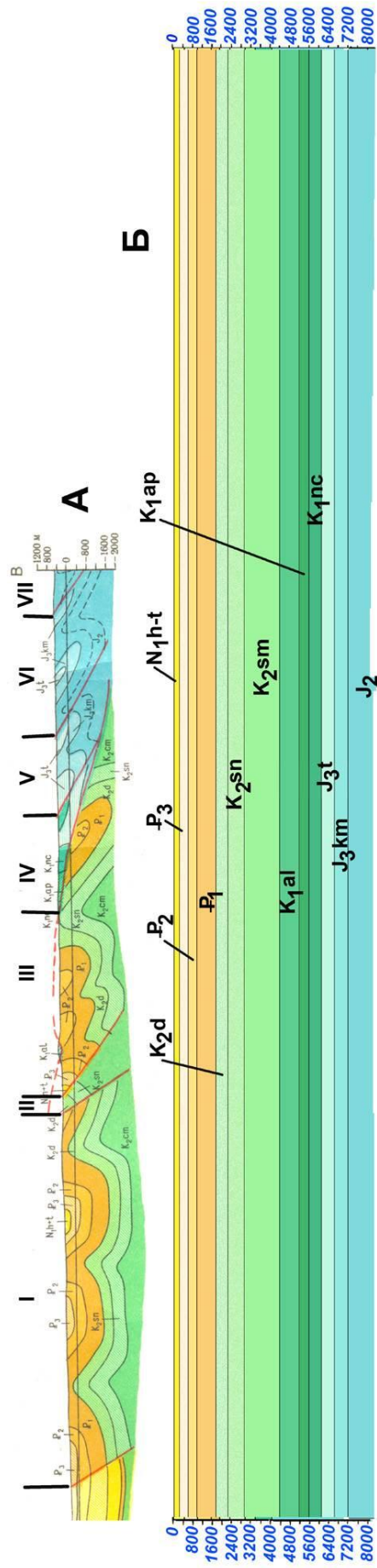


Рисунок 17 – Современный геологический разрез (а) и палеорекострукция (б) на конец миоцена (линия разреза указана на рисунке 14)

При создании палеорекоkonструкций надвиговых зон (т.е. построении геологического разреза таким, каким бы он был до образования надвигов) необходимо исходить из того, что отдельные части разреза деформировались по-разному. Поэтому первым шагом является разделение разреза на блоки – участки, разделенные разломами и по-разному деформированные. В нашем примере разрез разделен на VII блоков (см. рисунок 17а).

Следующие построения такие же, как описанные ранее.

Четвертый шаг – построение разреза горизонтально залегающих слоев и его оформление. Следует помнить, что в данном случае нулем является поверхность осадконакопления – то есть обычно – морское дно. Поэтому для наглядности на Рисунке 13б вертикальная шкала оцифрована синим и числами показаны не абсолютные отметки, а глубины ниже поверхности осадконакопления, которые никакого отношения не имеют к современному уровню моря.

**Палеогеографические кривые.** Еще в 80-е годы XIX века для изучения медленных колебательных движений А.П. Карпинский разработал палеогеографический метод. В основе этого метода лежит представление о том, что перемещение береговой линии моря является результатом колебательных движений земной коры. Для построения палеогеографической кривой на горизонтальной линии, условно соответствующей уровню моря, откладывают отрезки, отвечающие определенным интервалам геологической истории (в данном случае эпохам), а на вертикальной – глубины моря. Зная, на какой глубине накапливаются те или иные отложения, находят точки, соответствующие этим глубинам. Затем эти точки соединяют и получают кривую (см. Рисунок 17а), которая показывает изменение глубины бассейна во времени.

Особыми значками следует отметить эпохи смятия пород в складки, внедрения интрузий и вулканической деятельности.

Величину поднятия континента эта кривая не отражает, так как в настоящее время не существует методов, позволяющих установить эту величину и высоту, на которой накапливались те или иные континентальные фации (Рисунок 18).

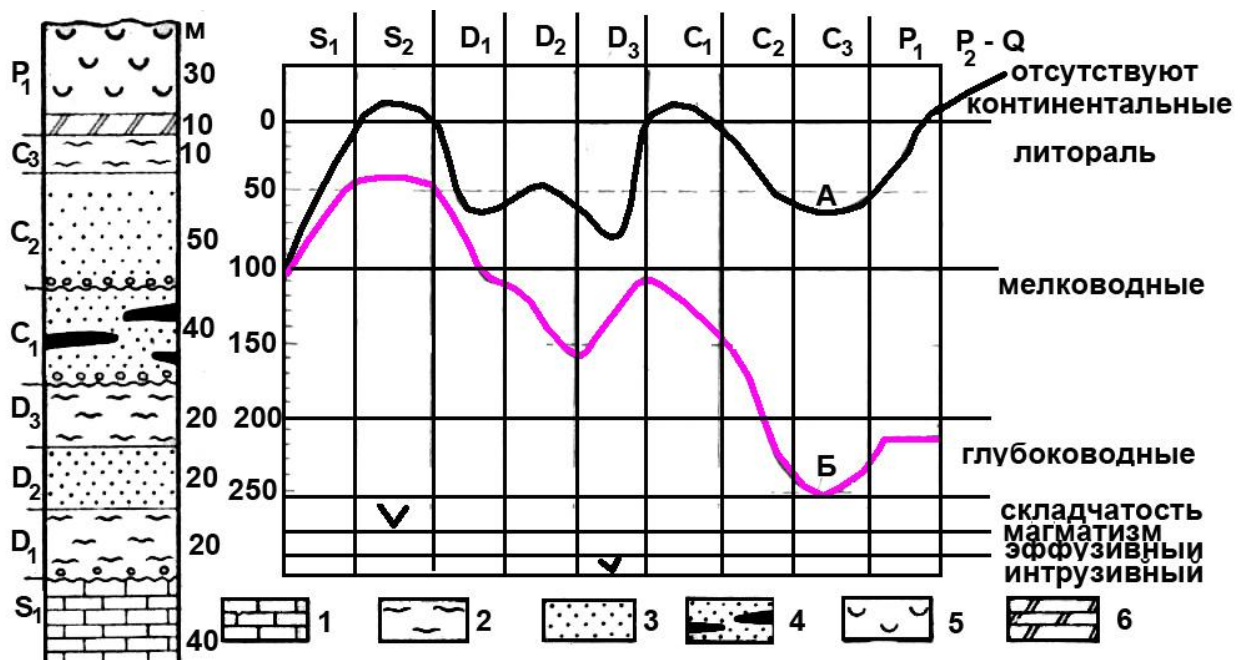


Рисунок 18 - Палеогеографическая кривая (а) и кривая колебаний земной коры (динамическая кривая) (б): 1 – водорослевые известняки; 2 – глины; 3 – пески; 4 – континентальные угленосные отложения; 5 – соли; 6 – мергели.

Палеогеографическая кривая не всегда отражает истинный знак движения. В том случае, если количество накапливающихся осадков компенсирует прогибание, глубина бассейна будет оставаться неизменной, кривая не покажет прогибания. Если же количество приносимого в бассейн материала больше, чем это нужно для компенсации прогибания, бассейн будет становиться все более мелким, и кривая покажет не прогибание, а поднятие морского дна. И, наконец, эта кривая может показать поднятие дна моря тогда, когда дно бассейна остается в стационарном положении, но в бассейн поступает много материала и он постепенно заполняется.

В связи с этим палеогеографическую кривую дополняют кривой колебаний земной коры, или динамической кривой (см. Рисунок 16б), которая строится с учетом мощности осадков. Для ее построения выбирают какую-нибудь опорную поверхность. Удобнее всего за такую поверхность принять подошву нижнего горизонта - в рассматриваемом случае подошву раннесилурийских водорослевых известняков. В момент их накопления глубина дна моря (уровень поверхности осадконакопления) была 100-110 м. В позднем силуре этот участок земной коры был континентом, на котором преобладал размыв. Опорная поверхность в это время находилась на 40 м (мощность известняков) ниже, чем в начале силура. С этого же начинается нижний девон. В начале среднего девона эта поверхность уже была опущена на 110 м ниже

уровня моря (суммарная мощность известняков нижнего силура, глин раннего девона, а также глубина моря, которая определяется по глубине среднедевонских песков (50 м)). В начале позднего девона опорная поверхность была уже опущена на 160 м ниже уровня моря (суммарная мощность накопившихся осадков 80 м плюс глубина моря, на которой накапливались верхнедевонские глины (80 м)). Рассуждая таким же образом дальше, можно построить динамическую кривую, как показано на рисунке 17б), или кривую колебаний земной коры для данного разреза.

Таким образом, изменения палеогеографической обстановки устанавливаются по чередованию разных фаций в разрезе и по границам размыва и стратиграфическим несогласиям, которые обычно указывают на поднятие данного участка земной коры выше уровня моря. Характер колебательных движений выясняется в результате сопоставления палеогеографической кривой и мощностей осадков.

На рисунке 18 видно, что без учета мощности накопившихся отложений можно сделать неправильные выводы о знаке движения: палеогеографическая кривая для девона показывает поднятие, тогда как на самом деле происходило прогибание.

Приводить литолого-стратиграфическую колонку при построении палеогеографической кривой не нужно. На рисунке 17 она представлена, чтобы пояснить сам метод.

Написание главы производится в следующей последовательности.

По литолого-стратиграфической колонке необходимо проанализировать разрез. В нем попытаться выделить отдельные фации и формации, определить условия их формирования.

В случае если у Вас присутствуют несколько структурно-формационных зон, палеогеографические кривые следует построить для каждой из них – лучше на одном чертеже разным цветом. Так удобнее их анализировать.

Если удалось выделить фации и формации, следует надписать их над кривой.

Палеогеографическая кривая позволит обоснованно судить о характере колебательных (эпейрогенических) тектонических движений, выявить этапы тектонической активизации и отвечающие им структурные этажи.

Составить описание истории геологического развития следует, начиная от древних периодов к молодым, по такой же схеме, по какой составлялось описание в главе Стратиграфия. Охарактеризовать палеогеографическую и тектоническую обстановку образования всех представленных на площади картирования толщ. Если возможно, приводятся также соображения о соотношении во времени процессов осадконакопления, складкообразования и разрывов (постседиментационные, конседиментационные).

Если на территории карты представлено несколько структурных этажей, следует указать, как они сформировались – унаследовано (структурные формы верхнего и нижнего этажа одноименные), или инверсионно (к примеру, антиклиналям в нижнем структурном этаже соответствуют синклинали в верхнем структурном этаже).

Начало текста главы может быть примерно следующим:

«Геологическую историю территории карты №\_\_\_ можно проследить со среднекембрийской эпохи, так как самыми древними породами являются известняки среднего отдела кембрийской системы. В это время происходило опускания земной коры и существовал морской бассейн. В позднекембрийскую эпоху бассейн сохранялся, но стал более мелководным и в нем началась вулканическая деятельность, т.к. известняки стали песчанистыми, с прослоями алевролитов и андезитовых лав. Это значит, что начались поднятия земной коры. Они привели к регрессии моря и возникновению суши. Поднятия сопровождалась смятием средне-верхнекембрийских пород в складки, внедрением интрузий кислого состава. Следовательно, был сформирован структурный этаж, отвечающий байкальской складчатости. В течение ордовикского и силурийского периода существовали континентальные условия, и осадки не накапливались. Возобновившееся опускание земной коры привело к новой трансгрессии и возникновению в девонское время мелководного бассейна...».

Заканчивается описание характеристикой современного развития территории:

«В настоящее время территория испытывает тектонические поднятия, эрозионное расчленение. Об этом свидетельствует высокогорный рельеф с глубоко врезанными крутосклонными долинами».

При написании главы, руководствуясь признаками условий осадконакопления, приведенными в Таблице 2 следует также помнить, что:

– Горизонтальное залегание слоев, однородные хорошо сортированные с мелкозернистой текстурой породы характерны для удаленных от берега глубоководных областей. Грубый состав пород, красные, бурые, желтые цвета, косая слоистость, линзовидность характерны для прибрежных условий. Сильная фациальная изменчивость, переслаивание пород разного состава, изменчивость мощностей характерны для динамичных, с подводными течениями бассейнов. Это могут быть и прибрежно-морские, и среднеглубинные бассейны. Глины и хемогенные породы могут свидетельствовать о глубоководных бассейнах, но могут накапливаться и в прибрежных, лагунных условиях, если бассейн закрытый, с малоподвижной водой, а окружающая суша - пенеплен.

– Большая толщина отложений чаще всего свидетельствует о контрастности опускания дна бассейна и восходящих движениях смежной суши, поставляющей материал для осадконакопления. Также на величину мощности влияет продолжительность осадконакопления, климатическая зональность, удаленность от береговой линии. Об амплитуде движений земной коры по мощностям отложений можно судить, лишь сравнивая породы одинакового состава, которые накапливались непрерывно в течение равных промежутков времени.

– Несогласное залегание может быть вызвано как поднятиями земной коры, так и континентальным перерывом в осадконакоплении, а также с размывом отложений в морском бассейне подводными течениями. Для точного решения вопроса о происхождении несогласия в каждом случае надо проводить комплексный палеотектонический и палеогеографический анализ. В общем случае можно принять, что угловые несогласия между структурными этажами связаны с интенсивными поднятиями земной коры, регрессией морского бассейна и возникновением континентального режима (суши). Точным признаком континентального развития могут быть коры выветривания, но они, как правило, не сохраняются при последующих трансгрессиях. Если наблюдается

параллельное, или географическое несогласие и из стратиграфического разреза выпадают ярусы и свиты, то лучше писать о размыве отложений, обмелении моря в условиях сохранявшегося водного бассейна.

Завершают главу краткими выводами о времени основных эпох складкообразования и становления крупных интрузивных массивов, общей направленности геологических процессов.

Объем главы 5-10 страниц.

### **Полезные ископаемые**

В главе характеризуются различные полезные ископаемые, закартированные на площади карты и делается прогноз на возможность обнаружения полезных ископаемых. При этом следует руководствоваться **поисковыми критериями. Поисковые критерии (предпосылки)** это совокупность геологических данных, определяющих возможность обнаружения тех, или иных скоплений полезных ископаемых

**По составу** все полезные ископаемые разделяют на три группы: 1 - металлы, 2 – неметаллы и 3 - горючие. К металлическим (рудным) полезным ископаемым относят те, которые требуют дальнейшей переработки (передела), например плавления. Неметаллические – это те, которые применяются непосредственно – асбест, драгоценные камни, графит, строительные материалы. Горючие – нефть, газ, уголь, торф, горючие сланцы. В таком порядке необходимо описывать возможность нахождения на территории полезных ископаемых. Описание предполагаемых полезных ископаемых внутри перечисленных групп делается в перечисленном ниже порядке.

**1 группа – металлы.** Минералы железа (черных), цветных, редких, радиоактивных, редкоземельных элементов.

**2 группа – неметаллы.** Различные соли (галогениды), пьезооптическое сырье (пьезокварц, флюорит, исландский шпат), огнеупорные материалы (слюды, асбест, полевые шпаты), строительные материалы (глина, песок), драгоценные, поделочные камни, минеральные воды и др.

**3 группа - горючие** - нефть, газ, торф, уголь, горючие сланцы.

Связь месторождений с геологическим строением определяется их генезисом.



Металлические и неметаллические полезные ископаемые по происхождению могут быть эндогенными (глубинными) и гипергенными (поверхностными). Эндогенные руды делятся на магматические, вулканические, гидротермальные, контактово-метасоматические, метаморфические. Типы горных пород, перспективных для поисков определенных полезных ископаемых приведены в Таблице 2.

Таблица 2 – Ассоциации химических элементов и минералов (полезных компонентов) с горными породами (петрографические критерии прогноза)

Типы горных пород	Ассоциации элементов и минералов (полезных компонентов)
<b>Эндогенные</b>	
Ультраосновные	Хром, хризолит, платина и другие металлы группы платины, алмазы (в кимберлитах), хризотил-асбест, тальк
Основные	Титан, ванадий, железо, медь, никель, кобальт, платина, палладий
Щелочные	Благородные металлы – иридий, титан, ниобий, тантал, торий
Кислые	Вольфрам, олово, молибден, литий, фтор, бор, иногда – бериллий, ниобий, тантал, цезий, железо, иногда вольфрам, молибден, медь
Гидротермальные жильные вулканические и метасоматические образования, связанные с кислыми интрузивными породами	Золото, железо, сера, мышьяк, цинк, свинец, серебро, иногда – медь, кадмий, германий, висмут, кобальт, никель, уран, мышьяк, сурьма, барий, фтор, ртуть
<b>Гипергенные</b>	
Коры выветривания	Железо, марганец – железные и марганцевые шляпы над породами, обогащенными железом и марганцем, алюминий, глины, бокситы, никель, кобальт, магний – в коре выветриваний ультраосновных пород
Осадочные образования в морских и озерных бассейнах	Железо, марганец – в железо-марганцевых конкрециях, фосфориты, известняк, глина, песок, уголь, торф, горючие сланцы
Соленосные отложения в усыхающих озерах и лагунах	Поваренная соль, мирабилит, гипс, бишофит, сода, сильвин, карналлит, бораты
Метаморфические	Графит, корунд, гранаты, железистые кварциты, слюды, кианит

Для поисков эндогенных руд перспективными являются показанные на карте интрузии и особенно их контакты с вмещающими породами и пересечения с разломами. Самые благоприятные контакты – кислых пород с карбонатными породами (скарны), а также контакты контрастных по составу магматических пород (основных с кислыми). Также перспективны древние вулканы, метаморфические породы, зоны разломов. Последние представляют собой пути поступления глубинных растворов в зоны концентрации гидротермальных и метасоматических образований.

Гипергенные полезные ископаемые делятся на осадочные и коры выветривания. К осадочным полезным ископаемым относятся россыпи, железомарганцевые образования, хлоридные и сульфатные соли, сера, строительные материалы (известняк, глина, песок), фосфориты, торф, уголь и др. При определении перспективности площади карты для поисков полезных ископаемых данного типа изучают породы в литолого-стратиграфической колонке, их распространение по площади карты и делают соответствующие выводы. Кобы выветривания и связанные с ними полезные ископаемые (бурый железняк, бокситы, каолинит, бирюза, россыпи) формируются в результате длительного континентального развития и выветривания. Поэтому коры выветривания приурочены к поверхностям несогласий между структурными этажами и ярусами. В литолого-стратиграфической колонке коры выветривания могут не отражаться. При наличии на исследуемой территории несогласий следует оттенить их стратиграфическое положение и выходы на поверхность, обозначив как перспективные зоны для поисков полезных ископаемых коры выветривания.

Скопления **нефти и газа** связаны с осадочными породами. Для образования залежей углеводородов необходимы следующие условия:

1. устойчивые прогибания и накопление значительных мощностей горных пород.

2. Наличие в разрезе нефтематеринских горных пород (пород, обогащенных органическим веществом).

3. Наличие в разрезе природных резервуаров – такого сочетания пород-коллекторов по которым флюиды (нефть, газ, вода) могут перемещаться (мигрировать) и в которых они могут накапливаться - то есть пород с высокой пористостью и проницаемостью (как правило, это обломочные породы, а также



полезных ископаемых, месторождения которых можно предполагать на территории карты по прогнозным критериям. Пример такой схемы приведен на рисунке 20.

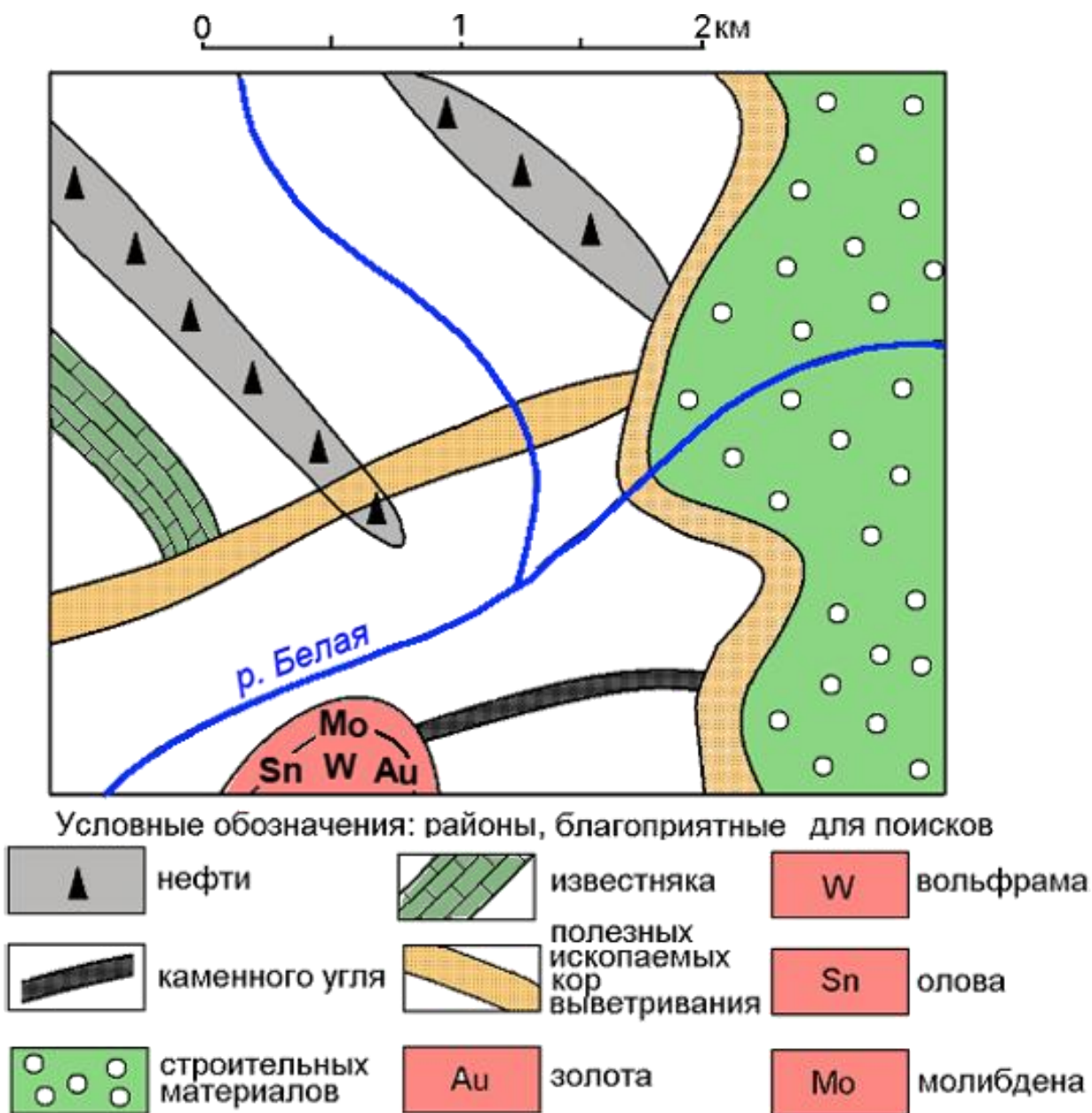
Если сумеете – укажите какие виды работ и на каких участках территории карты следует провести для поисков полезных ископаемых. Пользуйтесь учебником [Милосердова Л.В. 2014], глава 14.2.3 (электронный вариант

Таблица 3. Фации, благоприятные для формирования залежей нефти и газа

<b>Название фации</b>	<b>Возможность образования нефтематеринских пород</b>	<b>Образование коллекторов и покрышек</b>
<b>Морские</b>		
<b>Абиссальная (глубже 2 км)</b>	Не благоприятны для накопления органического вещества.	Покрышки высокого качества
<b>Батиальная (200-м - 2 км)</b>	Не благоприятны для накопления органического вещества.	Покрышки высокого качества
<b>Шельфовые</b>		
<b>Умеренно-глубоководная (глубокий шельф - 100-200м)</b>	Наиболее благоприятны для накопления органического вещества.	Мощные толщи формируют коллекторы, покрышки высокого качества
<b>Мелководная (30-100м)</b>	Плохие условия для формирования нефтематеринских пород (из-за преобладания окислительной геохимической обстановки).	Мощные толщи и рифы формируют коллекторы, покрышки невысокого качества
<b>Прибрежная (литоральная - мельче 30 м)</b>	Отсутствие нефтематеринских пород (из-за преобладания окислительной обстановки).	Мощные толщи коллекторов, покрышки отсутствуют
<b>Береговая</b>	Отсутствие нефтематеринских пород (из-за преобладания окислительной обстановки).	Имеются коллекторы, покрышки отсутствуют
<b>Переходные от континентальных к морским</b>		
<b>Лагун, лиманов и эстуариев</b>	Благоприятны для формирования газоматеринских. иногда - нефтематеринских отложений	Коллекторы низкого и среднего качества, эвапоритовые* покрышки
<b>Дельт</b>	Весьма благоприятные.	Изменчивые коллекторы и покрышки
<b>Континентальные</b>		
<b>Элювиальные (коры)</b>	Отсутствуют, возможны вторичные залежи.	Хорошие коллекторские свойства
<b>Аллювиальные</b>	Отсутствуют, возможны вторичные залежи.	Хорошие коллекторские свойства

## СХЕМА ПРОГНОЗА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Масштаб 1:200 000



Автор

Рисунок 20 - Пример схемы прогноза полезных ископаемых

### Заключение

В заключении характеризуется проделанная работа и приводятся выводы по всем главам Объем главы 1 страница.

## **ПОСЛЕСЛОВИЕ**

Вы подготовили курсовой проект. В процессе работы над ним Вы научились читать геологическую карту, создавать из одних карт другие, понимать как связан современный рельеф с геологическим строением. Вы освоили конечную цель любого геологического исследования – прогноз полезных ископаемых. Но до месторождений еще очень долгий путь. Иногда он занимает долгие годы. На основании Вашего прогноза, если, конечно, он благоприятен, производят поисковые работы. Это уже не кабинетная деятельность. Если поиск был успешен и удалось найти полезное ископаемое находку оценивают. Тут уже не обойтись без горных работ. Если в результате оценки находка оказалась «стоящей» и ее можно использовать в промышленности, проводят разведочные работы. Изучают размер, свойства, примеси, количество и качество найденного рудопоявления, или нефтепроявления, или какого-либо другого скопления полезного ископаемого. Теперь оно получает статус месторождения. В среднем по Миру только одно проявление полезного ископаемого из двухсот оказывается промышленным месторождением.

Но в начале пути всегда находится прогноз. Геолог ставит на карте крестик и говорит – искать надо здесь.

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Корсаков А.К. Структурная геология. – М.: КДУ, 2009. – 328 с.
2. Милосердова Л.В., Мацера А.В., Самсонов Ю.В. Структурная геология: Учебник для вузов. - М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. – 540 с.
3. Милосердова Л.В. Структурная геология: учебник и электронный учебный комплекс. – М.: «Издательский дом «Недра», 2014. – 231 с.
4. Объяснительная записка к геологической карте / Милосердова Л.В., Осипов А.В.. – М.: Изд-во «Нефть и газ», 2017.
5. Павлинов В.Н., Соколовский А.К. Структурная геология и геологическое картирование с основами геотектоники. – М.: Недра, 1990. – 318 с.
6. Тевелев Ал. В. Структурная геология и геологическое картирование. Курс лекций. Учебно-методическое пособие. Тверь Изд-во ГЕРС, 2011. – 292 с.

Приложение 1. Задание на курсовой проект

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Факультет Геологии и геофизики нефти и газа

Кафедра Поисков и разведки нефти и газа

**ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

по дисциплине Структурная геология

на тему Геологическое строение и перспективы поисков полезных ископаемых территории учебной геологической карты № \_\_\_\_\_ г.

ДАНО студенту \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество в дательном падеже) (номер группы)

Содержание проекта:

1. Объяснительная записка к геологической карте № \_\_\_\_\_ г.
2. Презентация к объяснительной записке

Исходные данные для выполнения проекта:

1. Милосердова Л.В. Геологическая карта № \_\_\_\_\_

Рекомендуемая литература:

1. Милосердова Л.В. Структурная геология. Учебник и электронный учебный комплекс. М., Недра, 2014
2. Милосердова Л.В., Осипов А.В. Курсовой проект по структурной геологии М, РГУ нефти и газа 2017

Графическая часть:

1. Геологический разрез, орографическая, тектоническая, геоморфологическая, перспектив полезных ископаемых.
2. Палеорекострукции

Руководитель: к.г.-м.н. \_\_\_\_\_  
(уч.степень) (должность) (подпись) (фамилия, имя, отчество)

Задание принял к исполнению: \_\_\_\_\_ студент \_\_\_\_\_  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Факультет Геологии и геофизики нефти и газа

Кафедра Поисков и разведки нефти и газа

Оценка комиссии: \_\_\_\_\_

Рейтинг: \_\_\_\_\_

Подписи членов комиссии:

\_\_\_\_\_  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_  
(дата)

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине Структурная геология

на тему Геологическое строение и перспективы поисков полезных ископаемых территории учебной геологической карты № \_\_\_\_\_ Г.

«К ЗАЩИТЕ»

ВЫПОЛНИЛ:

Студент

группы \_\_\_\_\_

(номер группы)

\_\_\_\_\_  
(должность, ученая степень;  
фамилия, и.о.)

\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

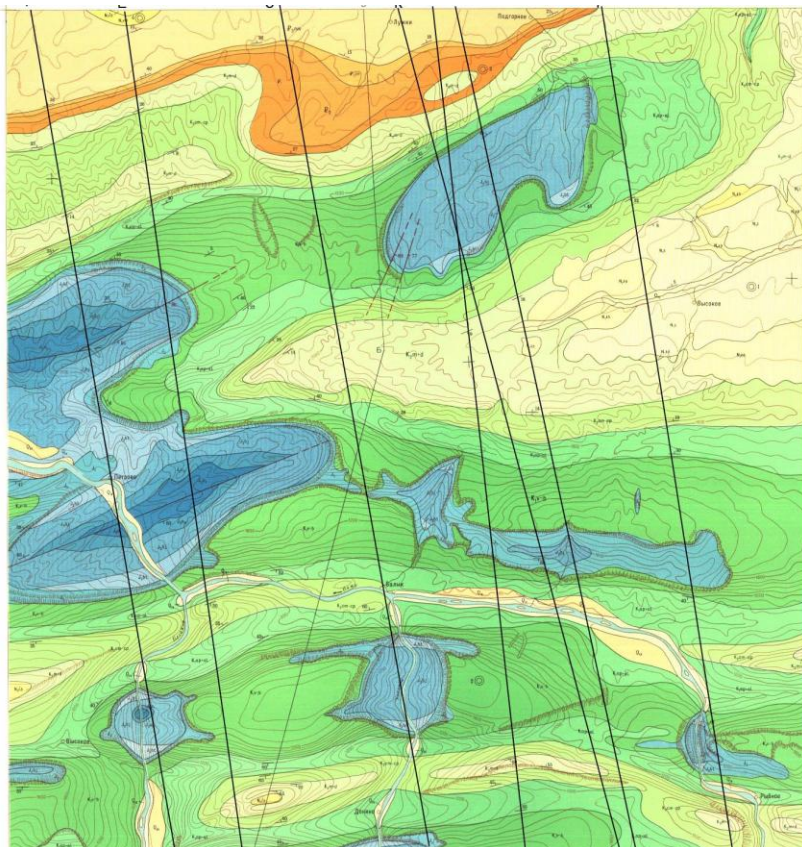
\_\_\_\_\_  
(дата)

\_\_\_\_\_  
(дата)

Москва, 20 \_\_\_\_\_



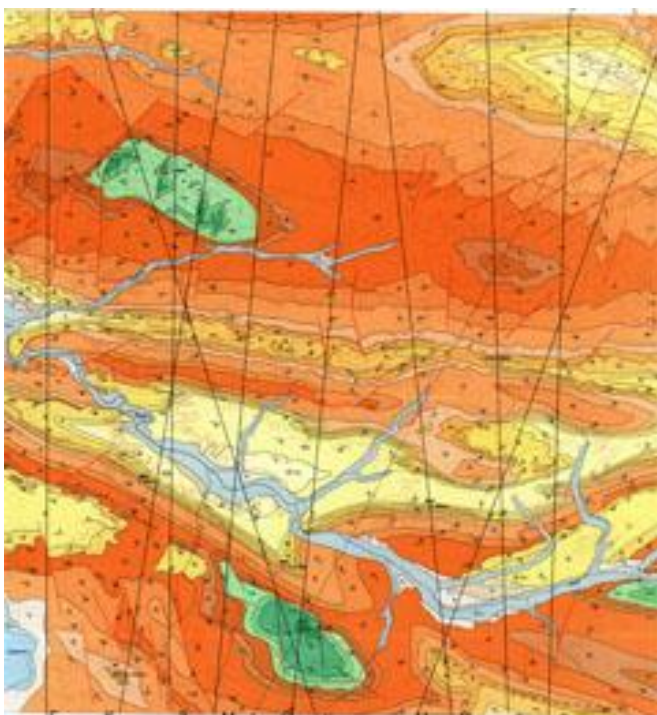
Приложение 3. Замечания и рекомендации к выполнению курсового проекта по отдельным учебным геологическим картам



Карта № 11 1971 года  
При выполнении курсового проекта по этой карте обратите внимание на следующее:

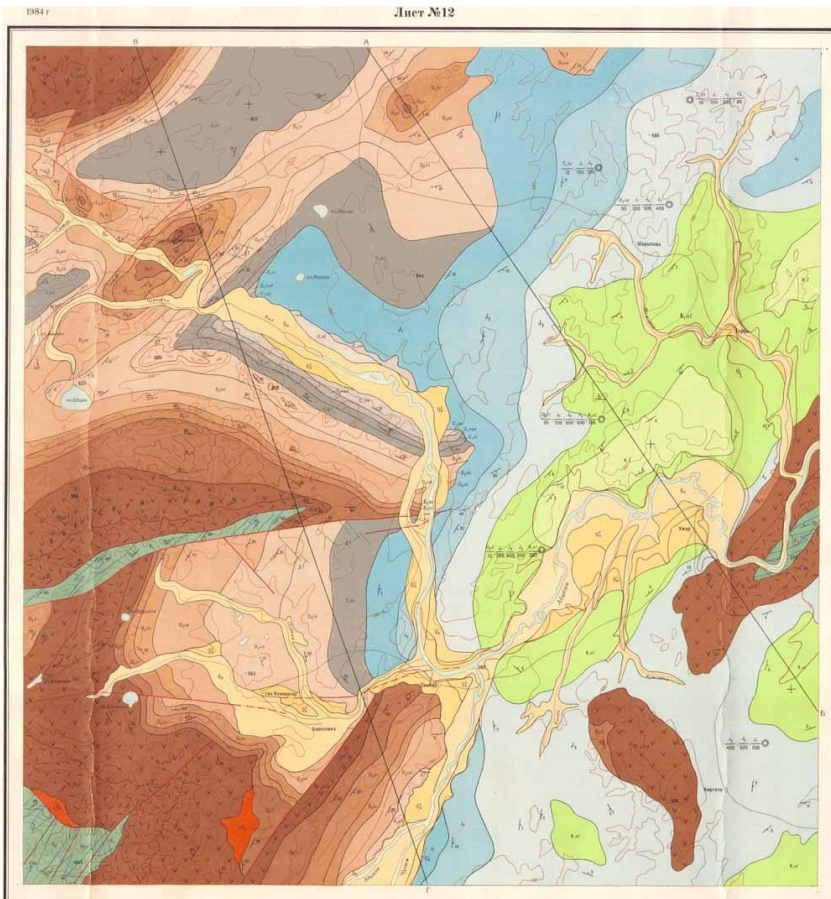
1. При построении геологического разреза и необходимо тщательно построить рельеф.
2. Обратите внимание на возраст складок. Не были ли некоторые из них конседиментационным и в некоторые отрезки времени.
3. Обратите внимание на главу «геоморфология». Здесь много бронирующих поверхностей и различных тектонических форм рельефа.

В главе история геологического развития рекомендуется построить палеоразрез на конец плиоцена

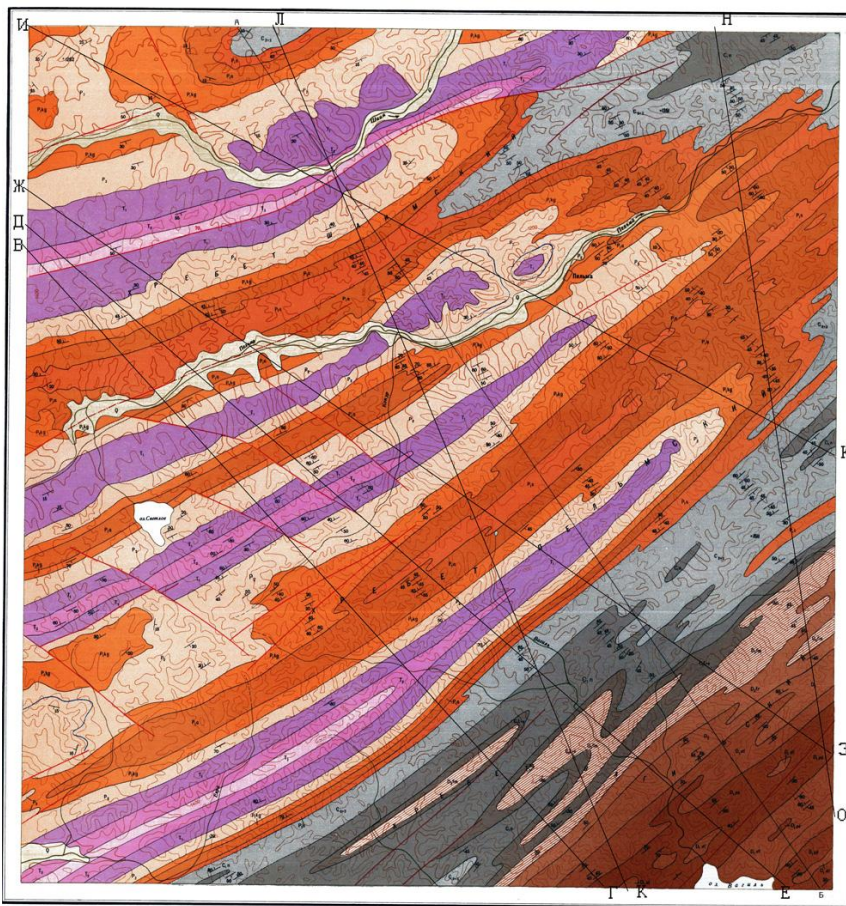


Карта № 12 1971 года  
При выполнении курсового проекта по этой карте обратите внимание на генетический тип складчатости

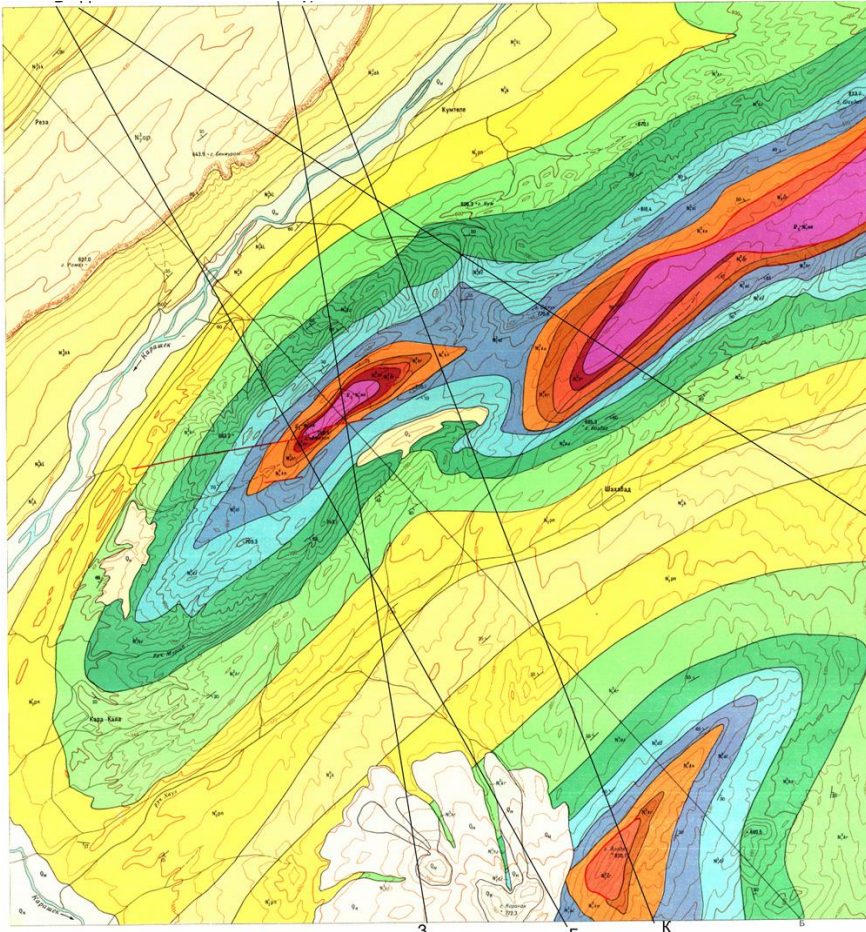
В главе история геологического развития рекомендуется построить палеоразрез на конец плиоцена



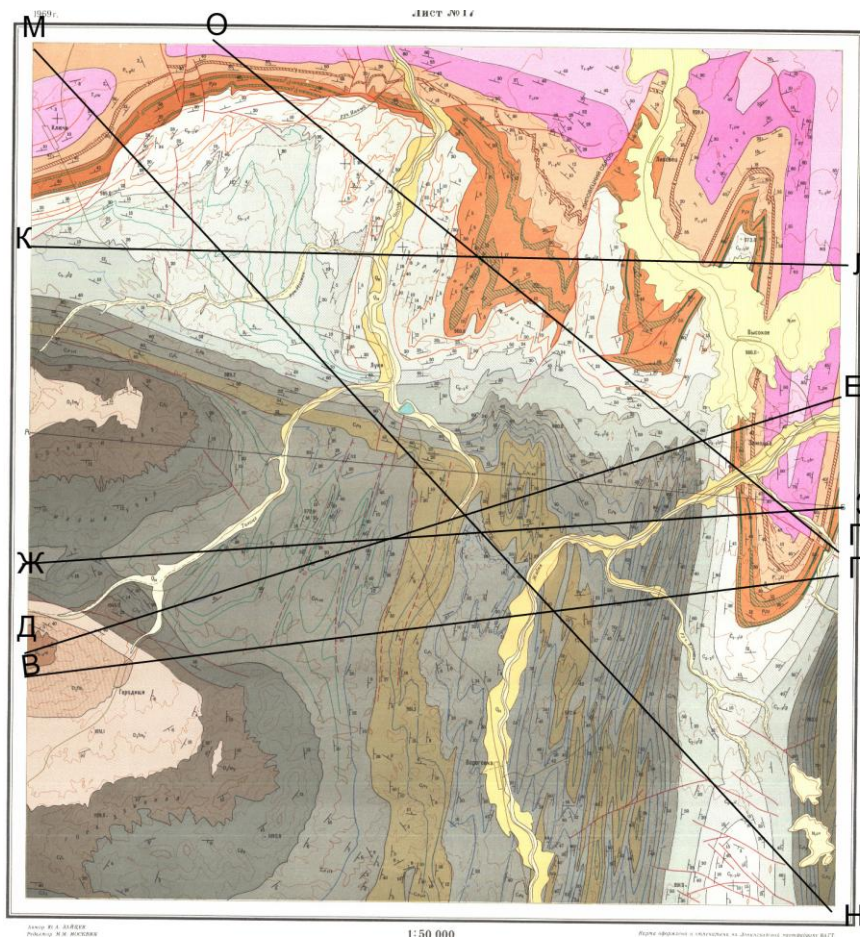
Карта № 12 1984 года  
 При выполнении  
 курсового проекта по этой  
 карте обратите внимание  
 на структурные этажи и  
 подэтажи и  
 кинематические типы  
 складчатости  
 В главе история  
 геологического развития  
 рекомендуется построить  
 палеоразрез на конец  
 триаса



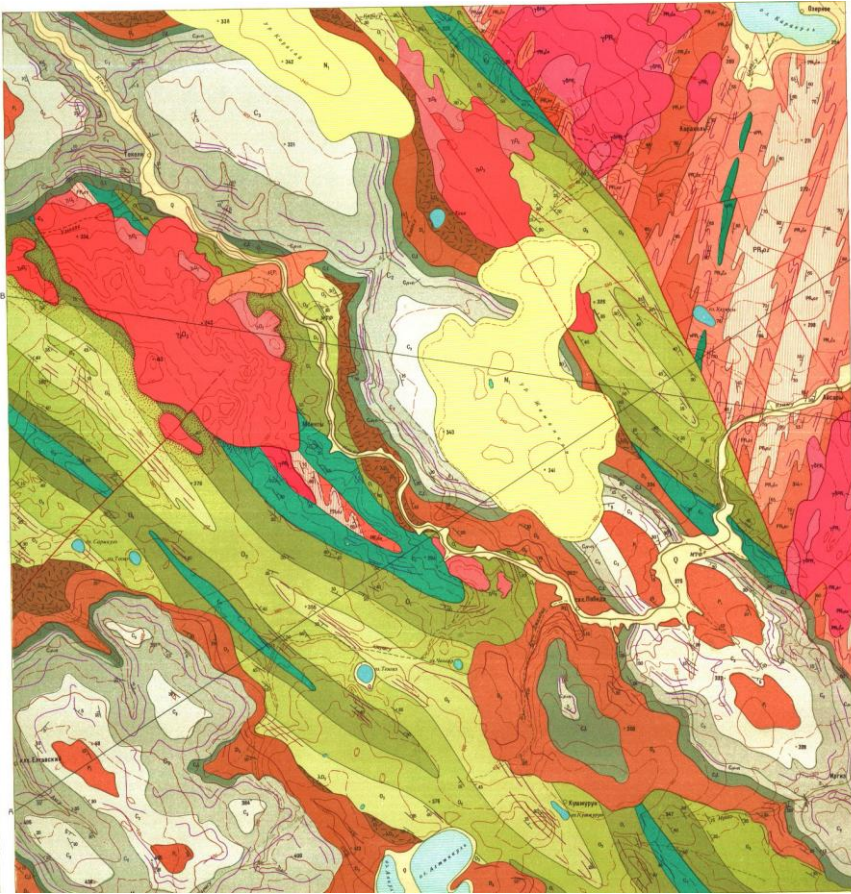
Карта № 13 1984 года, 14  
 1971 года  
 При выполнении  
 курсового проекта по этой  
 карте обратите внимание  
 на генетический вид  
 складчатости  
 В главе история  
 геологического развития  
 рекомендуется построить  
 палеоразрез на начало  
 юры



Карта № 15 1971 года  
 При выполнении курсового проекта по этой карте обратите внимание на генетический вид и возраст складчатости, а также время внедрения глиняных диапиров. В главе история геологического развития рекомендуется построить палеоразрез на конец плиоцена



Карта № 17 1969 года  
 При выполнении курсового проекта по этой карте обратите внимание на ориентировку осей главных нормальных напряжений, сформировавших складки. В главе история геологического развития рекомендуется построить палеоразрез на начало миоцена



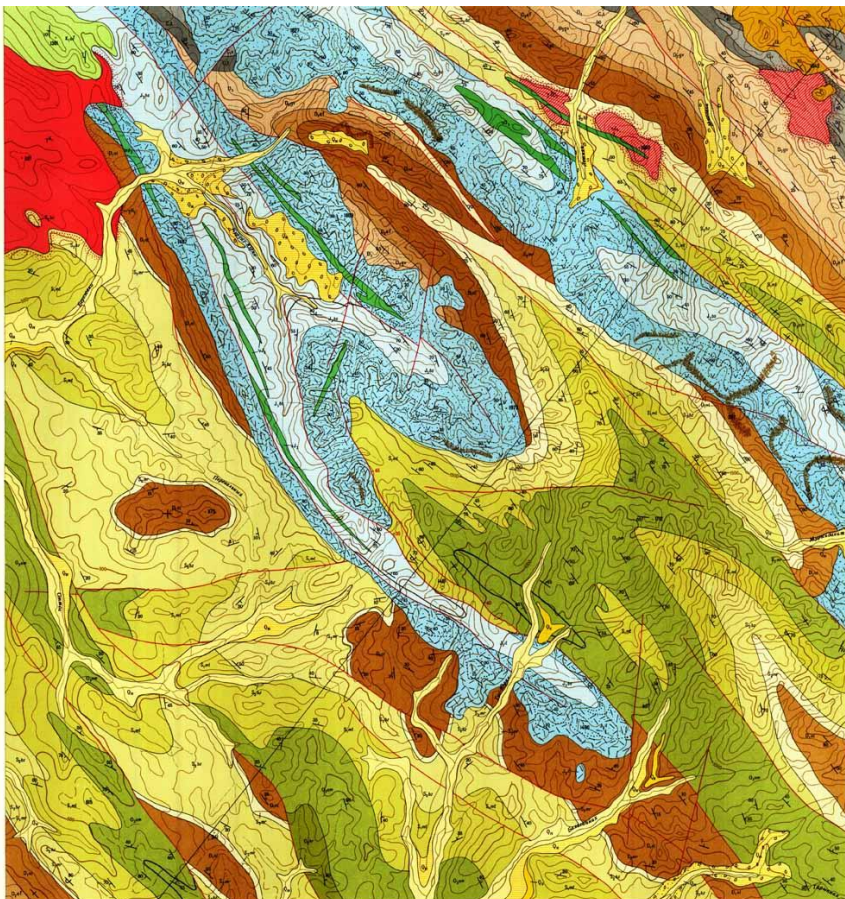
Карта № 18 1969 года, 26  
1969 года  
При выполнении  
курсового проекта по этой  
карте обратите внимание  
на структурные этажи и  
виды складчатости в  
разных этажах.  
В главе история  
геологического развития  
построить  
палеогеологические  
схемы на начало  
триасового периода и  
конец палеогена.



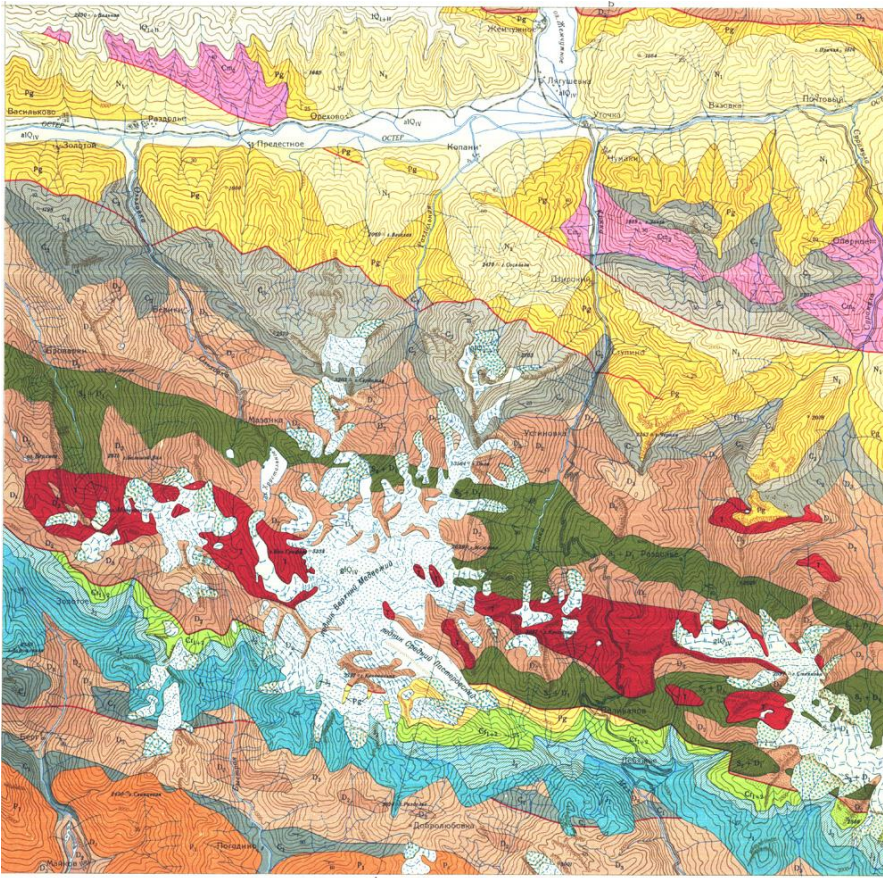
Карта № 18 1984 года, 20  
1969 года  
При выполнении  
курсового проекта по этой  
карте обратите внимание  
на структурные этажи и  
структурно-  
формационные зоны.  
В главе история  
геологического развития  
построить  
палеогеологические  
схемы на начало  
силурийского периода и  
начало мезозоя



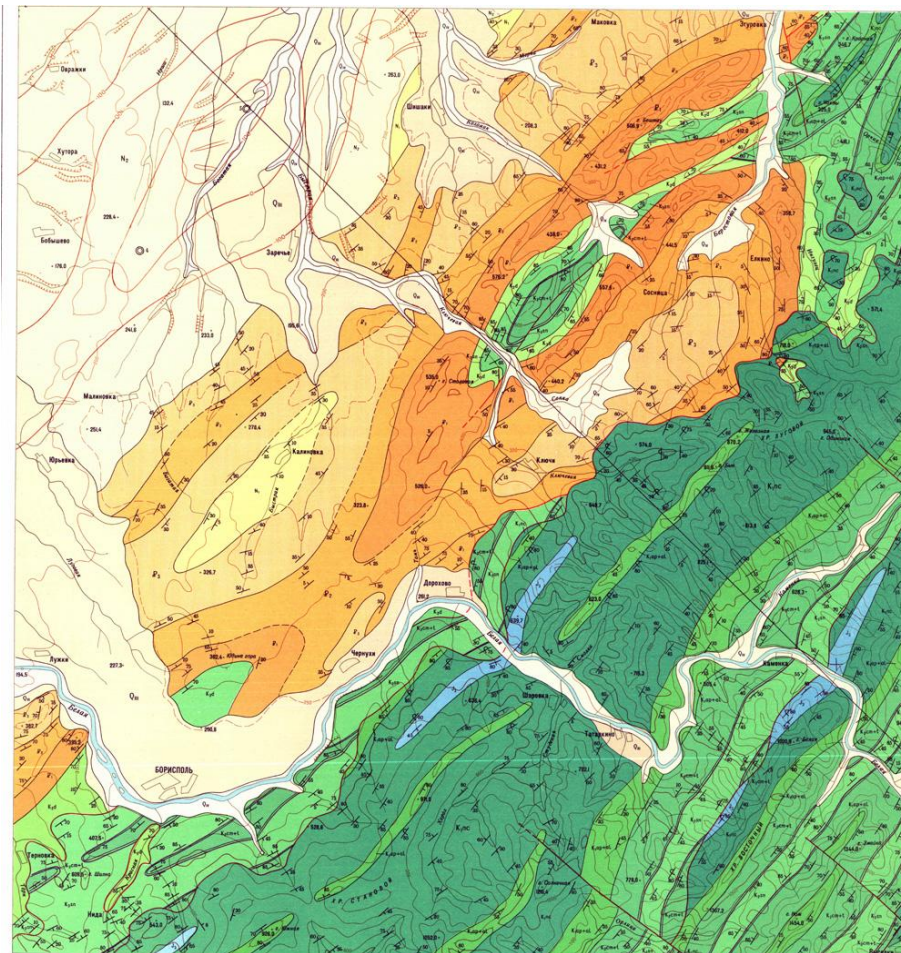
Карта № 19 1971 года  
 При выполнении  
 курсового проекта по этой  
 карте обратите внимание  
 на структурные этажи.  
 В главе история  
 геологического развития  
 построить  
 палеогеологический  
 разрез на начало  
 каменноугольного  
 периода.



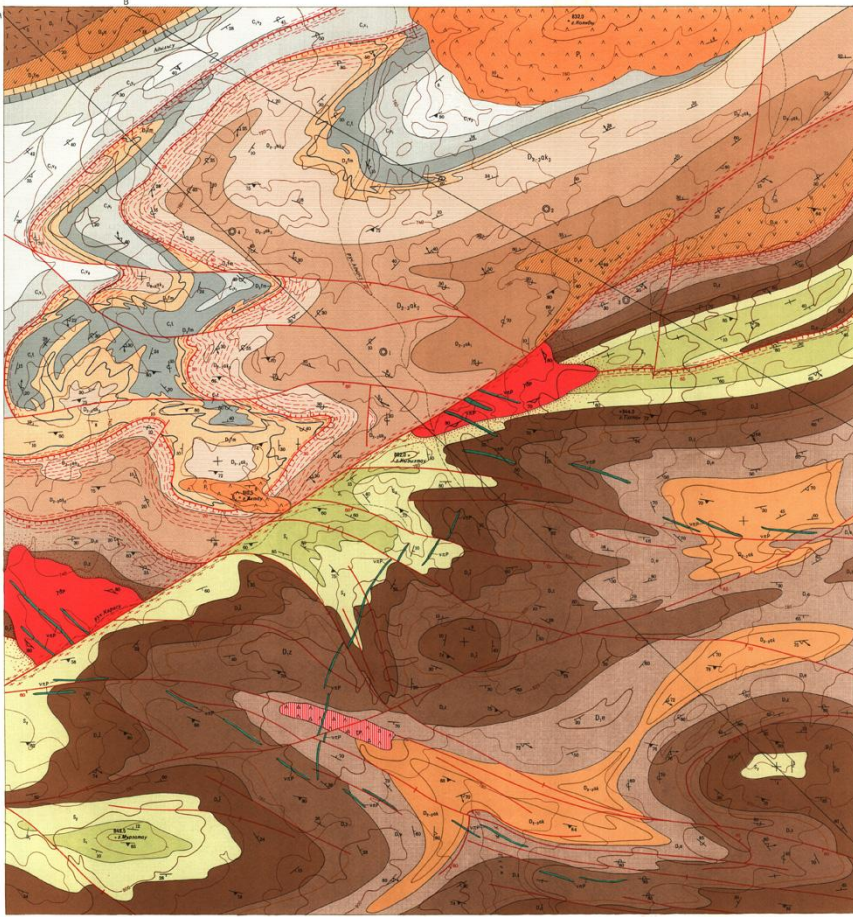
Карта 19 1984 год  
 При выполнении  
 курсового проекта по этой  
 карте обратите внимание  
 на структурные этажи.  
 В главе история  
 геологического развития  
 построить  
 палеогеологическую  
 схему на конец  
 девонского периода



Карта 21 1954 год  
 При построении геологического разреза обязательно строить рельеф.  
 Складчато-надвиговая зона. Несколько чешуй (дуплексы)  
 В главе история геологического развития построить палеогеологическую схему карты на конец палеогенового периода



Карта 22-1970 г.  
 Надвиговая зона.  
 В главе история геологического развития построить схематический палеогеологический разрез автохтона на конец миоцена

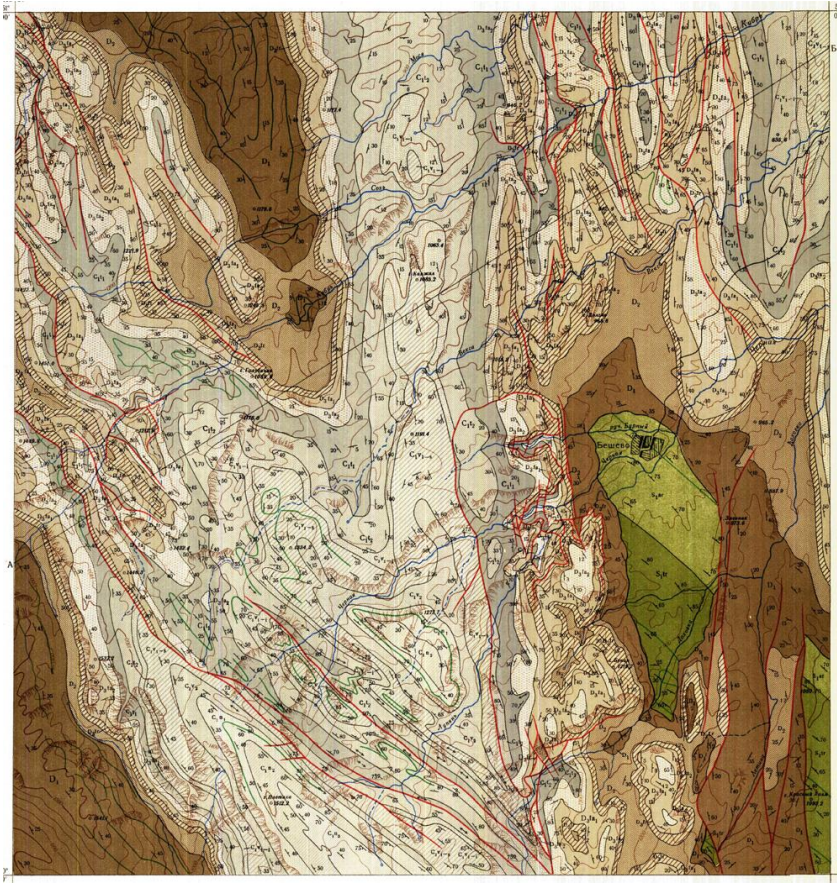


Карта 22-1985 г.  
 Есть надвиги и структурно-формационные зоны, а также не один этап складчатости с пазным направлением усилий. В главе история геологического развития построить схематический палеогеологический разрез на конец карбона

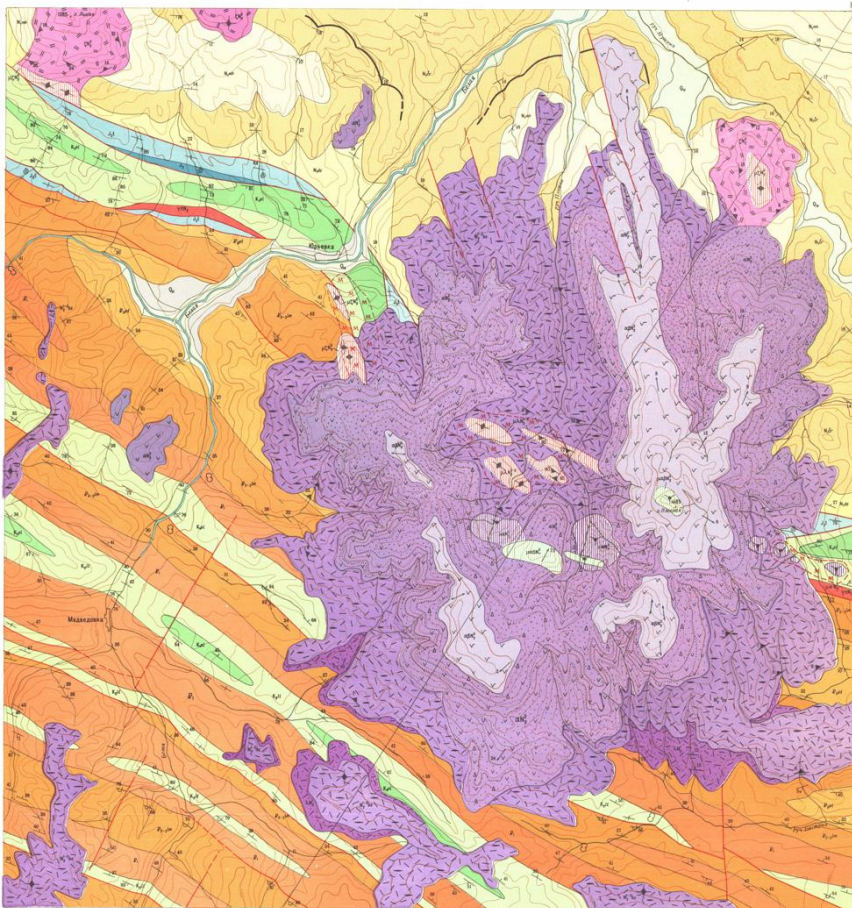
19



Карта 23-1971 г.  
 Надвиговая зона. В главе история геологического развития построить схематический палеогеологический разрез В главе история геологического развития построить **схематический** палеогеологический разрез Ковачской, Неринской и Любечской зон на конец плиоцена

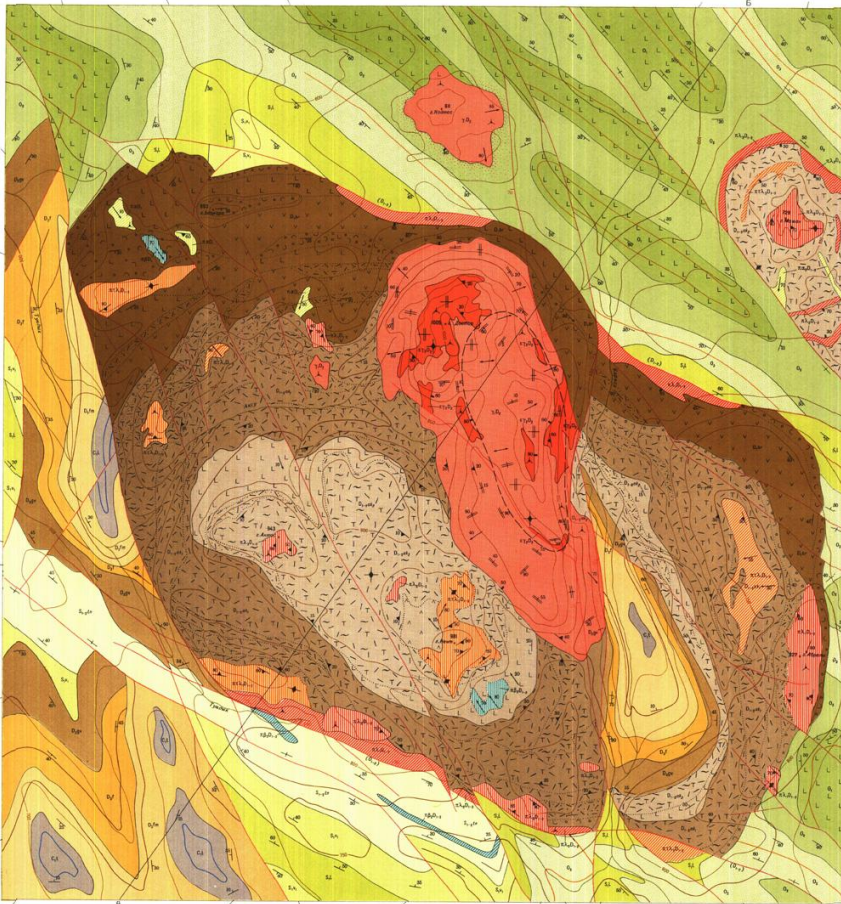


Карта 24 1954 год  
 При выполнении курсового проекта по этой карте обратите внимание на структурные этажи .  
 В главе история геологического развития построить палеогеологическую схему на конец силурийского периода



Карта 24 1969 год  
 При выполнении курсового проекта по этой карте обратите внимание на вулкан и положение его подводящих каналов .  
 В главе история геологического развития построить палеогеологическую схему на конец миоцена





Карта 24 1969 год  
 При выполнении  
 курсового проекта по этой  
 карте обратите внимание  
 на древний вулкан и  
 вулcano-тектоническую  
 депрессию.  
 В главе история  
 геологического развития  
 построить  
 палеогеологическую  
 схему на конец силура



Карта 25 1959 год  
 При выполнении  
 курсового проекта по этой  
 карте обратите внимание  
 на вулкан и кольцевые и  
 конические дайки.  
 В главе история  
 геологического развития  
 построить  
 палеогеологическую  
 схему на конец силура



Карта 28 1984 год  
 При выполнении курсового проекта по этой карте обратите внимание на вулкан и кольцевые и конические дайки. В главе история геологического развития построить палеогеологическую схему на конец мезозоя



Карта 29 1984 год  
 При выполнении курсового проекта по этой карте обратите внимание на структурные этажи и подэтажи, а также этапы складчатости и кинематические виды складок. и ориентировку сил в разные этапы.. В главе история геологического развития построить палеогеологическую схему на конец палеозоя и конец силура