

# **Геология и формирование нефтяных и газовых месторождений**

**Лекция №4  
26.10.2012**

**Доцент кафедры геологии нефти и газа,  
д. г.-м. н. Мухаметшин  
Рустам Закиевич**



# **Аккумуляция УВ в ловушках**

## ***Формирование месторождений нефти и газа. Дифференциация УВ в процессе миграции***

Начало формирования залежи определяется моментом формирования ловушки при условии, что к тому времени в бассейне начались процессы интенсивной генерации углеводородов.

О длительности формирования залежей свидетельствуют следы древних водонефтяных контактов (ВНК), известных во многих месторождениях. Следы эти остаются при разрушении залежи или частичном переформировании ее при некоторой перестройке структуры ловушки. Следы бывших ВНК остаются потому, что на контактах происходят интенсивные химические и биохимические процессы взаимодействия нефти, воды и продуктов жизнедеятельности бактерий, которые обычно селятся здесь. В результате вдоль контактов концентрируется измененная загустевшая нефть или битум, переотложенный кальцит и сульфиды.

В подавляющем большинстве случаев формирование скоплений УВ происходит успешно в непосредственной близости от очагов генерации УВ и над этими очагами. И.И.Нестеров, И.Н. Ушатинский и другие считают, что в Западно–Сибирской НГБ очаги генерации нефти располагаются в тех же толщах или близко от них, где нефтяные скопления. Нефти концентрировались в ловушках ближайших пород–коллекторов.



























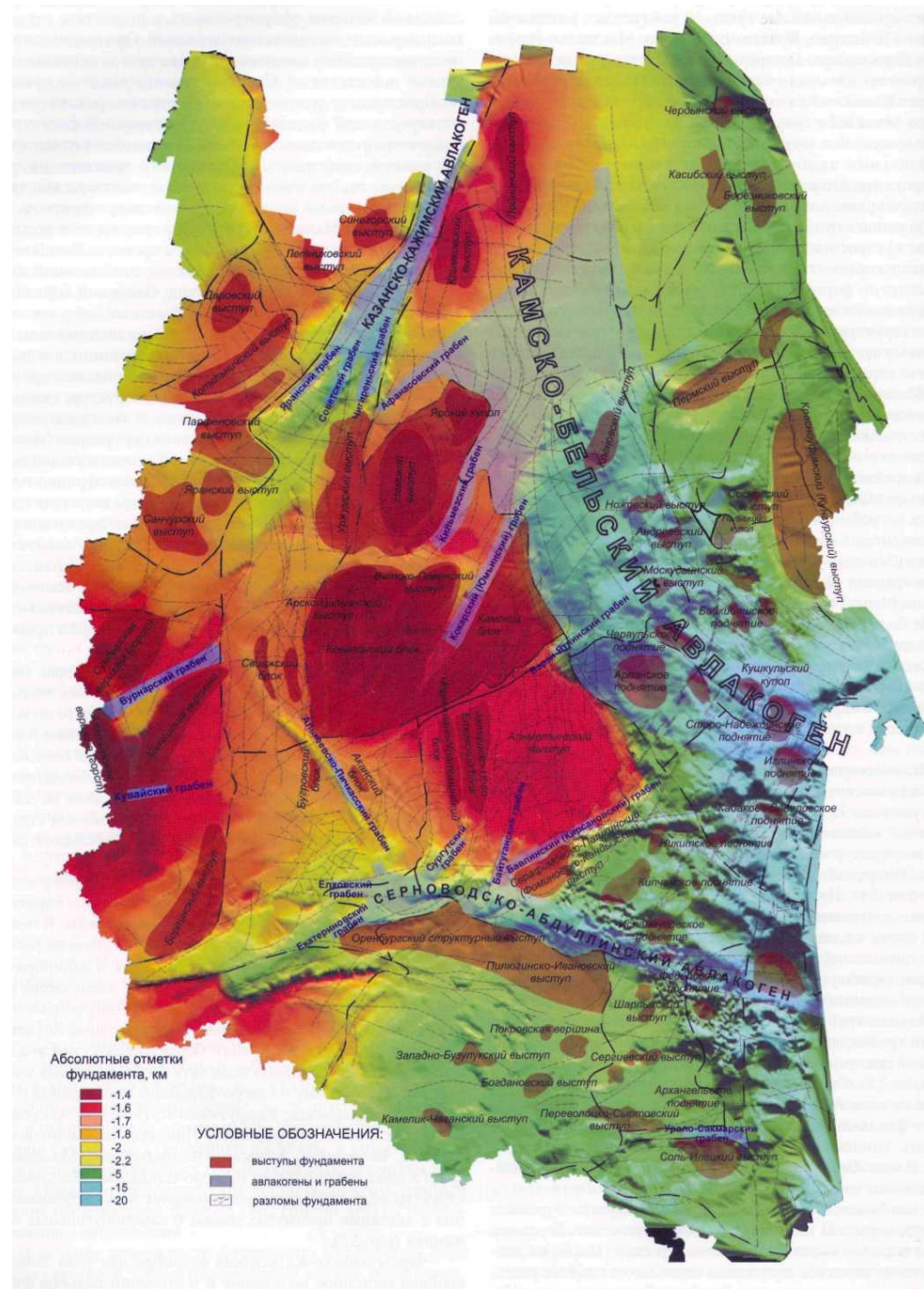








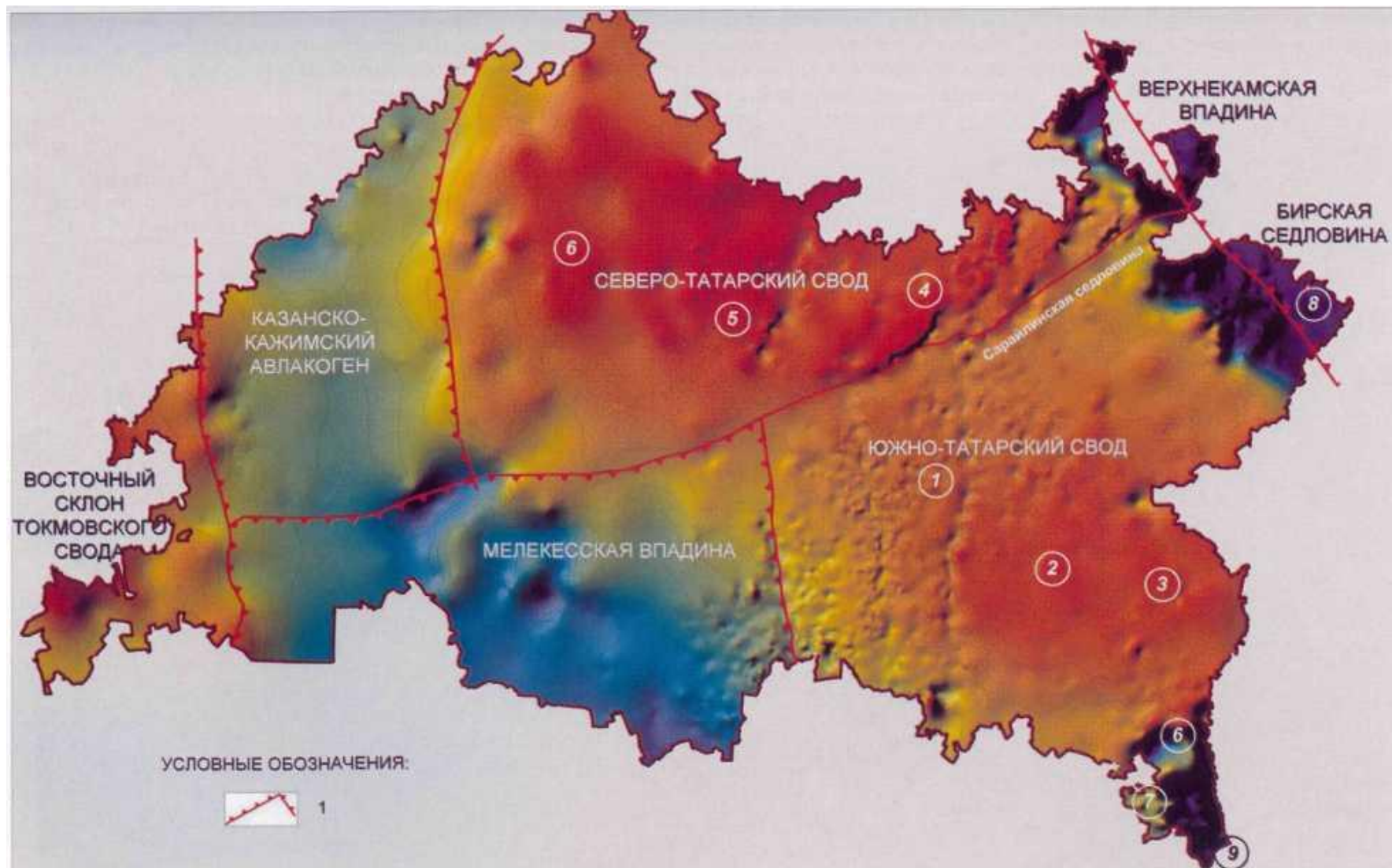
**Структурно-  
тектоническая схема**  
кристаллического  
фундамента Волго-  
Уральской  
нефтегазоносной  
провинции (по  
*Шаргородскому И.Е. и др.*)



Современный структурный план кристаллического фундамента и осадочной толщи палеозоя республики (именно в палеозое сосредоточены все запасы и ресурсы углеводородного сырья) определяют несколько положительных и отрицательных форм 1-го порядка. К ним относятся Южно- и Северо-Татарский своды, Мелекесская и Верхнекамская впадины, Казанско-Кажимский (Казанско-Кировский) прогиб, а также Токмовский свод, представленный своим восточным склоном. Эти крупные структурные элементы принципиально отличаются друг от друга по своему строению и нефтеперспективности.

# Обзорная карта рельефа поверхности кристаллического фундамента территории Татарстана

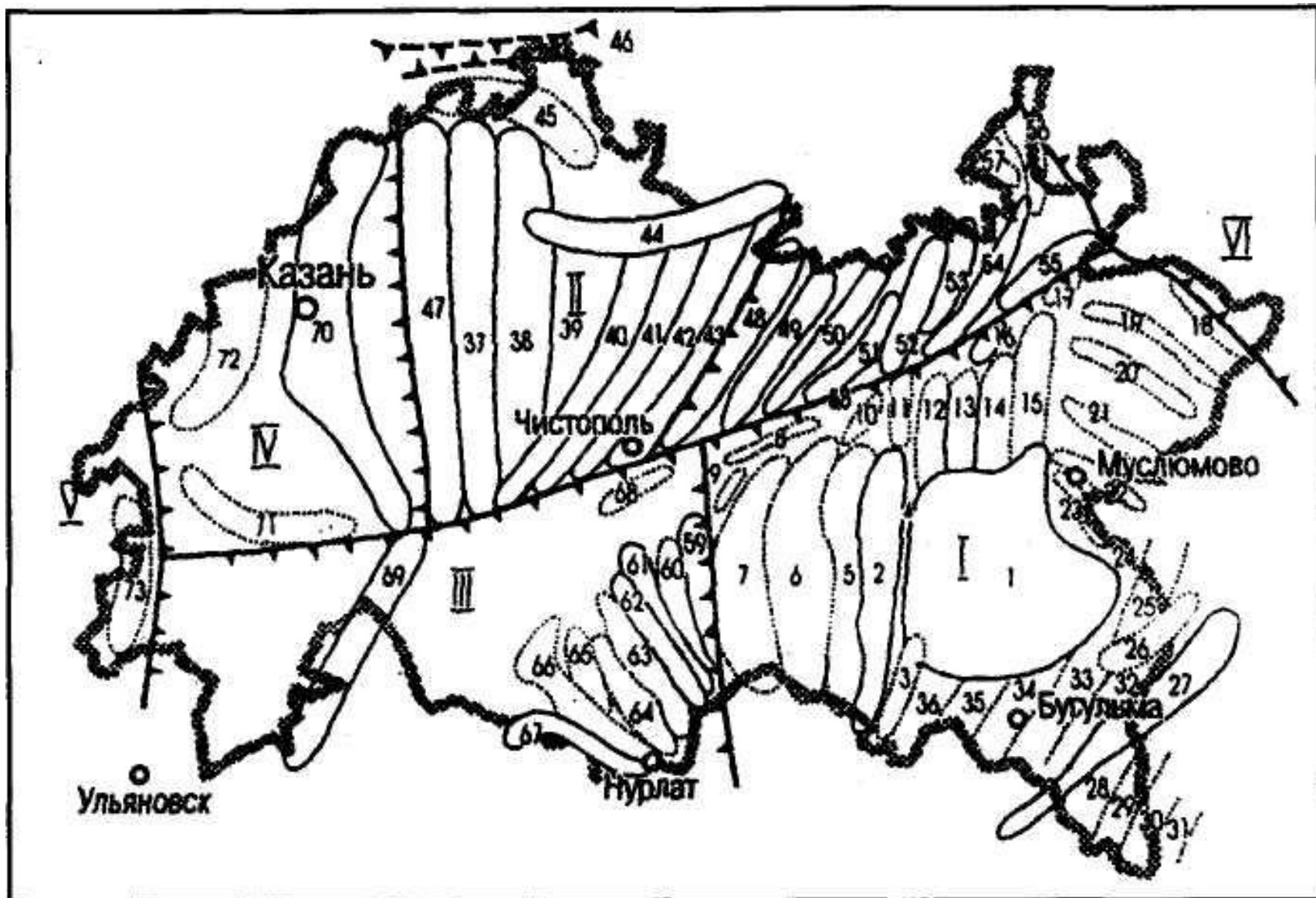
Крупные выступы или блоки: 1 - Акташско-Ново-Елховский, 2 - Ромашкино-Миннибаевский, 3 - Азнакаевский. 4 - Камский, 5 - Кукморский. 6 - Ковапинский, 7-Фоминовско-Кандызский;  
авлакогены: 8 - Камско-Бельский, 9 – Серноводско-Абдулинский



Названные тектонические элементы осложнены структурными элементами 2-го порядка, представляющими собой по фундаменту отдельные, относительно крупные блоки, которые находят свое отражение в осадочном чехле в виде структурных террас. В свою очередь для террас характерно наличие многочисленных структур 3-го порядка – локальных поднятий, которые объединяются в структурные зоны.



# Тектоническая схема палеозойского осадочного чехла Республики Татарстан (по Е.Д.Войтовичу)



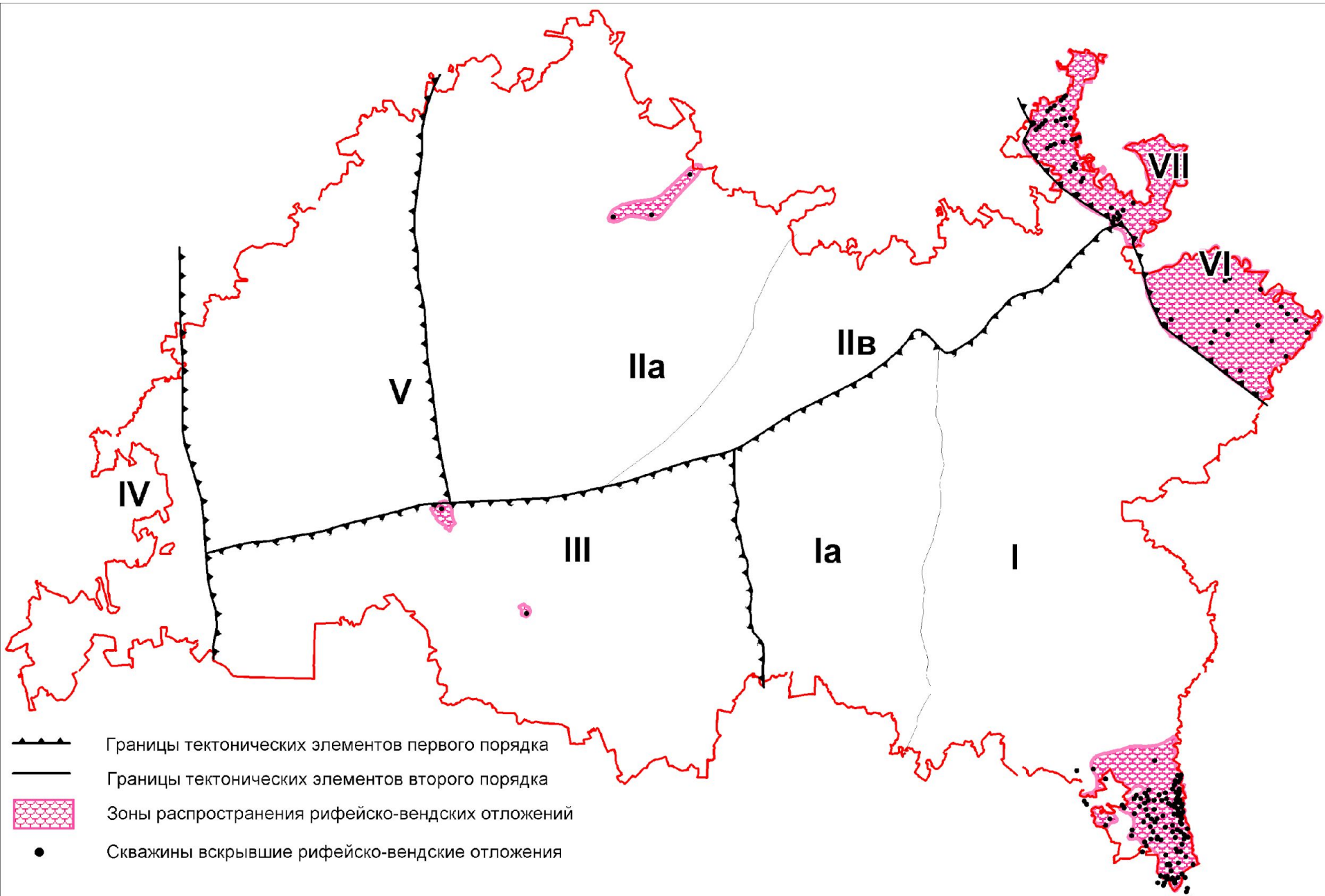
В геологическом строении Татарстана принимают участие архейские, протерозойские, палеозойские, мезозойские и кайнозойские образования.

Большая часть территории РТ характеризуется двухъярусным строением разреза, при котором кристаллический фундамент покрыт, начиная со среднего девона, осадочными толщами фанерозоя (1,5-2 км). Исключение составляют земли востока и юга РТ, где между фундаментом и девонскими отложениями выделяется еще один структурный комплекс, представленный мощной толщей осадочных образований рифея и венда.

## Распространение рифейско-вендских отложений в РТ

Тектонические элементы: I – Южно-Татарский свод: Ia – западный склон;  
II – Северо-Татарский свод:  
II – сводовая часть,  
IIb – юго-восточный склон,  
III – Мелекесская впадина;  
IV – восточный склон Токмовского свода, V – Казанско-Кировский прогиб, VI – Бирская седловина,  
VII – Верхнекамская впадина

# Распространение рифейско-вендских отложений в РТ



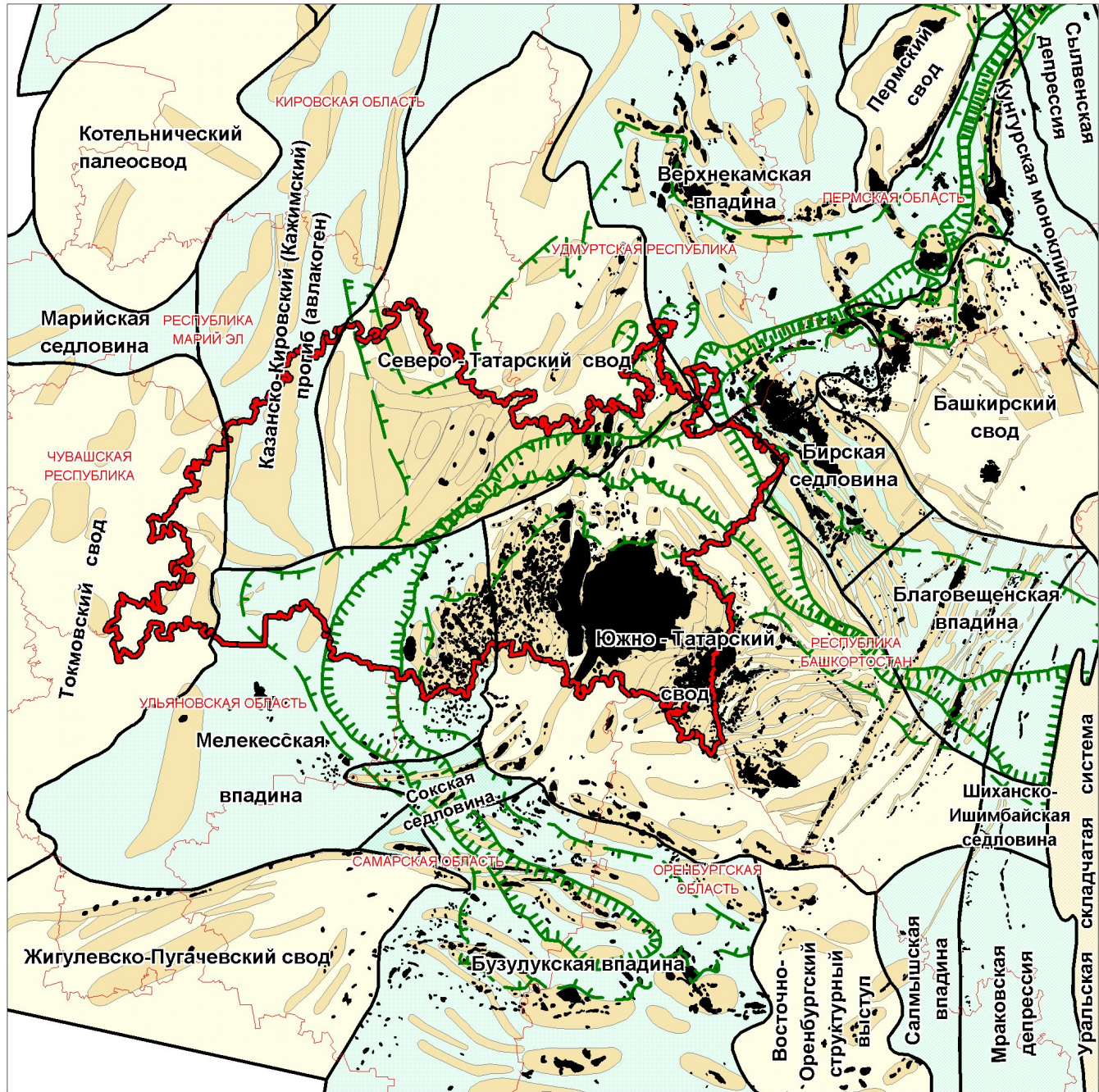
## Кристаллический фундамент

Фундамент сложен архейскими и нижнепротерозойскими кристаллическими породами и представляет собой чрезвычайно сложное тектоно-метаморфическое образование. Пройденные глубоким и сверхглубоким бурением толщи представлены глиноземистыми и высокоглиноземистыми гнейсами, розовыми и зеленовато-серыми гнейсами с гранатом и биотитом, гранит-пироксеновыми породами с повышенным содержанием железа. Породы кристаллического фундамента метаморфизованы, прорваны по разломам интрузиями кислого и основного состава. Кристаллический фундамент почти повсеместно покрыт корой выветривания.

Большинство геологов связывают происхождение крупных положительных и отрицательных тектонических форм с блоковыми движениями и разломами фундамента. Тектоническая составляющая четко прослеживается в строении линейных дислокаций (флексуры, грабенообразные прогибы и др.).

Северо-Татарский и Южно-Татарский своды имеют ряд общих и отличительных черт. Общими для них являются: отсутствие рифей-вендских образований, приподнятое положение кристаллического фундамента, длительный континентальный режим, начиная с верхнего протерозоя до среднего девона, дизъюнктивные ограничения разломами субмеридианальной, северо-западной и субширотной ориентировки.

**Южно-Татарский свод.** По поверхности кристаллического фундамента свод представляет крупный массив, вытянутый с юго-востока на северо-запад 220х200 км. Со всех сторон свод ограничен разломами, а с востока и юга - погребенными рифейскими авлакогенами, в которых фундамент погружен до отметок минус 3000-5000 м и более. На основных направлениях погружения (кроме склонов, обращенных к авлакогенам) границы свода очерчены по кровле фундамента изогипсами минус 1700-1900 м, максимальные отметки вершины минус 1520-1540 м. Амплитуда колебания рельефа фундамента в пределах свода составляет 180-380 м.

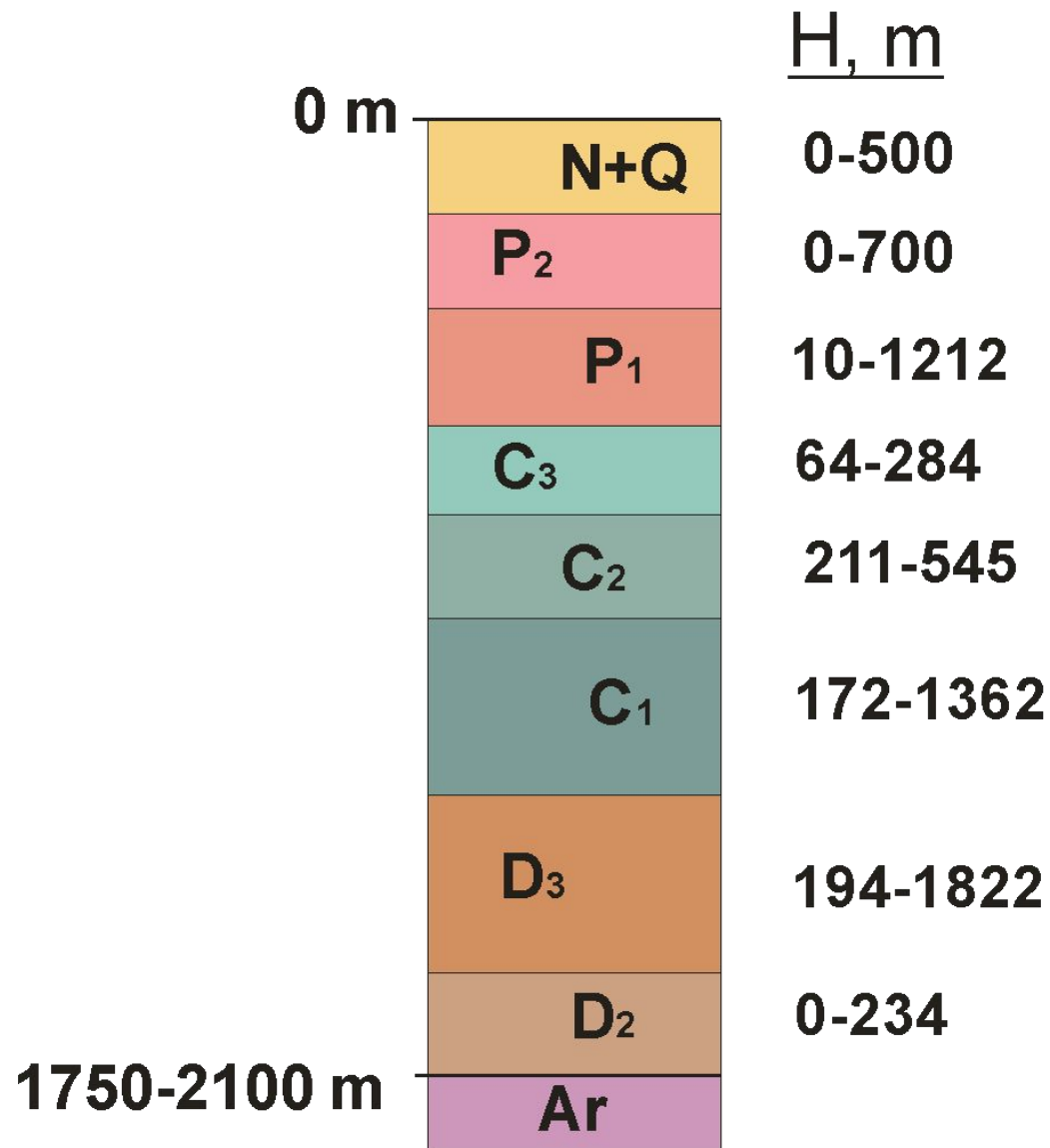




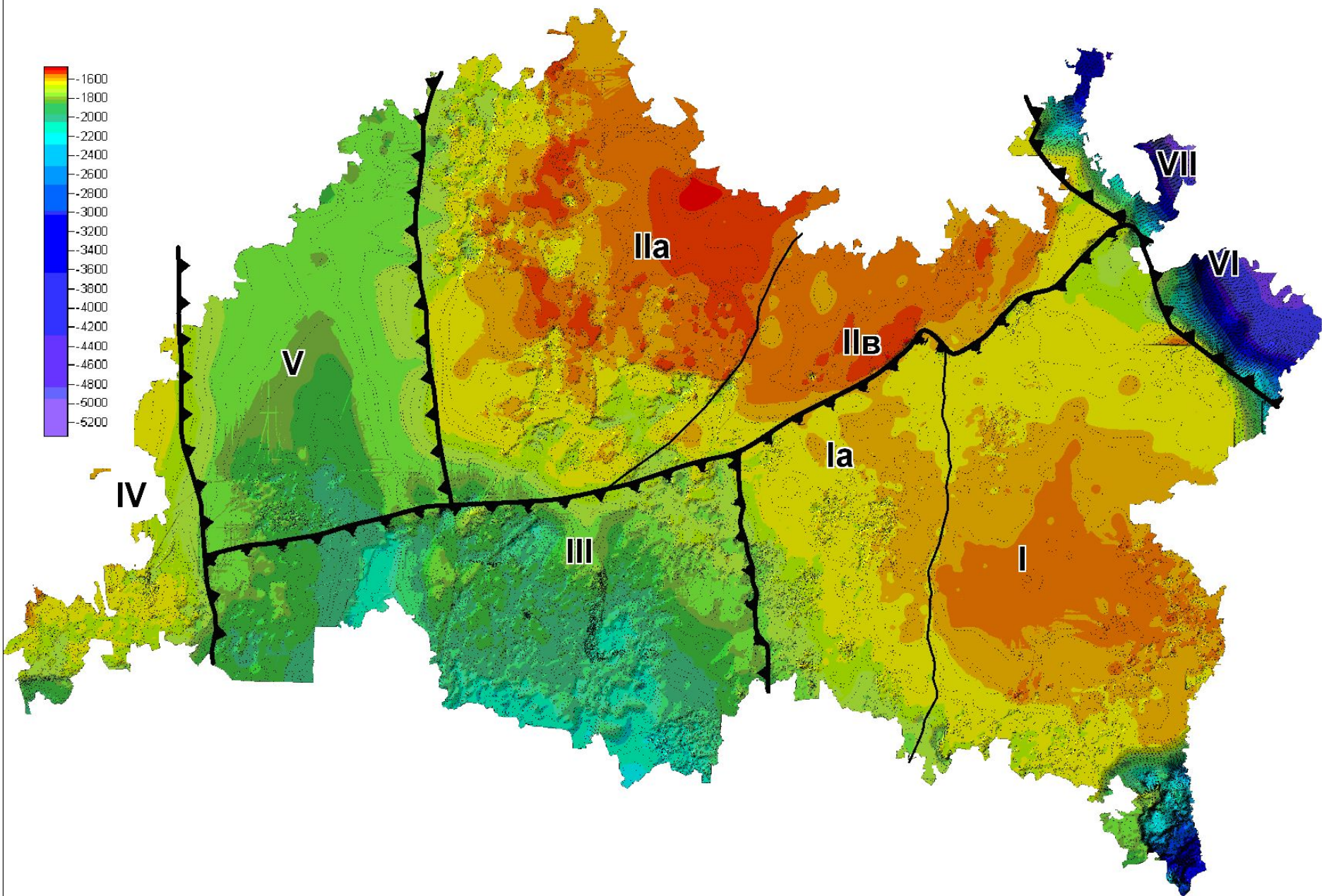
Тектоническое строение Татарстана по горизонтам осадочной толщи, слагаемой в основном отложениями палеозоя (на ограниченных площадях также рифейско-вендской, мезозойской и кайнозойской групп), существенно отличается от рельефа кристаллического фундамента. Сводный литолого-стратиграфический разрез палеозойских отложений (с которыми связаны практически все скопления углеводородов) в пределах нефтеносных земель приведен ниже на рисунке.

Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Литологич. колонка	Нефте-носн. горизонт	Толщина, м	Средн. глубина, м	Краткое описание пород				
Q·N						5 - 25		Глины, суглинки, супеси				
Пермская	Верхний	Гатарский				0 - 175	290	Переслаивание глин, песчаников, мергелей красно- и пестроцветных, известняков, линз конгломератов				
		Уфимский									Доломиты, известняки участками окремненные, линзы гипса и ангидрита	
	Нижний	Кунгур. Артин. Сакмар. Ассель.				55-145	460	Доломиты, известняки участками окремненные, линзы гипса и ангидрита				
Каменноугольная	Верх.	Гжель. Касимов.				120-145	590	Известняки органогенно-обломочные, окремненные Доломиты перекристаллизованные, выщелаченные				
	Средний	Московский	Мячков.				203-265	810	Известняки и доломиты неравномернозернистые, органогенно-обломочные, прослой мергелей, глин Гнезда гипса и ангидрита.			
			Подоль.									Переслаивание известняков, мергелей, песчаников, алевролитов, аргиллитов пестроцветных.
			Кашир.									Известняки органогенно-обломочные, разномерные, доломиты
			Верей.			Вр			35 - 56	850		
		Башкирск.		Бш	5 - 40	900						
	Нижний	Серпуховский	Протвинский				40 - 65		Известняки органогенно-обломочные.			
			Тарусск. Стешев. Михайл. Венев. Алексин.			45 - 57				Доломиты перекристаллизованные, включения ангидрита, прослой аргиллитов.		
		Визейский	Тульский				107-145	1100	Известняки, аргиллиты, песчаники, алевролиты.			
			Бобрик.			Т			14 - 20	1100	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, углистые сланцы.	
Радаев. Елховский						0 - 25				Аргиллиты, алевролиты, угли, углистые сланцы.		
Турнейский		Кизелов. Черепет. Упинский Малевский				0 - 60	1150	Известняки органогенно-обломочные, комковатые прослой доломитов, пористые, плотные, трещиноватые				
		Заволж. Данково Лебедян. Елецк. Задонский						0 - 60	1150	Известняки, аргиллиты, песчаники, алевролиты, углистые сланцы.		
		Евланово Ливенский. Воронеж. Бурегский. Семилук. Саргаев.			Кзл Чрп Уп Мал			0 - 50				
Верхний	Фаменский	Заволж. Данково Лебедян. Елецк. Задонский				71-160	1280	Известняки хомогенные, доломиты мелко- и разномерные, стилолиты, поростилолиты. Породы трещиноватые.				
		Евланово Ливенский. Воронеж. Бурегский. Семилук. Саргаев.						155-200	1480	Известняки органогенные, кальцитизированные, доломитизированные, трещиноватые, неравномерно-глинистые, прослой мергелей и горючих сланцев.		
		Тиманский. Пашийск.						115-300	1730	Известняки серые, черные, битуминозные мергели, горючие сланцы.		
	Франский	Тиманский				10 - 30	1750	Аргиллиты, песчаники, алевролиты, прослой известняков.				
		Пашийск.			До			0 - 30	1750	Аргиллиты, песчаники, алевролиты, прослой известняков.		
		Муллинский. Врбобеевский. Ардатовский						0 - 50	1800	Песчаники, алевролиты, глины.		
Средний	Живетский	Муллинский. Врбобеевский. Ардатовский				30 - 70		Песчаники разномерные, алевролиты, аргиллиты, прослой гравия.				
		Эйфельский						Дв	0 - 30	1930		

Мощности  
образований  
стратиграфических  
комплексов на  
территории РТ



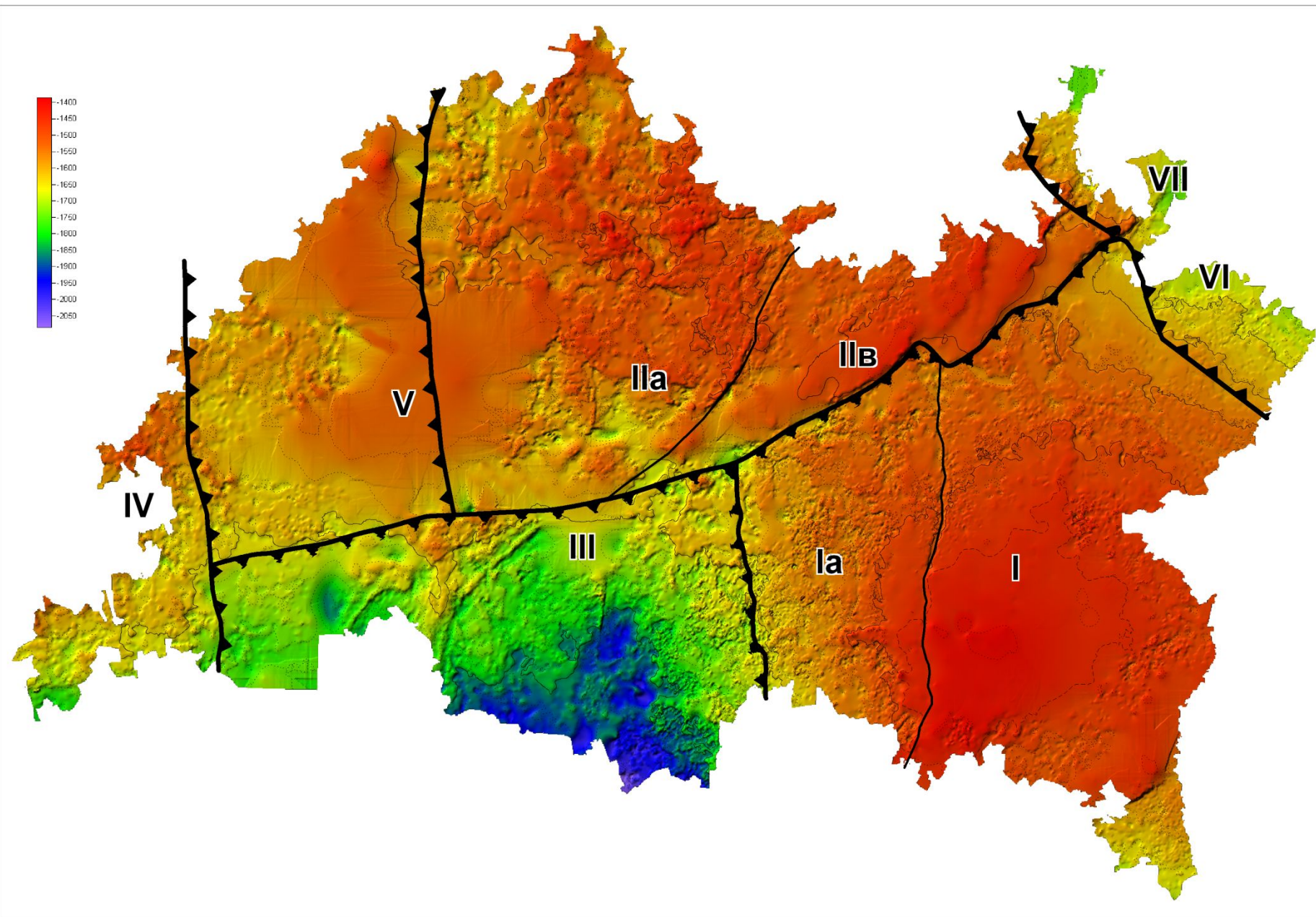
# Карта рельефа кристаллического фундамента

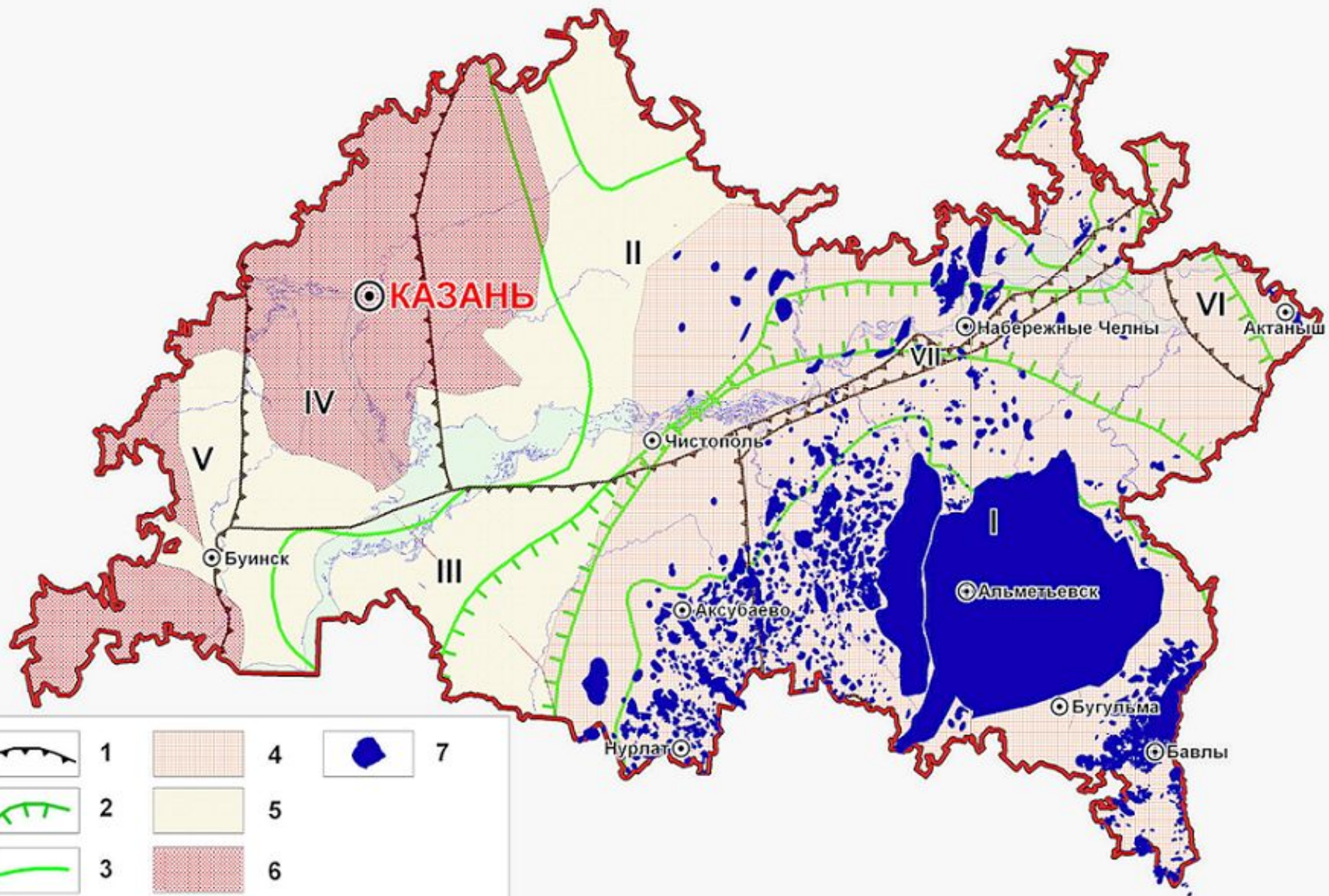


Структурный план терригенной толщи девона (первый СТЭ) наследует основные черты строения кристаллического фундамента и по сравнению с поверхностью маркирующих горизонтов карбонатного девона (*D3f-D3fm*) и карбона является относительно сглаженным. Наиболее возвышенная часть ЮТС имеет черты крупного, пологого и ассиметричного поднятия, осложненного малоамплитудными (5-15 м) локальными поднятиями.

Слабая дифференцированность структурного плана и благоприятное гипсометрическое положение продуктивных отложений пашийского и тиманского (кыновского) горизонтов обусловили формирование на Южно-Татарском своде уникальной по размерам Ромашкинской и весьма крупной Ново-Елховской залежей. На юго-востоке выделяется также крупное Бавлинское поднятие с залежью, расположенной над Бавлинско-Балтаевским грабеном. Остальные поднятия имеют сравнительно незначительные размеры.

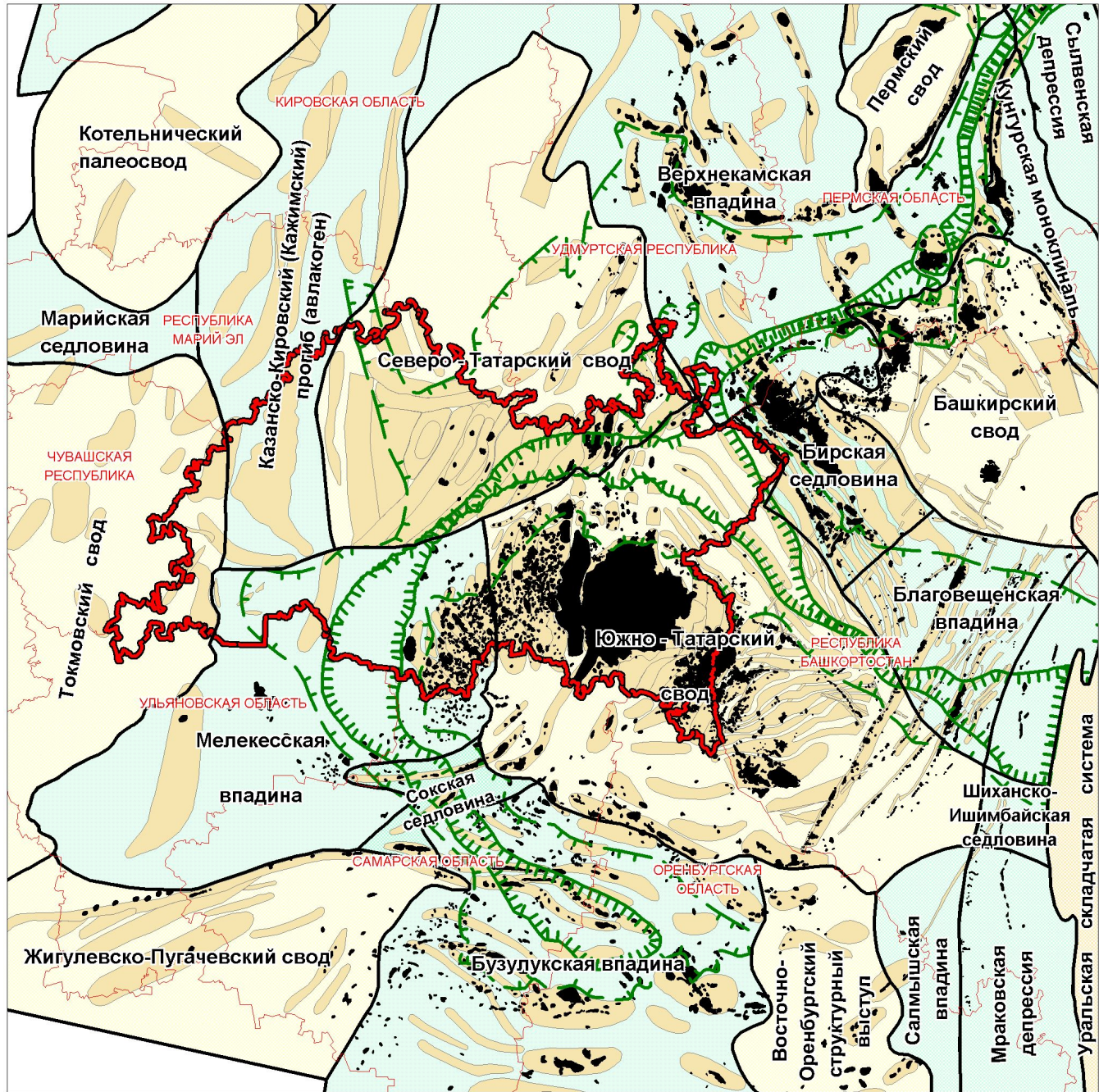
# Карта рельефа поверхности терригенного девона







Структурные планы горизонтов второго СТЭ (карбонатные толщи верхнего девона и турнейского яруса) рассматриваемой территории по сравнению с горизонтами первого этажа в значительной степени осложнены внутриформационными прогибами Камско-Кинельской системы (ККС) – Усть-Черемшанским, огибающим восточный борт Мелекесской впадины с северо-запада на юго-восток и далее на юг, и Нижнекамским, окаймляющим ЮТС с севера.





Наряду с районированием по площади нефтегазогеологическое районирование предусматривает расчленение по разрезу осадочного чехла оцениваемой территории. Основными единицами такого расчленения являются *пласт*, *резервуар (горизонт)*, *нефтегазоносный комплекс* и *нефтегазоносная формация*.

*Нефтегазоносным пластом* называется толща проницаемых пород-коллекторов, ограниченных сверху (в кровле) и снизу (в подошве) флюидоупорами.

*Нефтегазоносный горизонт* представляет собой группу перекрытых зональной крышкой и гидродинамически связанных пластов внутри нефтегазоносного комплекса.

**Нефтегазоносный комплекс** — это литолого-стратиграфическое подразделение, перекрытое региональной покрывкой. Комплекс включает один нефтегазоносный горизонт или их группу.

**Нефтегазоносная формация** представляет собой естественно-историческую ассоциацию горных пород, генетически связанных во времени и пространстве региональными палеогеографическими и палеотектоническими условиями, благоприятными для развития процессов нефтегазообразования и нефтегазонакопления. Нефтегазоносная формация может содержать один нефтегазоносный комплекс или их группу.

В соответствии с региональными подъемами рассматриваемой территории и обусловленными ими несогласиями, в осадочной толще палеозоя целесообразно, на наш взгляд, выделять следующие структурно-тектонические этажи: *первый*, охватывающий комплекс отложений среднего и верхнего девона – от живецких, или реже эйфельских, до бурежских включительно; *второй*, верхняя граница которого проводится нами по кровле турнейского яруса нижнего карбона; *третий*, объединяющий нижнекаменноугольные отложения яснополянского, окского и серпуховского возраста; *четвертый* в составе образований башкирского яруса среднего карбона; *пятый*, образованный комплексом отложений московского яруса среднего карбона и нижней перми; *шестой*, составленный осадками верхней перми.

В соответствии с выделенными структурно-тектоническими этажами нефтеносные горизонты девона и карбона образуют несколько крупных этажей нефтеносности. В промысловой практике принято выделять следующие нефтеносные комплексы: 1) живетско-франский (терригенный девон); 2) франско-фаменский (карбонатный девон); 3) турнейский и окский (карбонатный нижний карбон); 4) малиновско-яснополянский (терригенный нижний карбон); 5) серпуховско-башкирско-московский (карбонатный средний карбон).

Комплексы отделены друг от друга более или менее выдержанными глинистыми и глинисто-карбонатными пачками пород тиманско(кыновско)-саргаевского, елховско-радаевского, тульско-алексинского и верейского возраста с подразделением горизонтов внутри них на регионально и локально нефтеносные. Локальный характер нефтеносности горизонтов карбонатного верхнего девона, алексинского горизонта и серпуховского яруса нижнего карбона, каширского и подольского горизонтов среднего карбона объясняется отсутствием выдержанных покрышек в карбонатной части разреза.

## Количество залежей нефти в осадочном разрезе Татарстана

№ комплекса	Наименование комплекса	Количество залежей нефти	
		всего	%
I.	Эйфельско-франский терригенный	302	11,2
II.	Верхнетурнейский карбонатный	618	22,9
III.	Визейский терригенный	1000	37,0
IV.	Окско-башкирский карбонатный	390	14,4
V.	Верейский терригенно-карбонатный	320	11,8
VI.	Каширско-гжельский карбонатный	74	2,7
Всего:		2704	100,0





## Физико-химические свойства нефтей ЮТС

Стратиграфический комплекс	Глубина залегания, м	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Содержание, %			
			серы	парафина	смола	асфальтенов
Пермь, уфимский ярус ( $P_{2u}$ )	0-300	0,945-1,08	2,8-5,3	-	18,3-31,2	5,2-61,1
Карбон (С) - карбонатный девон ( $D_3f-D_3fm$ )	650 -1600	0,886-0,943	2,6-4,9	2,9-4,8	14,6-30,8	4,1-11,6
Терригенный девон ( $D_2zv-D_3f$ )	1650-2000	0,836-0,879	1,3-2,1	3,5-4,5	10,0-12,2	1,6-5,6

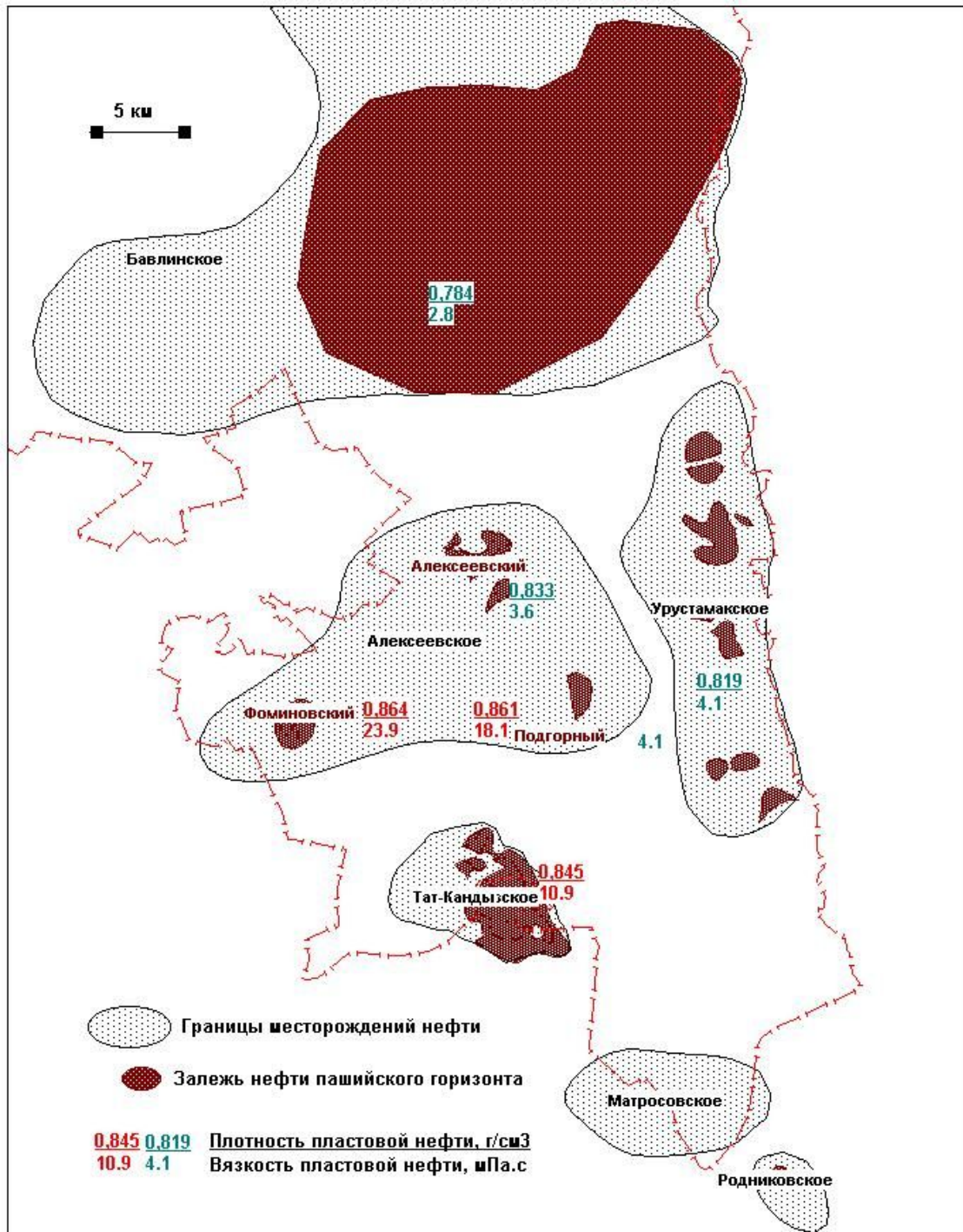
# Характеристика экстрактов из нефте- и битумонасыщенных пород Ашальчинского месторождения (по Г.П.Каюковой, Г.Н.Гордадзе, Р.З.Мухаметшину)

Глубина отбора, м	Плотность, при 20градС	Сод-ние	Компонентный состав, % мас.				Асфальтены
			Углеводороды (масла)	Смолы			
		S <sub>общ.</sub> % мас.		СБ	ССБ	Σ <sub>ост.</sub>	
1. ПЕРМЬ, уфимский ярус							
Нефти из скважин (верх) и экстракты из пород (низ)							
82	0,9776	3,95	58,4	20,8	12,3	33,1	8,6
98	0,9808	4,41	51,8	25,8	13,7	39,5	8,7
2. КАРБОН							
Верейский горизонт							
825-831	0,9713	5,11	47,6	37,2	13,8	51	2,7
Радаевско-бобриковские отложения							
1403	0,9608	3,77	55,4	21,6	10	31,6	12,9
Турнейский ярус							
1245	0,9582	3,65	56,22	20	11,7	31,7	12,1
3. ДЕВОН, франкский ярус							
Семилукский горизонт							
1852	0,9429	3,36	56,47	24,23	14,43	38,67	4,8
Кыновский (тиманский) горизонт							

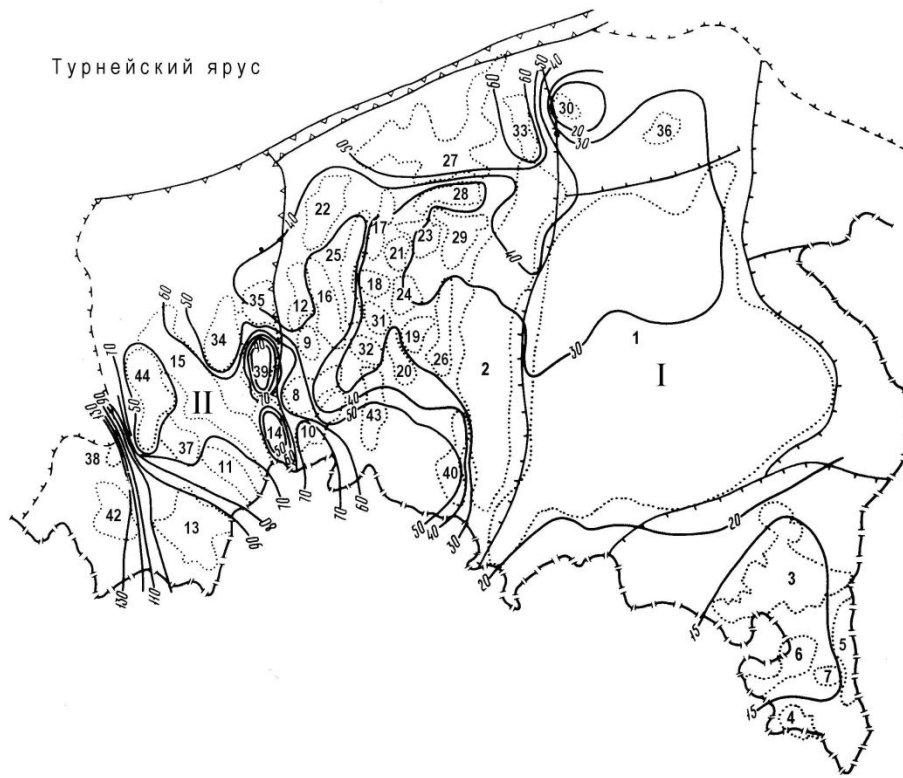
Месторождения юго-восточного склона ЮТС

## Распределение параметров пластовой нефти

(по Р.З.Мухаметшину)



Турнейский ярус



# Схема изменения вязкости пластовой нефти в карбонатных отложениях нижнего и среднего карбона Татарстана

(по Р.З.Мухаметшину):

1 – изолинии вязкости нефти, мПа·с;

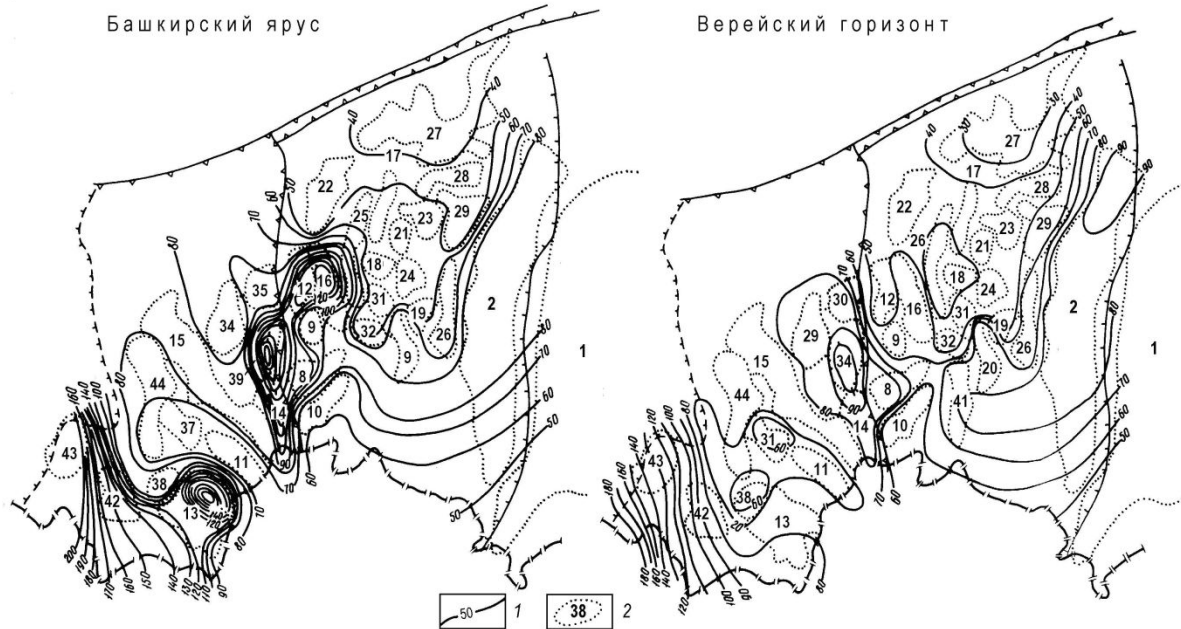
2 - границы месторождений.

I – Южно-Татарский свод,

II – Мелекесская впадина.

Башкирский ярус

Верейский горизонт





- **Аккумуляция УВ в ловушках**
- ***Формирование месторождений нефти и газа. Дифференциация УВ в процессе миграции***
- Начало формирования залежи определяется моментом формирования ловушки при условии, что к тому времени в бассейне начались процессы интенсивной генерации углеводородов.

















