

Томский политехнический университет

# **ПРЯМЫЕ И ПОЛУПРЯМЫЕ ПОИСКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СКОПЛЕНИЙ**

# ИСТОРИЯ

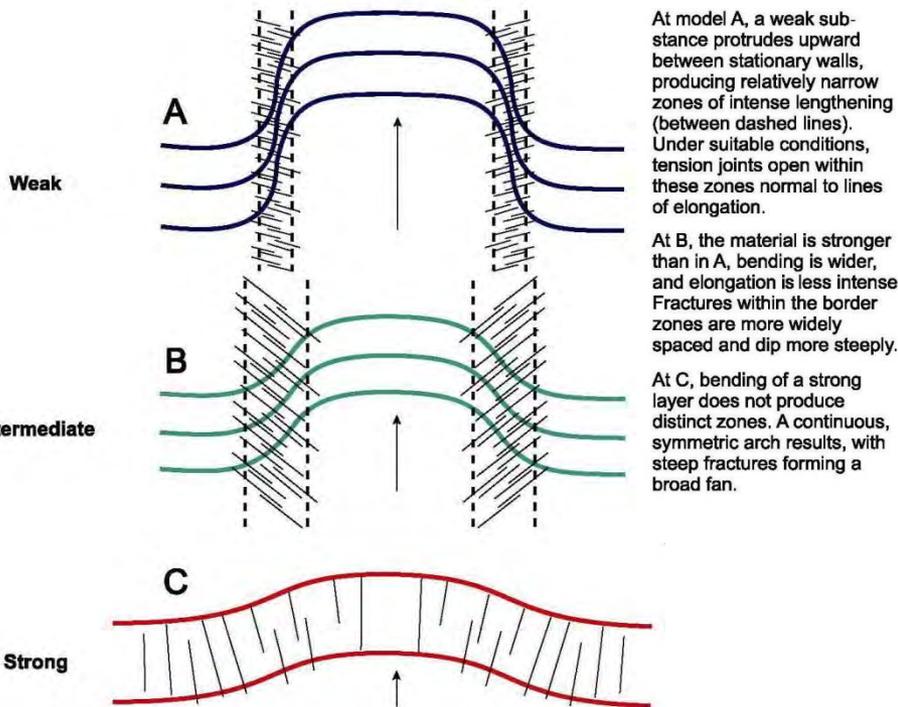
В 1908 г. G.D. Harris описал присутствие пирита и других сульфидов в осадочных отложениях над нефтяным месторождением в Луизиане.

В 1922 г. F. Reeves отметил, что над скоплением нефти Cement Field (юго-запад Оклахомы) коричнево-красные пермские песчаники меняют окраску на светло-серую и желтую, а также в породах наблюдается появление карбонатного цемента.

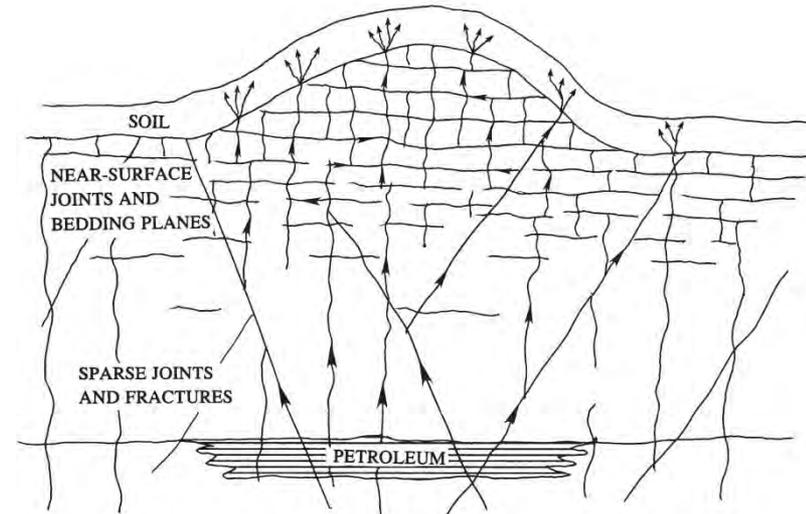
В начале 20-х при поисковых работах на нефть и газ на Апшеронском полуострове было замечено, что цвет пород непосредственно над месторождениями нефти и газа и вне их заметно различается.

# Миграция компонентов из залежей (пути миграции)

Деформации пород различной степени пластичности и сопутствующие развитие разрывных нарушений и зон повышенной проницаемости (Вак, 1937)

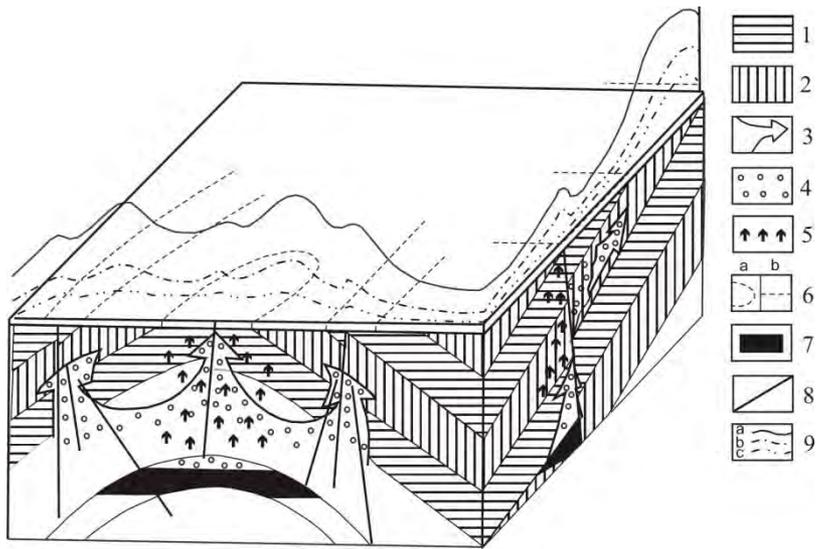


Возможные пути миграции компонентов из залежи нефти сквозь осадочную толщу по сети разрывных нарушений, «швы» и плоскости напластования (Saunders, 1995)



# Миграция компонентов из залежей (особенности массопереноса)

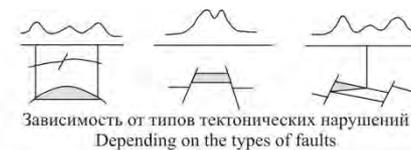
- Диффузия (сквозь слабопроницаемый породы, относительно низкая средняя скорость миграционного потока, преобладание газовых компонентов)
- Фильтрация (по зонам повышенной проницаемости, относительно высокая скорость миграционного потока, значительная роль жидких и растворенных компонентов)



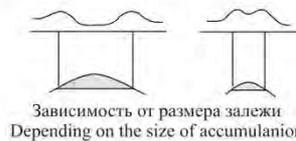
## Модель формирования углеводородных аномалий, генетически связанных с залежами антиклинального типа и неантиклинальными скоплениями углеводородов

1 - горизонт сингенетичной геохимической обстановки, 2 - горизонт эпигенетичной геохимической обстановки; 3- шлейф миграции УВ; 4- УВ - аномалия; 5 - вектор диффузии; 6 - зональность приповерхностного поля концентрации УВ: а - кольцевого типа, б - линейного типа; 7 - залежь УВ; 8 - разрывные нарушения; 9 - кумулятивные кривые: а -  $CH_4$ , б - сумма ТУ, в - ХБА

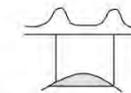
(В.Н. Боровиков, В.А. Губин и др. 1983)



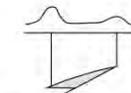
Зависимость от типов тектонических нарушений  
Depending on the types of faults



Зависимость от размера залежи  
Depending on the size of accumulation



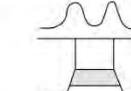
антиклинальная залежь  
anticlinal accumulation



литолого-стратиграфическая залежь  
lithologic or stratigraphic accumulation



залежь, тектонически экранированная с одной стороны  
accumulation reservoir tectonically screened one side



горстовая залежь, тектонически экранированная с одной стороны  
accumulation horst reservoir tectonically screened one side



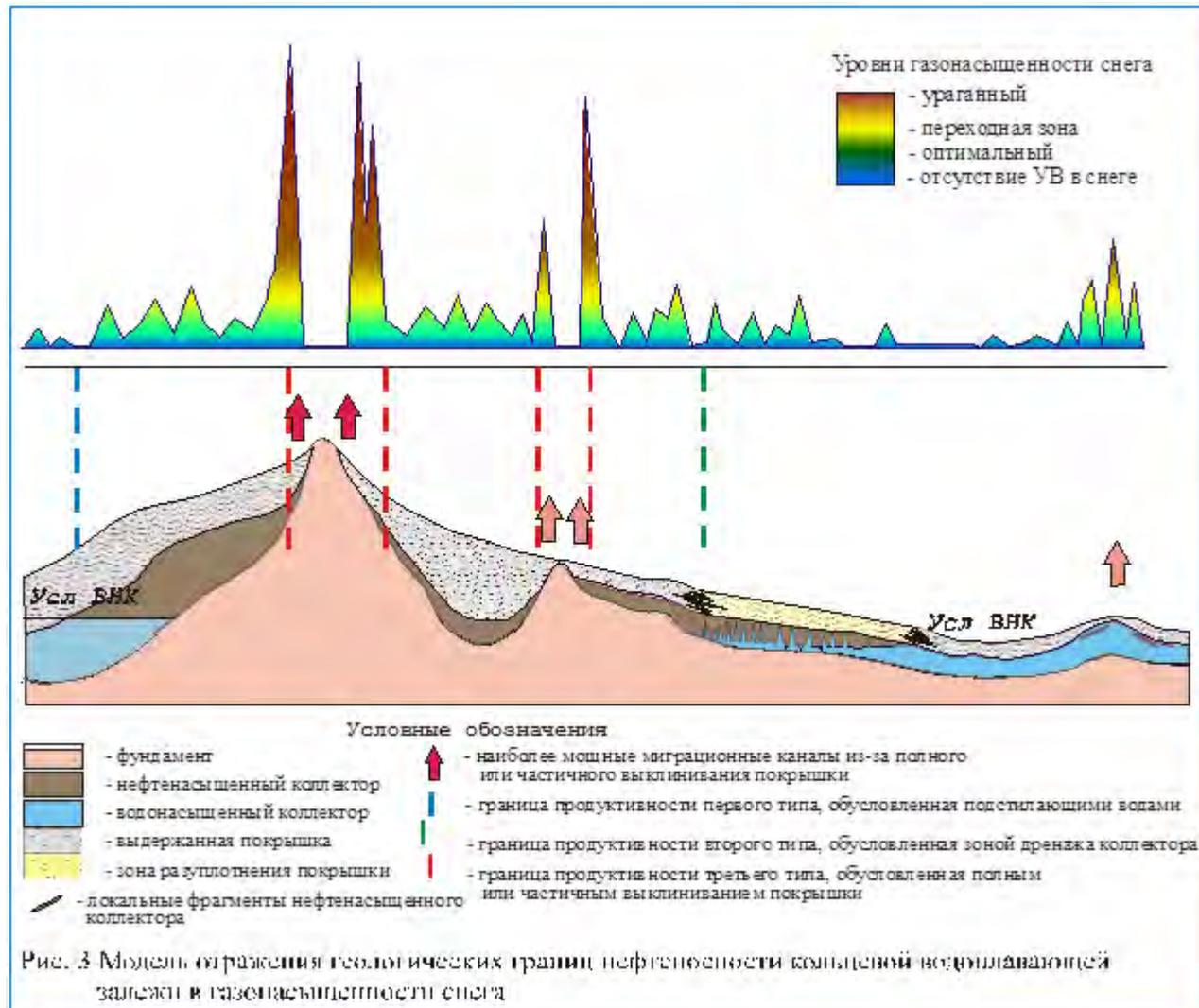
линзовидная залежь  
lenticular accumulation

## Геохимические аномалии над различными типами залежей (P. Wang, Z. Li, 1996)

## Миграция компонентов из залежей (дифференциация компонентного состава (Старобинец, 1986))

1. *Сорбционно-хроматографические процессы*, обусловлены сорбционными свойствами пород по отношению к УВ, зависят от природы УВ, температуры, давления, удельной поверхности (литологического состава), влажности пород.
2. *Распределительно-хроматографическая дифференциация* основана на различии растворимости отдельных УВ в флюидальной системе пород, включая воду.
3. *Диффузионная дифференциация* смесей УВ при миграции происходит благодаря различию в коэффициентах диффузии для отдельных компонентов ( $C_1 > C_2 > C_3 > C_4$  и т.д.).
4. *Термобарическая дифференциация* – это перераспределение УВ при миграции в результате изменения давления и температуры, что отмечается при фазовых переходах (выпадение жидкой фазы из газоконденсатной смеси, дегазация нефти, выпадение твердой фазы – парафина и т.д.)

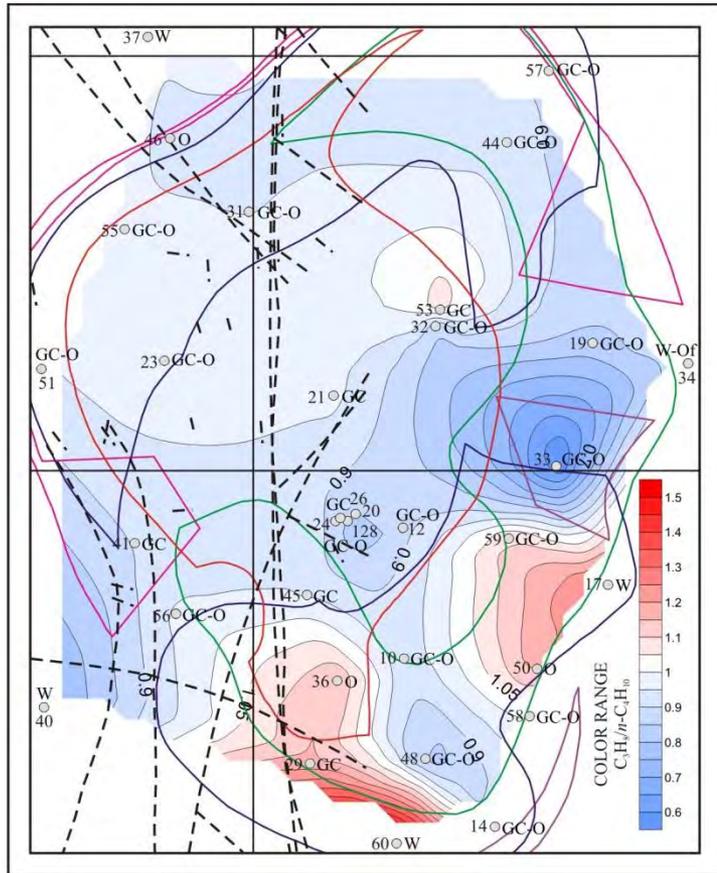
# Миграция компонентов из залежей (особенности массопереноса (Заватский, 2006))



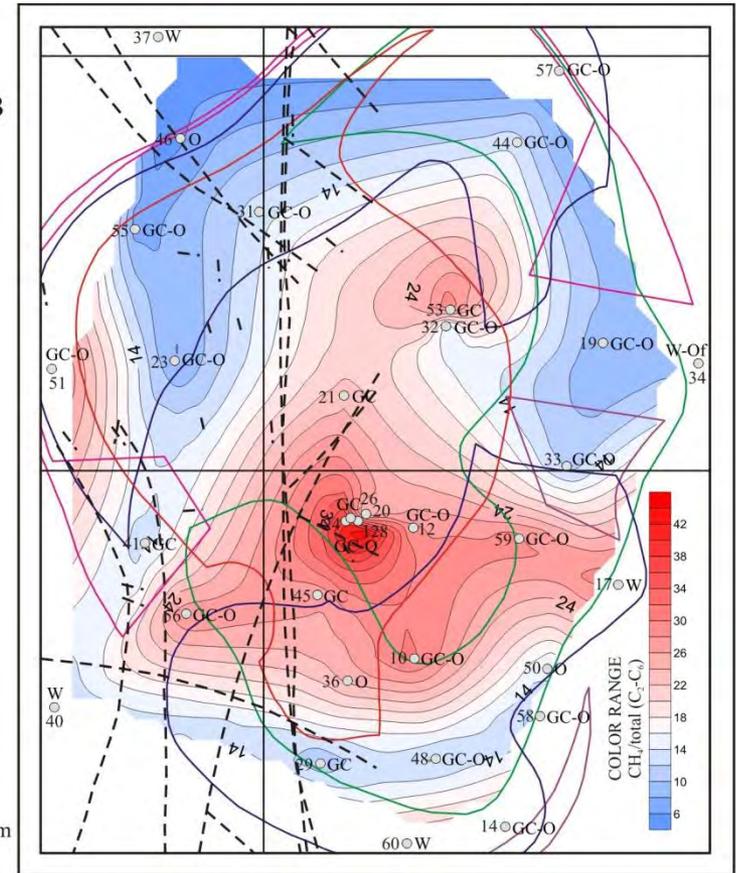
## Миграция компонентов из залежей (дифференциация компонентного состава)

1. Высокие флюидоупорные свойства покрышек нефтегазовых ловушек и наличие субвертикальных зон повышенной проницаемости, связанных с процессами пластической деформации на крыльях антиклинальных складок и других структурных осложнений, обуславливает преобладание диффузионного или инфильтрационного механизмов массопереноса вещества.
2. В контуре нефтегазоносности, где доминируют процессы диффузии, в приповерхностных горизонтах окислению подвергается в основном достигающий их метан и его газообразные гомологи. Главными продуктами реакции окисления являются  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . В области водоуглеводородного контакта, по сопряженным с ним зонам повышенной проницаемости, активны фильтрационные процессы миграции углеводородных и других соединений. В этих условиях дневной поверхности достигают более сложные углеводородные компоненты, усиливающие восстановительную обстановку за счет высвобождения при их расщеплении радикала  $(\text{OH})^-$  и образования  $\text{H}_2\text{S}$  в результате восстановления сульфатов десульфлирующими бактериями.
3. Таким образом, в различных частях проекции залежей углеводородов в приповерхностных горизонтах происходит дифференциация геохимического поля по интенсивности миграционного потока и его составу. Как следствие, это отражается на кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных параметрах среды, которые во многом определяют особенности вторичного преобразования осадочных пород.

# Планы изолиний $C_3H_8/n-C_4H_{10}$ (А) и $CH_4/$ сумма( $C_2-C_6$ ) - (В) в пробах снега эталонных скважин



A



B

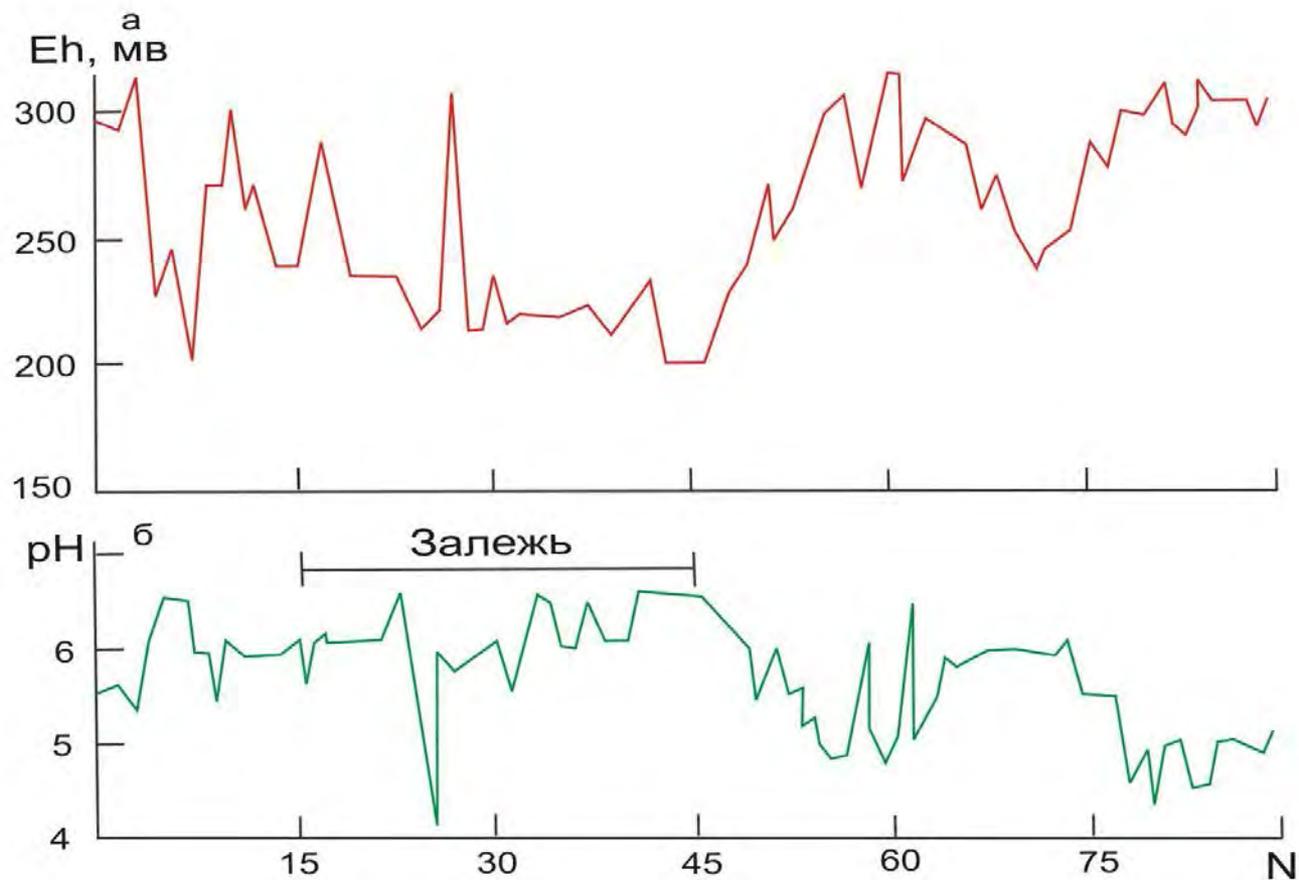
1.5 km 0 1.5 3.0 km

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ/LEGEND

- контур запасов категории  $C_2$  пласта  $BT_{10}$  / contour stock  $C_2$  of bank  $BT_{10}$
- контур запасов категории  $C_2$  пласта  $BT_{7,8}$  / contour stock  $C_2$  of bank  $BT_{7,8}$
- контур запасов категории  $C_2$  пласта  $BT_6$  / contour stock  $C_2$  of bank  $BT_6$
- контур запасов категории  $C_2$  пласта  $BT_0^0$  / contour stock  $C_2$  of bank  $BT_0^0$
- - - разломы / faults

17°W скважины/ wells (ГК (GC) - газоконденсат/gaseous condensate; ГК,Н (GC,О) - газоконденсат, нефть/gaseous condensate, oil; Н (O) - нефть/oil; В,Нпл (W, Of) - вода, пленки нефти/water with oil films; В (W) вода/water; С (D) - сухо/dry.)

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ Eh (а) И pH (б) ПОКАЗАТЕЛЕЙ СРЕДЫ В  
ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПО ПРОФИЛЮ СЕЙСМИЧЕСКИХ СКВАЖИН ЧЕРЕЗ  
ДАНИЛОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ НЕФТИ  
(«Литогеохимические..., 1987 г.»)



# Физико-геологические основы применения прямых и полупрямых методов

- Субвертикальная миграция агрессивных углеводородных и неуглеводородных компонентов из залежи;
- Взаимодействие мигрирующих компонентов с вмещающими породами;
- Вторичное изменение пород в зоне над залежью (наложенный эпигенез);
- Образование окислительно-восстановительных барьеров;
- Изменение физико-химических свойств пород в надзалежном пространстве.

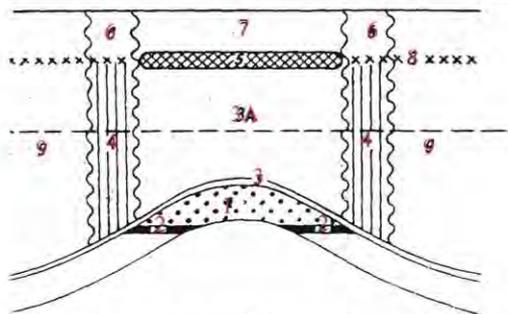
# Классификация прямых и полупрямых поисков нефти и газа (D. Voleneus, 1994 с дополнениями)

Тип (метод) съемки	Объект опробования	Изучаемые компоненты/поля
<b>1. Геохимические методы</b>		
<b>а) Прямые методы:</b>		
Углеводородные		
(1) Мгновенные	ПА, В, А	Алканы, парафины
(2) Сорбированные	ПГ, ПА, С, В, А, ДО, ГП, ИПН	Алканы, парафины, ароматические УВ
Битумные (флуоресцентная спектрометрия)	ПГ, В, ПВТ, ДО	Ароматические УВ
<b>б) Полупрямые методы:</b>		
Наложенные (эпигенетические) ореолы	ПГ, ГП	Fe, Mn, кальцит, окремнение, глинизация
Хелаты, рассеянные элементы	ПГ, ГП, ПВТ, С	Br, Cu, Pb, Zn, U, Cd, As, Hg и т.д.
Дельта карбонаты (ΔС)	ПГ, ГП	Карбонаты
Микробиологические индикаторы	ПГ, ДО, С	Угеводородопоглощающие бактерии
Почвенные соли	ПГ, В	CaCl <sub>2</sub> , гипс, SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup>
Гелий, радон, водород	ПА, В, ИПН	He, Rn, H
Сопутствующие газы	ПА, В, С	N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
Изотопы углерода и кислорода	ПГ, В	C, O <sub>2</sub> , кальцит, CH <sub>4</sub>
Рассеянные металлы, галогены	ПГ, В, ДО, С	J, Ni, V
Биогеохимия	растения	Рассеянные элементы
<b>2. Геофизические методы</b>		
<b>а) Полупрямые методы:</b>		
Радиометрия, гамма-спектрометрия (аэро-, наземная)	ПГ, ГП	Гамма-поле, К, U, Th
Магнитометрия, микромагнитометрия (аэро-, наземная)	ПГ, ГП	Магнитные минералы
Магнитная восприимчивость (наземная полевая, лабораторная)	ПГ, ГП	Магнитные минералы
Вызванная поляризация	ПГ, ГП	Сопротивление, поляризуемость (сульфидные минералы)
Электромагнитные, сверх низкочастотное, многочастотные (аэро-, наземная)	ПГ, ГП	Проводящие «трубы» (магнитные, сульфидные минералы)
Магнитотеллурические (наземная)	ПГ, ГП	«Трубы» сопротивления (магнитные, сульфидные минералы)
Радарные (аэро-, наземная)	А	Углеводородные газы

Объекты исследований: ПГ – почвогрунты; ГП – горные породы; В – вода; С – снег, А – атмосфера, ПА – подпочвенная атмосфера, ДО – донные отложения; ПВТ – вытяжки из почв; ИПН – искусственные пассивные накопители

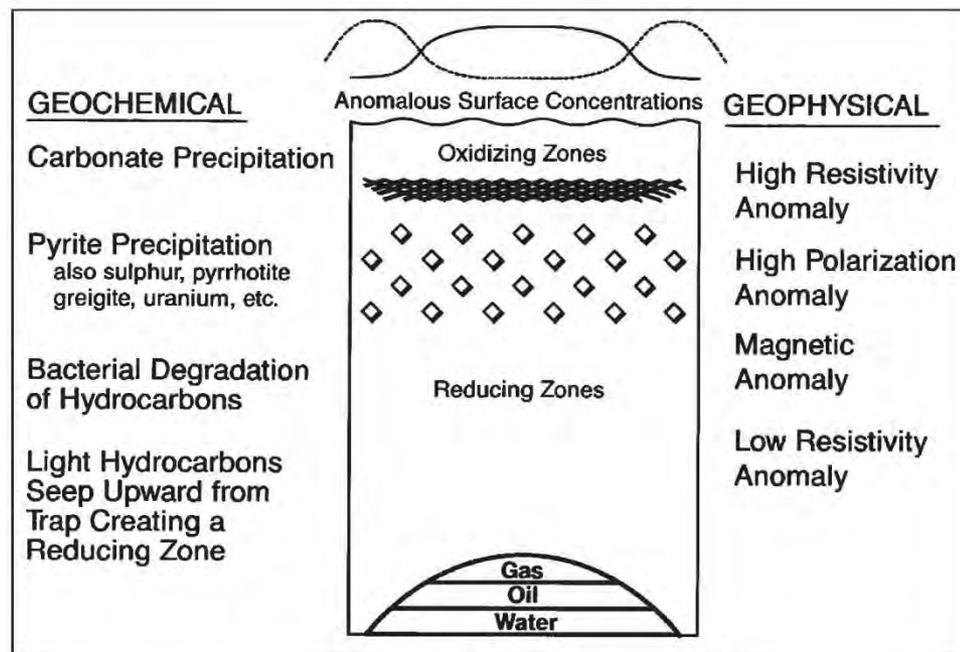
# Геохимические и геофизические аномалии

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕФТЕГАЗОВОЙ ЗАЛЕЖИ (А.В. Петухов и др., 1988)

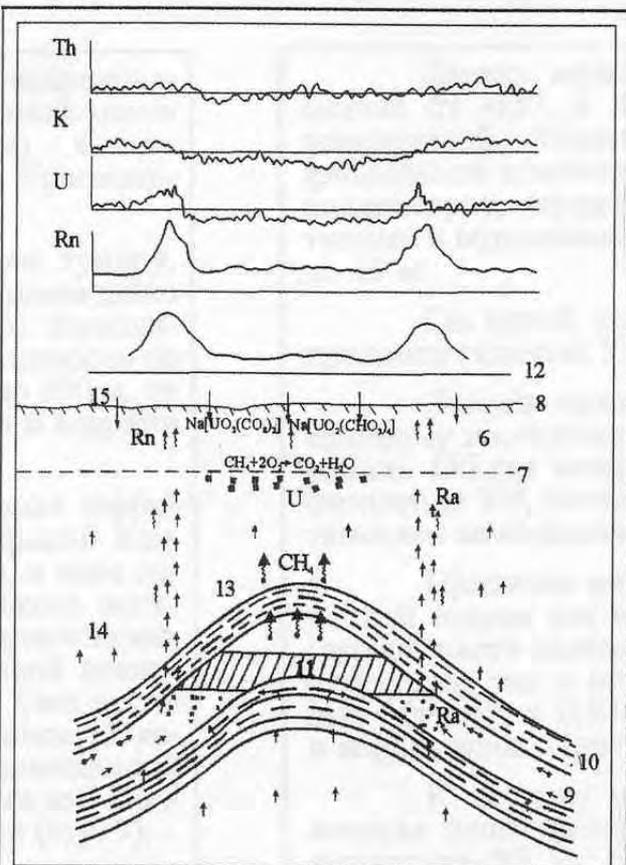


- 1- область угнетенного вторичного минералообразования (залежь);
- 2-область активного вторичного минералообразования (ВНГК);
- 3-область активного диффузионного массообмена и вторичного минералообразования;
- 3<sup>A</sup>-область диффузионного вторжения УВ-флюидов, их анаэробного окисления и вторичного минералообразования (под барьером);
- 4-кольцеобразная область субвертикальной фильтрации УВ-флюидов, интенсивного теплообмена и вторичного минералообразования;
- 5-область активного анаэробного окисления УВ-флюидов ореола диффузионного вторжения и вторичного минералообразования (на барьере);
- 6-кольцеобразная область субвертикальной фильтрации УВ-флюидов, их аэробного окисления, вторичного минералообразования и оксидации;
- 7-область активного аэробного окисления УВ-флюидов диффузионного ореола рассеяния и оксидации (над барьером);
- 8-первый регионально выдержанный водогазоупор;
- 9-область рассеянной (фоновой) вторичной минерализации, не связанной с УВ.

Обобщенная модель геохимических и геофизических изменений почв и осадочных пород под воздействием миграционного потока УВ (Schumacher, 1996)



# Радиометрические и магнитные модели нефтегазоносных объектов

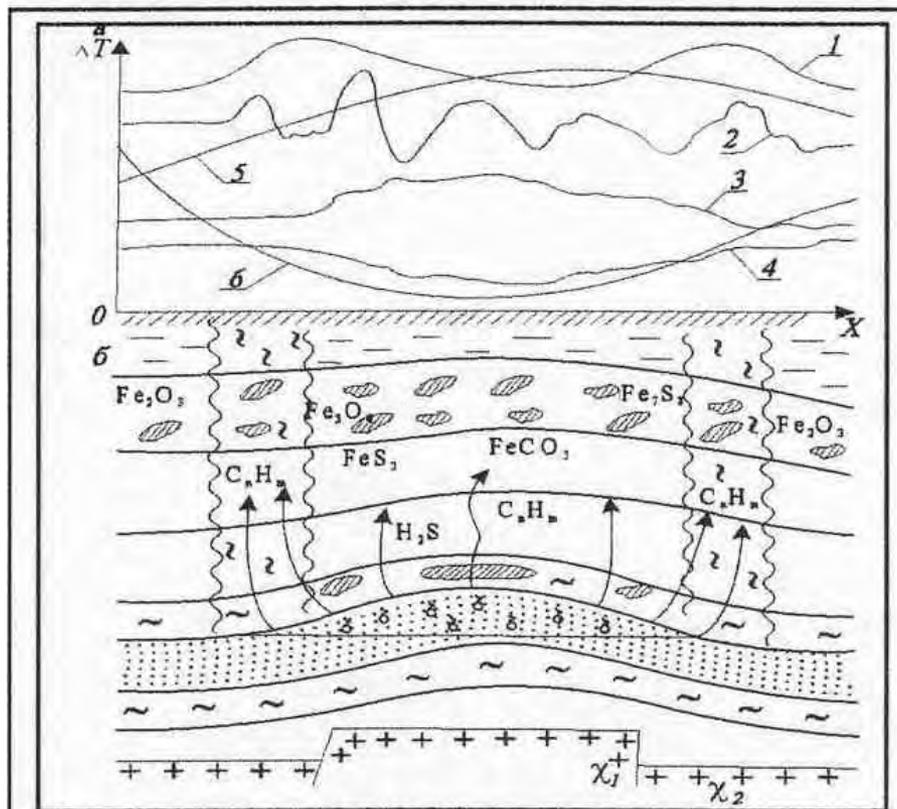


Модель формирования радиогеохимической аномалии над углеводородной залежью (Wang Ping, Li Zhou bo, 1996)

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

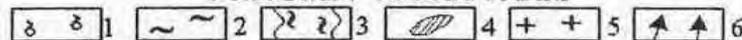


1 - вода; 2 - нефть; 3 - накопление Rn; 4 - накопление U; 5 - накопление Ra; 6 - зона окисления; 7 - уровень пластовых вод; 8 - уровень земной поверхности; 9 - песчаный собирающий слой; 10 - ограничивающий слой; 11 - ловушка; 12 - р/а аномалия по данным бурения; 13 - зона повышенной миграции; 14 - зона пониженной миграции; 15 - зона проникновения атмосферных осадков.



Геоманнитная модель нефтегазового месторождения (по В.М.Березкину и др., 1994)

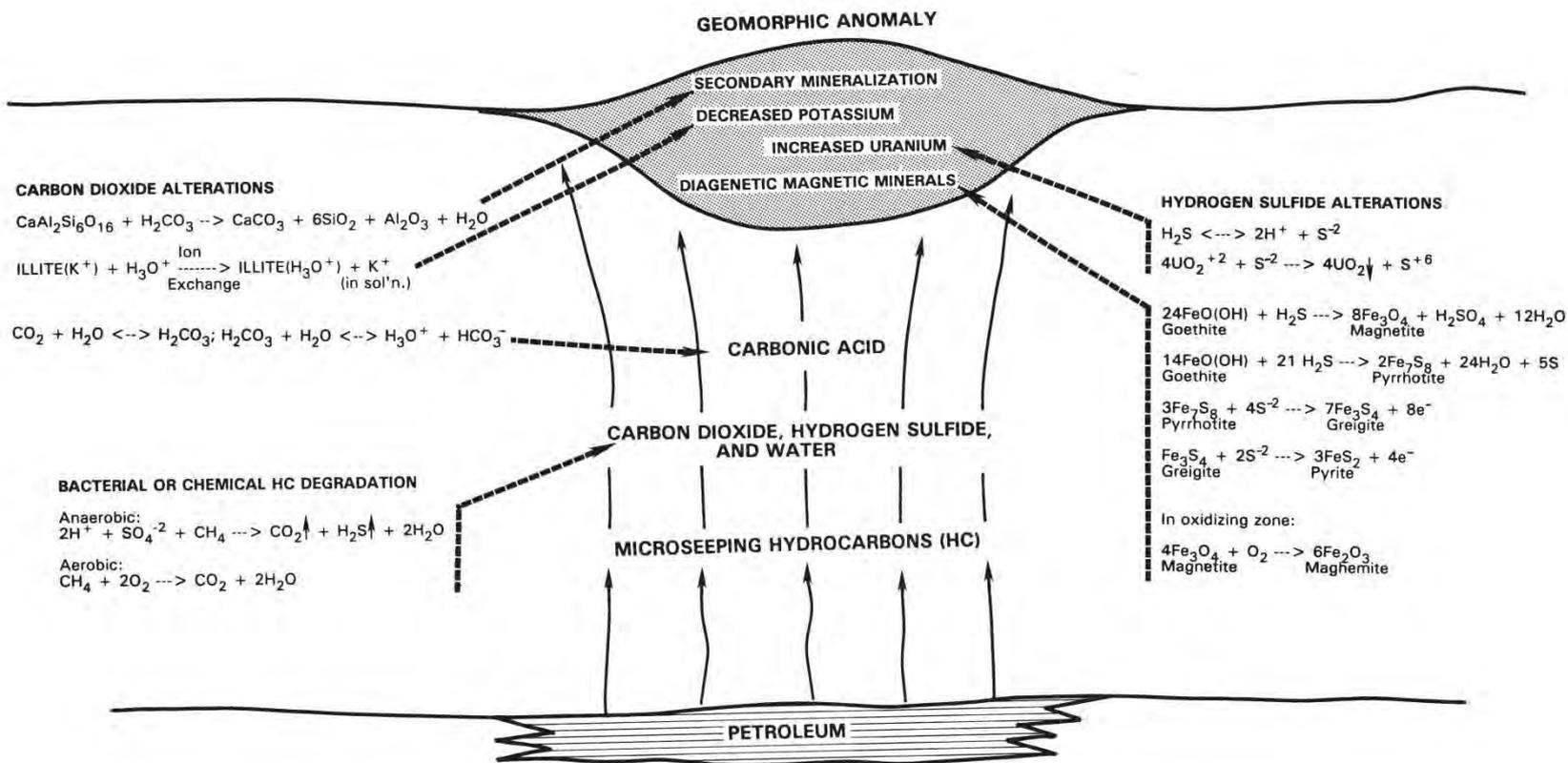
### Условные обозначения



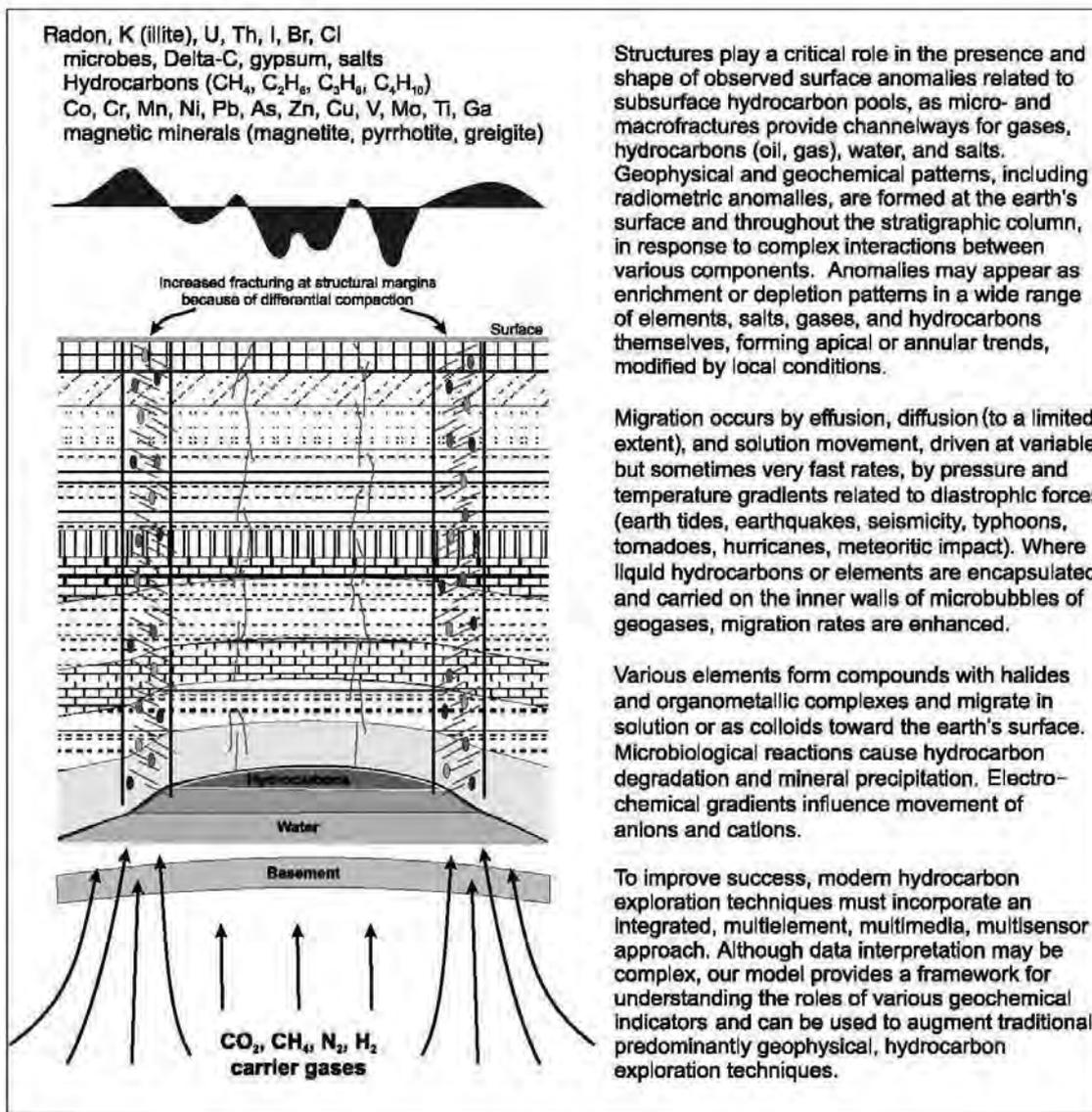
а - возможные кривые  $\Delta T$  на высоте полета (100-300 м); 1, 2, 3, 4 - кривые  $\Delta T$  от вторичных минеральных форм; 5 - кривая  $\Delta T$  от фундамента при  $\chi_1 > \chi_2$ ; кривая  $\Delta T$  от фундамента при  $\chi_1 < \chi_2$ ; б - геологический разрез: 1 - нефтегазовая залежь; 2 - пласты-покрышки; 3 - зоны субвертикальных неоднородностей; 4 - вторичные минералы; 5 - фундамент; 6 - потоки углеводородов и других элементов

# Геохимические и геофизические аномалии

Вероятная модель вторичных минеральных преобразований над нефтяной залежью (Saunders, 1995)



# МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НАД МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ НЕФТИ И ГАЗА (D.V. Sikka and R.V.K. Shives, 2002)

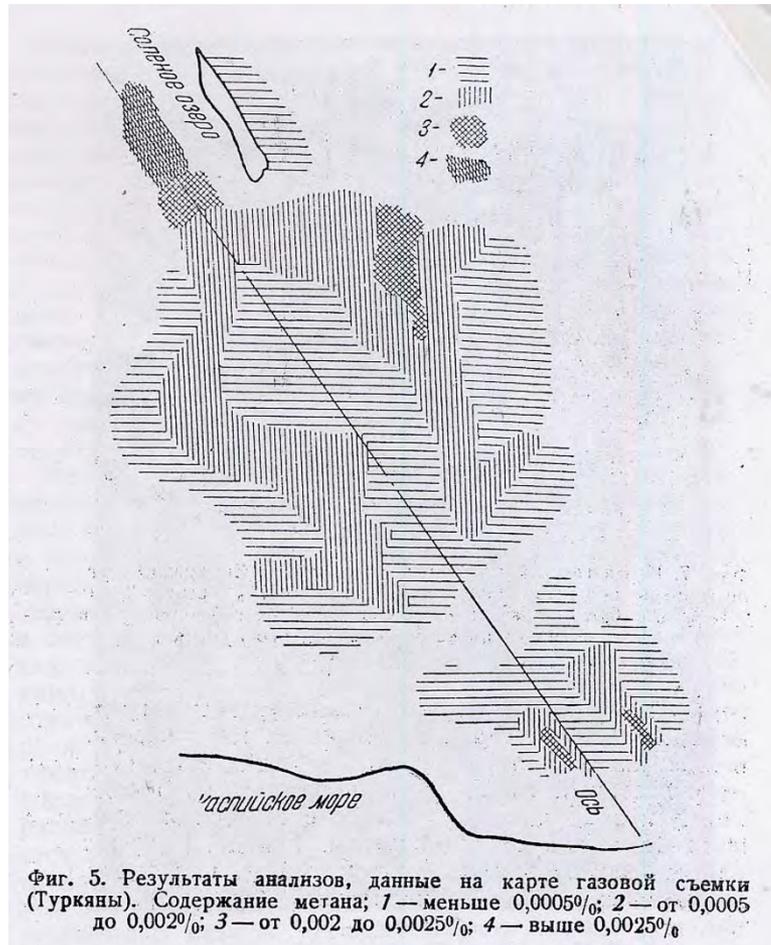


**ГЛАВНАЯ ПРОБЛЕМА:**

**Полигенность аномалий**

# Геохимические углеводородные поиски

1933 г.: В.А Соколов (СССР) и G. Laubmeyer (Германия)



*Нефтяное месторождение Туркменкхан  
(Азербайджан)  
В.А. Соколов, 1935*

# Геохимические углеводородные поиски

Определяемые и изучаемые УВ компоненты (В.Л. Бондарев, 2013)

Алифатические УВ	
1	2-Метилбутан
2	2-Метилпентан
3	3-Метилпентан
4	2,4-диметилпентан
5	2-Метилгексан
6	3-Метилгексан
7	2,3-Диметилгексан
8	2,4- Диметилгексан
9	2-Метилгептан
10	3-Метилгептан
11	2-Метилоктан
12	3-Метилоктан
13	2-Метилнонан
14	3,5-Диметилоктан
15	4-Метилдекан
16	Изодедекан
17	н-Бутан (4)
18	н-Пентан (5)
19	н-Гексан (6)
20	н-Гептан (7)
21	н-Октан (8)
22	н-Нонан (9)
23	н-Декал (10)
24	н-Ундекан (11)
25	н-Додекан (12)
26	2,4,6-Триметилоктан
27	н-Тридекан (13)
28	н-Тетрадекан (14)
29	н-Пентадекан (15)
30	2,2,4,6,6-Пентаметилгептан
31	1-Декен
32	1-Октен

Циклоалканы	
1	Циклопентан (5)
2	Метилциклопентан
3	Циклогексан (6)

Ароматические УВ	
1	1,2,3-Триметибензол
2	1,2,4,5-Тетраметилбензол
3	1,2,3-Триметибенаол
4	1,3,5-Триметибенаол
5	1,3 -Диизопропилбензол
6	1,4 -Диизопропилбензол
7	1-Метил-2-пропилбензол
8	1-Метил-3-пропилбензол
9	1-Пропенилбензол
10	2-Этилтолуол
11	3- Этилтолуол/4-этилтолуол
12	2-Фенилоктан
13	4-Фенилциклогексен
14	5-Фенилдекан
15	5-Фенилудекан
16	Бензол (6)
17	Этилбензол
18	Изопропилбензол
19	м-Метилстирол
20	м,п-Ксилол (9)
21	Нафталин
22	н-Бутилбензол
23	н- Пропилбензол
24	о-Метилстирол
25	о-Ксилол (8)
26	Стирол
27	Т олуол (7)

Группы соединений	
	Терпены (9)
	Спирты (13)
	Альдегиды (18)
	Кетоны (12)
	Кислоты (10)
	Эфиры (16)

Около 60 соединений могут выступать в качестве признаков нефтегазоносности.

Из них наиболее информативными критериями являются:

1. Алканы нормального ряда (9 соединений, синий цвет в табл.).
2. Изоалканы (16 соединений, но наиболее информативны – 7, зеленый цвет в табл.).
3. Циклические УВ (4 соединения, синий цвет в табл.).
4. Ароматические УВ (наиболее информативны 4 соединения, синий цвет в табл., красным цветом показаны соединения, которые так же можно использовать).

4	Метилциклогексан
5	1,4-Диметилциклогексан
6	1-Метил-4-метилэтилциклогексан

Другие (12)	

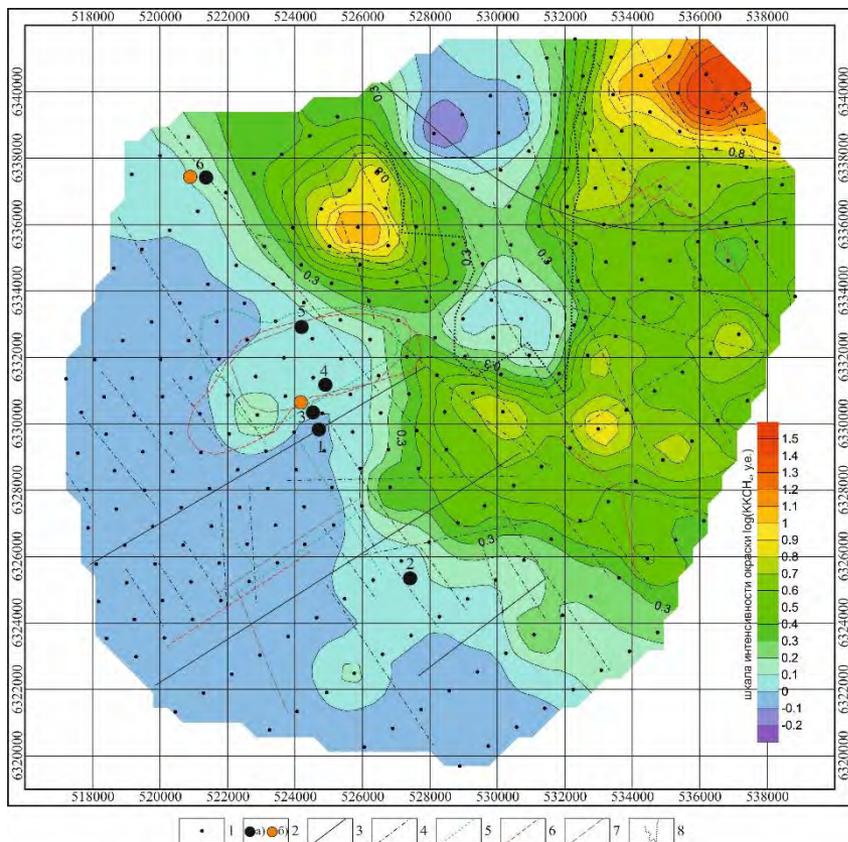
Нормальные алканы	
1	Метан
2	Этан
3	Пропан
4	н-Бутан
5	н-Пентан
6	н-Гексан

Изоалканы	
1	i-Бутан
2	Тетраметилметан
3	2,2-диметилпропан
4	2-метилбутан
5	2,2-диметилбутан
6	2,3-диметилбутан и 2-Метилпентан
7	3-Метилпентан

Непредельные УВ	
1	Этилен
2	Пропилен
3	Изобутилен и Бутен
4	3-метилбутен
5	2-Метилбутен

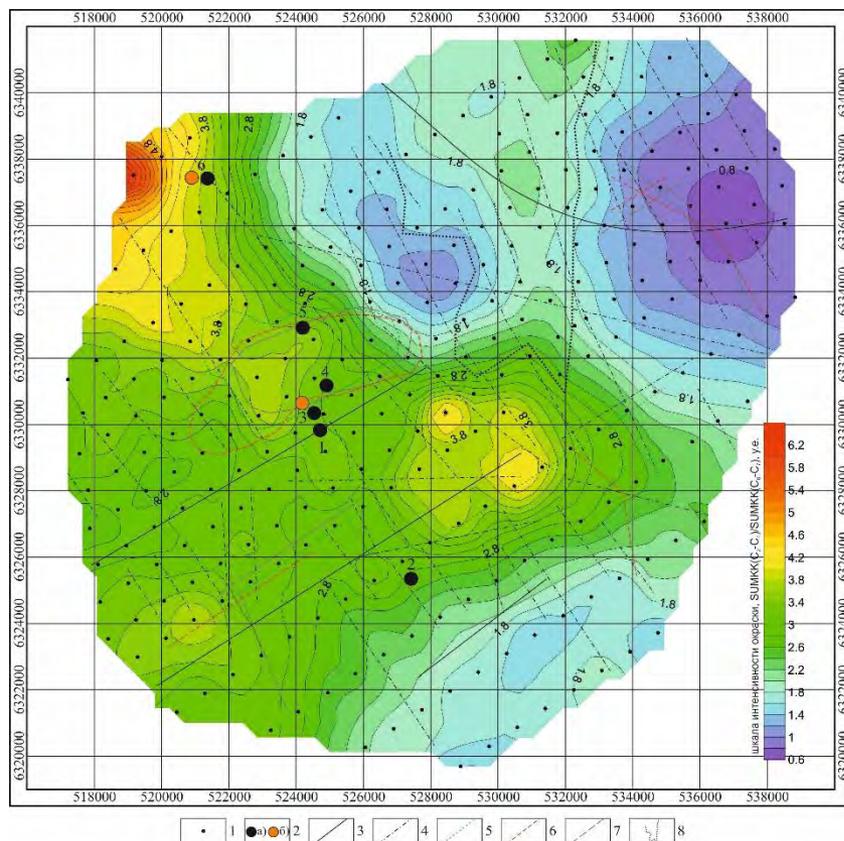
Не углеводородные газы	
1	Азот
2	Кислород
3	Водород
4	Гелий
5	Углекислота

# Геохимические углеводородные поиски



**План изолиний логарифма коэффициента концентрации метана ( $KCH_4$ , у.е.):**

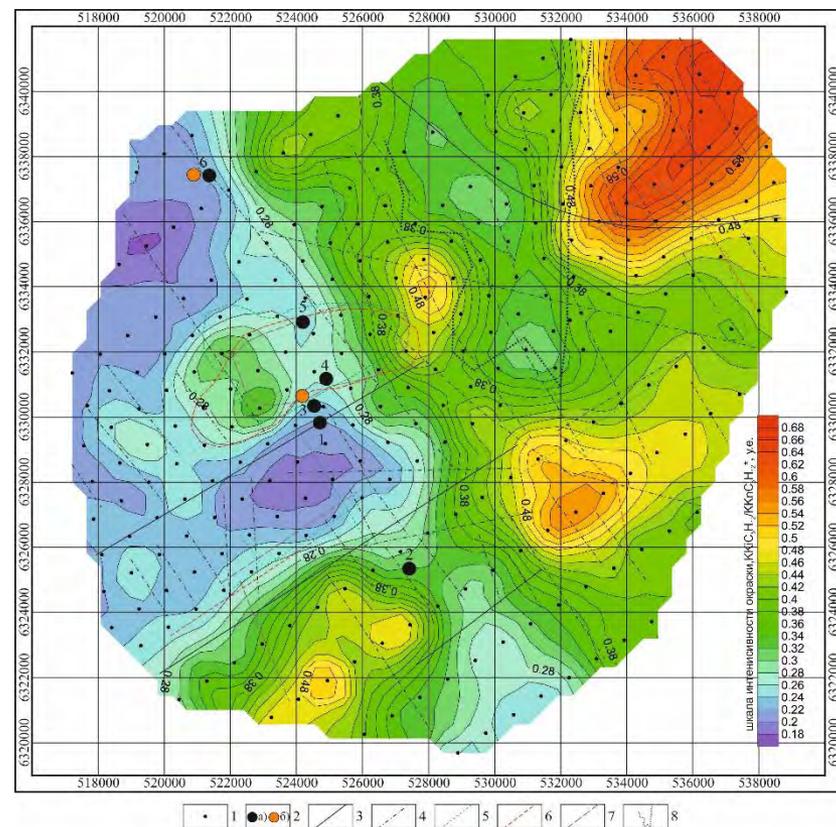
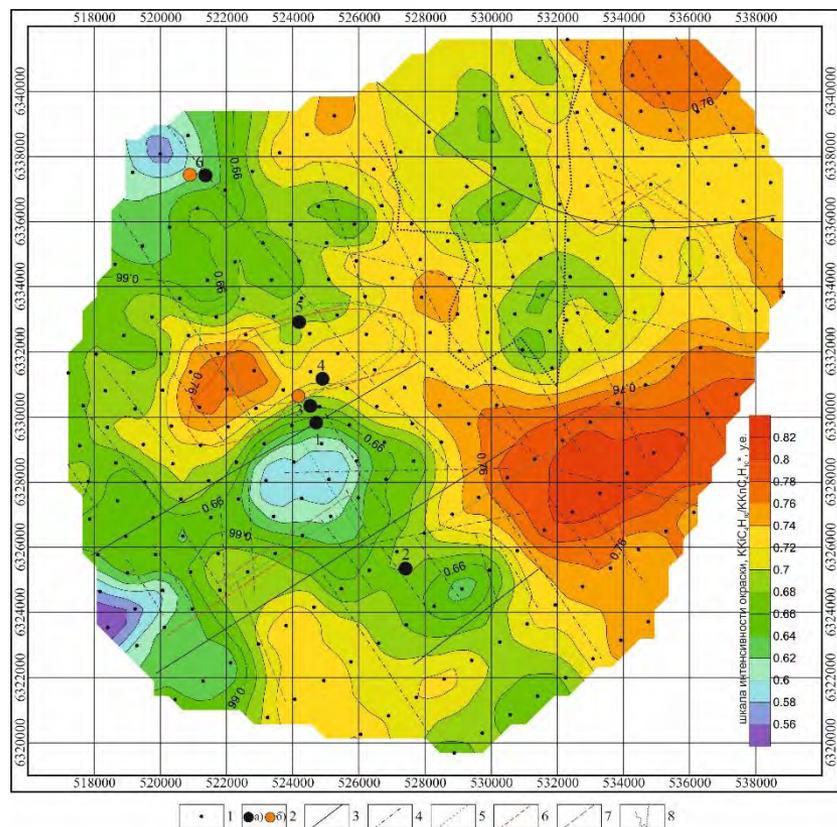
1 - точки опробования; 2 - положение скважин: а) по каталожным координатам; б) по данным спутниковой навигации; разрывные нарушения по магнитометрическим данным: 3 - тектонические границы блоков фундамента; 4 - прочие нарушения; оси и ореолы радиогеохимических дисперсионных аномалий: 5 - калия; 6 - урана; 7 - тория; 8 - граница участка проб «торфа»



**План изолиний отношения суммы коэффициентов концентрации газообразных и парообразных гомологов метана ( $SUMKK(C_2-C_7)/SUMKK(C_2-C_7)$ , у.е.):**

1 - точки опробования; 2 - положение скважин: а) по каталожным координатам; б) по данным спутниковой навигации; разрывные нарушения по магнитометрическим данным: 3 - тектонические границы блоков фундамента; 4 - прочие нарушения; оси и ореолы радиогеохимических дисперсионных аномалий: 5 - калия; 6 - урана; 7 - тория; 8 - граница участка проб «торфа»

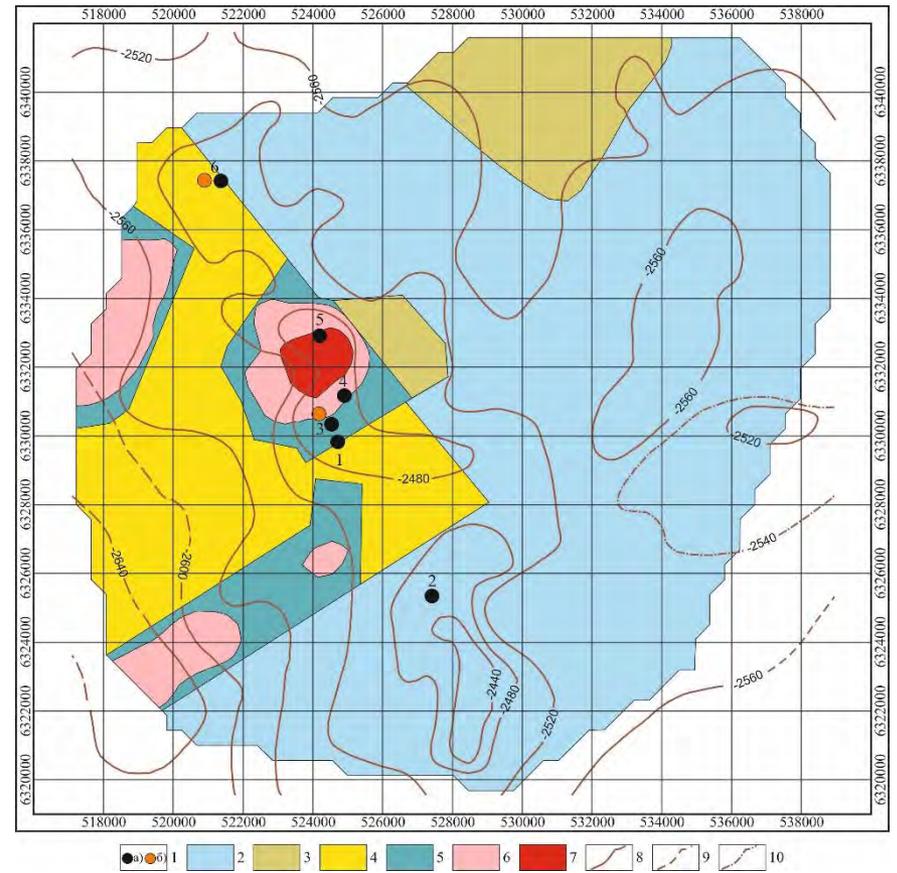
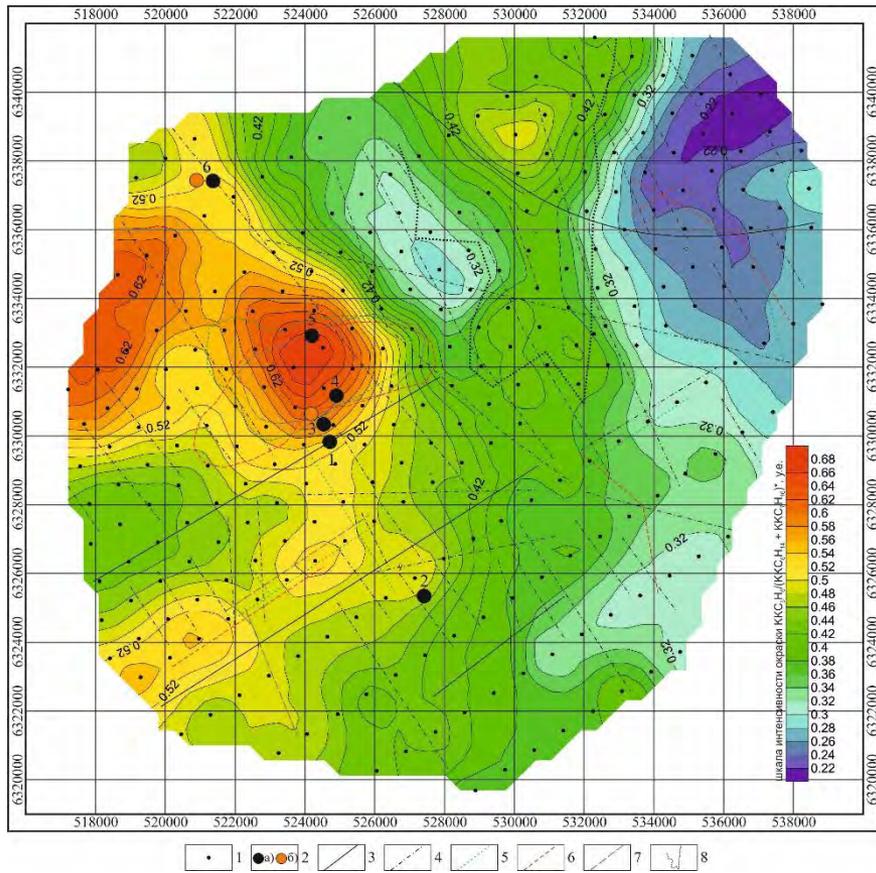
# Геохимические углеводородные поиски



**План изолиний трансформант отношения коэффициентов концентрации н-бутана и изобутана ( $\text{KKiC}_4\text{H}_{10}/\text{KKnC}_4\text{H}_{10}^*$  (у.е.):**  
 1 - точки опробования; 2 - положение скважин: а) по каталожным координатам; б) по данным спутниковой навигации; разрывные нарушения по магнитометрическим данным: 3 - тектонические границы блоков фундамента; 4 - прочие нарушения; оси и ореолы радиогеохимических дисперсионных аномалий: 5 - калия; 6 - урана; 7 - тория; 8 - граница участка проб «торфа»

**План изолиний трансформант отношения коэффициентов концентрации н-пентана и изопентана ( $\text{KKiC}_5\text{H}_{12}/\text{KKnC}_5\text{H}_{12}^*$  (у.е.):**  
 1 - точки опробования; 2 - положение скважин: а) по каталожным координатам; б) по данным спутниковой навигации; разрывные нарушения по магнитометрическим данным: 3 - тектонические границы блоков фундамента; 4 - прочие нарушения; оси и ореолы радиогеохимических дисперсионных аномалий: 5 - калия; 6 - урана; 7 - тория; 8 - граница участка проб «торфа»

# Геохимические углеводородные поиски

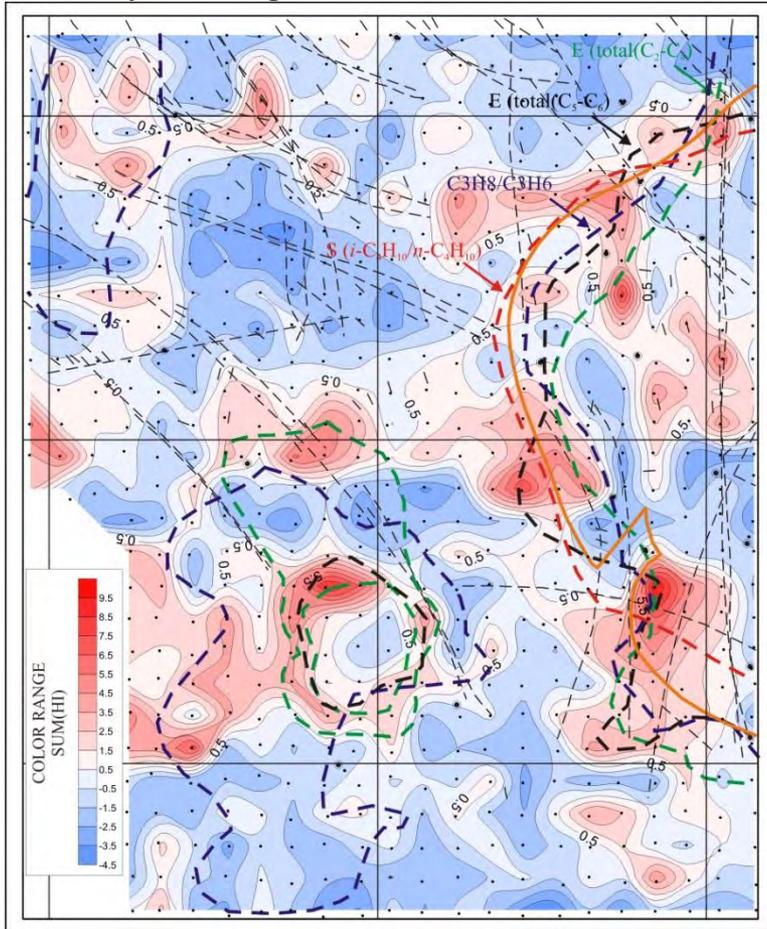


План изолиний трансформант отношения коэффициента бензола к сумме коэффициентов трансформации ириовразных коэффициентов бензона к сумме коэфф.  $(\text{KKS}_{\text{H}_2} + \text{KKS}_{\text{H}_2}^{\text{H}_2}) / (\text{KKS}_{\text{H}_2} + \text{KKS}_{\text{H}_2}^{\text{H}_2} + \text{KKS}_{\text{H}_2}^{\text{H}_2})$  (у.е.) к гомологов метана  
 1 - точки опробования скважин; 2 - по каталожным координатам; 3 - по данным спутниковой навигации; 4 - по данным геохимического районирования по степени перспективности выявления залежей нефти; 5 - очень низкая; 6 - низкая; 7 - средняя; 8 - хорошая; 9 - высокая; 10 - очень высокая; 11 - изолинии отражающего горизонта Па; 12 - достоверные; 13 - предполагаемые; 14 - зона осложнения прослеживаемости волны Па

Схема геохимического районирования по степени перспективности выявления углеводородных залежей:  
 1 - положение скважин: а) по каталожным координатам; б) по данным спутниковой навигации; геохимическое районирование по степени перспективности выявления залежей нефти: 2 – очень низкая; 3 - низкая; 4 – средняя; 5 – хорошая; 6 – высокая; 7 – очень высокая; изолинии отражающего горизонта Па: 8 – достоверные; 9 – предполагаемые; 10 – зона осложнения прослеживаемости волны Па

# Геохимические углеводородные поиски

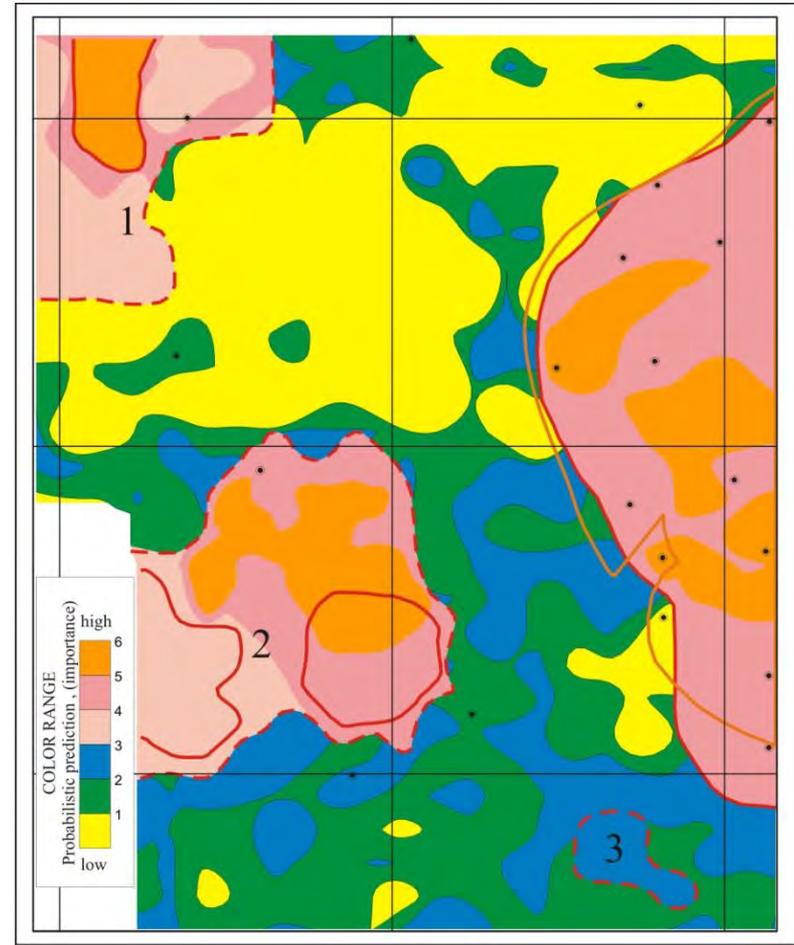
Карта суммарного показателя статистических характеристик углеводородных индексов



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ/LEGEND

- |   |  |   |                            |
|---|--|---|----------------------------|
|  | контур НГК месторождения<br>contour of field |  | скважины/wells:            |
|  | разломы<br>faults                            |  | кольцевая аномалия<br>halo |
|  | точки опробования<br>sampling points         |   |                            |

Карта вероятностных контуров обнаружения залежей углеводородов

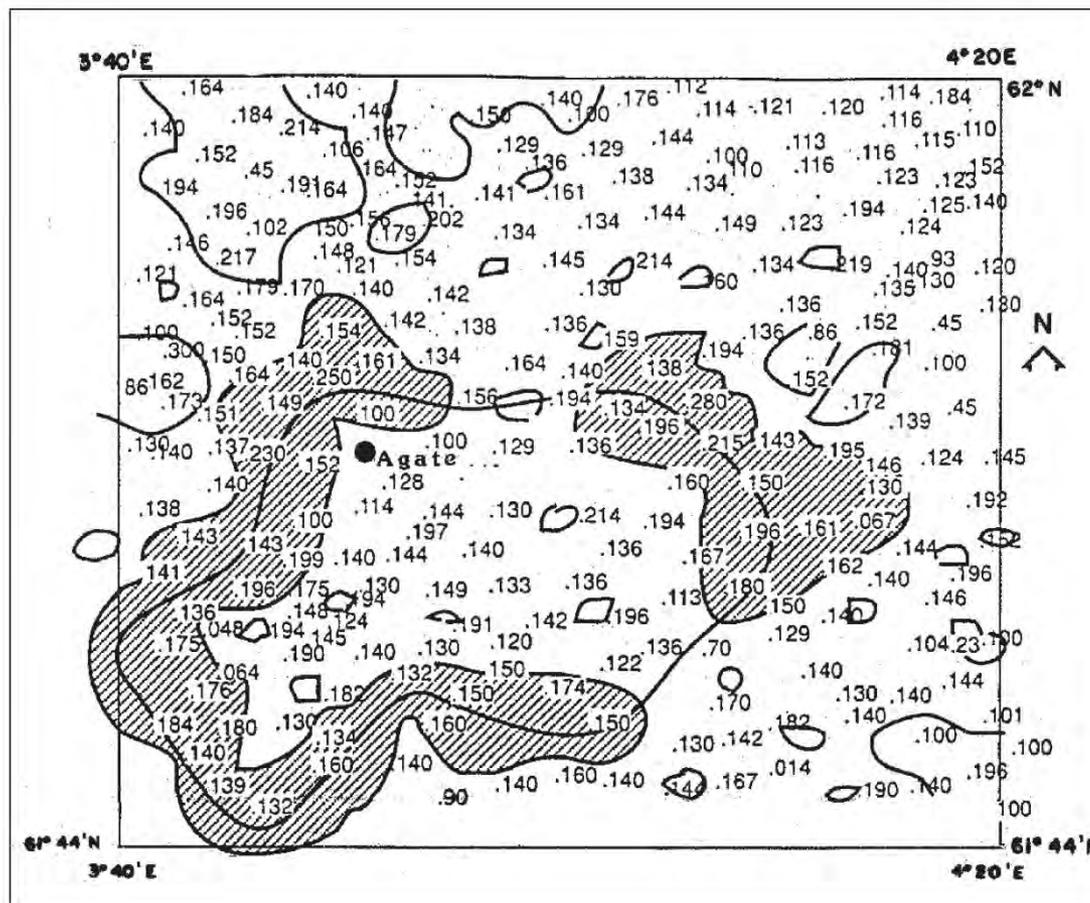


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ/LEGEND

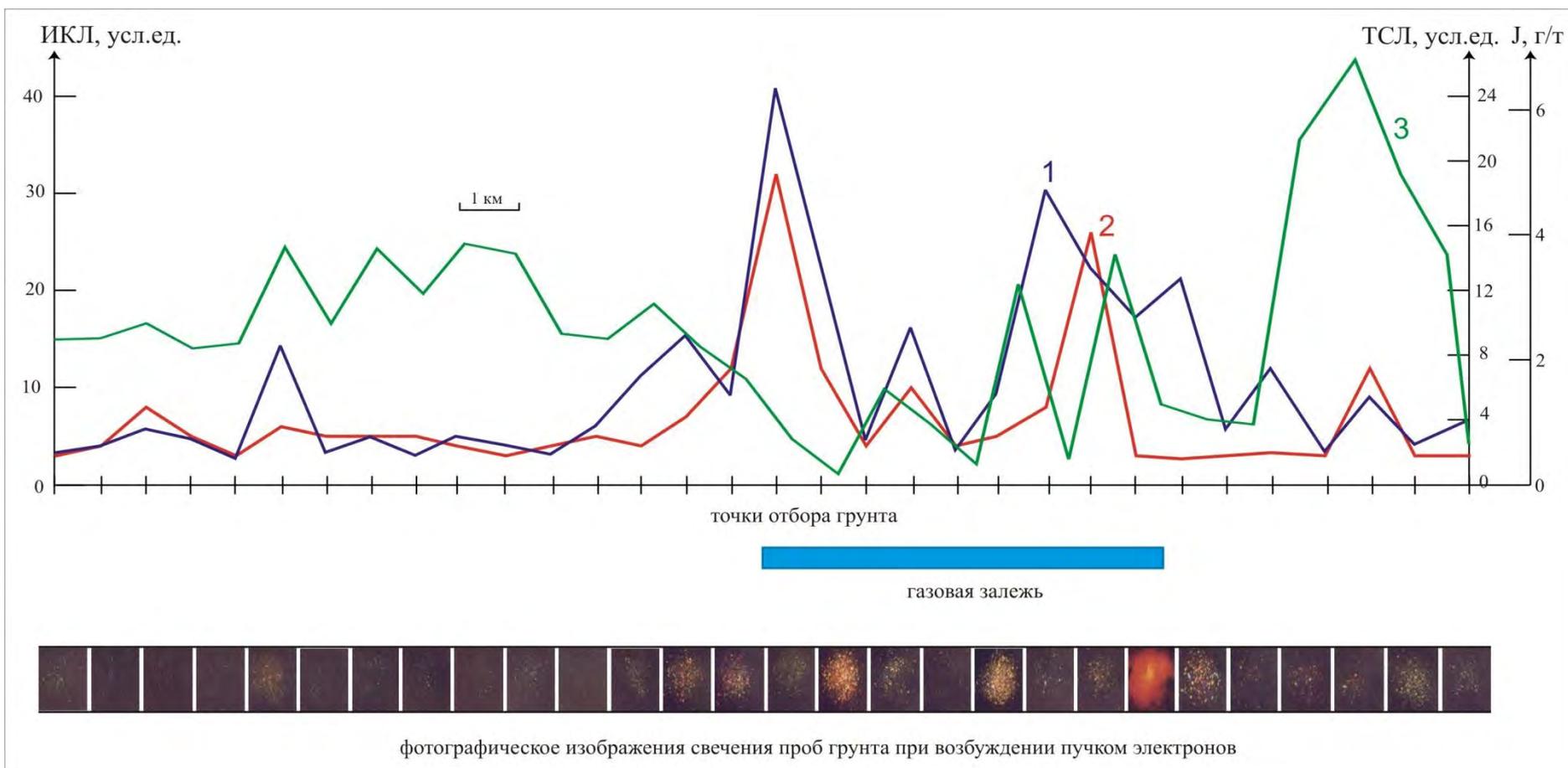
- |   |   |   |                            |
|---|---|---|----------------------------|
|  | контур НГК месторождения<br>contour of field                    |  | скважины/wells:            |
|  | аномальный участок и его номер<br>anomalous area and its number |  | кольцевая аномалия<br>halo |

# Геохимические поиски Delta C carbonate (W.R. Ransone (Geochemical Surveys Inc.))

Северное море

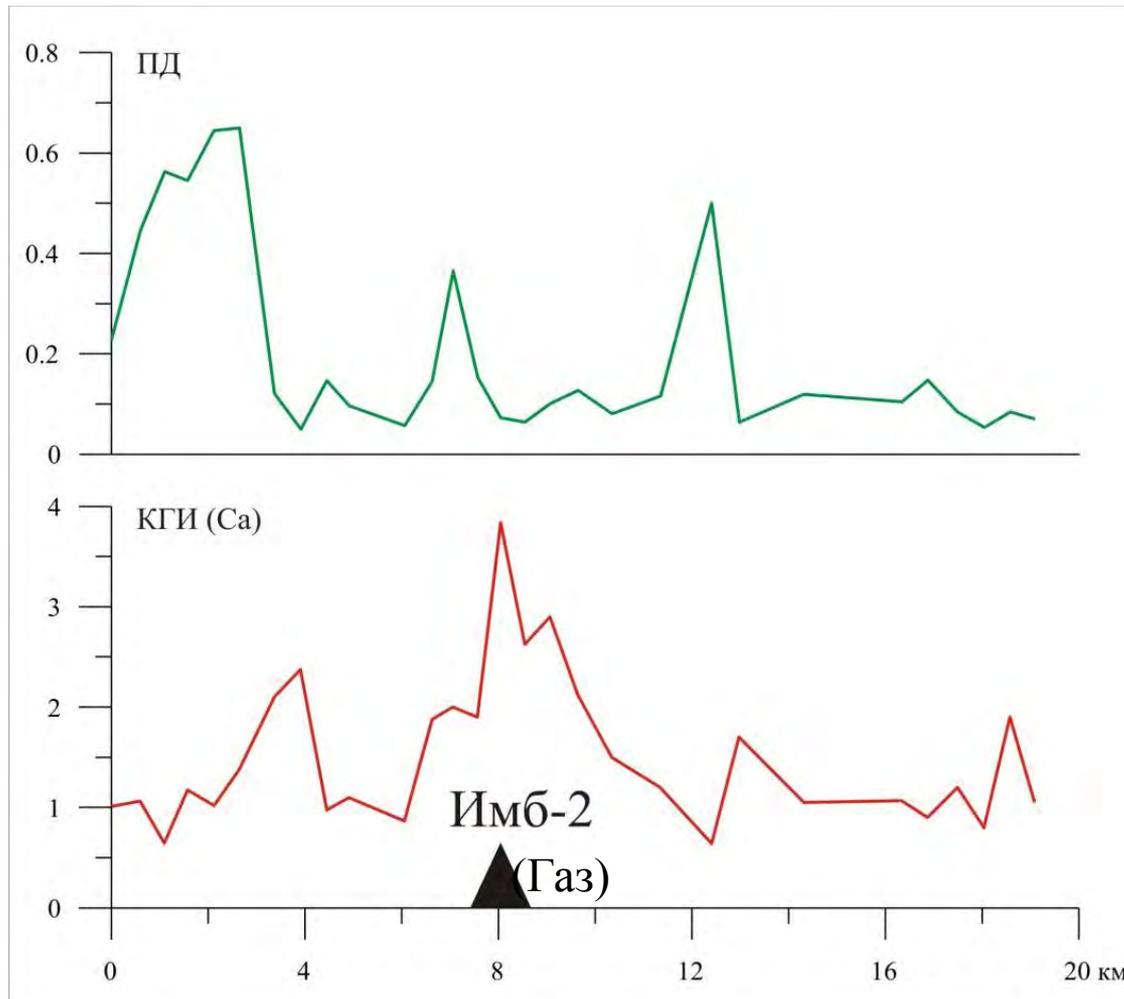


# Геохимические поиски



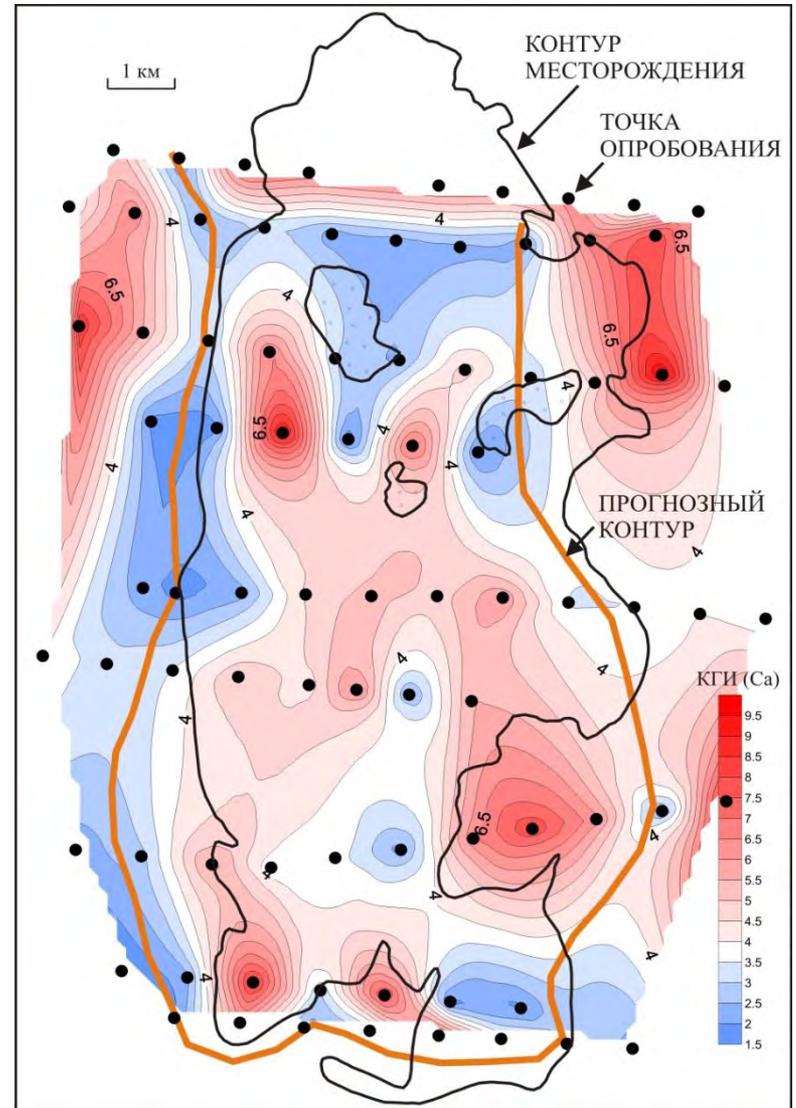
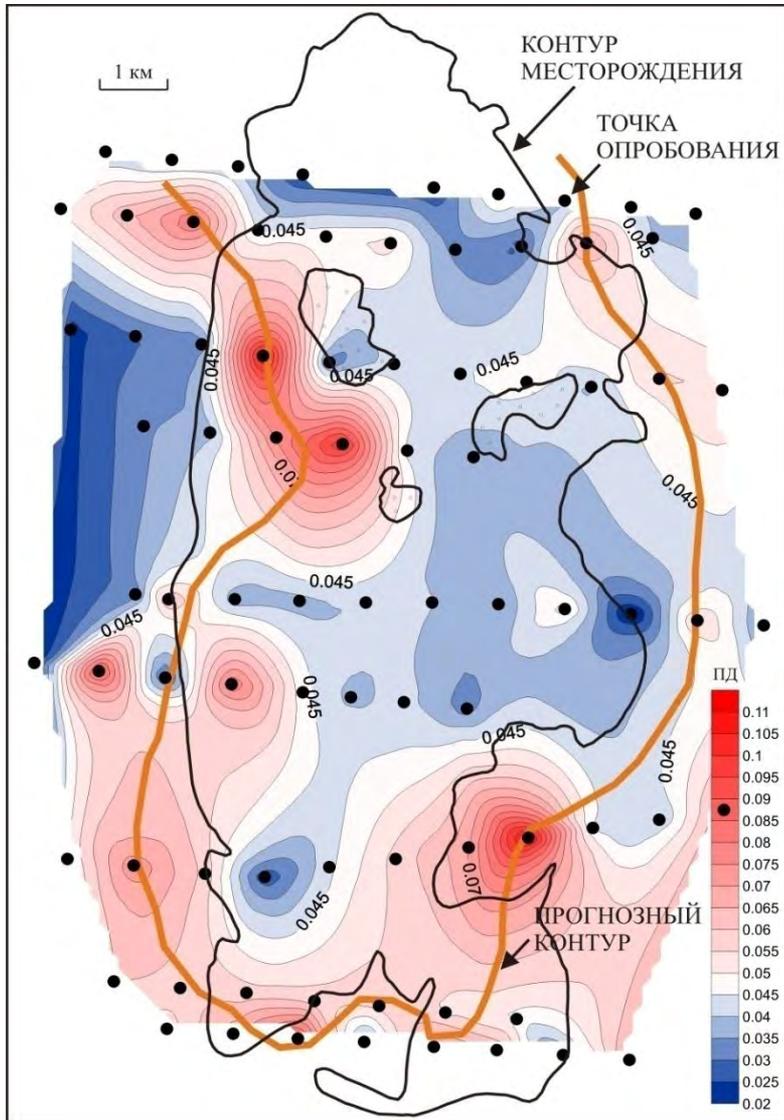
Характер изменения термостимулированной (1), импульсно-катодной (2) люминесценции почво-грунтов и содержания йода (3) по профилю через Ново-Михайловскую газоперспективную площадь

# Геохимические поиски



Графики изменения показателя дисперсии геохимического спектра и значений коэффициента генетической информации (КГИ) кальция

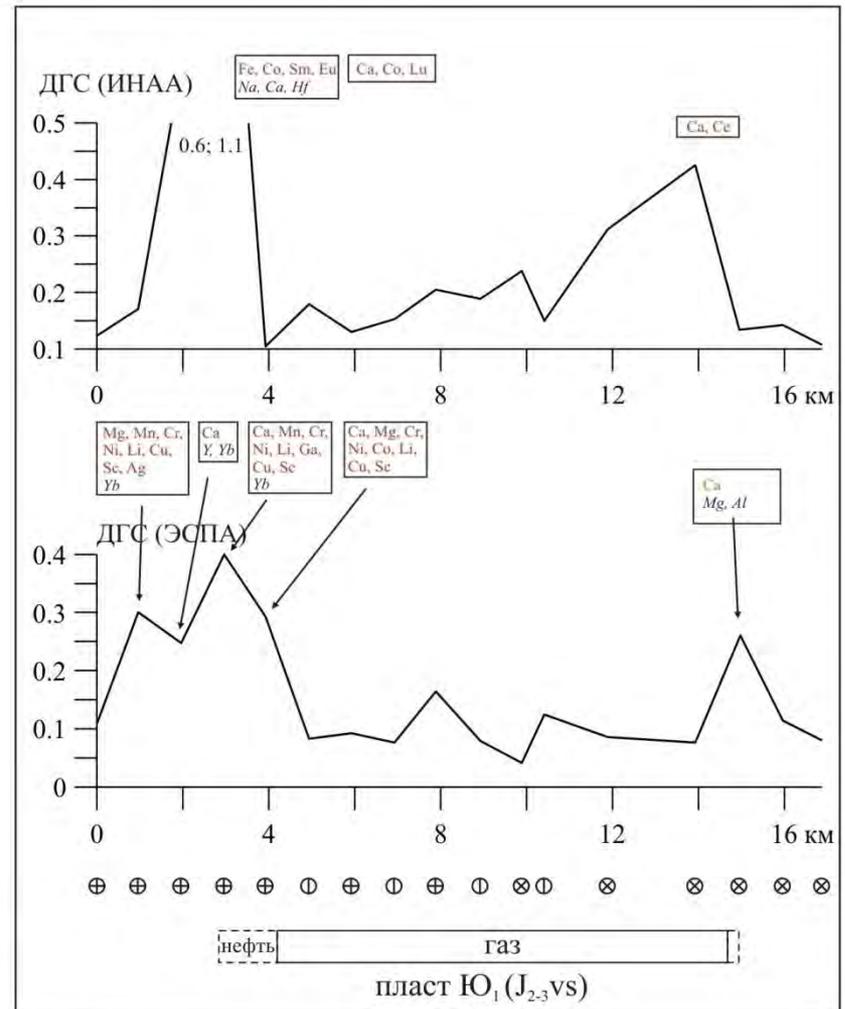
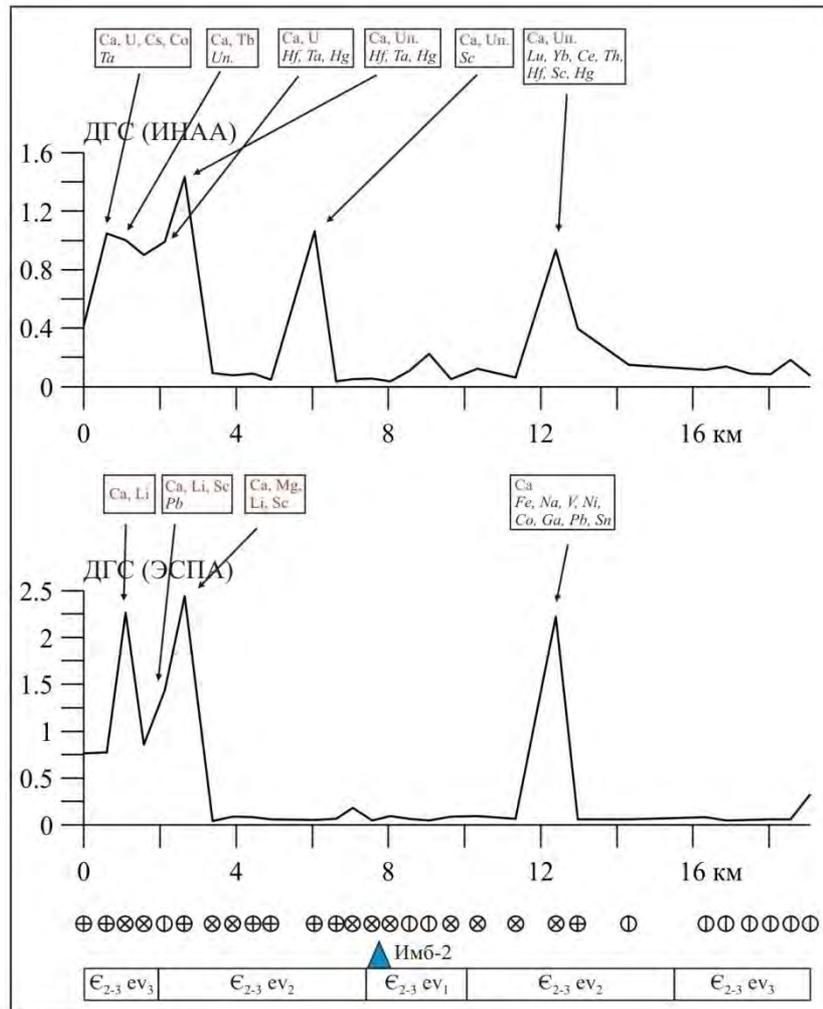
# Геохимические поиски



Карты изменения показателя дисперсии геохимического спектра (ПД) и значений коэффициента генетической информации (КГИ) кальция

# Литохимические аномалии

(показатели дисперсии (ДГС) и вариации (ВГС) геохимического спектра)

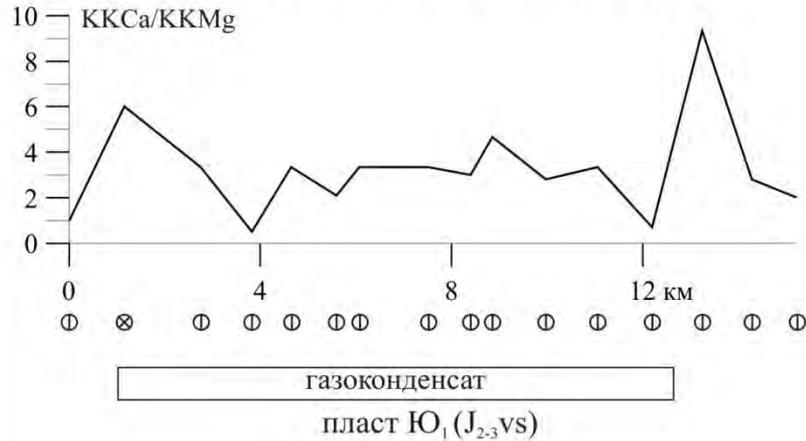


⊕ а)    ⊗ б)    ⊖ в)

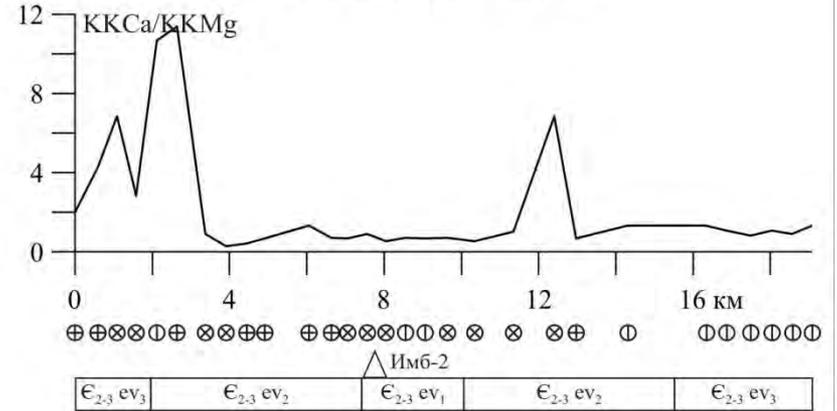
Литологический состав литохимических проб (визуальное описание):  
 а) глинистые грунты; б) суглинистые грунты; в) супесчаные грунты.

# Литохимические аномалии

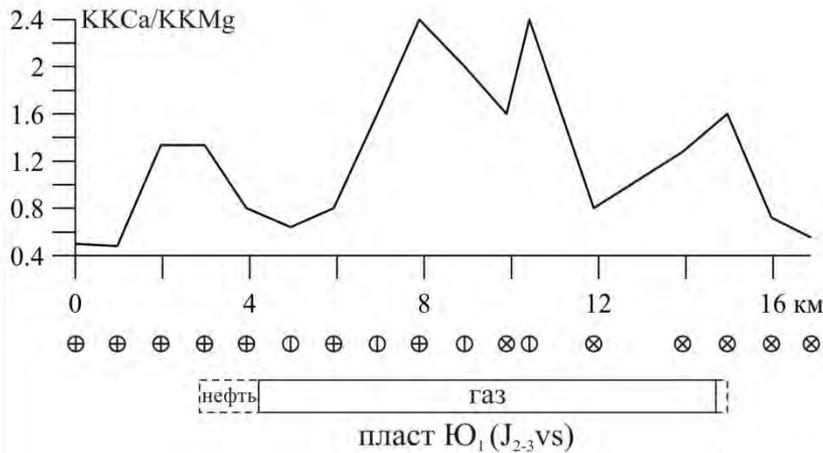
Северо-Васюганской месторождение



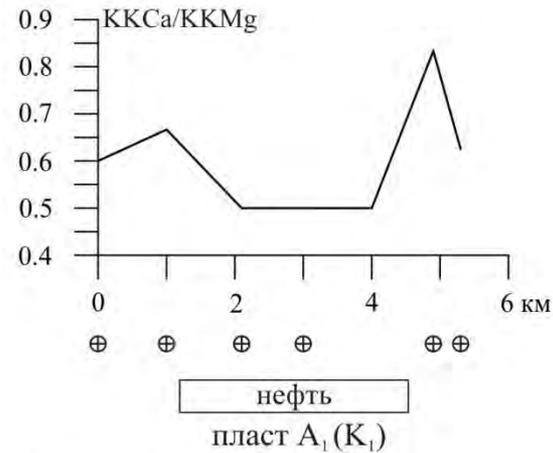
Имбинская площадь



Мыльдзинское месторождение



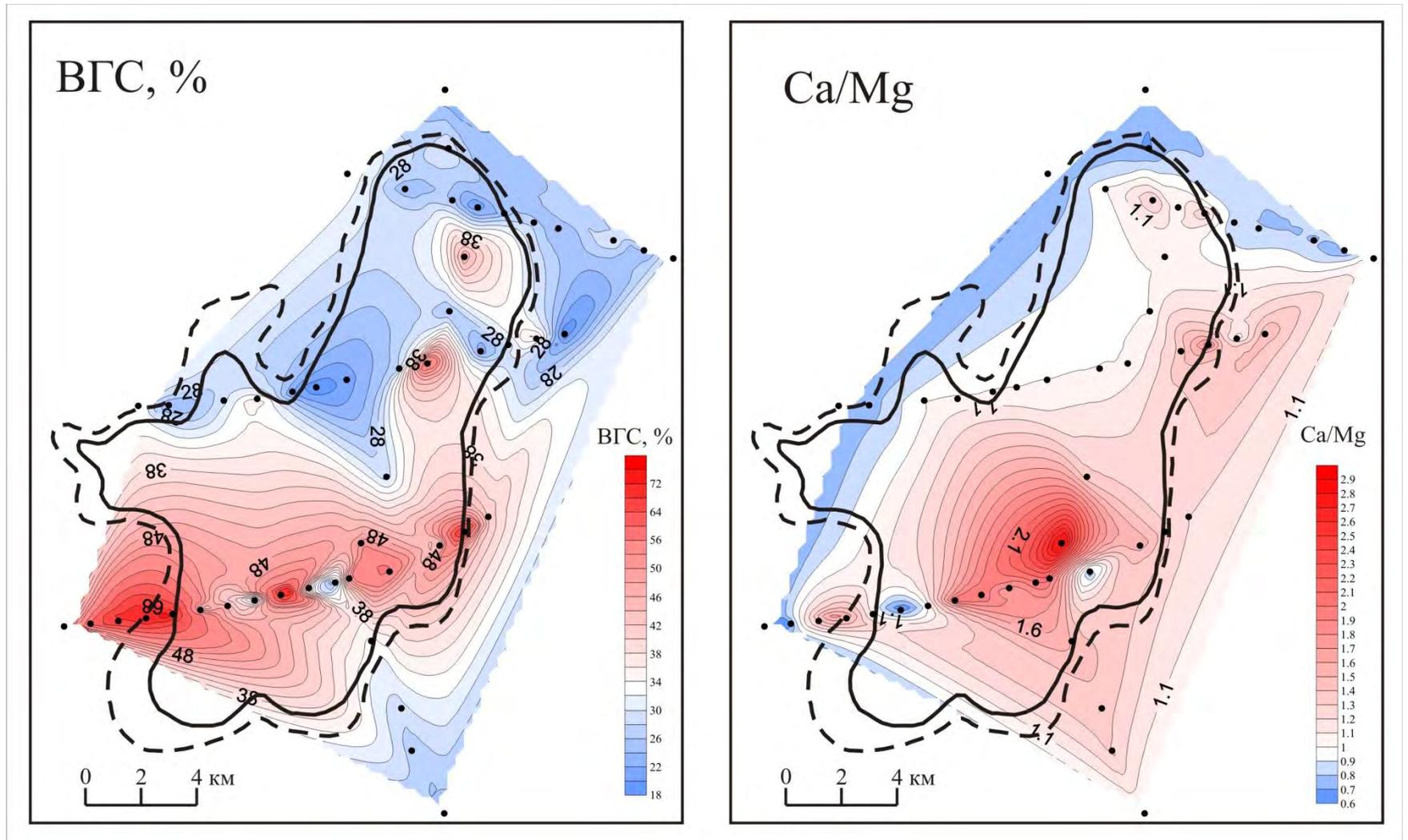
Западно-Полуденное месторождение



⊕ а)    ⊗ б)    ⊖ в)

Литологический состав литохимических проб (визуальное описание):  
а) глинистые грунты; б) суглинистые грунты; в) супесчаные грунты.

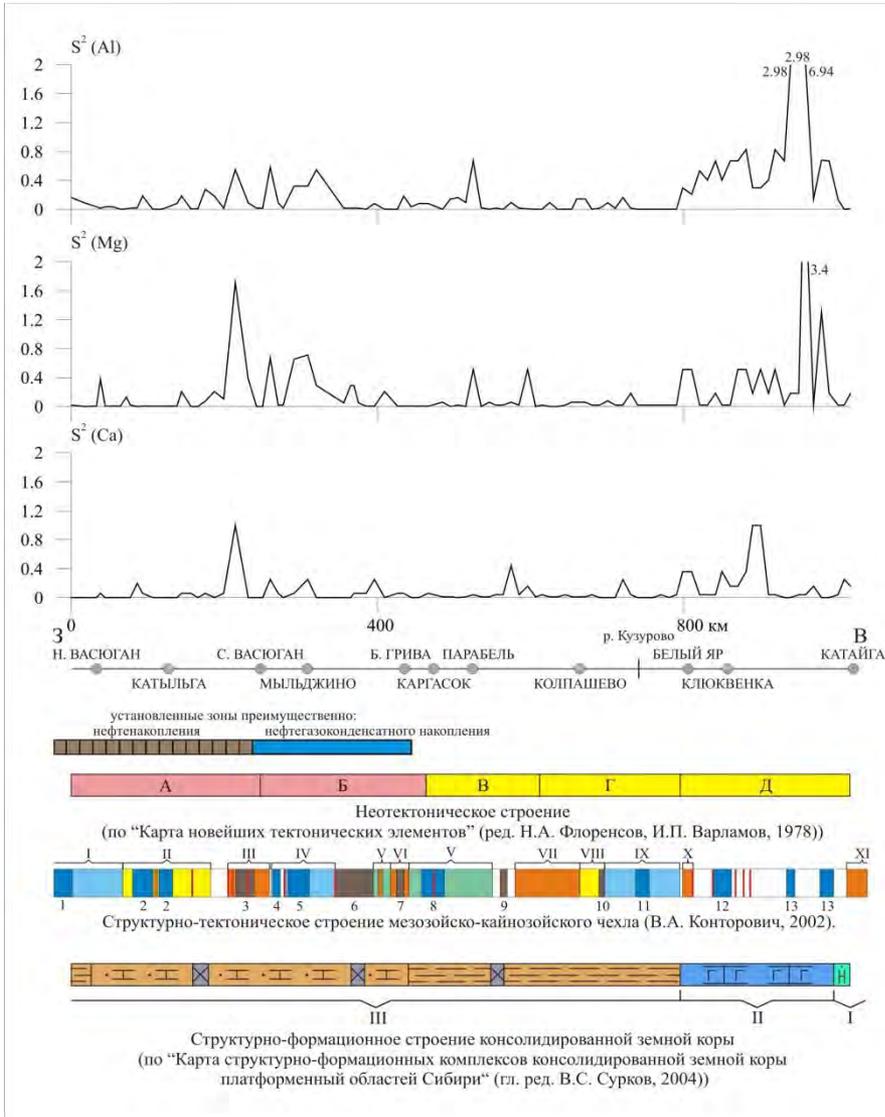
# Литохимические аномалии



Мыльджинское НГКМ

# Литохимическая съемка

## Дисперсия содержания Al, Mg, Ca



### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



Положительные структуры: а) I, II порядка, б) III порядка; отрицательные структуры: в) I, II порядка, г) III порядка; промежуточные структуры: д) надпорядковые, е) I, II порядков; ж) разрывные нарушения

Структуры I, II порядка: I - Нюрольская мегавпадина; II - Черемшанская мезоседловина; III - Васюганский мезовал; IV - Сампатский мезопрогиб; V - Северо-Парабельская мегамоноклираль; VI - Восточно-Чижапское мезоподнятие; VII - Парабельский мегавыступ; VIII - Зайкинская мезоседловина; IX - Восточно-Пайдугинская мегавпадина; X - Белоярский мезовыступ; XI - Ярский мезовыступ.

Структуры III порядка: 1 - Кулан-Игайская впадина; 2 - Южно-Колтогорская впадина; 3 - Новотевризский вал; 4 - Северо-Мыльджинская впадина; 5 - Центральный прогиб; 6 - Двойной выступ; 7 - Сенькинское к.п.; 8 - Балкинская впадина; 9 - Нарымский вал; 10 - Минасовское к.п.; 11 - Южно-Варгатская впадина; 12 - Восточно-Варгатская впадина; 13 - Тоголикская впадина.

### Литолого-геохимический профиль

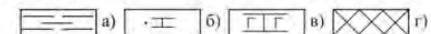


Литологический состав литохимических проб (визуальное описание): а) глинистые грунты; б) суллитные грунты; в) супесчаные грунты; г) песчаные грунты; д) лесные почвы.

### Неотектоническое строение

Новейшие тектонические элементы: А - Васюганско-Чузикская структурная ступень; Б - Средневасюганская структурная терраса; В - Кетско-Тымский прогиб; Г - Колпашевский структурный залив; В - Кетско-Касский желоб.

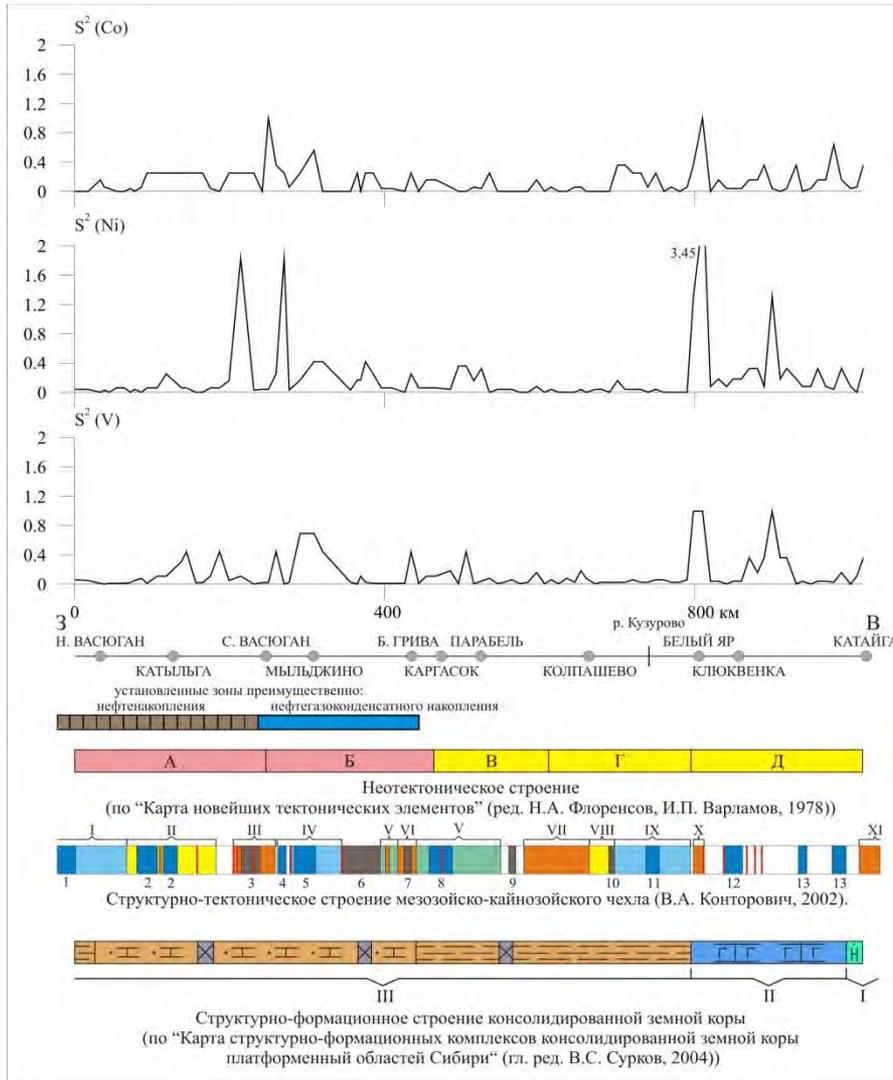
### Структурно-формационное строение консолидированной земной коры



Мегаконформации консолидированной коры: I - байкальский; II - салаирский; III - герцинский. Комплекс формаций: а) глинисто-сланцевая; б) терригенно-карбонатная; в) эффузивно-карбонатная; г) рифт.

# Литохимическая съемка

## Дисперсия содержания Co, Ni, V



### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



Положительные структуры: а) I, II порядка, б) III порядка; отрицательные структуры: в) I, II порядка, г) III порядка; промежуточные структуры: д) надпорядковые, е) I, II порядков; ж) разрывные нарушения

Структуры I, II порядка: I - Нюрольская мегавпадина; II - Черемшанская мезоседловина; III - Васюганский мезовал; IV - Сампатский мезопрогиб; V - Северо-Парабельская мегамоноклираль; VI - Восточно-Чижапское мезоподнятия; VII - Парабельский мегавыступ; VIII - Зайкинская мезоседловина; IX - Восточно-Пайдугинская мегавпадина; X - Белоярский мезовыступ; XI - Ярский мезовыступ.

Структуры III порядка: 1 - Кулан-Игайская впадина; 2 - Южно-Колтогорская впадина; 3 - Новотевризский вал; 4 - Северо-Мыльджинская впадина; 5 - Центральный прогиб; 6 - Двойной выступ; 7 - Сенькинское к.п.; 8 - Балкинская впадина; 9 - Нарымский вал; 10 - Минасовское к.п.; 11 - Южно-Варгатская впадина; 12 - Восточно-Варгатская впадина; 13 - Тоголикская впадина.

### Литолого-геохимический профиль

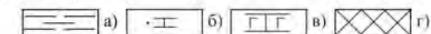


Литологический состав литохимических проб (визуальное описание): а) глинистые грунты; б) сульфидные грунты; в) песчаные грунты; г) песчаные грунты; д) лесные почвы.

### Неотектоническое строение

Новейшие тектонические элементы: А - Васюганско-Чузикская структурная ступень; Б - Средневасюганская структурная терраса; В - Кетско-Тымский прогиб; Г - Колпашевский структурный залив; В - Кетско-Касский желоб.

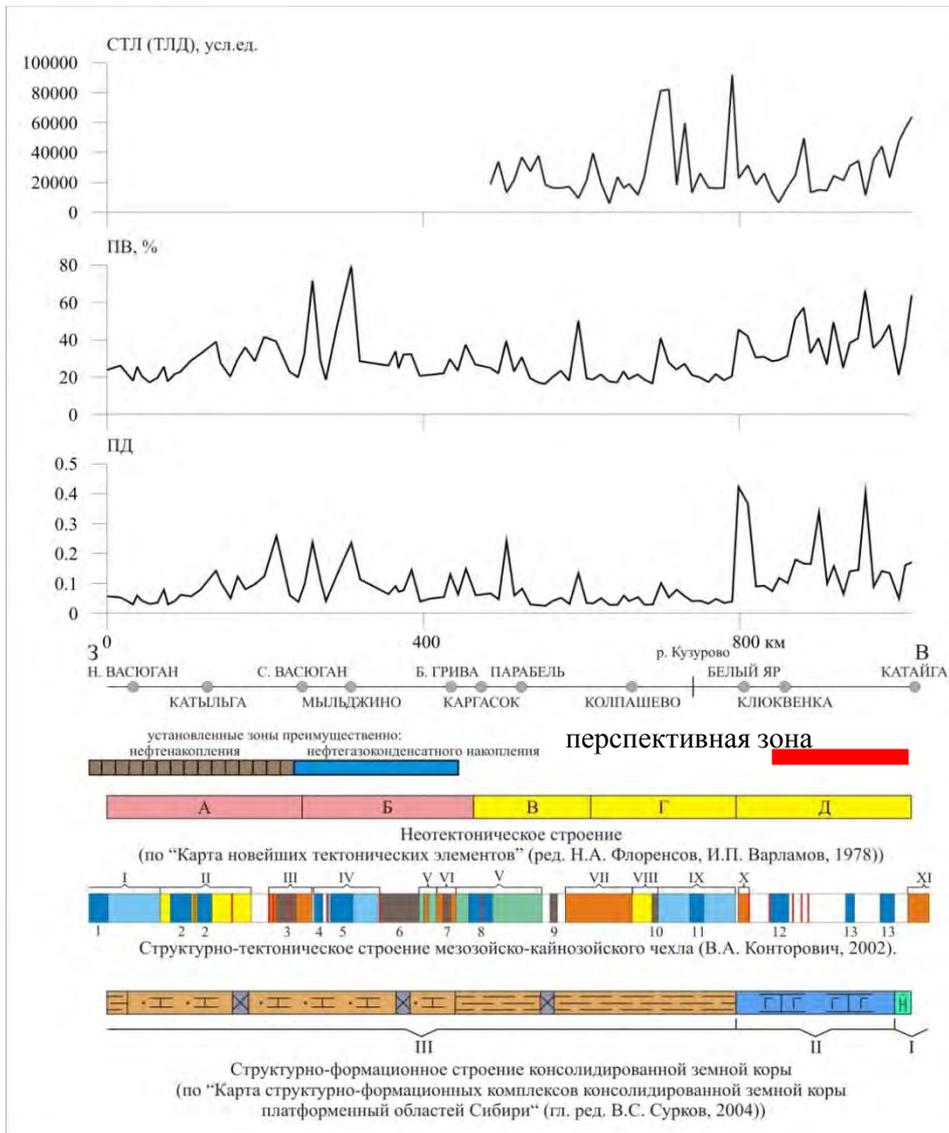
### Структурно-формационное строение консолидированной земной коры



Мегакомплексы консолидированной коры: I - байкальский; II - салаирский; III - герцинский. Комплекс формаций: а) глинисто-сланцевая; б) терригенно-карбонатная; в) эффузивно-карбонатная; г) рифт.

# Литохимическая съемка

## ГРАФИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ДИСПЕРСИИ (ПД), ПОКАЗАТЕЛЯ ВАРИАЦИИ (ПВ) ГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОЛЯ И СВОЕОБРАЗНОСТИ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ (СТЛ) ДЕТЕКТОРОВ ПО РЕГИОНАЛЬНОМУ ГЕОХИМИЧЕСКОМУ ПРОФИЛЮ



### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

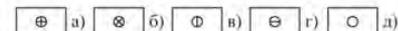


Положительные структуры: а) I, II порядка, б) III порядка; отрицательные структуры: в) I, II порядка, г) III порядка; промежуточные структуры: д) надпорядковые, е) I, II порядков; ж) разрывные нарушения

Структуры I, II порядка: I - Нюрольская мегавпадина; II - Черемшанская мезоседловина; III - Васюганский мезовал; IV - Сампатский мезопрогиб; V - Северо-Парабельская мегамоноклираль; VI - Восточно-Чижапское мезоподнятия; VII - Парабельский мегавыступ; VIII - Зайкинская мезоседловина; IX - Восточно-Пайдугинская мегавпадина; X - Белоярский мезовыступ; XI - Ярский мезовыступ.

Структуры III порядка: 1 - Кулан-Игайская впадина; 2 - Южно-Колтогорская впадина; 3 - Новотевризский вал; 4 - Северо-Мыльджинская впадина; 5 - Центральный прогиб; 6 - Двойной выступ; 7 - Сенькинское к.п.; 8 - Балкинская впадина; 9 - Нарымский вал; 10 - Минасовское к.п.; 11 - Южно-Варгатская впадина; 12 - Восточно-Варгатская впадина; 13 - Тоголикская впадина.

### Литолого-геохимический профиль

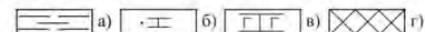


Литологический состав литохимических проб (визуальное описание): а) глинистые грунты; б) супесчаные грунты; в) супесчаные грунты; г) песчаные грунты; д) лесные почвы.

### Неотектоническое строение

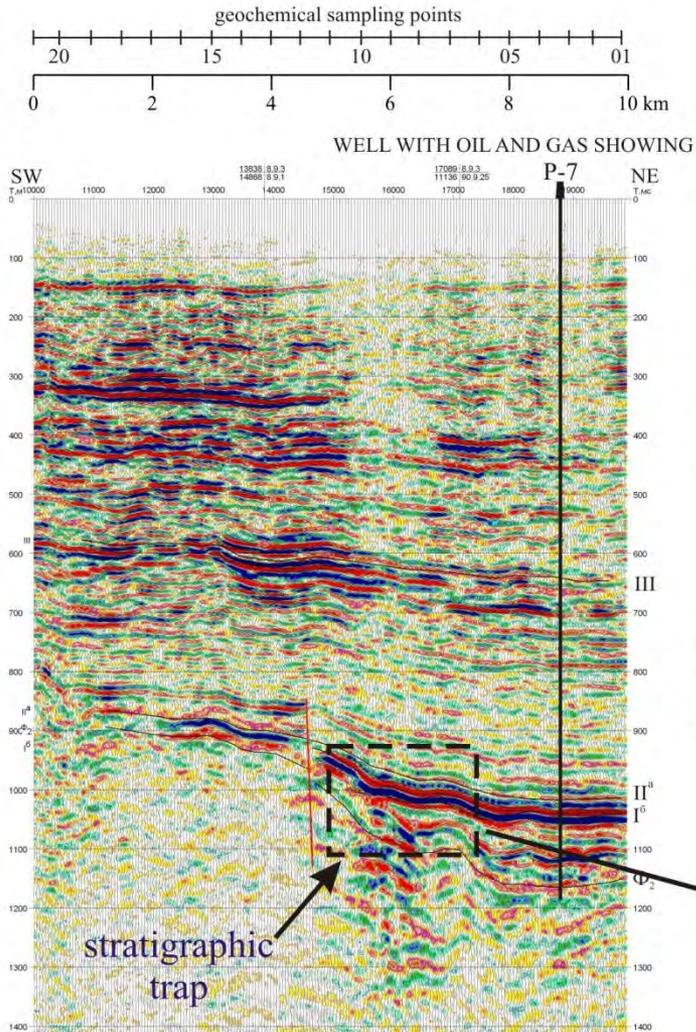
Новейшие тектонические элементы: А - Васюганско-Чузикская структурная ступень; Б - Средневасюганская структурная терраса; В - Кетско-Тымский прогиб; Г - Колпашевский структурный залив; В - Кетско-Касский желоб.

### Структурно-формационное строение консолидированной земной коры

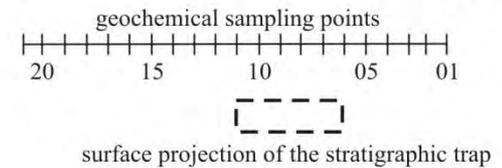
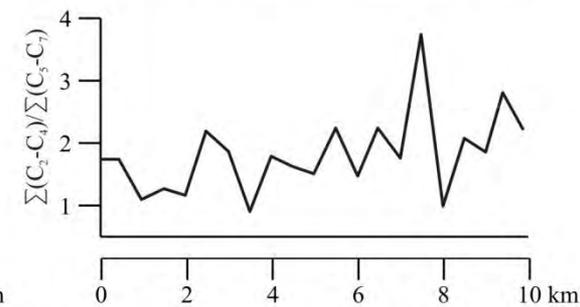
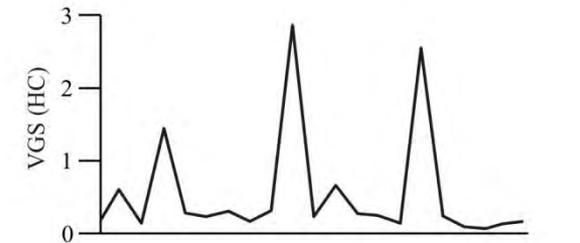
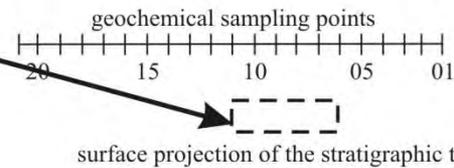
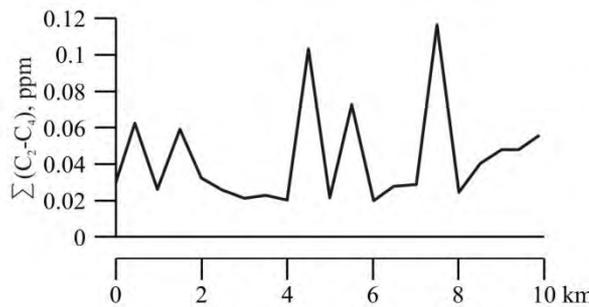
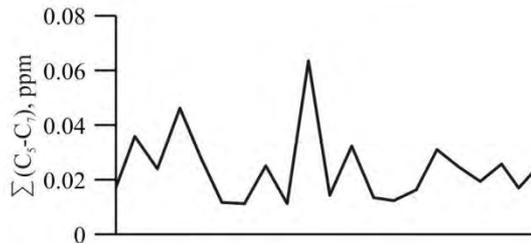
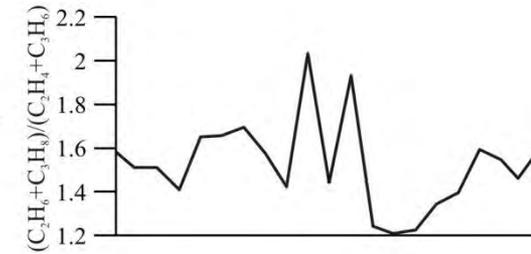


Мегаконформации консолидированной коры: I - байкальский; II - салаирский; III - герцинский. Комплекс формаций: а) глинисто-сланцевая; б) терригенно-карбонатная; в) эффузивно-карбонатная; г) рифт.

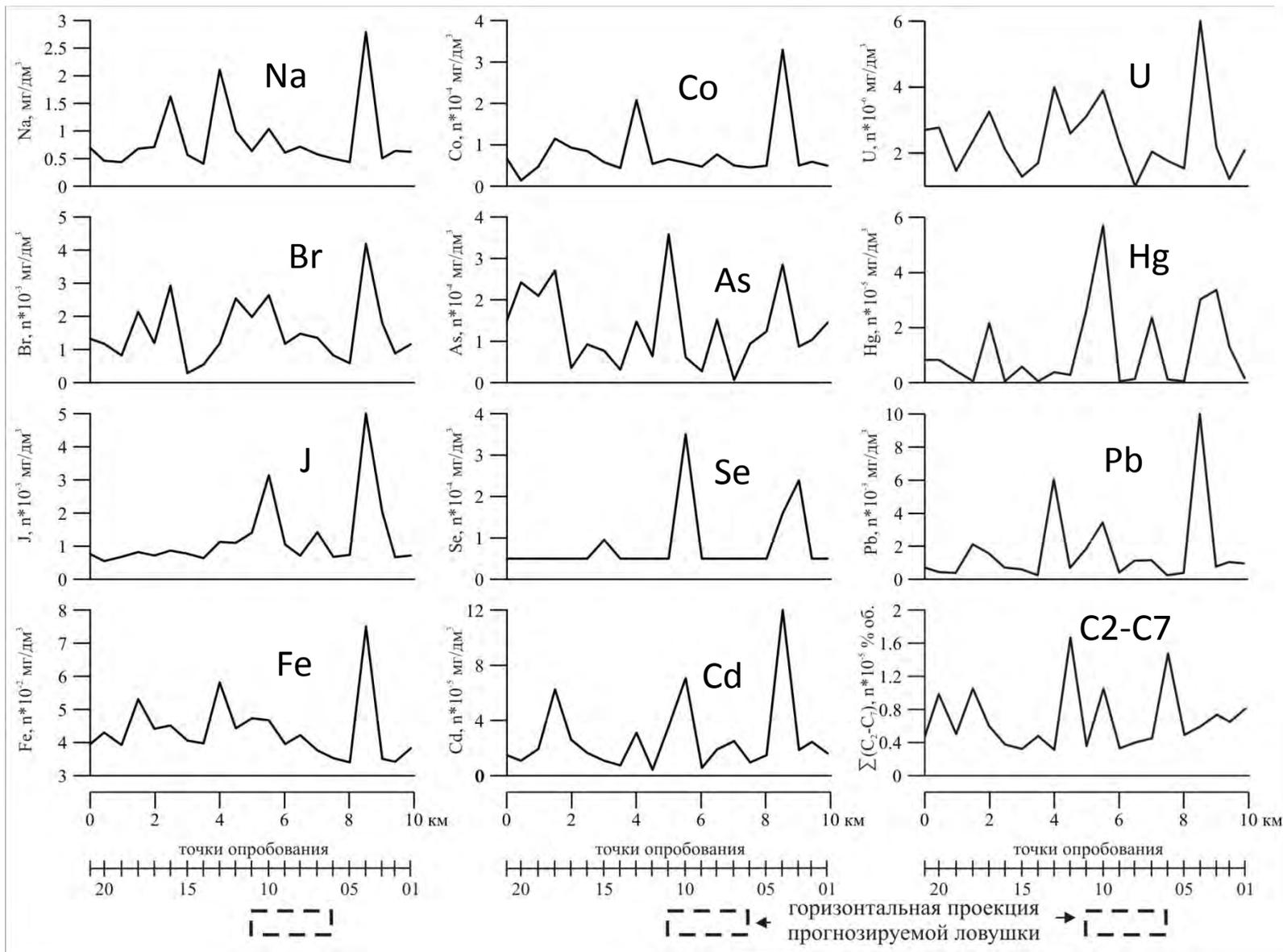
# Углеводородная геохимическая съемка



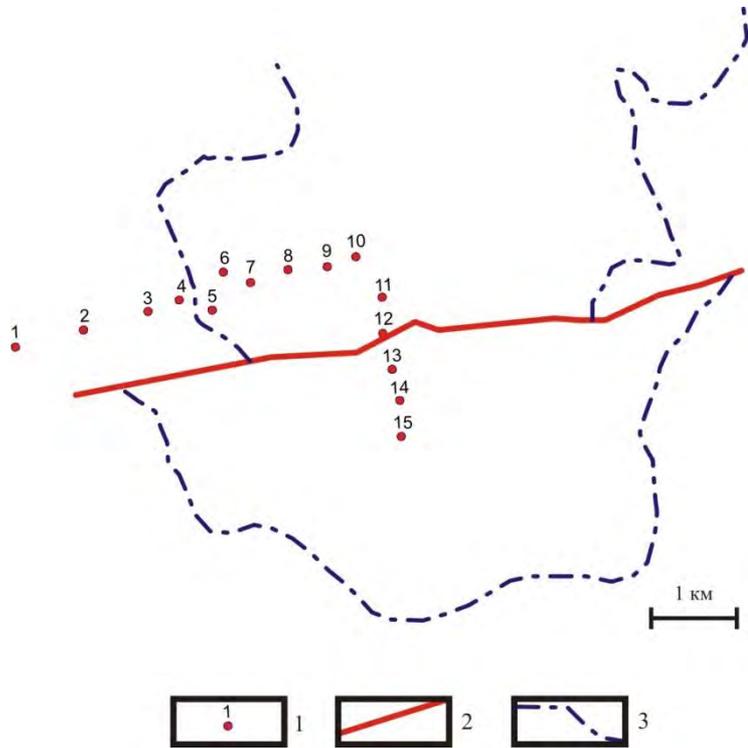
Seismic section, Bayanov, 2006



# Геохимическая металлометрическая съемка (снеговой покров)



# Геохимическая металлометрическая съемка (подпочвенная атмосфера)



Карта точек опробования на Верх-Тарском месторождении. Условные обозначения: 1 – точка опробования; 2 – тектоническое нарушение; 3 – зона водонефтяного контакта (ВНК).

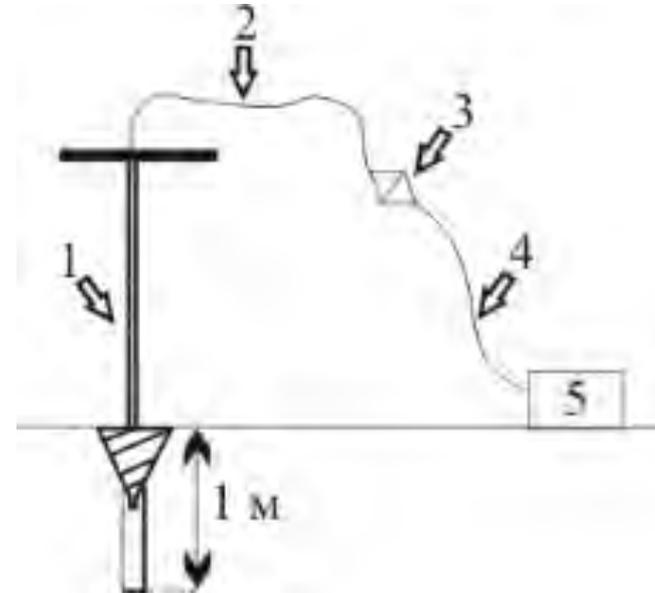
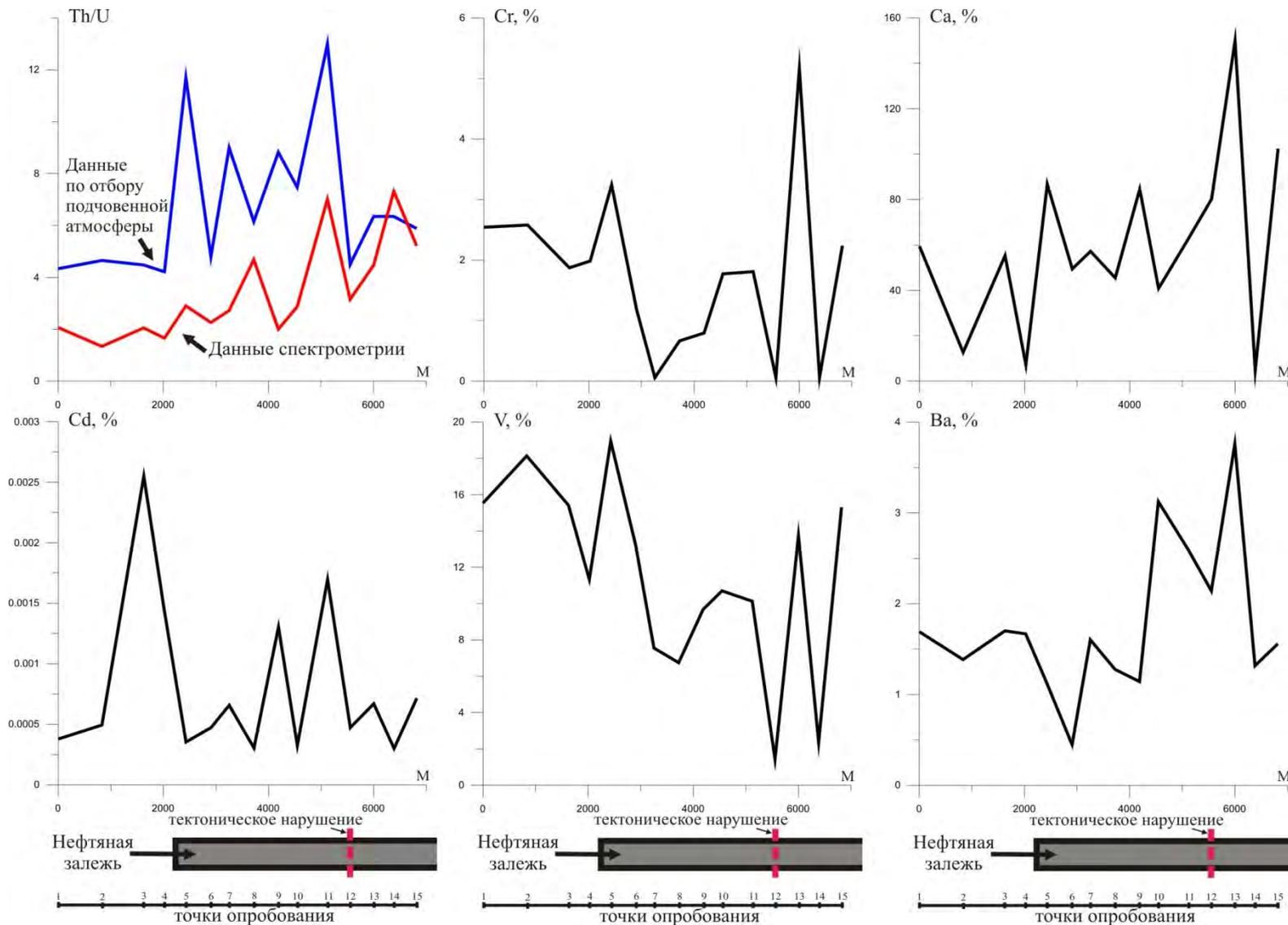
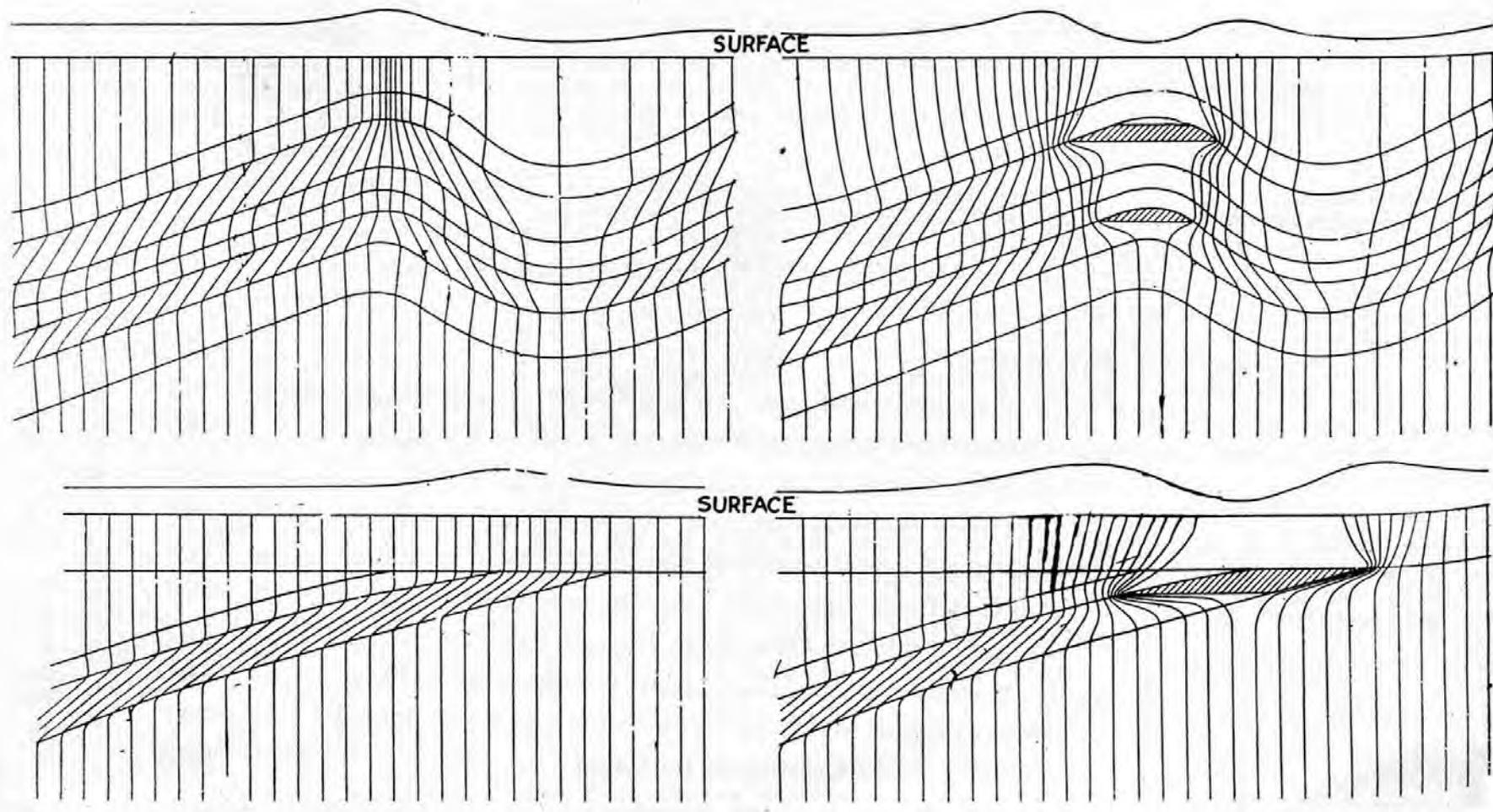


Схема устройства для откачки подпочвенной атмосферы. 1 – конусовидный бур; 2 – силиконовая трубка; 3 – фильтродержатель; 4 – резиновый шланг насоса; 5 – насос.

# Геохимическая металлотрическая съёмка (подпочвенная атмосфера)

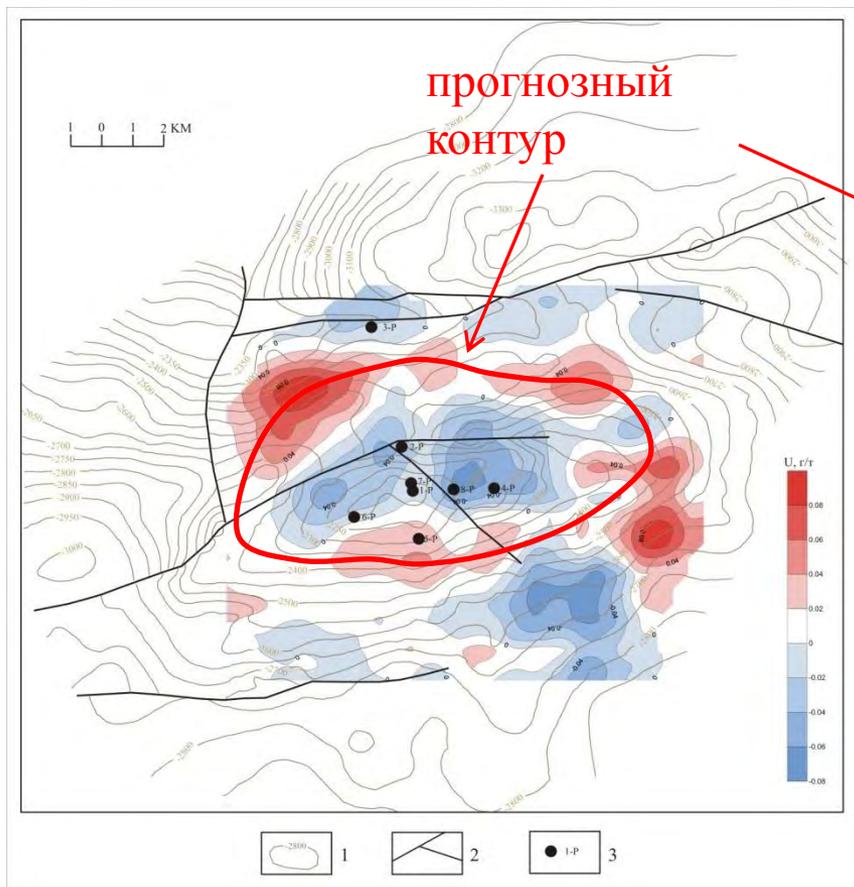


МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИОГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НАД  
МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ НЕФТИ И ГАЗА  
(Н. Lundberg, 1956)

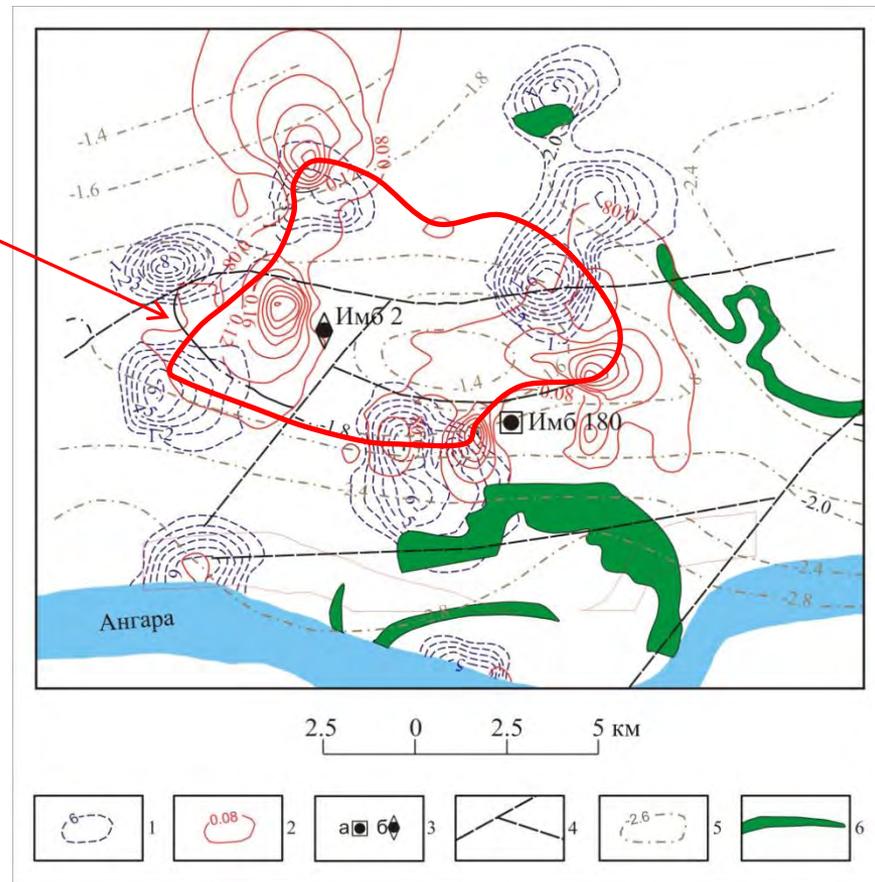


# Гамма-спектрометрические поля нефтегазоносных площадей

## Характер распределения U (Ra)

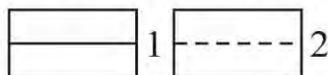
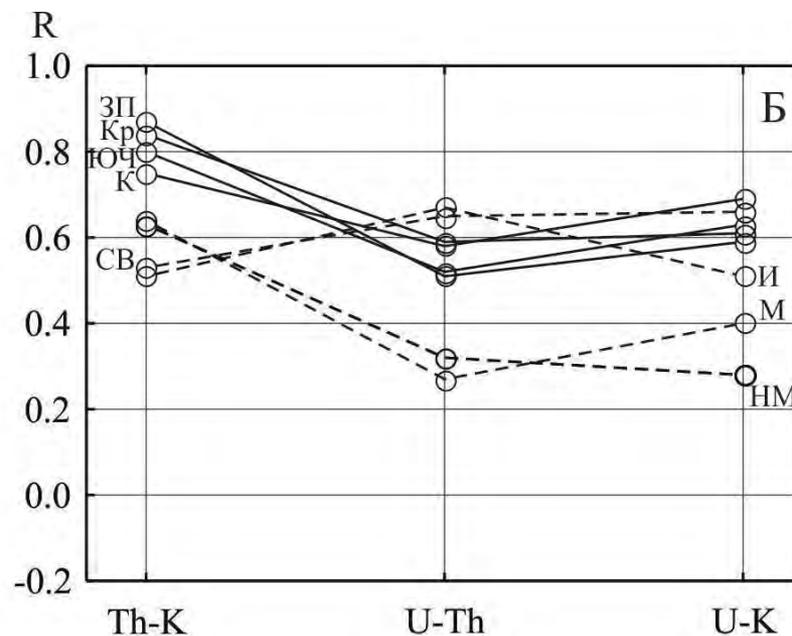
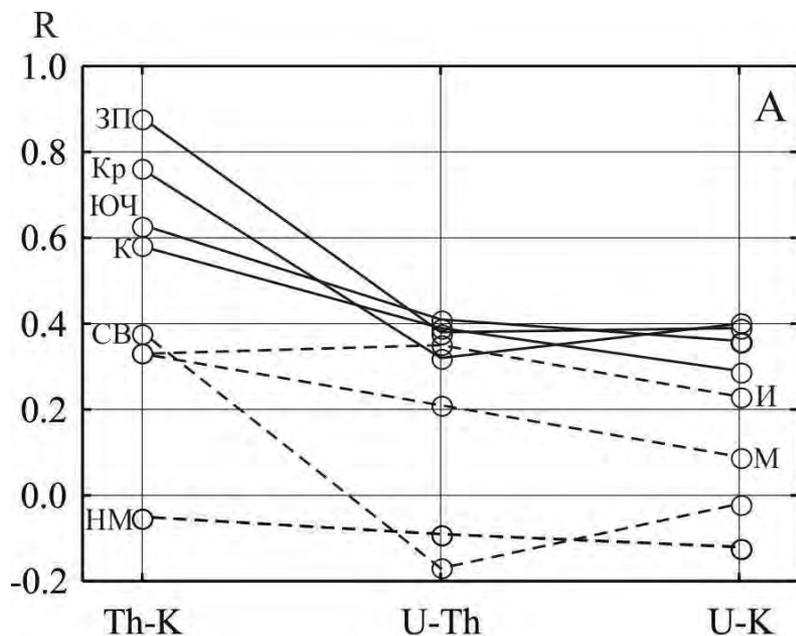


Остаточные аномалии U (г/т) на Ново-Михайловской газоперспективной площади  
1 – изогипсы отражающего горизонта III ( $D_{1-2il}$ ); 2 – тектонические нарушения; 3 – разведочные скважины



Аномалии U (г/т) на Имбинской газоносной площади  
1 – изолинии частотно-амплитудных аномалий U(Ra); 2 – изолинии содержания легкорастворимой формы U; 3 – скважины: а-параметрическая, б-поисковая; 4 – тектонические нарушения; 5 – изогипсы отражающего горизонта Б (V); 6 – слабодифференцированные тела, силлы долеритов (Ангарский комплекс)

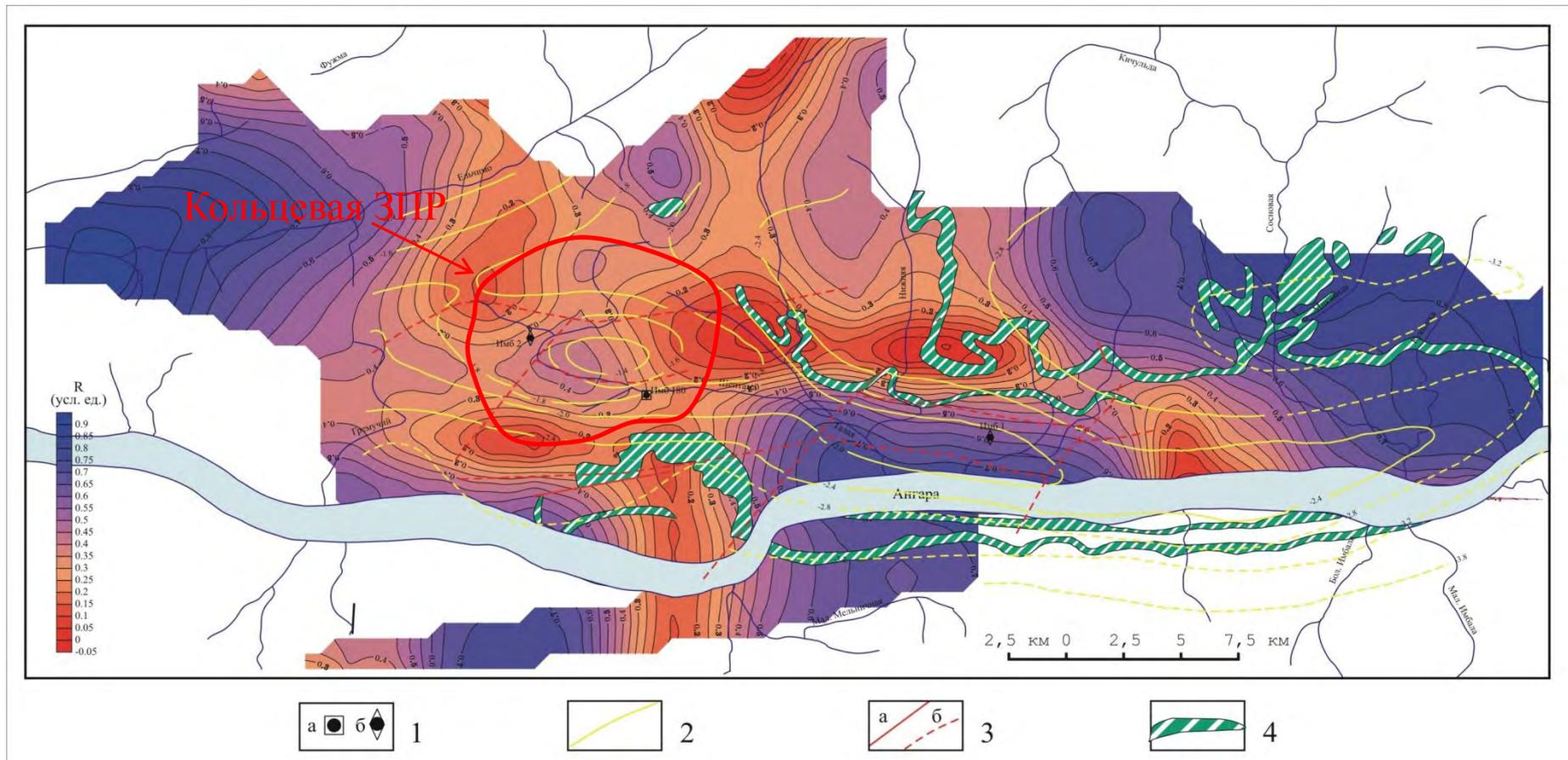
# Гамма-спектрометрическая съемка



Графики средних значений ранговой корреляция ( $R$ ) между естественными радиоактивными элементами в областях эпигенетического влияния залежей углеводородов (А) и фоновых (Б) частях территорий (данные И.С. Соболева и В.П. Меркулова):

1 – нефтеносные площади; 2 – газоносные площади; 3П – Западно-Полуденная (ХМАО); Кр – Крапивинская (Томская обл.); ЮЧ – Южно-Черемшанское (Томская обл.); К – Колотушная (Томская обл.); СВ – Северо-Васюганская (Томская обл.); И – Имбинская (Красноярский край); М – Мыльджинская (Томская обл.); НМ – Ново-Михайловская (Республика Хакасия)

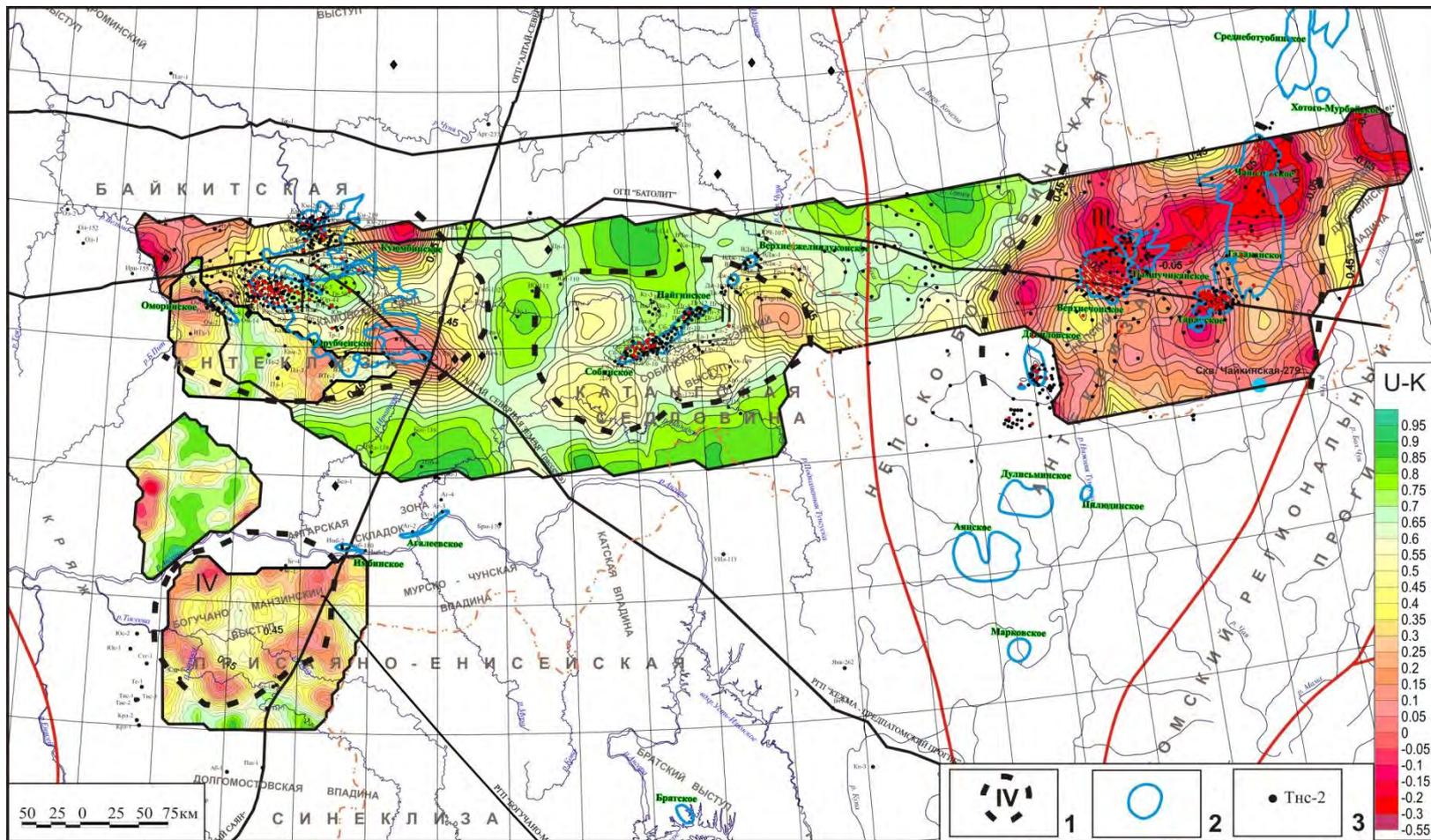
# Гамма-спектрометрическая съемка (зоны перераспределения ЕРЭ нефтегазоносных площадей)



## Зоны перераспределения ЕРЭ на Имбинской газоносной площади

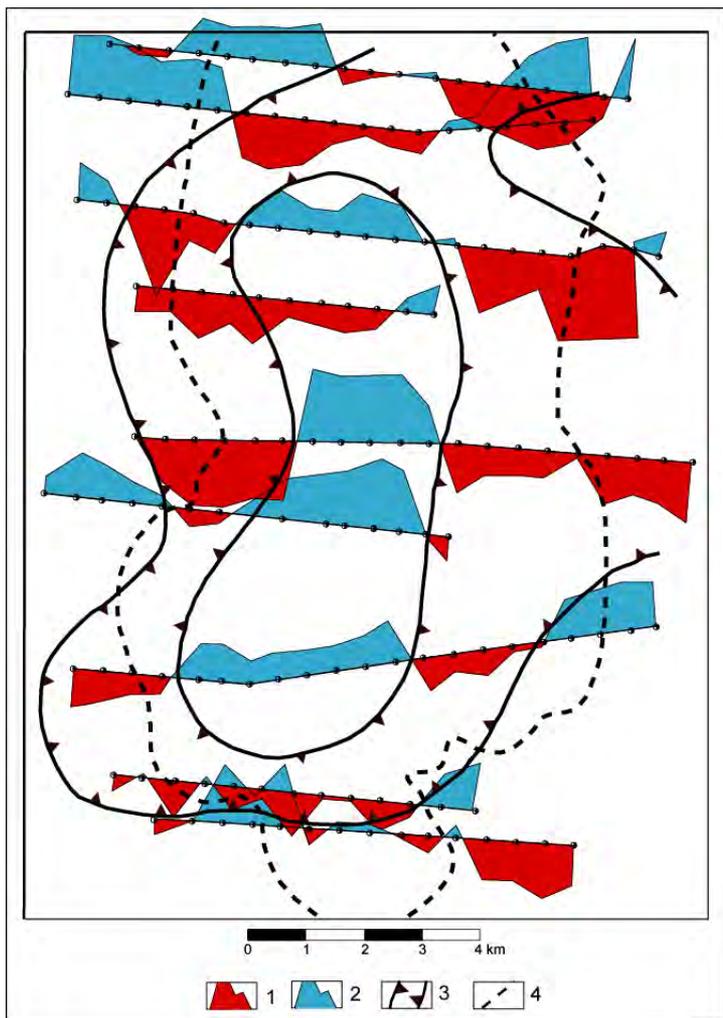
1 – скважины: а-параметрическая, б-поисковая; 2 – тектонические нарушения: а-по данным геологической съемки; б-по данным сейсмической разведки; 3 – изогипсы отражающего горизонта Б (V); 4 – слабодифференцированные тела, силлы долеритов (Ангарский комплекс)

Гамма-спектрометрическая съемка  
(зоны перераспределения ЕРН нефтегазоносных районов по материалам АГСС  
(Н.Г. Лященко, 2010 г.г.))



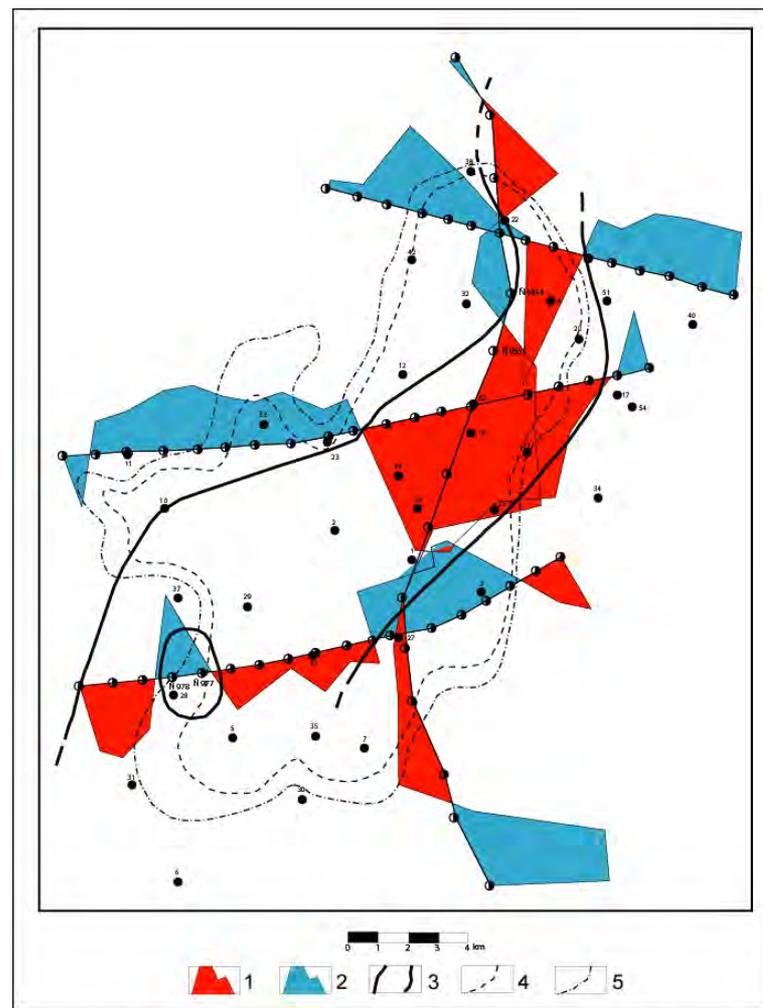
Карта поля корреляции урана с калием южной части Сибирской платформы. 1 -ЗПР, ее номер: I-Камовская, II - Собинская, III - Непская, IV - Богучанская, 2 - области нефтегазоаккумуляции, 3 - скважины, аббревиатура и номер

# Гамма-спектрометрические поля нефтегазоносных площадей



Зоны перераспределения ЕРЭ на Западно-Полуденной нефтеносной площади

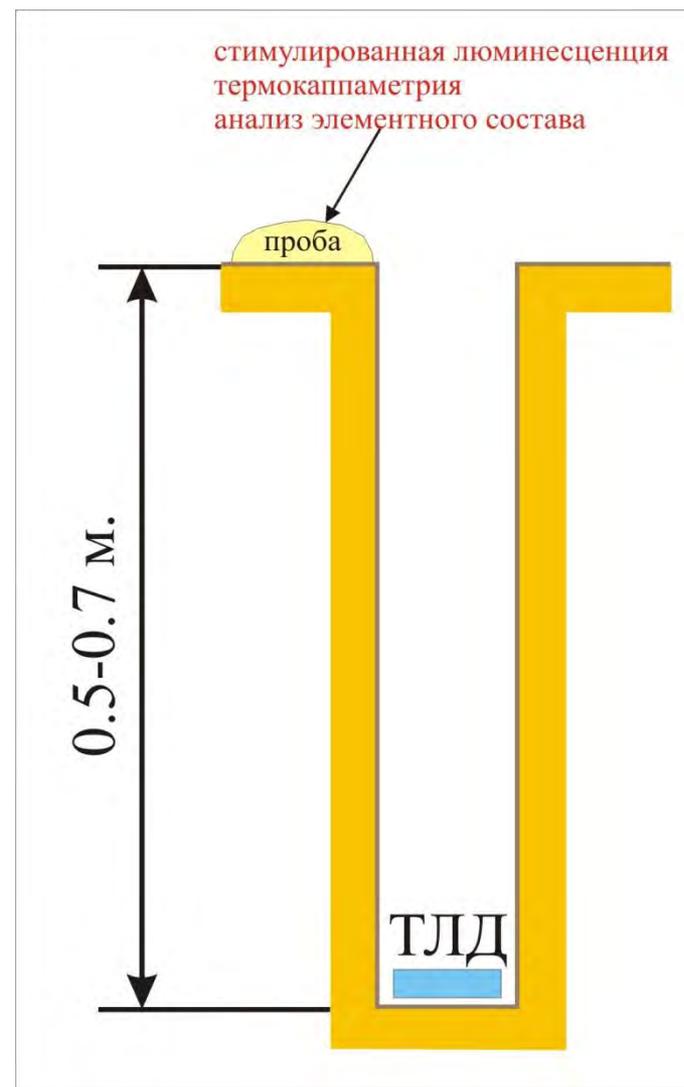
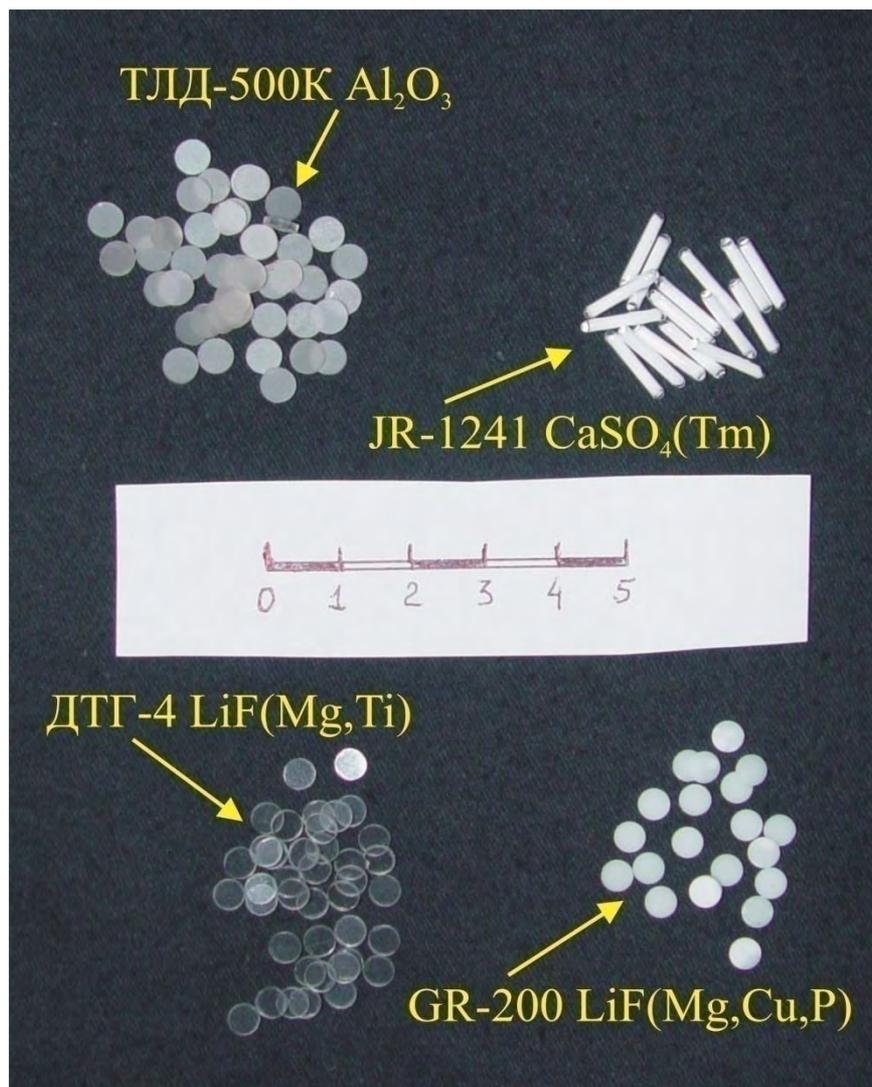
1 – участок нарушенных корреляционных связей; 2 – участок фоновых корреляционных связей; 3 – область перераспределения ЕРЭ; 4 - ВНК



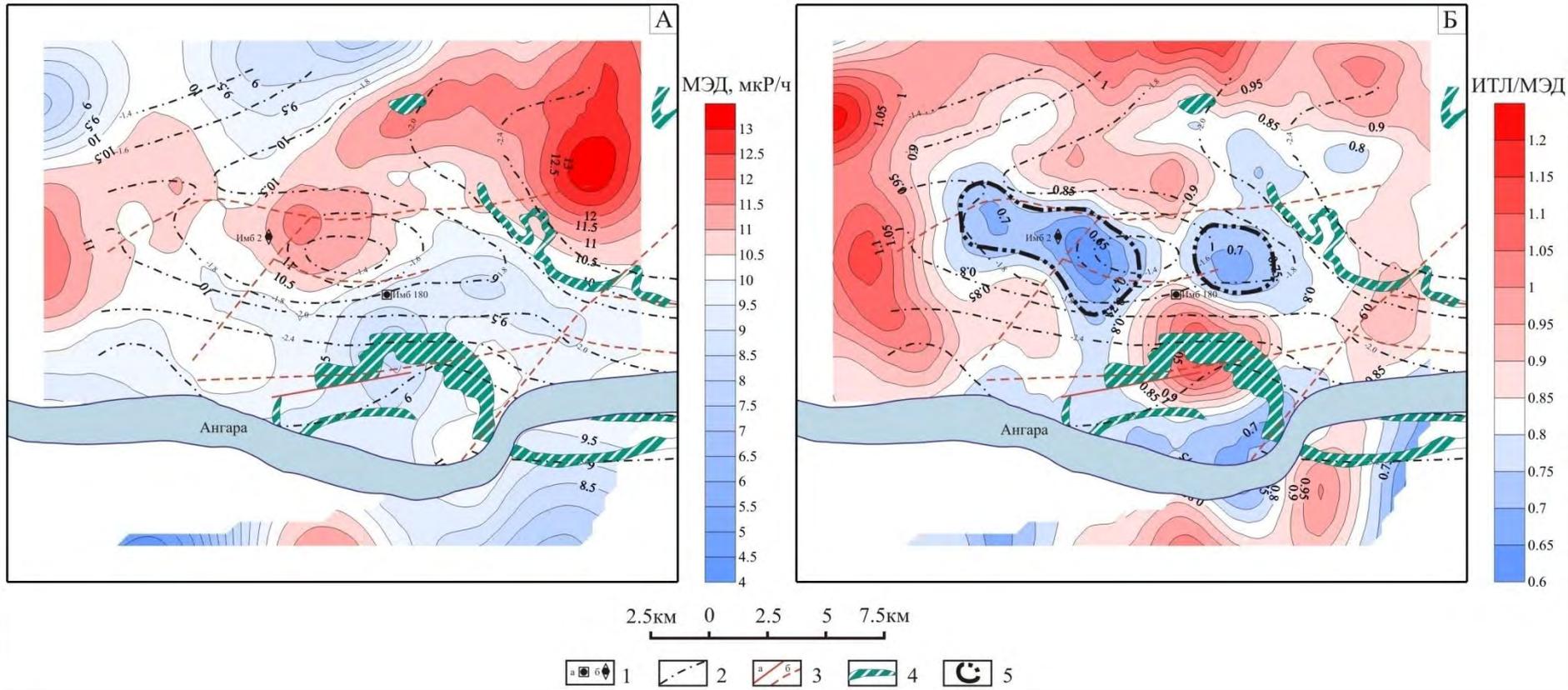
Зоны перераспределения ЕРЭ на Мыльджинской газоносной площади

1 – участок нарушенных корреляционных связей; 2 – участок фоновых корреляционных связей; 3 – область перераспределения ЕРЭ; 4 – ГНК; 5 - ВНК

# Термолюминесцентные детекторы



# Радиометрические поля нефтегазоносных площадей



Поле радиоактивности Имбинской газоносной площади

А) по данным гамма-радиометрической съемки;

Б) по данным интенсивности термолюминесценции детекторов, нормированной к мощности экспозиционной дозы гамма-излучения;

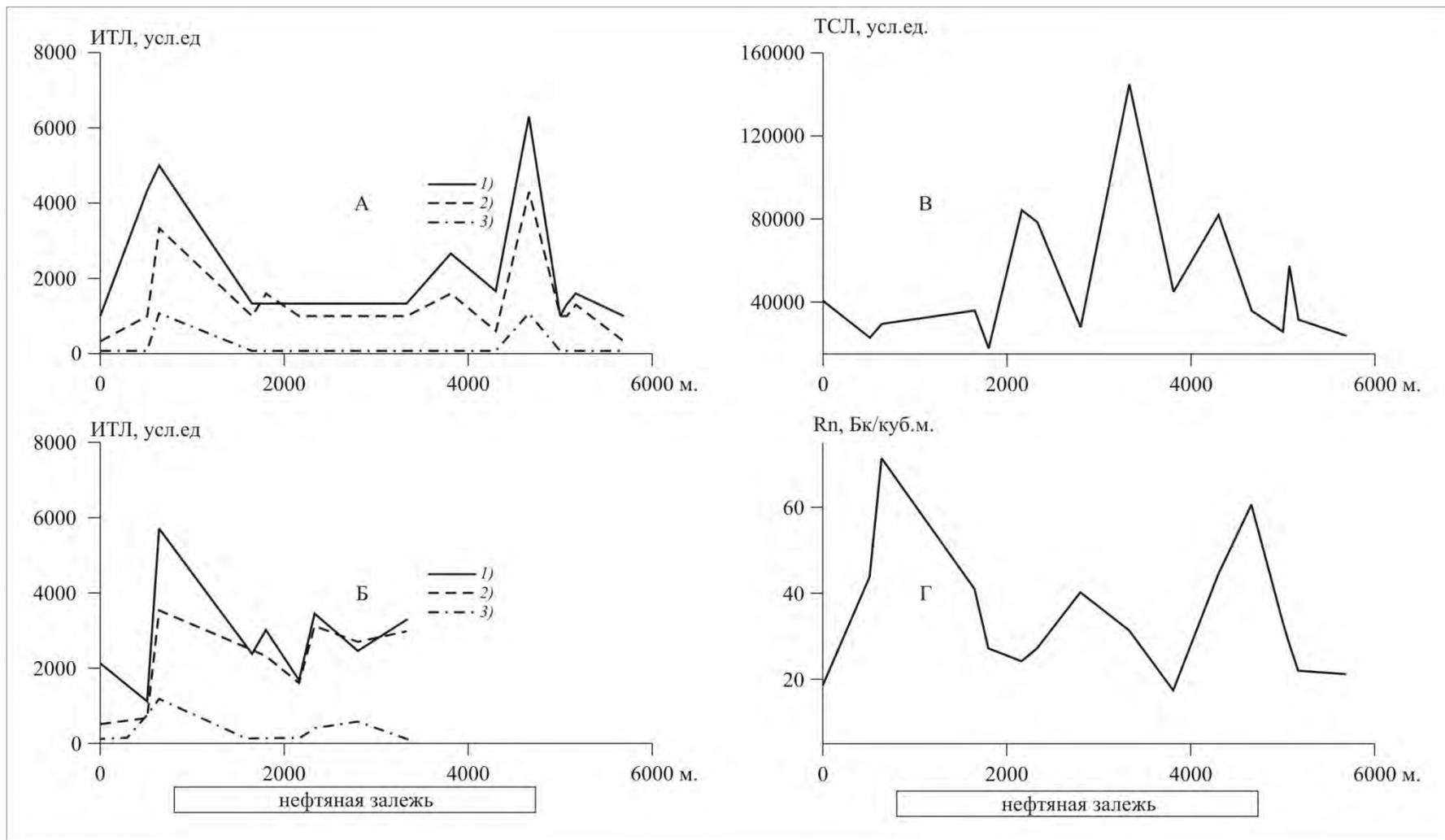
1 - скважины: а) параметрическая; б) поисковая; 2 - изогипсы отражающего горизонта Б;

3 - разрывные нарушения по данным: а) геологической съемки; б) сейсморазведки;

4 - Ангарский комплекс. Слабодифференцированные интрузии, силлы долеритов;

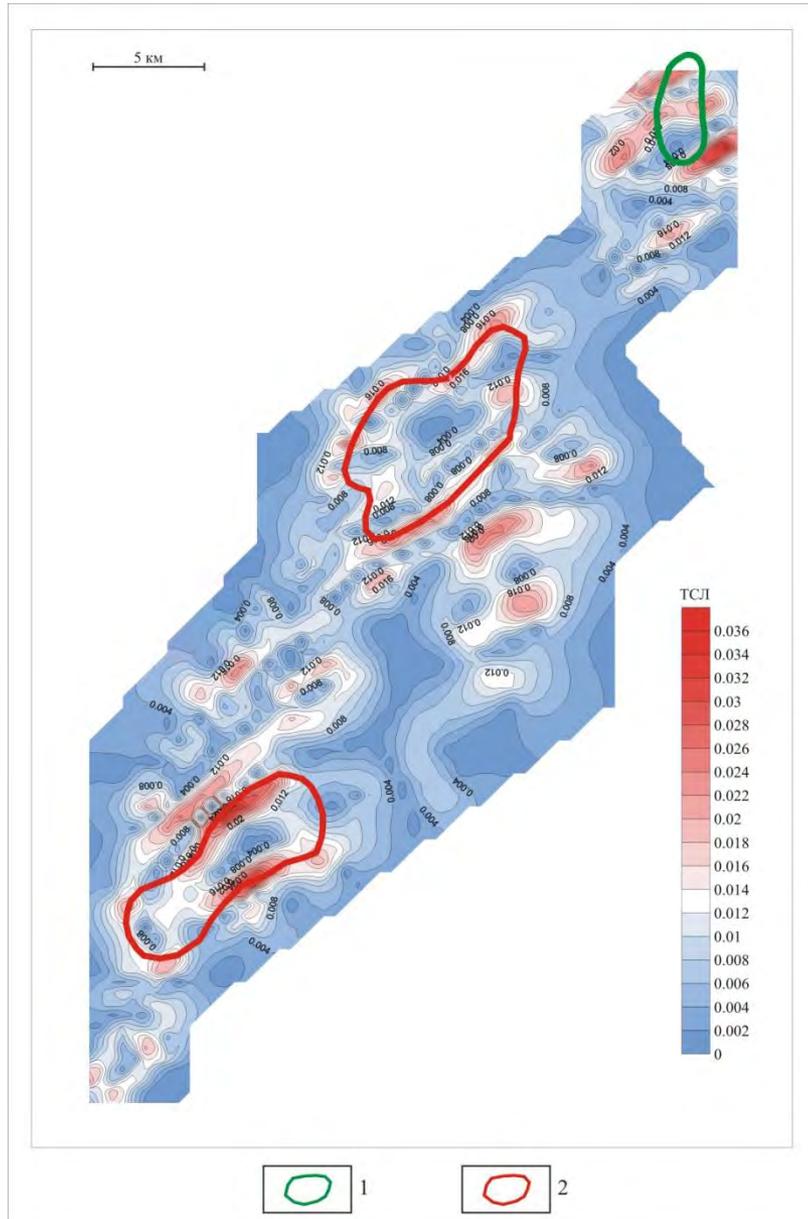
5 - Аномалии интенсивности термолюминесценции - типа “углеводородная залежь”

ГРАФИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СВЕТОСУММЫ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ДЕТЕКТОРОВ (А – лето, 2005 г.; Б – осень, 2006 г.), ГРУНТОВ (В) И КОНЦЕНТРАЦИЙ РАДОНА (Г) ПО ПРОФИЛЮ ЧЕРЕЗ ЗАПАДНО-КАТЫЛЬГИНСКОЕ НЕФТЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ



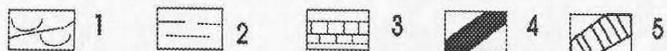
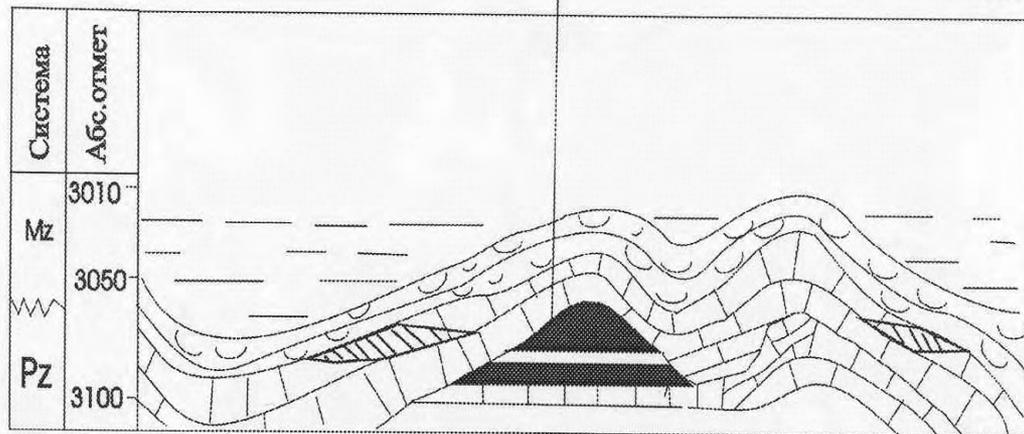
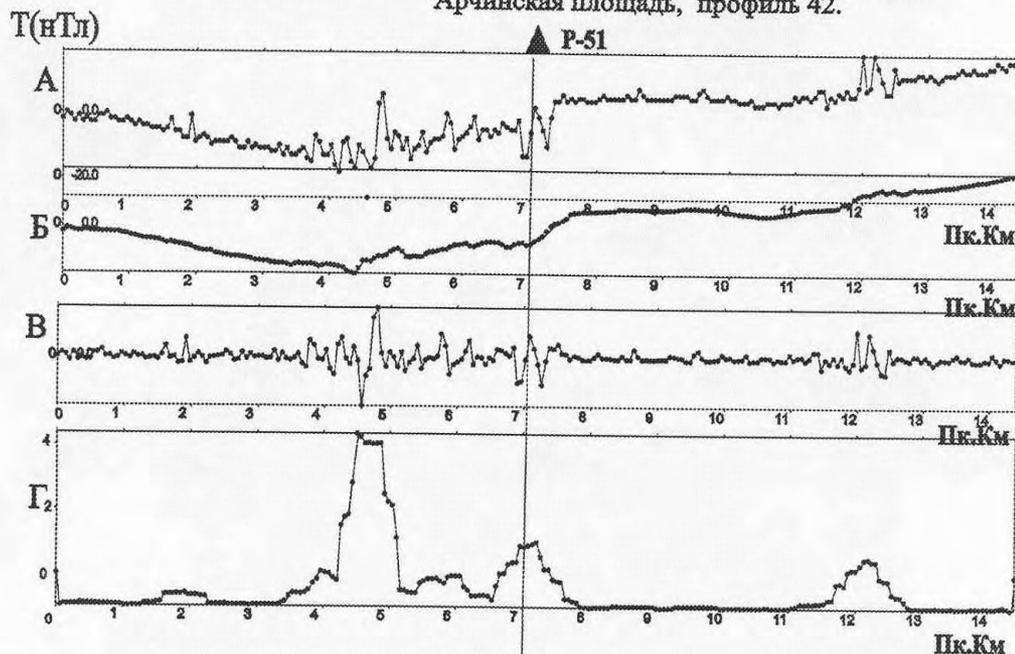
1) ТЛД в латексовых контейнерах; 2) ТЛД без упаковки; 3) ТЛД в фольге

# Термостимулированная люминесценция донных отложений



Остаточные аномалии  
частотно-амплитудного  
показателя  
термостимулированной  
люминесценции донных  
отложений Обской Губы  
*1 – известное месторождение;  
2 – перспективные области.*

Графики наблюдаемого магнитного поля (А) и его трансформант.  
Арчинская площадь, профиль 42.



Формы проявления  
залежей углеводородов  
в магнитных полях  
(по данным В.П. Меркулова)

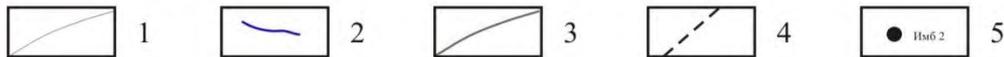
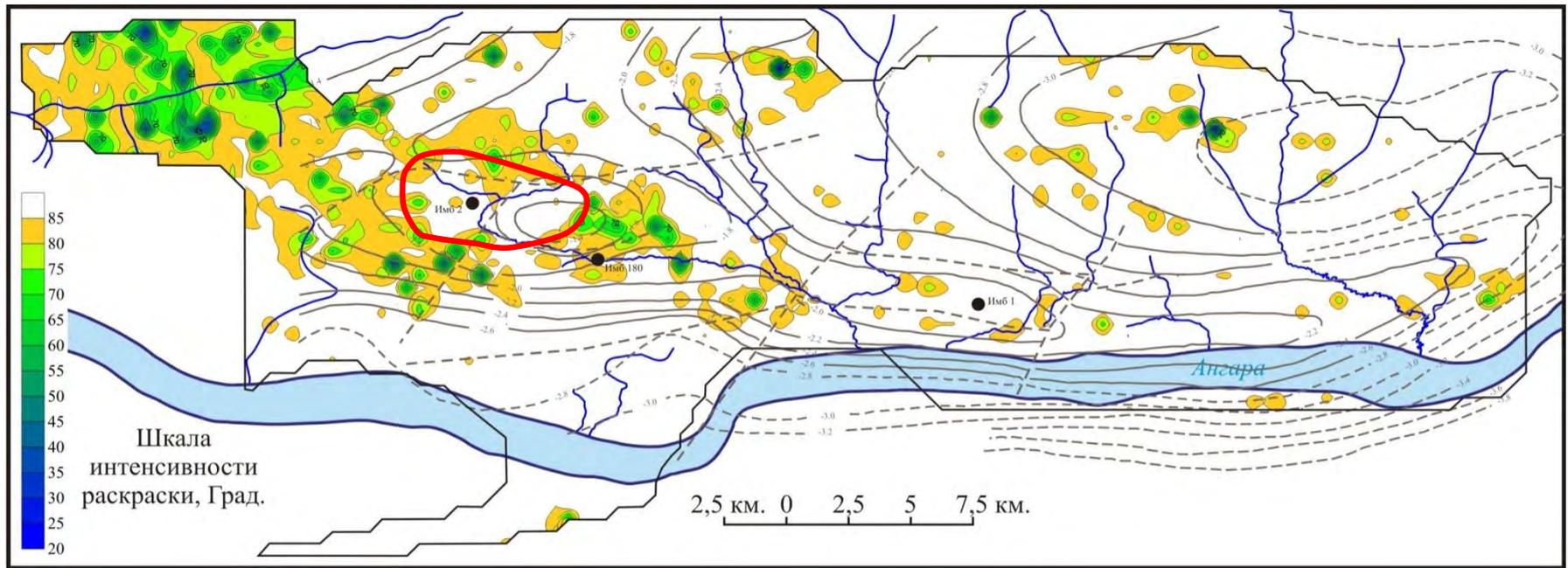
Арчинское  
месторождение

Горизонт НГГЗК

Нюрольская впадина

Западная Сибирь

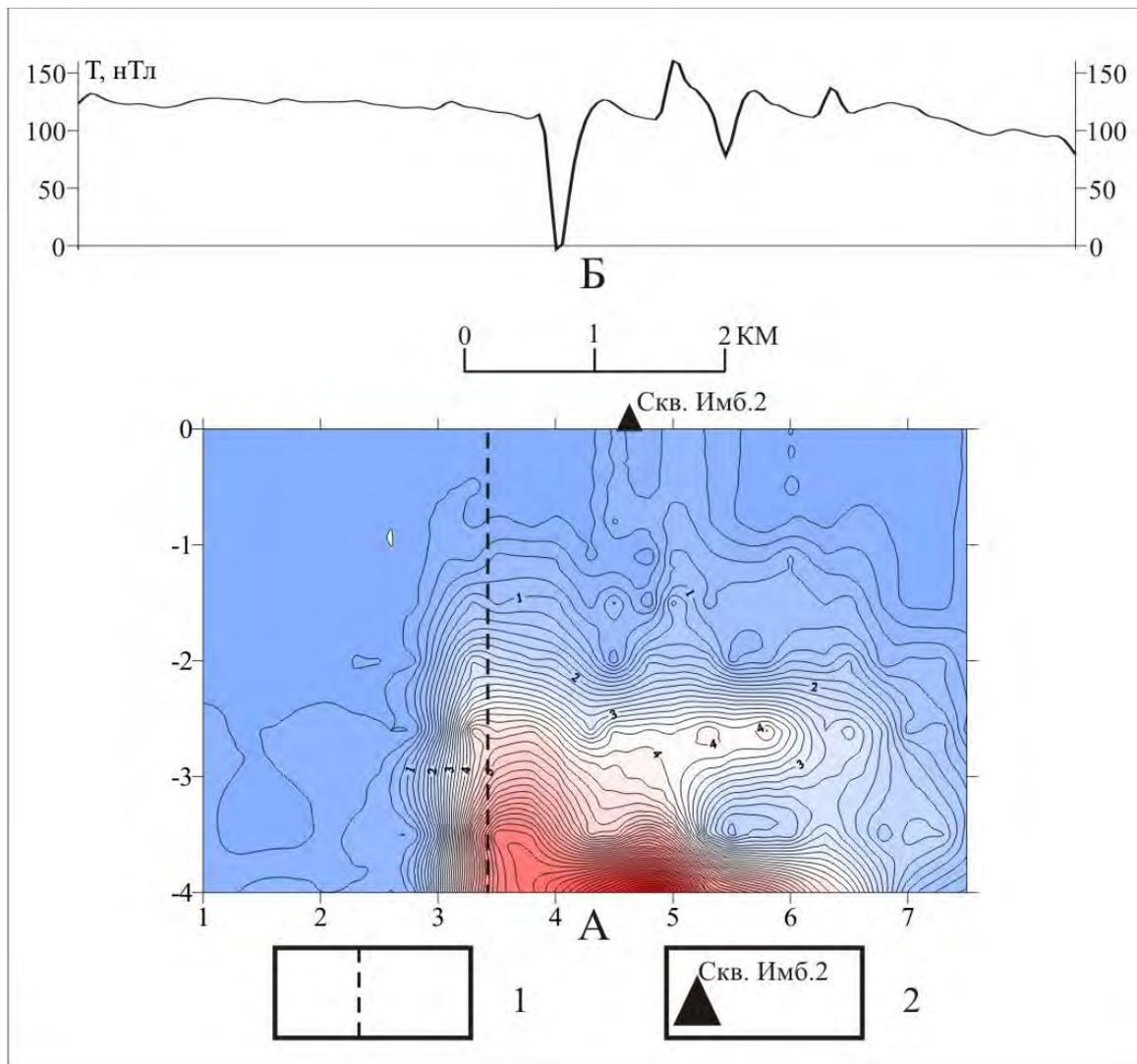
# Прогноз контуров залежей по данным магниторазведки (Имбинская площадь) по данным А.Н. Орехова



1 - изоинии; 2 - гидросеть; 3- изогипсы отражающего горизонта по данным сейсморазведки;  
4 - тектонические нарушения, выделяемые по данным сейсморазведки; 5 - разведочные скважины и их номера

 Прогнозный контур залежи углеводородов

# Характер проявления залежей углеводородов в магнитном поле (по данным В.П. Меркулова)



Имбинская газоносная  
площадь

Вендские отложения

Зона Ангарских складок

Развернутый график  
спектральной плотности  
магнитного  
поля ( $A^*$ ) и характер  
изменения аномального  
магнитного поля ( $B^*$ )

# Формы проявления залежей углеводородов в магнитных полях (по данным В.П. Меркулова)

Южно-Черемшанское нефтяное месторождение

Нижнемеловые отложения

Зона сочленения Каймысовского свода и Нюрольской впадины

Западная Сибирь

 Залежь углеводородов

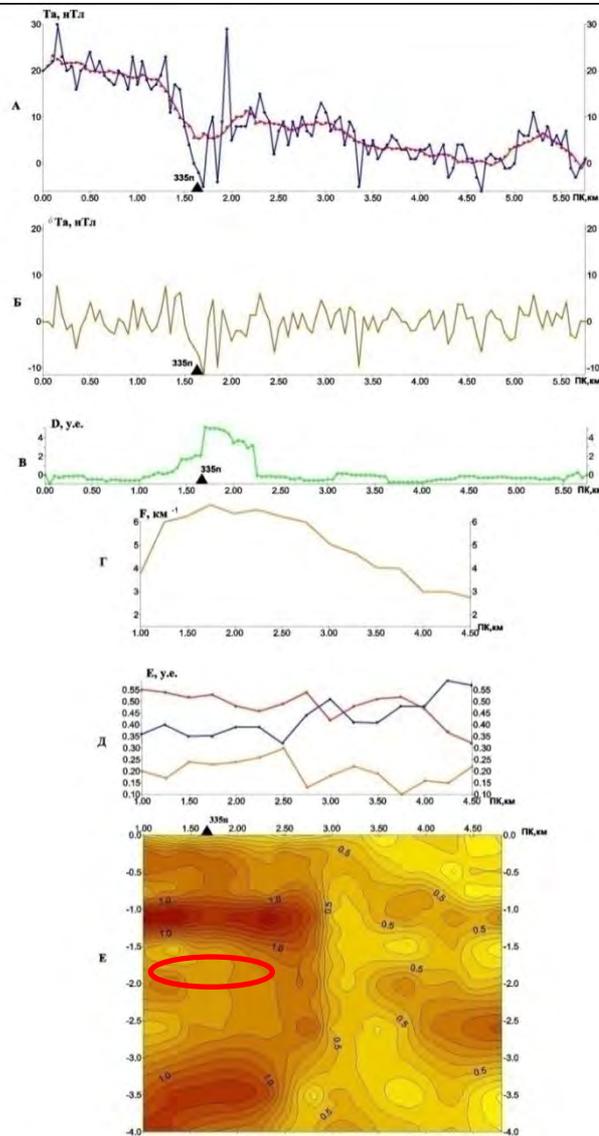


График аномалий магнитного поля и его трансформант по профилю 99.01.23с:

А - наблюдаемое ( — ) и усредненное ( - - - ) магнитное поле

Б - разностное (остаточное) магнитное поле

В - нормированная дисперсия остаточного магнитного поля

Г - экстремальные частоты остаточного магнитного поля

Д - относительные энергии остаточного магнитного поля в полосах пространственных частот:

- 2.0 - 10 км<sup>-1</sup>
- 0.5 - 2.0 км<sup>-1</sup>
- 0.3 - 0.5 км<sup>-1</sup>

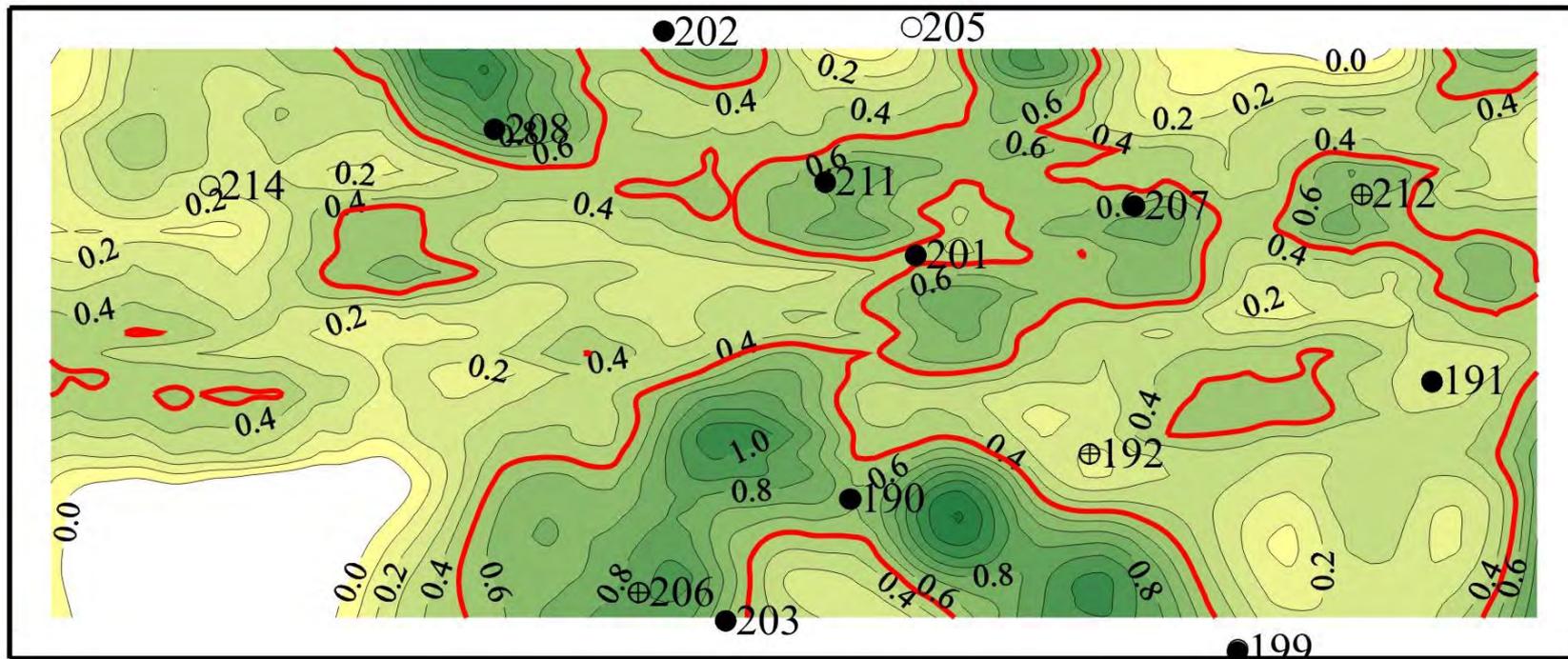
Е - размеры контуров график спектральной плотности. Изгибы приведены в условных единицах спектральной плотности магнитного момента.

Графики магнитного поля и его трансформант по профилю 99.01.23с Южно-Черемшанская площадь.

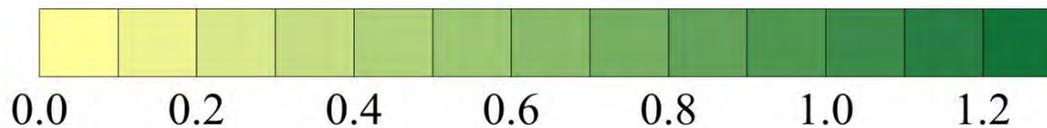
Составил В.П. Меркулов

Рис. 1.

Прогноз контуров залежей по данным магниторазведки (Северная часть Крапивинской нефтеносной площади). По данным В.П. Меркулова



Шкала интенсивности, ус.ед.



● нефть ⊕ пленки нефти ○ пластовая вода

# Локальный прогноз нефтегазоносности Верхнекомбарской площади (по данным В.П. Меркулова)

скважина (нефть), пробуренная с учетом результатов магнитной съемки

