

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы
аспирантуры
профессор А.С. Егоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ГЕОФИЗИКА**

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Область науки:	1. Естественные науки
Группа научных специальностей:	1.6. Науки о Земле и окружающей среде
Научная специальность:	1.6.9. Геофизика
Отрасли науки:	Геолого-минералогические Технические
Форма освоения программы аспирантуры:	Очная
Срок освоения программы аспирантуры:	3 года
Составители:	д.г.-м.н., проф. А.С. Егоров, к.г.-м.н., асс. Н.В. Большакова

Санкт-Петербург

Работа № 1. Изучение геодинамических обстановок границ литосферных плит на основе построения схематизированных разрезов по заданным сечениям на континентальной части Российской Федерации

Задание

1. Изучить особенности глубинных разрезов земной коры и верхней мантии для различных геодинамических обстановок;
2. Построить схематизированные разрезы по сечениям, заданным преподавателем на контурной схеме Мира.
3. Подготовить Пояснительную записку.

Общие сведения

Классификация геодинамических обстановок проводится в соответствии с их положением относительно границ литосферных плит в период их формирования:

1. Внутриплитные структурно-вещественные проявления (СВП):

- Горячие точки и мантийные плюмы;
- Внутриконтинентальные рифты
- Внутриплитные бассейны;
- Пассивные континентальные окраины;

2. СВП дивергентных границ литосферных плит:

- Межконтинентальные рифты,
- Океанические рифты.

3. СВП конвергентных границ литосферных плит:

- Островные дуги;
- Активные континентальные окраины;
- Коллизионные орогены.

4. СВП трансформных границ литосферных плит:

- Зоны региональных сдвигов.

Внутриплитные СВП:

•Горячая точка – изометричная область проявления внутриплитной магматической активности (базальтоидной и щелочно-базальтоидной магмы), обусловленная процессами в верхней мантии;

•Мантийный плюм – изометричная область проявления внутриплитной магматической активности (базальтоидной и щелочно-базальтоидной магмы), обусловленная процессами в нижней мантии вплоть до ядра.

•Внутриконтинентальные рифты – протяженные, опущенные блоки или грабены, заложение которых связывается с растяжением, утонением и разрывом литосферы.

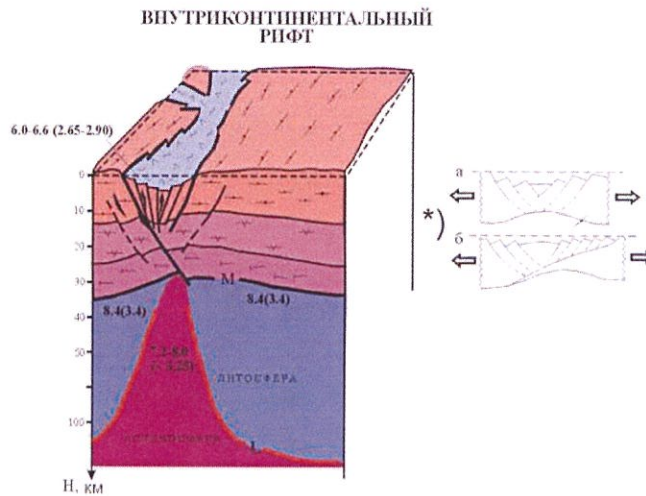
Главные особенности глубинного строения:

■ **рифтовая долина,**

- пологой наклонной зона деструкции литосферы;
- утонение земной коры и литосферы в целом;
- изменение физических параметров подкоровой мантии.

Рифтовая долина: - $L = n1000 \text{ km}$, $W=30-60 \text{ km}$, $H<10-12 \text{ km}$.

Состав: преимущественно молассоидные толщи + щелочные базальтоиды.

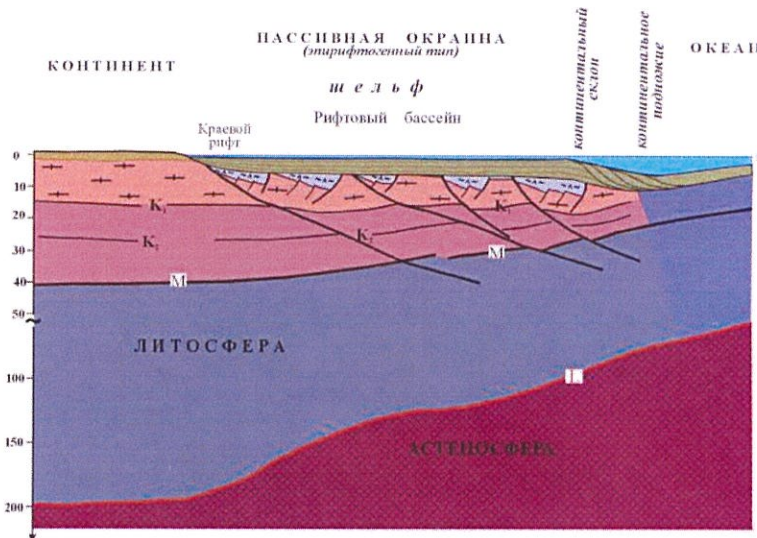


• Пассивные континентальные окраины (ПКО) – формируются в переходной континент-океан зоне.

Эпирифтогенный тип ПКО формируется на стадии раскола суперконтинента:

- формирование грабенов,
- излияние щелочных лав,
- разрыв сплошности и формирование океанических бассейнов.

Главные элементы: шельф, континентальный склон, континентальное подножие.

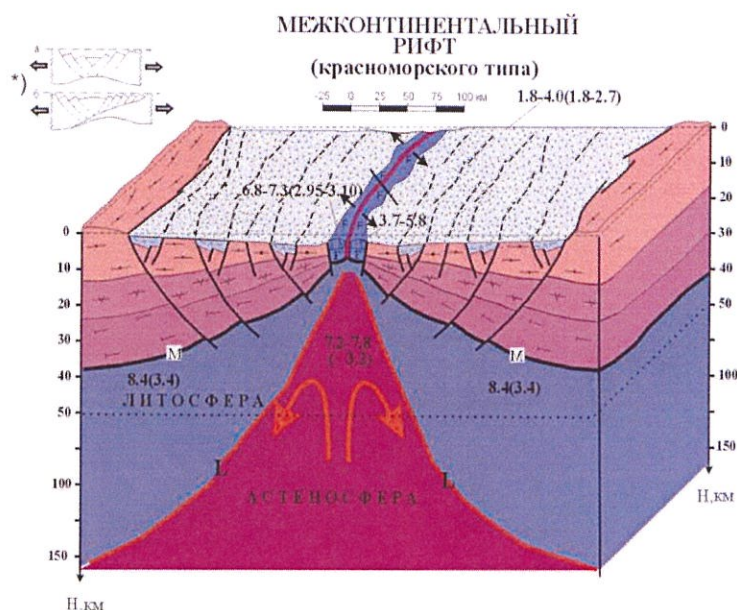


СВП дивергентных границ литосферных плит:

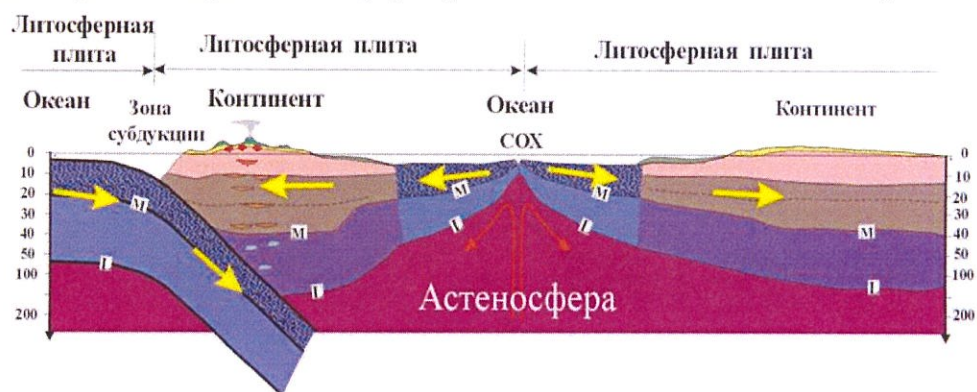
- **Межконтинентальные рифты:** Красное море – тектонотип: $L = 2000$ км, $W < 500$ км;

Осевая часть – океаническая литосфера; периферия – утоненная кора континентального типа.

Модель «чистого сдвига»



- Срединно-океанические рифты (СОХ) – дивергентные границы плит, в пределах которых в результате спрединга происходит формирование новой океанической коры.

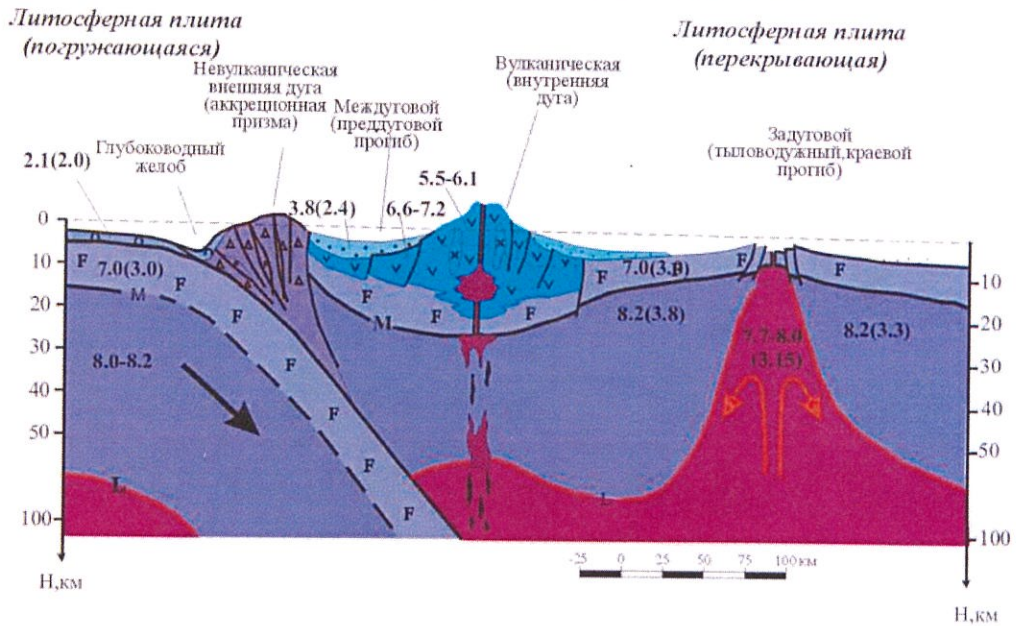


Ширина СОХ- до 1000-2000 км с узкой экстрозивной зоной.

СВП конвергентных границ литосферных плит:

- Островные дуги (ОД).
Полный разрез энсиматической ОД включает:
 - глубоководный желоб;
 - внешнюю дугу (аккреционную призму);
 - междуговой бассейн;
 - вулканическую (внешнюю) дугу;
 - задуговой бассейн.

ЭНСИМАТИЧЕСКАЯ ОСТРОВНАЯ ДУГА

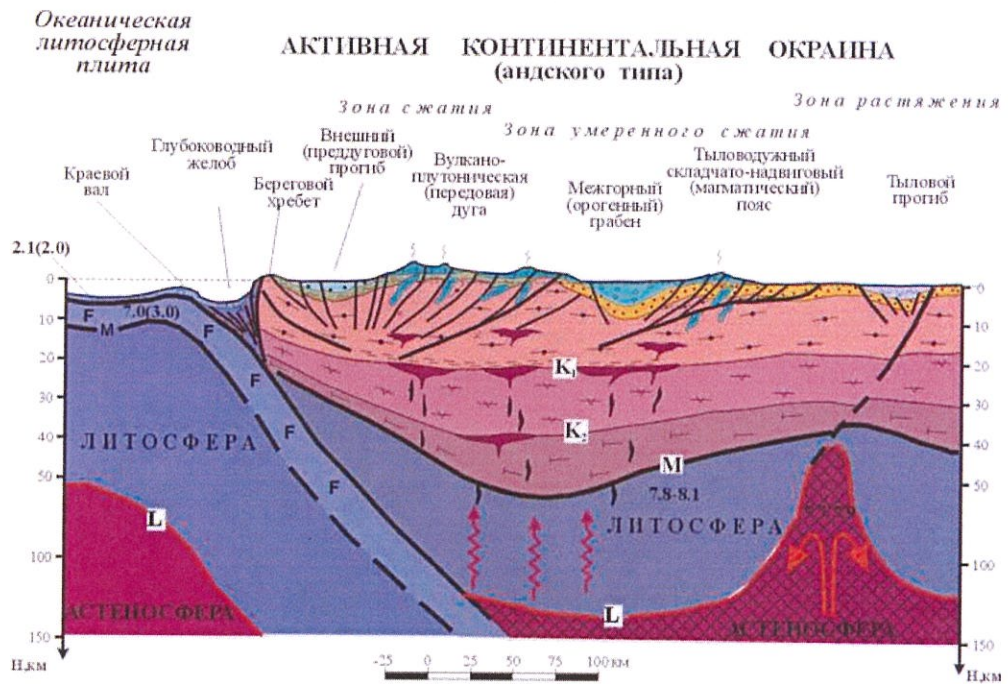


- Активная континентальная окраина

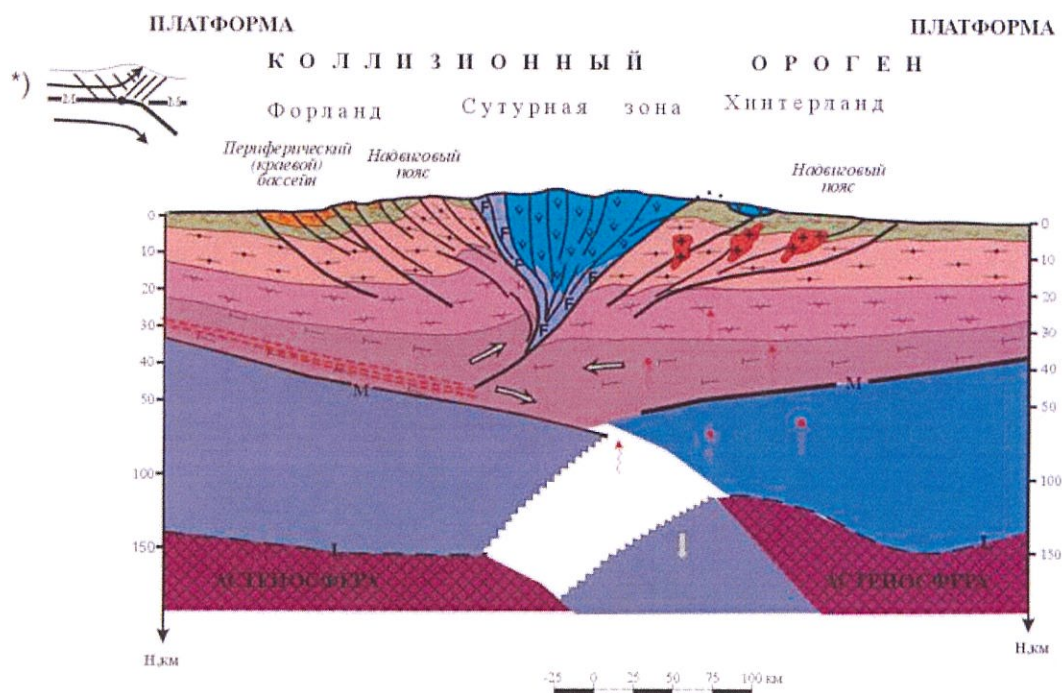
В составе активной окраины андского типа выделяются:

- Глубоководный желоб,
- Береговой хребет,
- Преддуговой прогиб,
- Вулкано-плутоническая дуга,
- Межгорный орогенный грабен,
- Тыловой рифтогенный прогиб.

Континент



- Коллизионные орогены уральского типа включают:
 - Форланд (деформированная окраина погружавшейся плиты):
 - а) складчато-надвиговый пояс,
 - б) краевой бассейн.
 - Сутурная зона (формируется на месте закрывшегося океана)
 - Хинтерланд (деформированная окраина перекрывающей плиты):
 - а) складчато-надвиговый пояс,
 - б) краевой бассейн.
 - Коллизионный рифт:
 - а) рифты складчато-надвиговых поясов,
 - б) рифты типа Рейнского грабена.
 - Остаточные океанические бассейны



Порядок выполнения работы

1. Преподаватель передает исполнителю банк данных схем (фундамента и чехла) с положением интерпретационных сечений, задаваемых по линиям региональных сейсмических профилей ГСЗ или МОВ-ОГТ.
2. Составляется система условных обозначений, включающих обозначения основных вещественных комплексов и типов границ.
3. С использованием обобщенных моделей, представленных в данном задании, по заданному преподавателем сечению составляется схематизированный глубинный разрез.
4. Проводится анализ построенной модели и пишется Пояснительная записка.

Содержание отчета

По результатам работы готовится пояснительная записка, содержащая следующие разделы:

1. Цели и задачи работы.
2. Исходная фактологическая и научно-методическая основа работы;
3. Методика проведения работы и принятая система условных обозначений;
4. Анализ полученных результатов.

Работа № 2. Построение интерпретационных разрезов земной коры в сечениях опорных разрезов ГСЗ, пересекающих складчатые области континентальной части территории РФ

Задание

1. Изучить опыт работ по составлению глубинных разрезов земной коры складчатых областей континентальной части территории РФ с использованием комплекса геофизических данных.
2. Сформировать рабочий банк данных из материалов, предоставленных преподавателем в оболочке программы Corel-Draw.
3. Составить систему условных обозначений глубинному разрезу земной коры.
4. Выполнить комплексную интерпретацию геофизических данных в заданном сечении.
5. Подготовить Пояснительную записку

Порядок выполнения работы

1. Преподаватель указывает исполнителю сечение, расположенное в пределах складчатых областей континентальной части территории РФ, заданное по линиям региональных сейсмических профилей ГСЗ или МОВ-ОГТ.
2. Преподаватель передает исполнителю набор фактических данных вдоль заданного сечения (ГСЗ или МОВ-ОГТ, результаты решения обратной задачи гравитационного и магнитного поля и др.) (Рис. 1).
3. Составляется система условных обозначений, включающих обозначения основных вещественных комплексов и типов границ. Формируется рабочий банк данных из материалов, предоставленных преподавателями в оболочке программы Corel-Draw.
4. С использованием обобщенных моделей, представленных в данном задании, по заданному преподавателем сечению составляется схематизированный глубинный разрез.
4. Проводится анализ построенной модели и пишется Пояснительная записка.

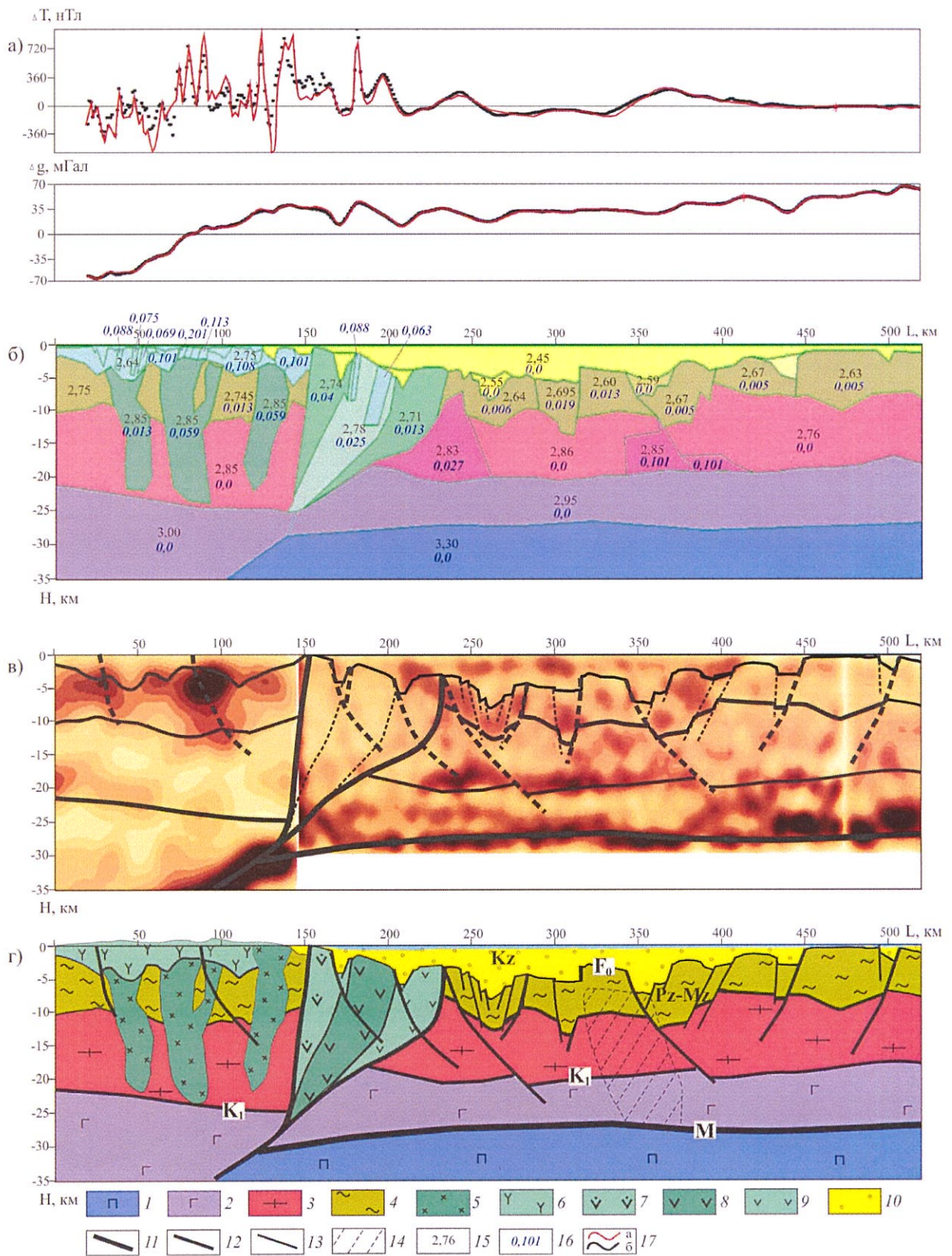


Рис. 1 Геологическая интерпретация комплекса геофизических данных с построением геолого-геофизического разреза вдоль композитного профиля

а – кривые магнитного и гравитационного полей; б – разрез плотности и магнитной восприимчивости горных пород; в – сейсмический разрез МОБ-ОГТ в показателях рефлексивности; г – интерпретационный геолого-геофизический разрез.

1 – литосферная мантия; 2 – нижняя и средняя кора; 3 – верхняя кора; 4 – древние докайнозойские осадки; 5 – интрузивные массивы; 6 – вулканы Охотско-Чукотского вулканического пояса; 7-9 – комплексы сутурной зоны, дифференцированные по плотности (7 – средние значения; 8 – повышенные значения; 9 – пониженные значения); 10 – осадочный кайнозойский чехол; 11 – границы сутурной зоны; 12 – основные глубинные разломы; 13 – второстепенные разломы; 14 – ареал повышенной намагниченности горных пород; 15 – плотность горных пород, г/см³; 16 – магнитная восприимчивость горных пород, ед. СИ; 17 – кривые полей теоретическая (а) и расчетная (б).

Содержание отчета

По результатам работы готовится пояснительная записка, содержащая следующие разделы:

1. Цели и задачи работы.
2. Исходная фактологическая и научно-методическая основа работы;
3. Методика проведения работы и принятая система условных обозначений;
4. Анализ полученных результатов.

Работа № 3. Геологическая и геодинамическая интерпретация комплекса геофизических данных в сечениях опорного разреза МОВ-ОГТ «Уралсейс»

Задание

1. Ознакомиться с тектоническими схемами консолидированного фундамента и платформенного чехла территории РФ. Научиться читать легенду схем и оценивать их содержание.
2. Изучить геохронологическую шкалу, последовательность и временные интервалы главных тектоно-магматических циклов.
3. Познакомиться с принципами построения опорных разрезов земной коры.
4. Познакомиться с принципами построения палеогеографических и палинспастических схем.
5. Построить разрез земной коры по заданному сечению ГСЗ.
6. Построить разрез земной коры по заданному сечению МОВ-ОГТ.
7. Построить обобщенные модели эволюции земной коры Уральской складчатой области.

Общие сведения

Изучение глубинного строения литосферы вдоль разветвленной системы опорных геофизических профилей (геотраверсов) открывает путь к разработке тектонических схем, карт и разрезов нового типа. Основным содержанием этих документов является отображение закономерностей локализации главных структурно-вещественных подразделений

континентальной земной коры и верхней мантии как следствия геодинамических процессов на границах литосферных плит, имевших место в ходе основных тектоно-магматических циклов неогея: байкальского, каледонского, герцинского, киммерийского и альпийского (рис.1).

Стратиграфическая шкала				Врем. интервалы тектонических циклов Бертрама в океанах и подвижных поясах неогея (по В.Е.Ханну)	Тип коры Блоки Межблоковые зоны	Геоструктуры Северной Евразии
Эра	Период	Индекс	Врем. интервал (млн. лет)			
КАЙНОЗОЙ	Неоген-четвертичный	N-Q	24	Альпийский		Кавказская складчатая область (СО) Карякско-Камчатская (СО) Сахалин-Сихотэ-Алиньская (СО)
	Палеоген	P	65			
МЕЗОЗОЙ	Мел	K	142	Киммерийский		Новосибирская СО Верхояно-Колымская СО Колымо-Омолонская СО Амурская СО Байкальская СО (юж. часть)
	Юра	J	206			
	Триас	T	248			
ПАЛЕОЗОЙ	Пермь	P	290	Герцинский		Уральская СО Центрально-Западно-Сибирская СО Скифская плита Таймыро-Североземельская СО
	Карбон	C	354			
	Девон	D	417			
	Силур	S	443	Каледонский		Казахстанская СО Алтае-Саянская СО Байкальская СО (сев. часть)
	Ордовик	O	495			
	Кембрий	Э	545			
ПРОТЕРОЗОЙ	Венд	V	650	Байкальский		Тимано-Печорская СО Енисейская СО Таймырская СО
	Рифей	R	1600	Гренвильский		Баренцевоморская СО Северо-Карская СО Гиперборея
	Ранний протерозой	PR ₁	2500	Карельский		Восточно-Европейская платформа Сибирская платформа
АРХЕЙ	Архей поздний	AR ₂	2800			
	Архей ранний	AR ₁				

Рис.1 Стратиграфическая шкала и тектонические циклы

По территории континентальной части РФ построены две послынные карты: консолидированного фундамента (рис. 2) и платформенного чехла (рис. 3). Толщи, включенные в состав чехла, перекрывают неоднородности консолидированного фундамента. Следует иметь в виду, что в разрезах Западно-Сибирского осадочного бассейна выделяется «промежуточный структурный этаж», подстилающий мезозойский осадочный чехол, но не включенный в состав фундамента: в пределах ареала развития каледонид это осадки С-Р; в пределах байкалид – PZ.

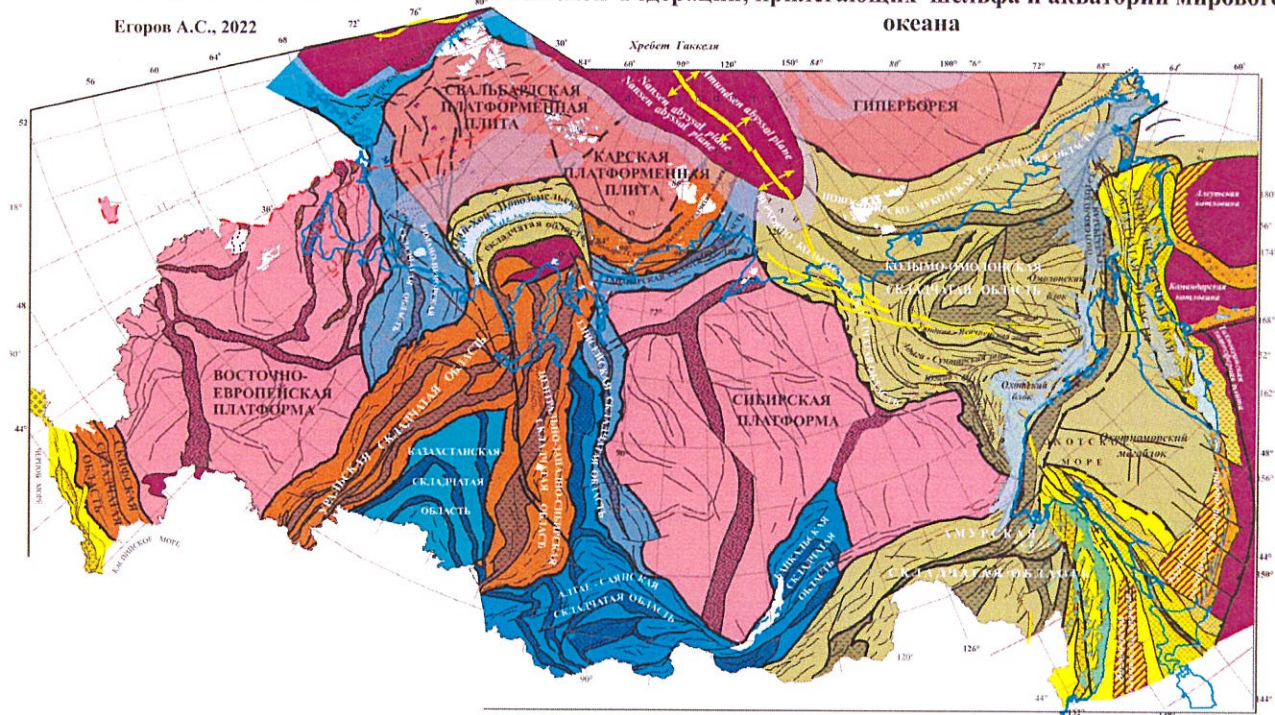


Рис. 2 Тектоническая схема консолидированного фундамента территории РФ, прилегающих шельфа и акваторий Мирового океана

1-3 – древние платформы (1- AR блоки, 2- PR1 сутурные зоны, 3 –PR1 палеорифтогенные зоны); 4 – блоки с гренвильским фундаментом; 5-6 - байкальские складчатые области (4-блоки, 5 – сутурные зоны); 7-8 – каледонские складчатые области (7-блоки, 8- сутурные зоны); 9-10- герцинские складчатые области; 11-12- киммерийские складчатые области (11-блоки, 12-сутурные зоны); 13-14 –альпийские складчатые области (13-блоки, 14-сутурные зоны); 15-16 – активные континентальные окраины (15 – мезозойские, 16 – кайнозойские); 17 – океанические области; 18 – континентальный склон; 19-23 – разрывные нарушения.

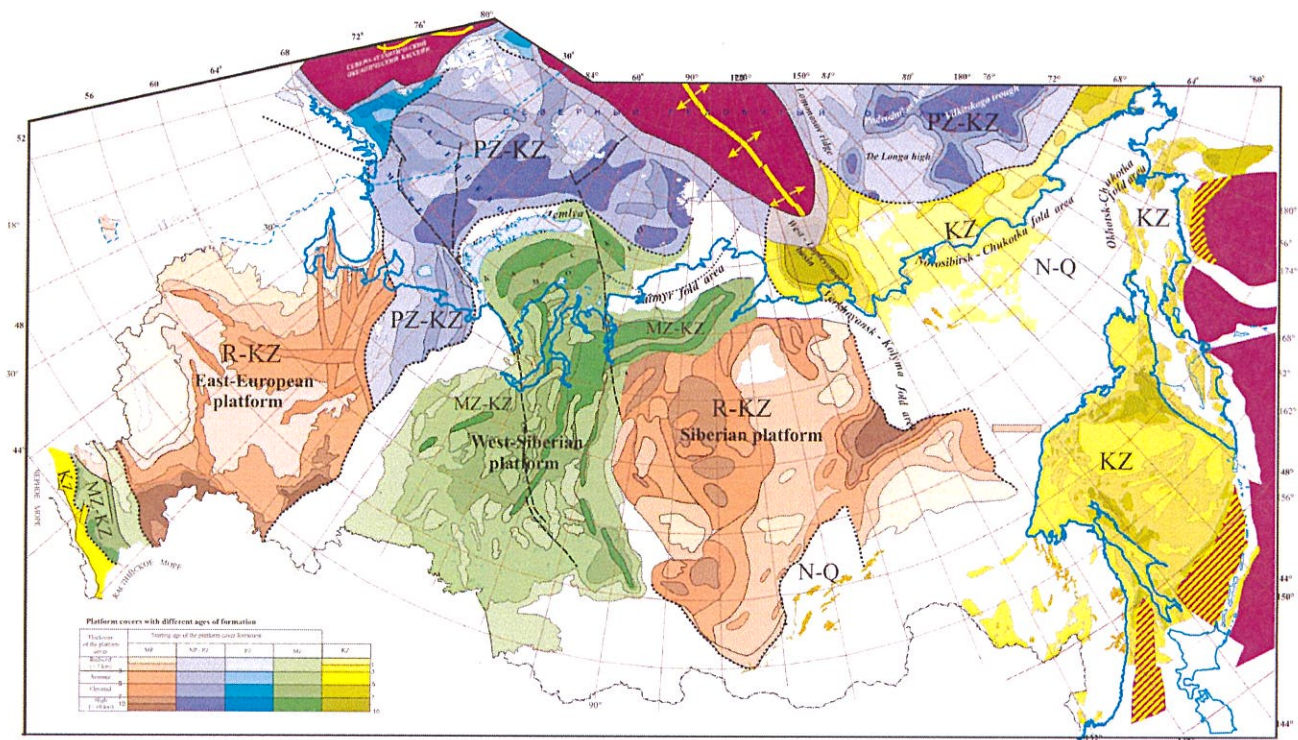


Рис. 3 Осадочные бассейны Евразийского континента и прилегающего шельфа

На рассматриваемой территории выделяются разновозрастные осадочные бассейны:

1. Восточно-Европейская и Сибирская платформы с рифейско-кайнозойским чехлом;
2. Тимано-Печорский, Свальбарда, Северо-Карский осадочные бассейны и бассейн северной части Гипербореи с позднерифейско-кайнозойским чехлом;
3. Западно-Сибирский, Южно-Карский и Хатангский бассейны с мезозойско-кайнозойским осадочным чехлом;
4. Кайнозойские впадины Охотоморского региона, моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей.

Палеорекострукции повышают надежность глубинных геотектонических построений и открывают возможности для оценки пространственных закономерностей локализации и сочленения разновозрастных тектонических структур, изучения геодинамики осадочных бассейнов и др. Латеральные реконструкции часто составляются путем увязки авторских геотектонических построений со значительно более генерализованными реконструкциями, базирующимися на палеомагнитных данных. Палеоразрезы строятся с учетом палеогеографических и палинспастических схем и на основе знания механизмов формирования геодинамических обстановок разных типов.

Пример 1.

История формирования Уральской складчатой области включает следующие этапы (рис. 4):

- Кембрий – заложение Уральского палеоокеана;
- Ордовик – рост океанического бассейна;

- Силур-девон – формирование каледонского Казахстанского палеоконтинента, - заложение ОД вдоль окраин палеоплит;
- Карбон-пермь – формирование Уральской складчатой области на месте закрывающегося океанического бассейна.

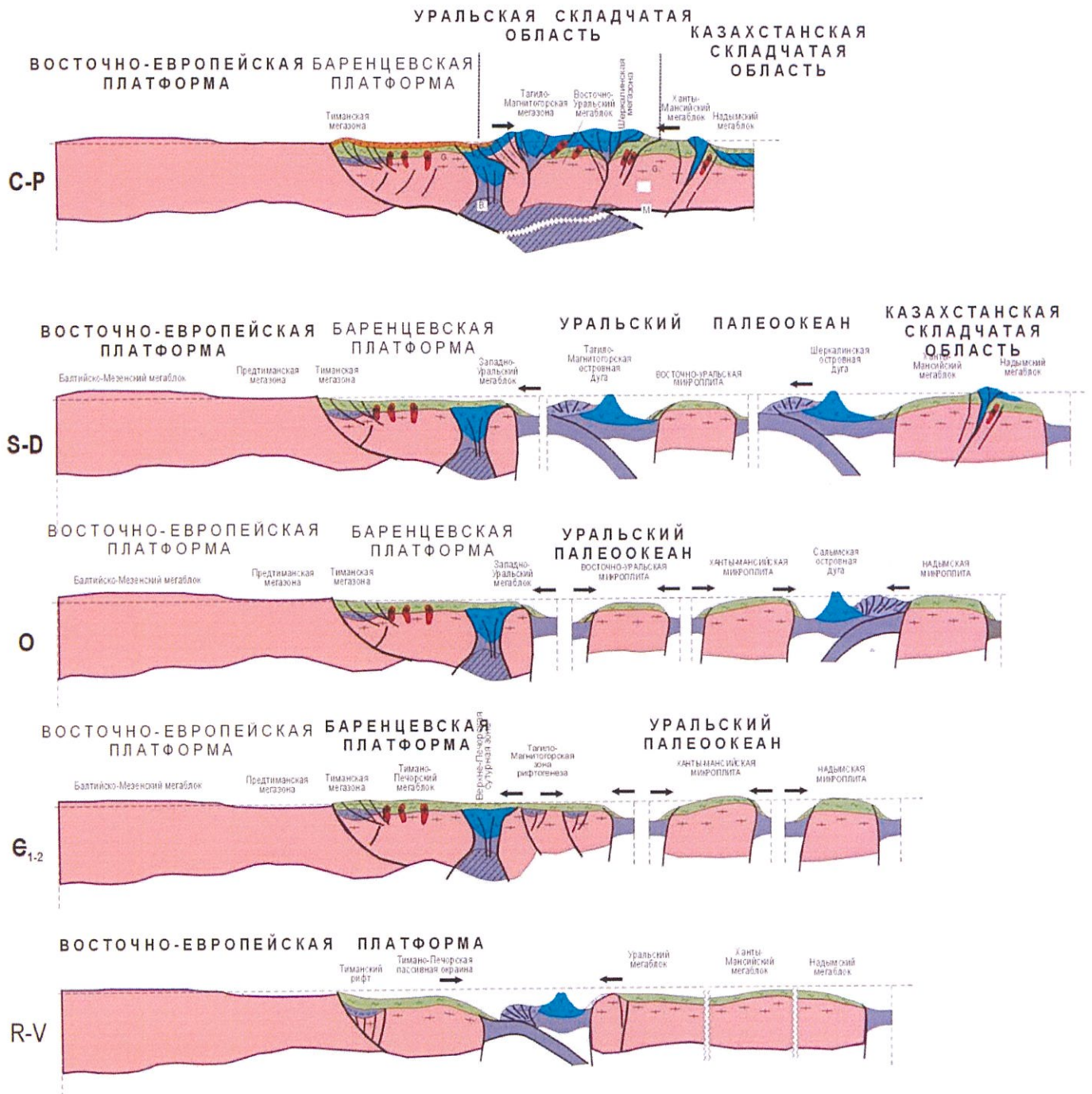


Рис. 4 История формирования Уральской складчатой области

Амурская складчатая область сформирована в ходе последовательных столкновений: в поздней юре – Сибирской, Амурской палеоплит, Нимеленской микроплиты и образования мощного аккреционного клина, сформированного в позднем палеозое – раннем мезозое над зоной погружения Тихоокеанской океанической плиты; в меловой период – окраины, сформированной на предшествовавшем этапе Азиатской палеоплиты с Анюйской микроплитой. Вдоль

позднеюрско-меловой и мел-палеогеновой границ Азиатской палеоплиты развивались активные окраины андского типа, выраженные типоморфной структурно-вещественной зональностью, в том числе развитием вулканоплутонических поясов. Субдукция Тихоокеанской океанической плиты в олигоцене-раннем миоцене под Восточный Сахалин вызвала задуговое растяжение в Татарском проливе, обусловило развитие мощной аккреционной призмы Восточно-Сахалинского бассейна и развитие тыловодужного магматизма.

Порядок выполнения работы:

Работа выполняется в компьютерном классе кафедры геофизики.

Преподаватель передает аспиранту рабочие банки данных по заданным региональным геофизическим профилям, характеризует особенности тектоники площади исследований и их проявления на глубинных разрезах.

На основе этих данных исполнитель должен составить схематизированный разрез земной коры и обосновать палеорекострукции по заданному сечению на основные эпохи палеозойской эволюции региона.

Содержание отчета:

По результатам работы готовится пояснительная записка, содержащая следующие разделы:

1. Цели и задачи работы;
2. Исходная фактологическая и научно-методическая основа работы;
3. Методика проведения работы и принятая система условных обозначений;
4. Анализ полученных результатов.

Работа № 4. Проведение линсаментного анализа карт и схем разного содержания

Задание

1. Ознакомиться с отечественными и зарубежными картами аномального магнитного поля и гравитационного поля. Научиться читать легенду карт, оценивать ее содержание и детальность.
2. Познакомиться с различными видами трансформаций геофизических полей.
 - карты, полученные в результате спектрального разложения и пересчетов в верхнее полупространство,
 - карты в форме искусственного псевдорельефа,
 - карты районирования, рассчитанные с использованием алгоритмов распознавания образов с обучением.
3. Познакомиться с примерами трехмерного геолого-геофизического моделирования по материалам интерпретации потенциальных полей.

4. Выполнить линеamentный анализ разнотипных геофизических карт по фрагменту листа Госгеолкарты-1000.

Общие сведения

Потенциальные геофизические поля (гравитационное и магнитное) определяются суммарным аномальным эффектом источников разных размерностей, глубины залегания и плотности (интенсивности намагничивания).

Карты гравитационного и аномального магнитного полей (АМП) - одна из основ геологического картирования во всех масштабах исследований, в том числе в масштабе 1:1 000 000 (региональный масштаб ГГК-1000). Характерный пример – карта аномального магнитного поля листа N-45 (рис. 1).

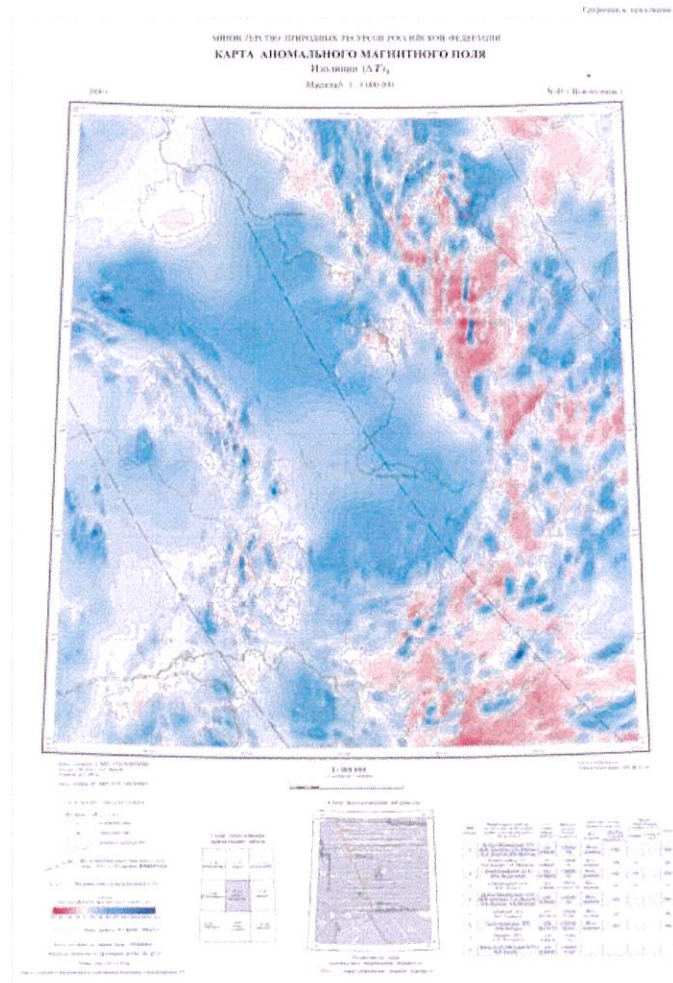


Рис. 1 Пример карты аномального магнитного поля масштаба 1:1 000 000.

Для выделения из суммарного АМП (гравитационного поля) составляющих, отражающих интересующие исследователя параметры изучаемой геологической среды применяются трансформации (преобразования) (рис. 2).

Так алгоритмы спектрального анализа или фильтрации потенциальных полей применяются для оценки характера распределения петрофизических неоднородностей на разноглубинных уровнях разреза земной коры.

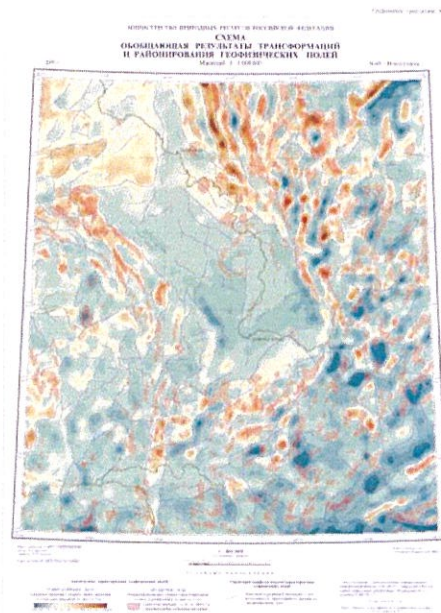


Рис. 2 Карта локальных аномалий гравитационного поля, совмещенная с локальными аномалиями магнитного поля

Алгоритмы представления потенциальных полей в форме псевдорельефа с заданным расположением искусственного источника света применяются для трассирования тектонических границ структур и отдельных разрывных нарушений заданных направлений. В практике обычно рассчитывается не менее двух карт с ортогональным расположением искусственных источников (рис. 3).

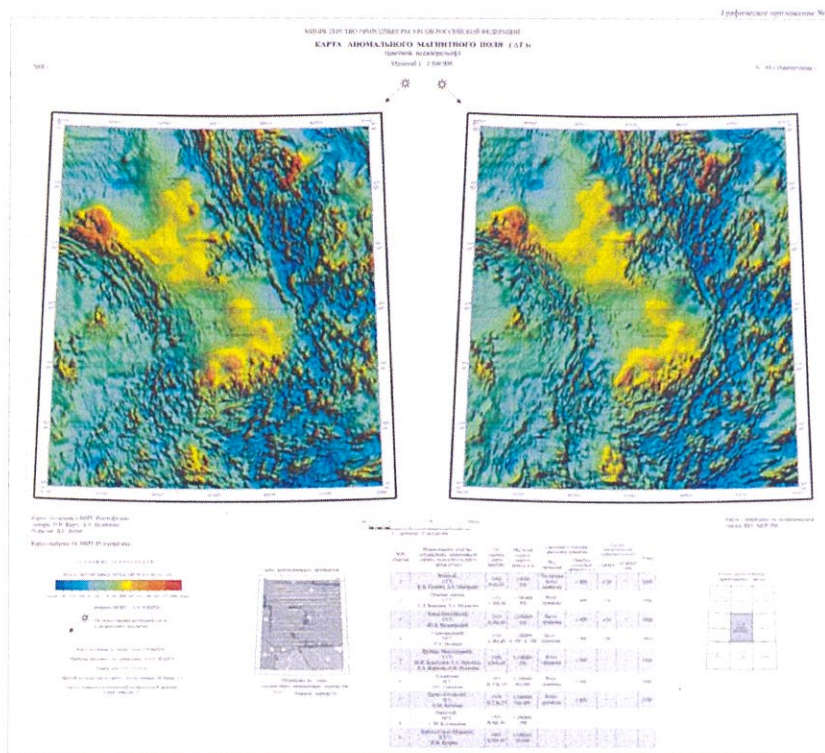


Рис. 3 Карта аномального магнитного поля с северо-восточным (а) и северо-западным (б) расположением искусственного источника света

Составленная схема с системой условных обозначений выводится на печать.

Оформляется Пояснительная записка, содержащая описание целей и задач работы, характеристику методики ее проведения и условных обозначений, а также основные результаты работы и полученные выводы.

Содержание отчета:

По результатам работы готовится пояснительная записка, содержащая следующие разделы:

1. Цели и задачи работы;
2. Исходная фактологическая и научно-методическая основа работы;
3. Методика проведения работы и принятая система условных обозначений;
4. Анализ полученных результатов.