

Структурная геология Лекция 1

Введение

Милосердова
Людмила Вадимовна -
лектор

Практические занятия-
Доц. Монакова Александра
Сергеевна – геологам
Асс. Арцыбасова Дарья
Викторовна - литологам

Консультации четверг, 14 – 18, 830, 835

Miloserdova.L@gubkin.ru

MiloserdovaLV.narod.ru

В презентациях использованы материалы Н.Б.Кузнецова

Структурка Литологам-и-геологам 2022-л1 Милосердова Л.В.

***Лекции* 1 раз в 2 недели - после
каждой лекции – тест по теме
текущей лекции – 2 б**

Практические занятия

**1 раз в 2 недели, 4 графические
работы - защита**

1 контрольная (итоговая)

– НЕ переписывается

**1 самостоятельная
зачет**

**продолжение – в следующем семестре
лекции, практические, курсовой, экзамен**

План лекций 3 семестр

- 1. Введение. Предмет и методы структурной геологии**
2. Геологические графические документы.
3. Карты геологического содержания. Принципы и приемы их составления.
4. Геологические тела и геологические границы. Нарушения и их причины. Несогласия.
5. Осадочные геологические тела и формы их залегания.
6. Слой и строение слоистых толщ
7. Первичное и вторичное залегание. Несогласное залегание
8. Ненарушенное залегание

4 семестр

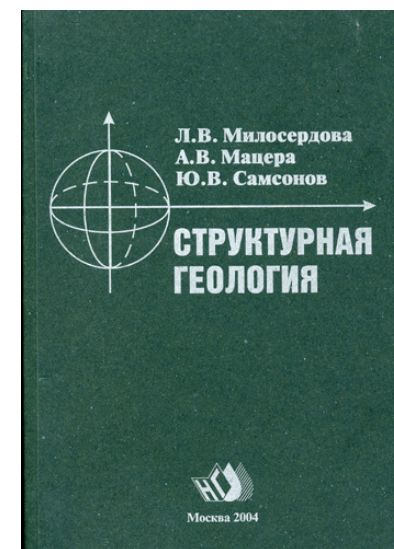
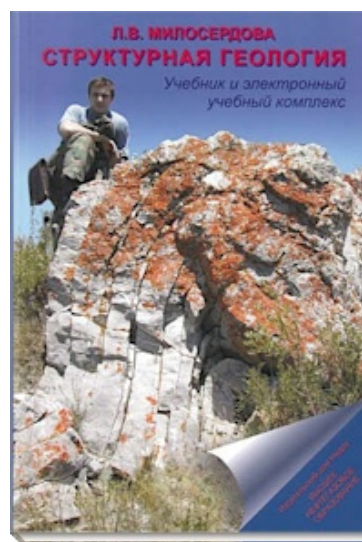
1. Нарушенное залегание. Причины и виды нарушений. Пликативные дислокации.
2. Складки и складчатость
3. Разрывные нарушения. Трещины и кливаж
4. Разломы
5. Ассоциации разломов и складок
6. Структуры магматических и метаморфических горных пород. Структуры залежей полезных ископаемых
7. Масштабная иерархия структурных форм. Структуры земной коры и их связь с нефтегазоносностью
8. Геологическое картирование. Государственная геологическая съемка
9. Заключение

Литература

- Милосердова Л.В. Структурная геология. Учебник и электронный учебный комплекс (2014 г.)
- Милосердова Л.В., Мацера А.В., Самсонов Ю.В. Структурная геология. Учебник (2004).
- Милосердова Л.В., Синявская О.С. Самостоятельная работа по структурной геологии
- Данцова К.И. Милосердова Л.В., Осипов А.В. Лабораторные работы по структурной геологии

Все есть в библиотеке и на сайте
MiloserdovaLV.narod.ru

Структурка Литологам-и-
геологам 2022-л1 Милосердова
Л.В.



Дополнительная литература

- Тевелев Ал.В. Структурная геология и геологическое картирование. Тверь: Издательство ГЕРС, 2012.
- Корсаков А.К. Структурная геология. М.: КДУ, 2009.
- Белоусов В.В. Структурная геология. 3-е изд. М., МГУ, 1986;
- Михайлов А.Е. Структурная геология и геологическое картирование. М., Недра, 1984.
- Тевелев Ал.В., Тевелев Арк.В., Болотов С.Н., Фокин П.А. Структурная геология и геологическое картирование. Сборник задач по структурной геологии. Учебное пособие. - М.: Геологический ф-т МГУ, 2010. 84 с.
- Международная хроно-стратиграфическая шкала.



INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

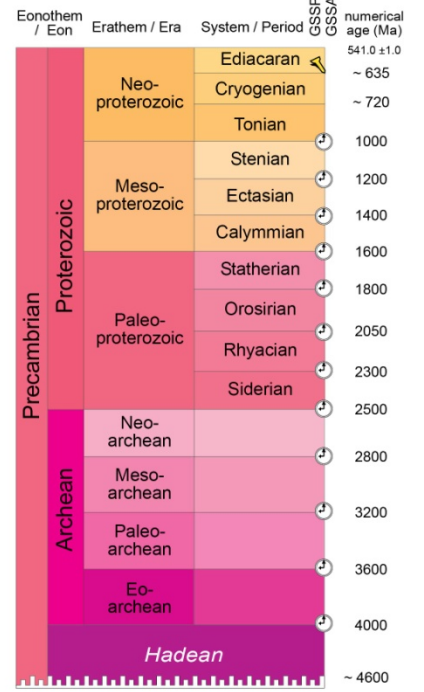
v 2016/12



Eonothem / Eon Erathem / Era System / Period	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)	
Phanerozoic	Quaternary	Holocene	present		
		Upper		0.0117	
		Middle		0.126	
		Lower		0.781	
				1.80	
	Pleistocene	Calabrian		1.80	
		Gelasian		2.58	
		Piacenzian		3.600	
		Zanclean		5.333	
		Messinian		7.246	
	Pliocene	Tortonian		11.63	
		Serravallian		13.82	
		Langhian		15.97	
		Burdigalian		20.44	
		Aquitanian		23.03	
	Neogene	Miocene	Chatthian		28.1
			Rupelian		33.9
			Priabonian		37.8
			Bartonian		41.2
			Lutetian		47.8
	Oligocene	Ypresian		56.0	
		Thanetian		59.2	
		Selandian		61.6	
		Danian		66.0	
		Maastrichtian		72.1 ± 0.2	
	Paleogene	Upper	Campanian		83.6 ± 0.2
			Santonian		86.3 ± 0.5
			Coniacian		89.8 ± 0.3
			Turonian		93.9
Cenomanian				100.5	
Lower		Albian		~ 113.0	
		Aptian		~ 125.0	
		Barremian		~ 129.4	
		Hauterivian		~ 132.9	
		Valanginian		~ 139.8	
Berriasian		~ 145.0			

Eonothem / Eon Erathem / Era System / Period	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)	
Phanerozoic	Mesozoic	Upper	Tithonian		~ 145.0
			Kimmeridgian		152.1 ± 0.9
			Oxfordian		157.3 ± 1.0
			Callovian		163.5 ± 1.0
			Bathonian		166.1 ± 1.2
		Middle	Bajocian		168.3 ± 1.3
			Aalenian		170.3 ± 1.4
			Toarcian		174.1 ± 1.0
			Pliensbachian		182.7 ± 0.7
			Sinemurian		190.8 ± 1.0
	Lower	Hettangian		199.3 ± 0.3	
		Rhaetian		201.3 ± 0.2	
		Norian		~ 208.5	
		Carnian		~ 227	
		Ladinian		~ 242	
	Triassic	Upper	Anisian		247.2
			Olenekian		251.2
			Induan		251.902 ± 0.024
			Changhsingian		254.14 ± 0.07
			Lopingian		259.1 ± 0.5
		Lower	Wuchiapingian		265.1 ± 0.4
			Capitanian		268.8 ± 0.5
			Wordian		272.95 ± 0.11
			Roadian		283.5 ± 0.6
			Kungurian		290.1 ± 0.26
	Permian	Guadalupian	Artinskian		295.0 ± 0.18
			Sakmarian		298.9 ± 0.15
			Asselian		303.7 ± 0.1
			Gzhelian		307.0 ± 0.1
Kasimovian				315.2 ± 0.2	
Cisuralian		Moscovian		323.2 ± 0.4	
		Bashkirian		330.9 ± 0.2	
		Serpukhovian		346.7 ± 0.4	
		Visean		~ 358.9 ± 0.4	
		Tournaisian		~ 358.9 ± 0.4	
Paleozoic	Carboniferous	Mississippian		~ 358.9 ± 0.4	
		Upper		~ 358.9 ± 0.4	
		Middle		~ 358.9 ± 0.4	
		Lower		~ 358.9 ± 0.4	
		Lower		~ 358.9 ± 0.4	

Eonothem / Eon Erathem / Era System / Period	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)	
Phanerozoic	Devonian	Upper	Famennian		372.2 ± 1.6
			Frasnian		382.7 ± 1.6
			Givetian		387.7 ± 0.8
			Eifelian		393.3 ± 1.2
			Emsian		407.6 ± 2.6
		Middle	Pragian		410.8 ± 2.8
			Lochkovian		419.2 ± 3.2
			Pridoli		423.0 ± 2.3
			Ludlow		425.6 ± 0.9
			Wenlock		427.4 ± 0.5
	Lower	Sheinwoodian		430.5 ± 0.7	
		Homerian		433.4 ± 0.8	
		Telychian		438.5 ± 1.1	
		Aeronian		440.8 ± 1.2	
		Rhuddanian		443.8 ± 1.5	
	Silurian	Upper	Himantian		445.2 ± 1.4
			Katian		453.0 ± 0.7
			Sandbian		458.4 ± 0.9
			Darriwilian		467.3 ± 1.1
			Dapingian		470.0 ± 1.4
		Middle	Floian		477.7 ± 1.4
			Tremadocian		485.4 ± 1.9
			Furongian		~ 489.5
			Jiangshanian		~ 494
			Paibian		~ 497
	Ordovician	Series 3	Guzhangian		~ 500.5
			Drumian		~ 504.5
			Stage 5		~ 504.5
			Stage 4		~ 509
Stage 3				~ 514	
Lower		Stage 2		~ 521	
		Stage 1		~ 529	
		Fortunian		~ 529	



Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Eoarchean; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided.

Numerical ages for all systems except Lower Pleistocene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012); those for the Lower Pleistocene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian were provided by the relevant ICS subcommissions.

Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (<http://www.cgmw.org>)

Chart drafted by K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard (c) International Commission on Stratigraphy, October 2016

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013), updated! The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-12.pdf>

ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ (ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ) ШКАЛА (ПО СОСТОЯНИЮ НА 2019 г.)

Общая стратиграфическая
(геохронологическая) шкала
(Стр. кодекс, 2019; Постановления МСК... 2012, 2013, 2016)

Геохронологическая шкала (млн. лет)
(Статиграф. кодекс, 2019)

Акротема (Акрон)	Эонотема (зон)	Эратема (эра)	Система (период, подсистема)	Отдел (эпоха), подотдел	Ярус (век), раздел	Геохронологическая шкала (млн. лет)																					
Кайнозойская (кайнозойская) KZ			Четвертичная (четвертичная) Q	Голоцен (голоценовая) H		0.0117																					
				Плейстоцен (плейстоценовая) P	Неоплейстоцен	0.781																					
				Неогеновая (неогеновый) N	Плиоцен (плиоценовая) N ₂	Верхний N ₂ ¹	Пычненский	3.600																			
					Миоцен (миоценовая) N ₁	Верхний N ₁ ³	Занклский	5.333																			
						Средний N ₁ ²	Мессинский	7.246																			
				Палеогеновая (палеогеновый) P	Эоцен (эоценовая) P ₂	Верхний P ₂ ¹	Тортонский	11.63																			
						Средний P ₂ ²	Серравальский	13.82																			
					Палеоцен (палеоценовая) P ₁	Верхний P ₁ ³	Лангйский	15.97																			
						Средний P ₁ ²	Бурдигальский	20.44																			
						Нижний P ₁ ¹	Ахвитанский	23.03																			
					Олигоцен (олигоценная) P ₃	Верхний P ₃ ¹	Хатский	27.82																			
						Нижний P ₃ ²	Ропельский	33.9																			
							Верхний P ₃ ³	Приабонский	37.8																		
						Средний P ₃ ⁴	Бартонский	41.2																			
							Лотетский	47.8																			
				Меловая (меловой) K	Верхний (поздняя) K ₂	Верхний P ₃ ⁵	Ипрский	56.0																			
						Верхний P ₃ ⁶	Танетский	59.2																			
						Средний P ₃ ⁷	Зеландский	61.6																			
						Нижний P ₃ ⁸	Датский	66.0																			
						Мавстрихский	72.1±0.2																				
						Кампанский	83.6±0.2																				
					Нижний (ранняя) K ₁	Сантонский	86.3±0.5																				
						Коньякский	89.8±0.3																				
						Туронский	93.9																				
						Сеноманский	100.5																				
						Альбский	~ 113.0																				
						Аптский	~ 125.0																				
Юрская (юрский) J	Верхний (поздняя) J ₃	Барремский	~ 129.4																								
		Готерийский	~ 132.9																								
		Валанжинский	~ 139.8																								
		Берриаский	~ 145.0																								
		Титонский	~ 145.0																								
		Кимериджийский	152.1±0.9																								
	Средний (средняя) J ₂	Оксфордский	157.3±1.0																								
		Келловейский	163.5±1.0																								
		Батский	166.1±1.2																								
		Байосский	168.3±1.3																								
		Авланский	170.3±1.4																								
		Тоарский	174.1±1.0																								
Нижний (ранняя) J ₁	Плинсбахский	182.7±0.7																									
	Синемюрский	190.8±1.0																									
	Геттангский	199.3±0.3																									
	Рэтский	201.3±0.2																									
	Норийский	~ 208.5																									
	Карнийский	~ 227																									
Триасовая (триасовый) T	Верхний (поздняя) T ₃	Ладинский	~ 237																								
		Анзийский	~ 242																								
	Средний (средняя) T ₂	Оленекский	247.2																								
		Индский	251.2																								
Нижний (ранняя) T ₁	Татарский (татарская)	251.902±0.024																									
	Вятский	251.902±0.024																									
Мезозойская (мезозойская) MZ			Меловая (меловой) K																								
							Верхний (поздняя) O ₃	Верхний (поздняя) V ₂	~ 497																		
								Средний (средняя) O ₂	Нижний (ранняя) V ₁	~ 504.5																	
									Нижний (ранняя) O ₁	Верхний (поздняя) C ₃	~ 509																
								Средний (средняя) C ₂		Верхнекарельская KR ₂	~ 1030																
										Нижнекарельская KR ₁	~ 1350																
								Нижний (ранняя) C ₁		Верхнекарельская KR ₂	~ 1650																
							Среднекарельская KR ₁			Верхнекарельская KR ₂	~ 2100																
										Нижнекарельская KR ₁	~ 2500																
							Верхнекарельская KR ₂		Верхнекарельская KR ₂	~ 2800																	
									Нижнекарельская KR ₁	~ 3200																	
							Фанерозойская				Фанерозойская (фанерозойский) AR																
								Пермская (пермский) P							Камменноугольная (каменноугольный) C	Девонская (девонский) D	Силурийская (силурийский) S	Ордовикская (ордовикский) O	Кембрийская (кембрийский) C	Протерозойская (протерозойский) PR							
																					Верхняя S ₁ Верх S ₁	Нижняя S ₁ Верх S ₁	Верхняя V ₁	Верхняя V ₂	Верхняя V ₂	Верхняя V ₂	Верхняя V ₂

Шкалу
надо
знать!

Структура Литологам-и-геологам 2
Милосердова Л.В.

Цель и задачи изучения дисциплины

Структурная геология неразрывно связана с геологическим картированием

- объяснить студентам, что это такое геологические карты (геологические чертежи) и откуда они «берутся».

- научить студентов читать и составлять геологические карты и другие геологические чертежи.

- получение знаний о формах залегания геологических тел и методах их изучения

После изучения курса Вы должны знать и уметь

Знать	Уметь
Формы залегания геологических тел	Изображать их на геологических чертежах

После изучения курса Вы должны знать и уметь

Знать	Уметь
Условия формирования геологических структур	Восстанавливать историю их формирования и развития по геологическим чертежам

После изучения курса Вы должны знать и уметь

Знать	Уметь
Назначение геологических чертежей и методов их составления. Назначение и геологическую информативность аэро- и космических снимков	Читать геологические чертежи, преобразовывать их, графически передавать геологическую информацию, геологически дешифрировать аэро- и космические снимки

! Предмет структурной геологии (чем занимается структурная геология)

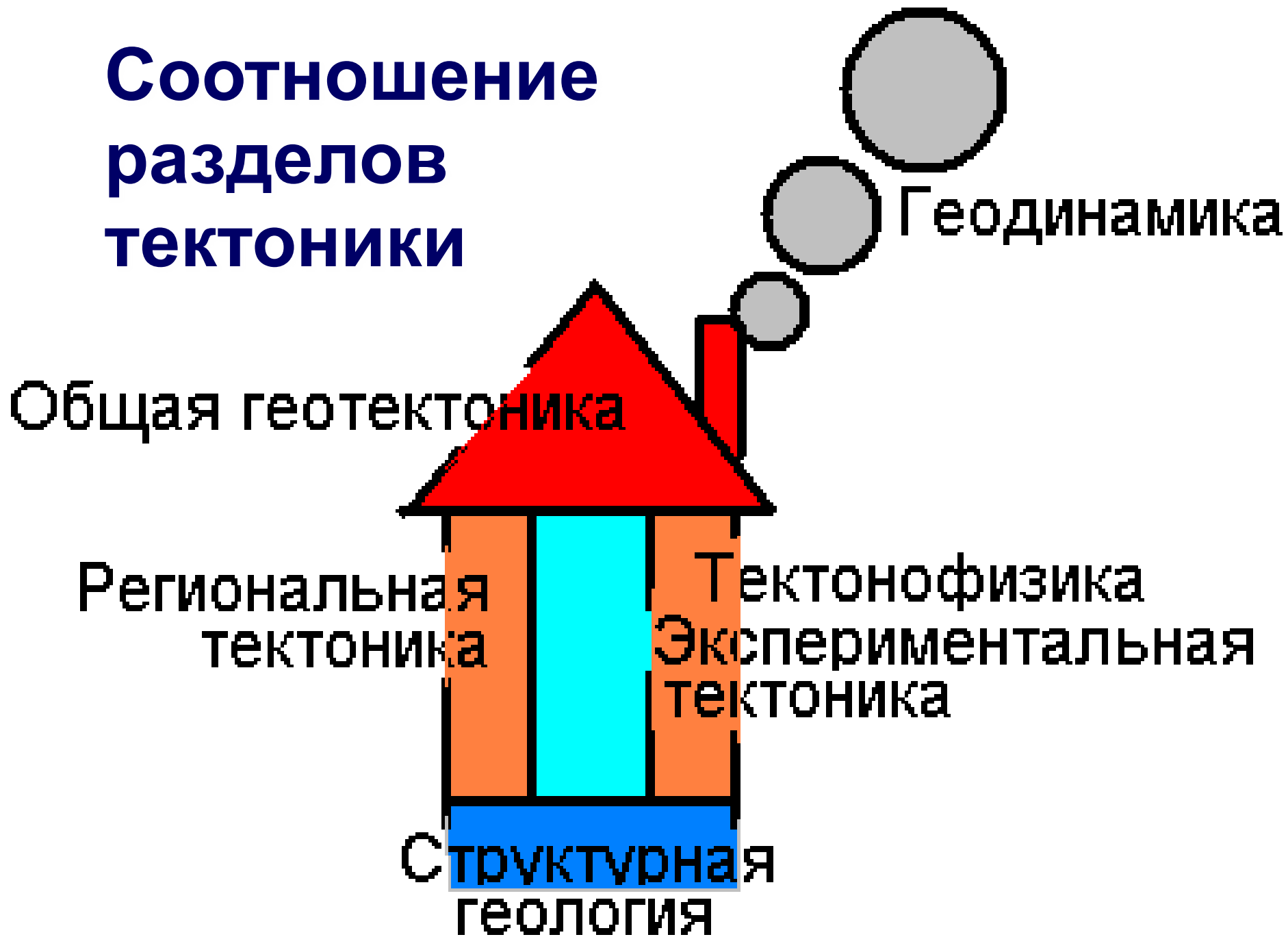
**Структурная геология изучает
формы залегания **геологических
тел** (структурные формы) в
земной коре, причины их
возникновения и историю
развития**

! Структурная геология – раздел науки, которая называется «тектоника»

Тектоника – наука, изучающая строение и эволюцию Земли (чаще, ее верхних оболочек – земной коры и реже мантии).

Структурную геологию «интересуют», в первую очередь, элементарные структурные формы.

Соотношение разделов тектоники



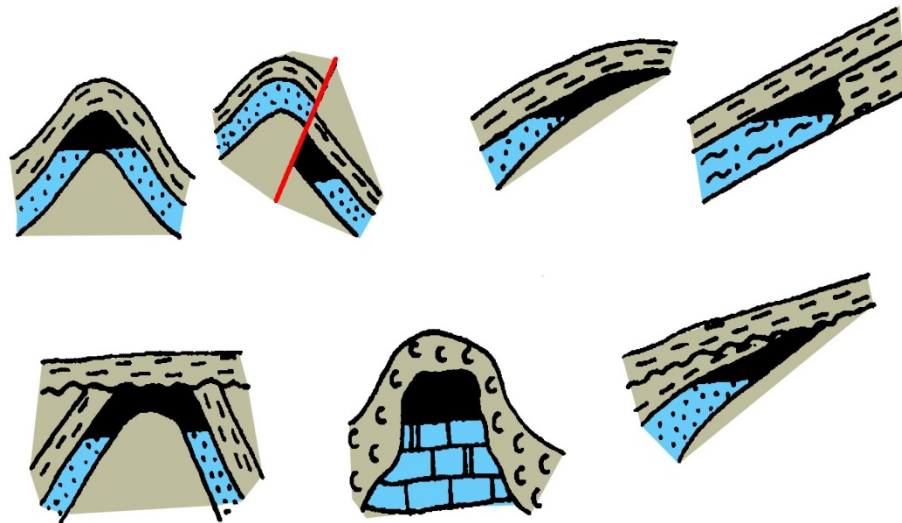
! Особенности геологических структур

- Размеры – от соизмеримых с человеком до многих тысяч квадратных километров
- Как правило, скрыты от наблюдателя
- Скорость возникновения – от мгновений, до миллионов лет
- Возраст - от современных до древних, образованных многие миллионы лет назад

! Значение структурной геологии

- Научное – основа для изучения условий залегания геологических тел, в т.ч. месторождений полезных ископаемых
- Практическое – для изображения и анализа геологической ситуации при любых работах, в которых изучаются геологические тела, явления и процессы

! Значение структурной геологии для геологии нефти и газа



Нефть и газ не имеют собственной формы и вынуждены принимать форму вмещающих их тел. Есть особенно «любимые» для нефти и газа структуры – антиклинали, синклинории и другие

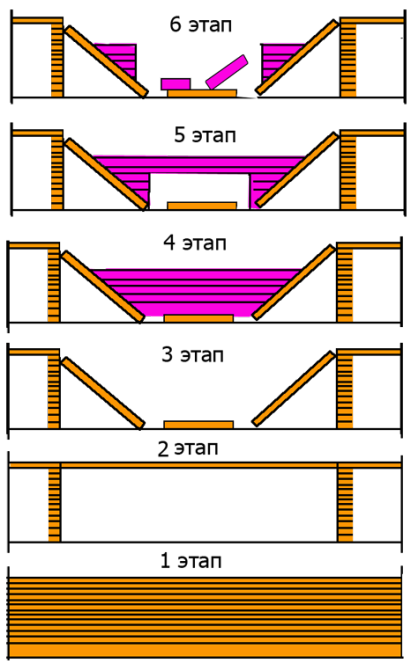
История

Структурная геология как и любая наука (как и любая сфера человеческой деятельности) имеет свою историю (зарождение, становление и развитие)

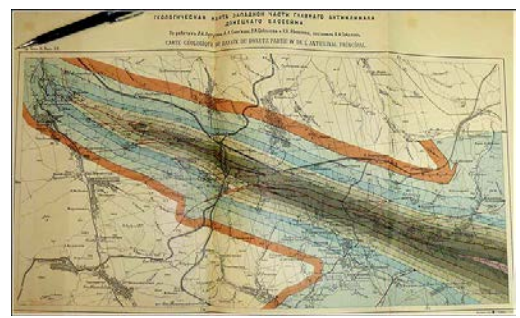
- Структурная геология. глава 2 (учебник 2004 г.)
- Часть 4 Электронный комплекс
- Гордеев Д.И. История и методология геологических наук. М.: Изд-во МГУ ч. I 1967. ч. II 1972
- Хаин В.Е. Рябухин А.Г. История и методология геологических наук. М.: - Изд-во МГУ, 1997

Этапы развития структурной геологии

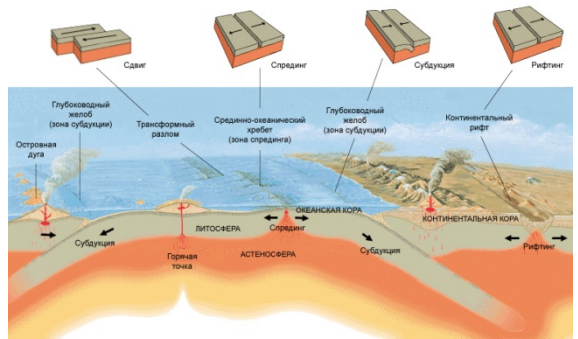
1. Донаучный этап и становление структурной геологии – от древнего мира до средних веков – безымянные рудознатцы, Авиценна, Леонардо да Винчи, Агрикола, Николаус Стено, М.В. Ломоносов.
2. Классический этап структурной геологии и геологического картирования - геосинклинальная теория - В.Смит, Э.Ог, Э.Зюсс, Г.П. Гельмерсен, А.П. Карпинский. Международный геологический конгресс и геологический комитет
3. Современный этап – тектоника литосферных плит – А. Вегенер, Р. Диц и Г. Хесс, Р. Мэйсон и независимо Ф. Вайн и М. Мэтьюз.



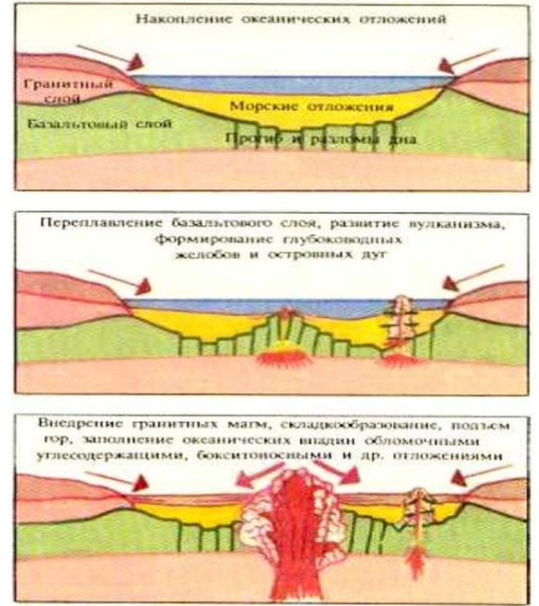
1. Тектоническое развитие Тосканы, по Н. Стенону (1669). I – VI – этапы развития



2. Геологическая карта Западной Части Главного Антиклинала Донецкого Бассейна



4. Границы литосферных плит



2. Схема развития геосинклинали

Рисунки взяты из интернета

! Методы структурной геологии

Общие

Аналогий (сравнительно-исторический)

- **Моделирования**

- **графическое (карты, разрезы)**

- **физическое**

- **математическое**

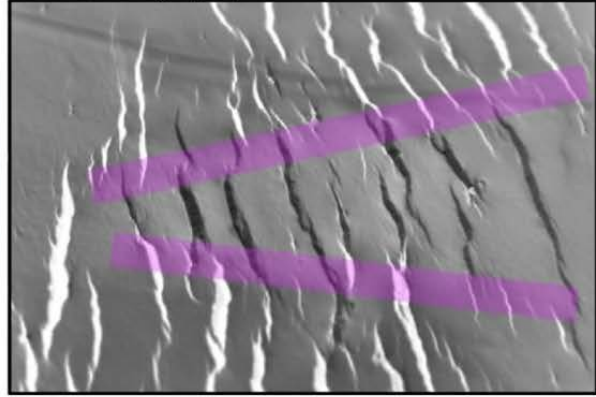
Физическое моделирование геологических структур

after Schlische & Withjack (2009)

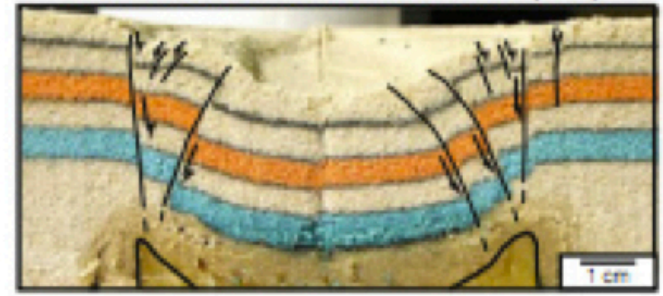
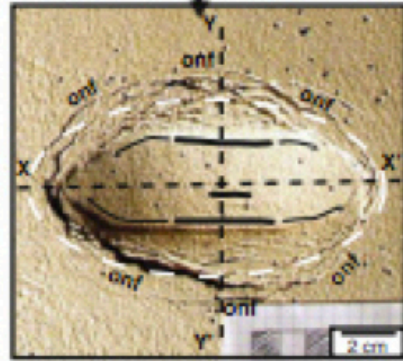
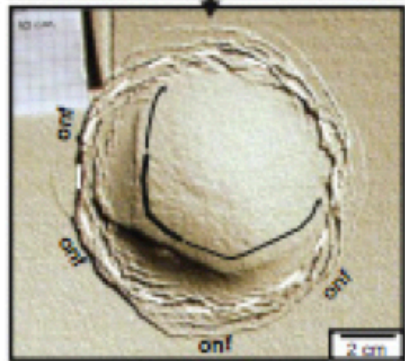
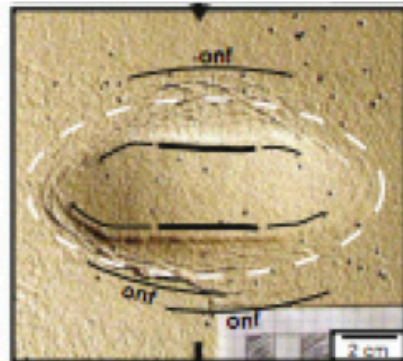
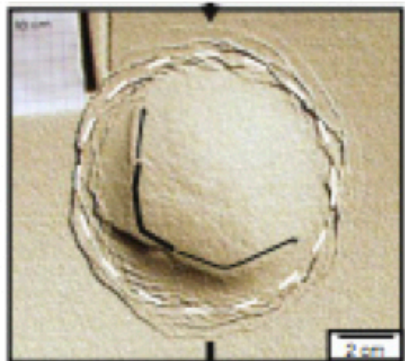


Cross section of layered clay model of distributed extension

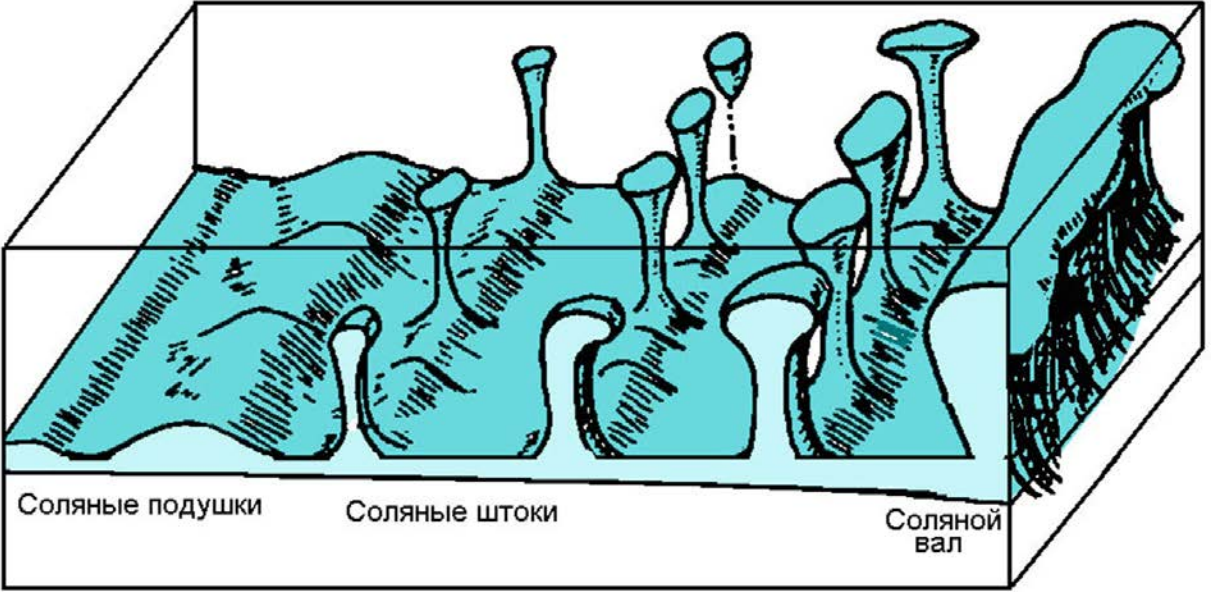
after Schlische & Withjack (2009)



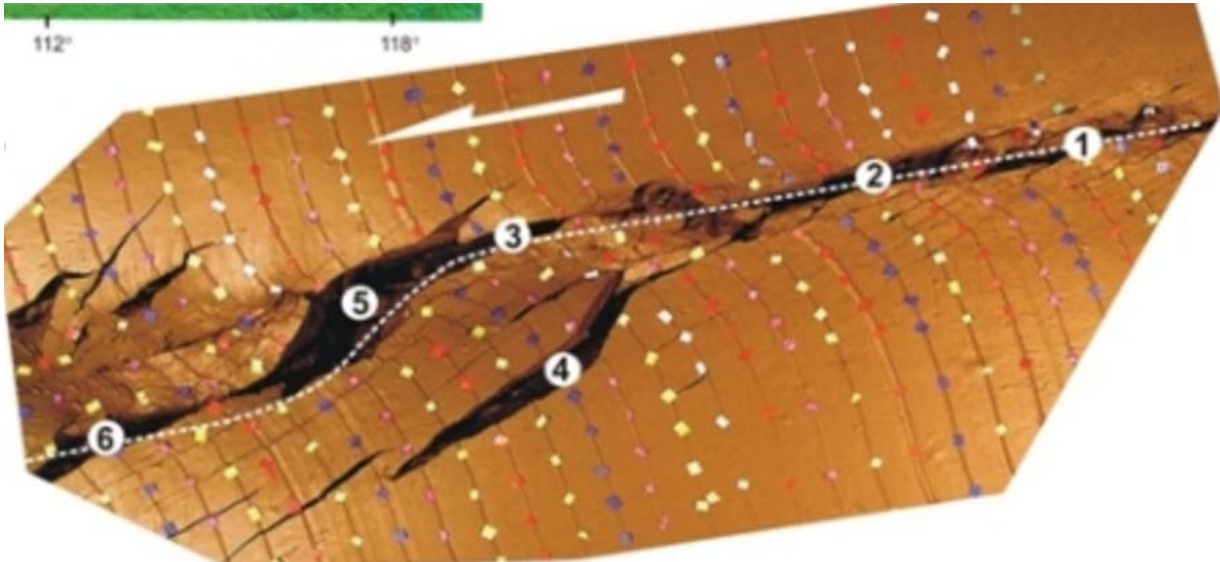
Top surface of clay model of extension showing fault-dip domains and accommodation zones (purple lines)



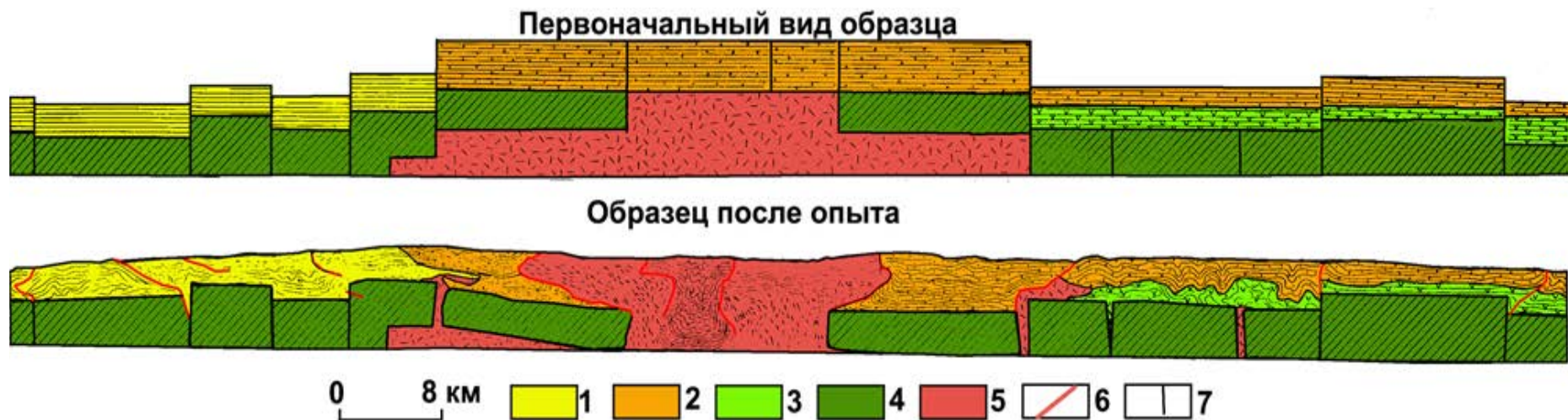
Физическое моделирование геологических структур



Пример моделирования образования соляных куполов



Пример моделирования образования систем трещин в зонах **сдвига**.



Моделирование геосинклинальной зоны в лаборатории Экспериментальной тектоники МГУ (Опыт Н.Б. Лебедевой)

Графическое и числовое моделирование –

**создание карт и других геологических
графических документов (геологических
чертежей) , математические приемы
визуализации поверхностей**

Методы структурной геологии

○ Частные

Геодезический

Геоморфологический

Фациального анализа,

Перерывов и несогласий

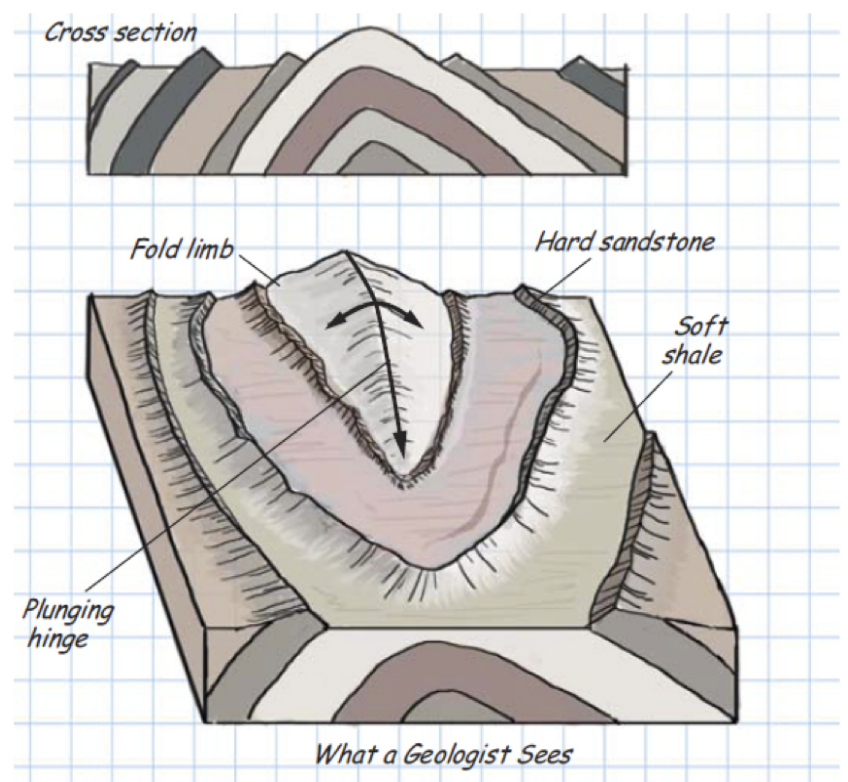
Геологической съемки

Геологического дешифрирования МАКС

Геометризации недр

Структурного анализа

Геофизические (сейсмические)



**С помощью структурной геологии Вы научитесь видеть
сквозь землю на километры вниз в недра и на миллионы лет
в прошлое**

Ответить на 4 любых вопроса

1. Какова цель изучения дисциплины
2. Каковы задачи изучения дисциплины (что надо знать и уметь)?
3. Что является предметом структурной геологии (чем занимается структурная геология)?
4. Разделом какой науки является структурная геология?
5. Какое место занимает структурная геология среди других разделов тектоники?
6. Каковы главные особенности геологических структур (4 особенности)?
7. В чем состоит научное значение структурной геологии?
8. В чем состоит практическое значение структурной геологии?
9. В чем состоит значение структурной геологии для геологии нефти и газа?
10. На какие основные этапы разделяется структурная геология и в чем их содержание?
11. Каковы общие методы структурной геологии?
12. Какие методы моделирования применяются в структурной геологии?
13. Каковы частные методы структурной геологии?
14. Какие методы структурной геологии главные?