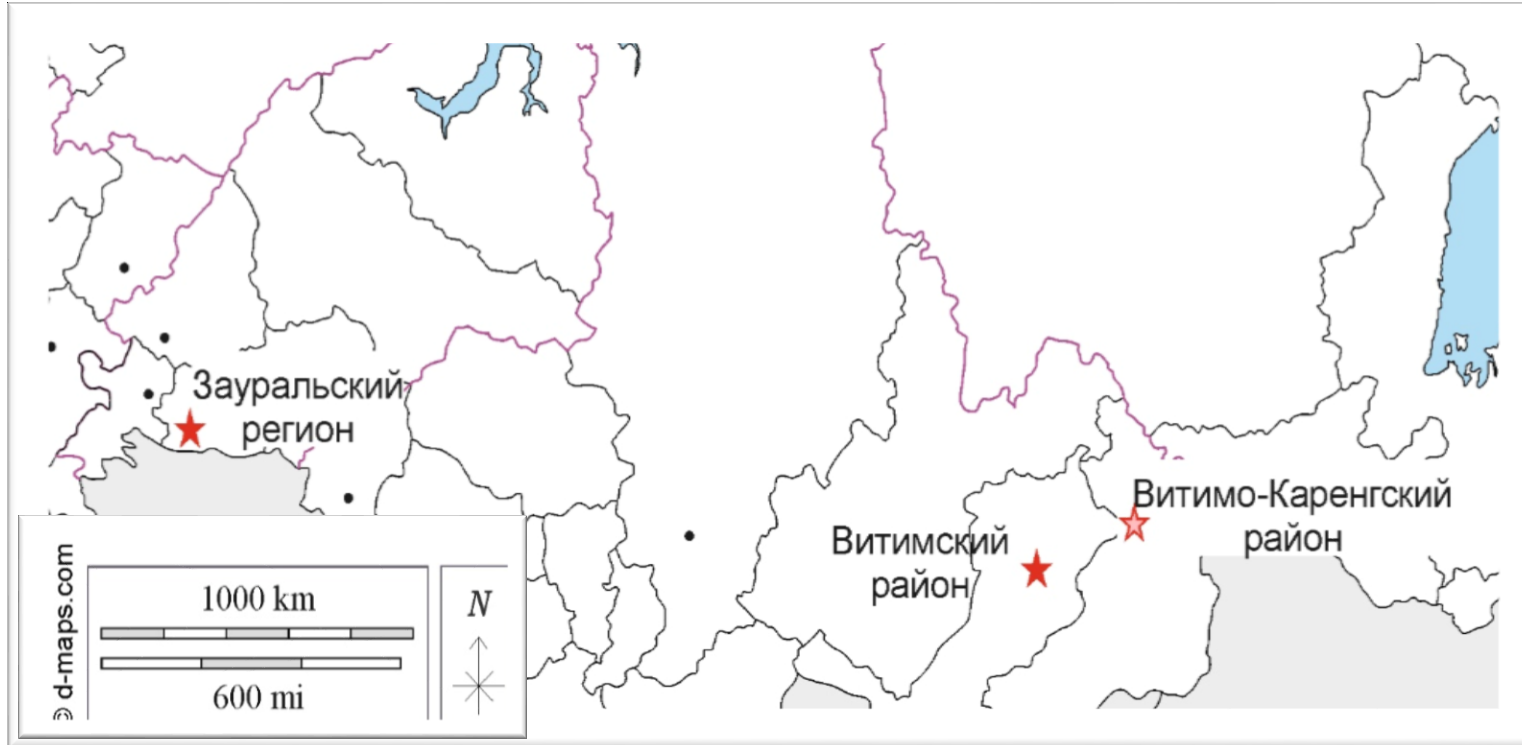




ФГБУ «ВИМС»

**«Связь углистого органического вещества и уранового оруденения на песчаниковых (палеодолинных) месторождениях России»
А.В. Сащенко, Тарханова Г.А.**

Москва, 2022

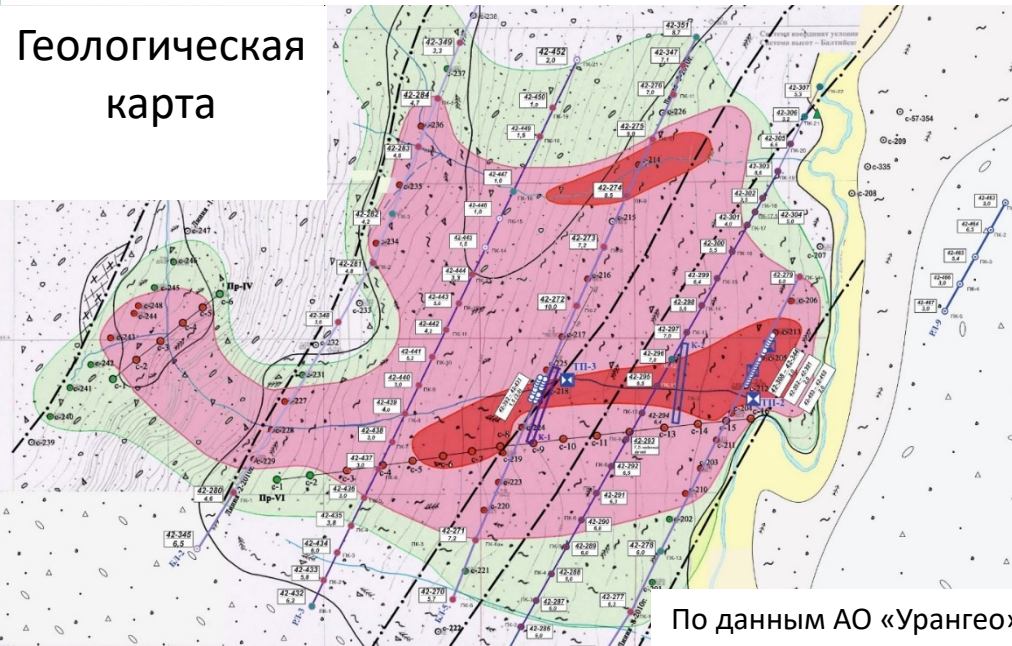


Цель работы: проследить роль преобразования растительного органического вещества и накопления урана на различных стадиях осадкообразования на палеодолиновых месторождениях России

Рудовмещающие отложения месторождений представлены осадочными торфяно-почвенными (Q), делювиально-пролювиальными (KZ), аллювиальными отложениями (MZ), обогащёнными углистым растительным детритом различной степени разложения



Геологическая карта



Оруденение локализуется в современных торфяно-почвенных образованиях в пределах террас современных рек.

Фундаментом являются специализированные граниты мезозойского возраста.

Наиболее богатое оруденение фиксируется в верхнем слое осадков, наиболее обогащенном растительным детритом.

Повышенные содержания урана связаны с сорбционными накоплениями на растительном детрите и глинистых минералах.

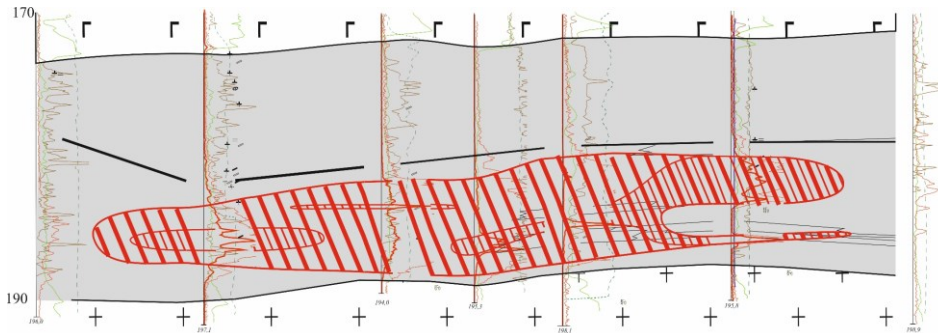
Типовой разрез рудопроявления Сиротинка





Типовой разрез

Типовая геолого-структурная карта месторождения



По данным ФГБУ «ВИМС»



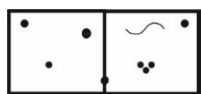
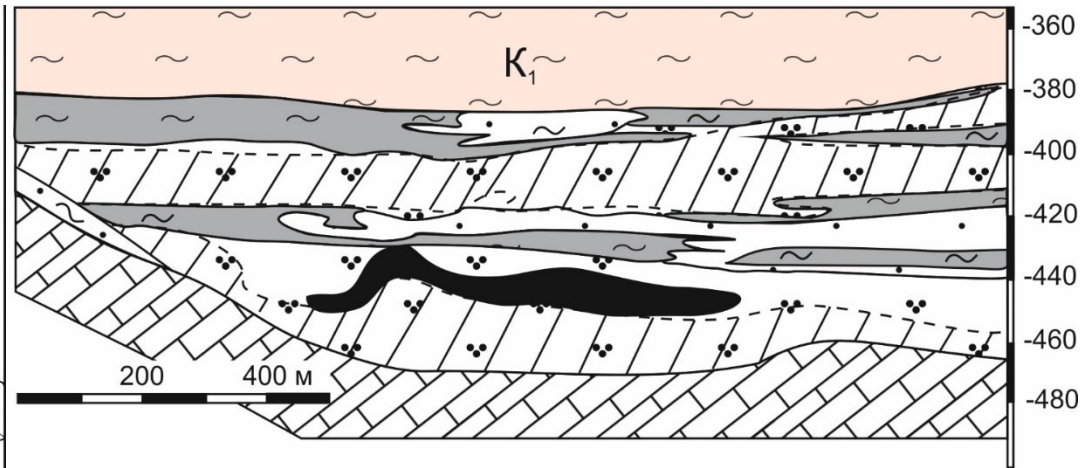
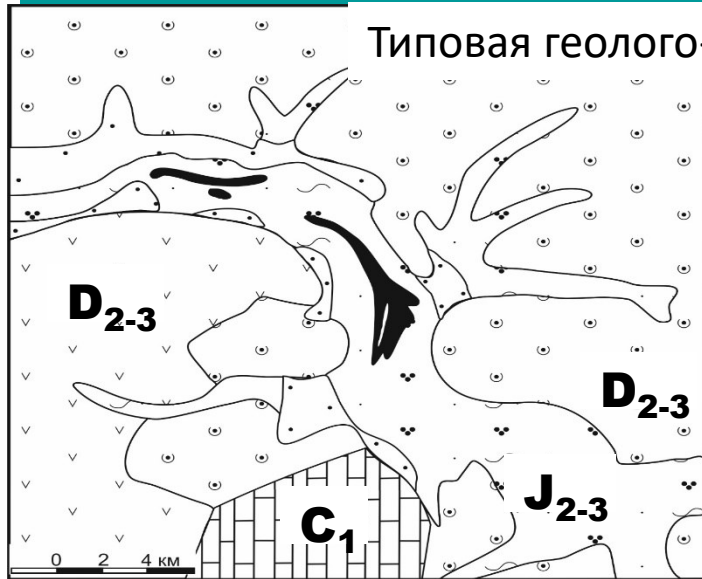
По данным АО «Русбурмаш», АО «Урангео»

- Рудные тела линзовидной формы выявлены на глубине 120-330 м, среднее содержание урана колеблется от 0,027 до 0,4 %
- Рудовмещающими породами являются делювиально-пролювиальные неогеновые отложения джилдинской свиты (Ndg), обогащенные растительным детритом
- Домезозойский фундамент представлен преимущественно специализированными на уран гранитами

Урановая минерализация представлена в разной степени раскристаллизованными поликомпонентными гелями U-Ca-P-Al-Si (что по составу соответствует нингиоиту), фосфатом урана – нингиоитом



Типовая геолого-структурная карта и разрез



Песчано-глинистые отложения таборинской свиты (J_{2-3})



Рудные залежи



Породы палеозойского фундамента



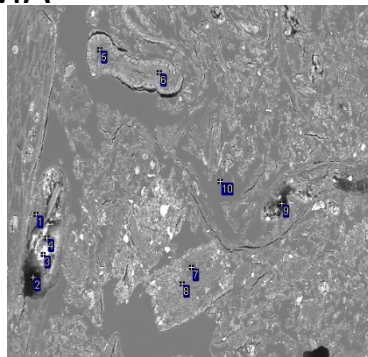
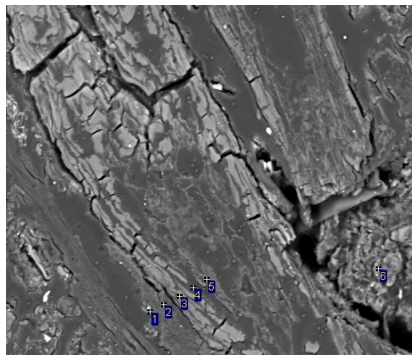
Красноцветные глины (K_1)

- Глубина залегания рудных тел, которые в плане имеют вид лент или пластообразных залежей, составляет 360-510 м, содержание урана колеблется от 0,01-0,06 %
- Рудовмещающими породами являются аллювиальные отложения таборинской свиты (J_{2-3}), обогащенные растительным детритом и сульфидами железа (до 5-10 %)
- Палеозойский фундамент представлен известняками, сланцами, риолитами
- Урановая минерализация, в том числе развивающаяся по растительным остаткам, представлена оксидом урана и коффинитом

Накопление урана на стадии седиментогенеза



РСМА

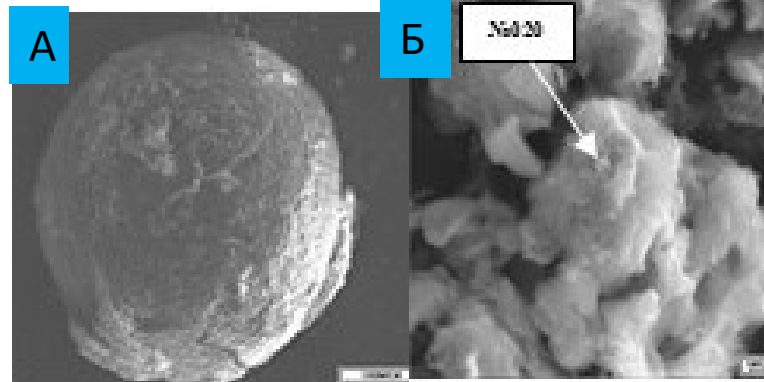


Сп.	Содержание элементов (масс. %)	
	Ca	U
Растительная органика	1,6	3,25
	1,49	1,95
	2,5	6,67

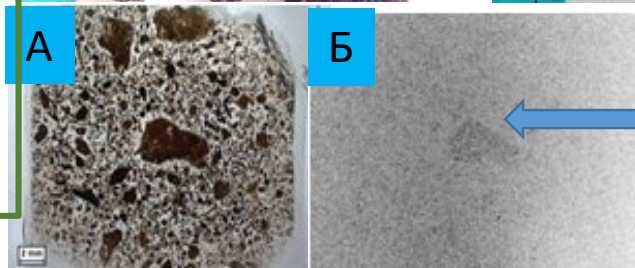
Сп.	Содержание элементов (масс. %)	
	Ca	U
Растительная органика	2,1	0,93
	1,84	0,35
	1,52	0,68

- а) Содержание растительного органического вещества достигает **13 %**
- б) Оно соответствует торфяной стадии преобразования
- в) Уран также приурочен к почвенным конкрециям, сложенным углеродистым веществом

РЭМ



- А) Почвенная конкреция, обогащенная ураном (U_2O_3 - 4,3 %, Fe_2O_3 -3,7 %)
- Б) Гелеподобные образования с U (U_2O_3 - 4,94 %, Fe_2O_3 - 9,9 %)



Радиография эксп. 20 суток. Распределение треков: точечные и вуалевидные

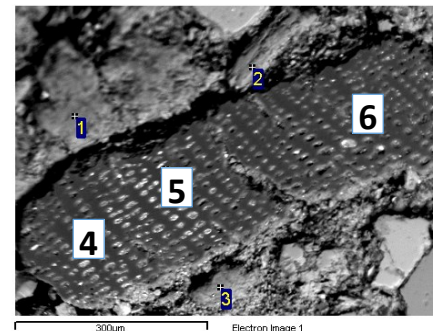
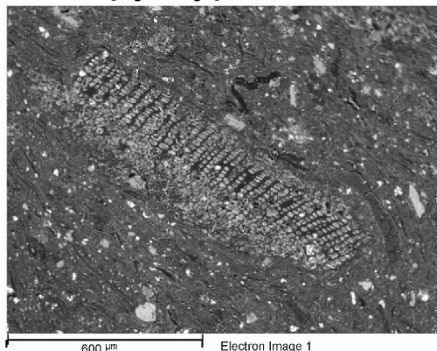
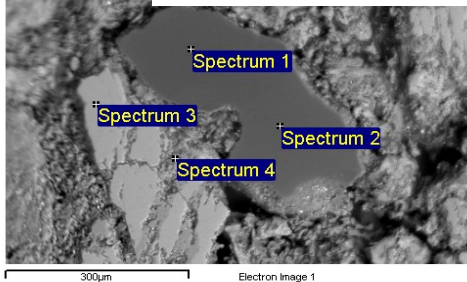
На стадии седиментогенеза происходит только сорбционные накопления урана в краевых частях растительного детрита

Накопление урана на начальном этапе диагенеза

Накопление урана в N-Q русловых структурах Витимского региона

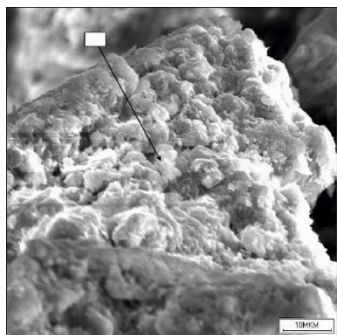
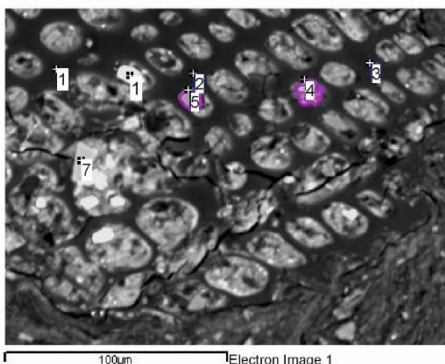


Месторождение Источное



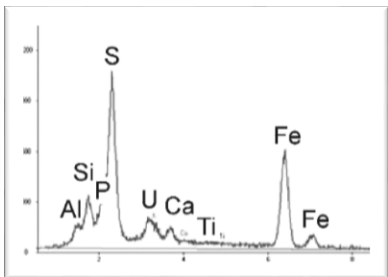
Сп.	Содержание элементов (масс. %)					
	P	S	Ca	Fe	U	Сумм.
1	0,06	3,12	0,02	2,62	1,24	14,16
2	0,11	3,24	0,02	2,86	1,37	14,70
3	-	0,03	0,06	0,46	0	99,69

Сп.	Содержание элементов (масс. %)					
	P	S	Ca	Fe	U	Сумм.
4	0,06	4,36	-	2,87	1,64	17,46
5	0,08	14,5	0,14	14,07	0,91	63,94
6	0,07	4,48	0,04	3,04	1,96	18,51

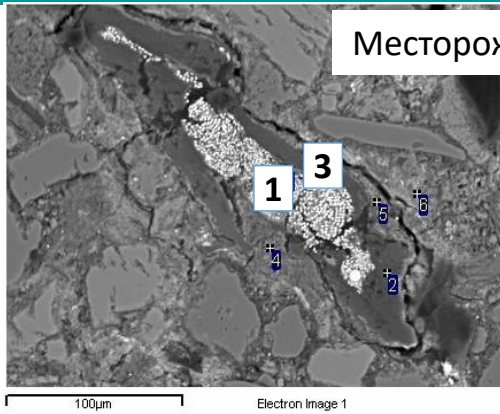


- Растительное органическое вещество соответствует буроугольной стадии преобразования
- Уран сорбируется по всему растительному остатку, который обогащен биогенной серой; минеральная форма урана не образуется
- В результате действия сульфатредуцирующих бактерий начинает формироваться фрамбоидальный пирит в клетках растительности

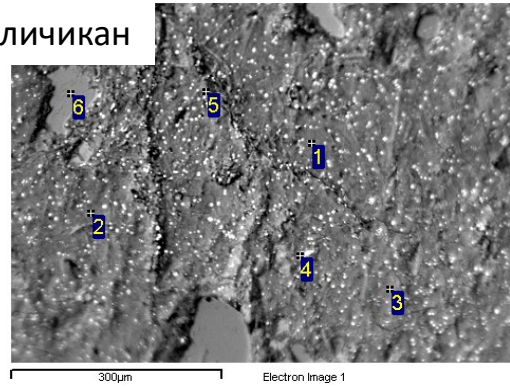
На стадии раннего диагенеза сорбционные накопления распространены по всему растительному детриту



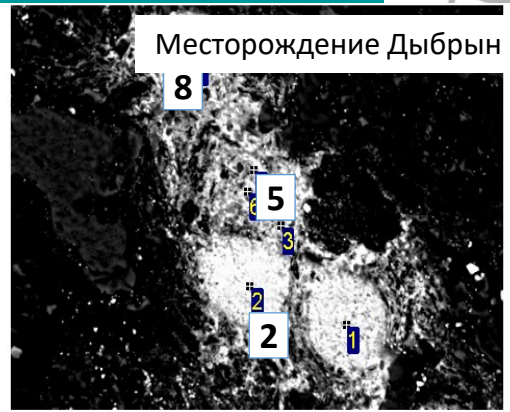
Последующий этап диагенеза



Месторождение Количикан



Месторождение Дыбрын

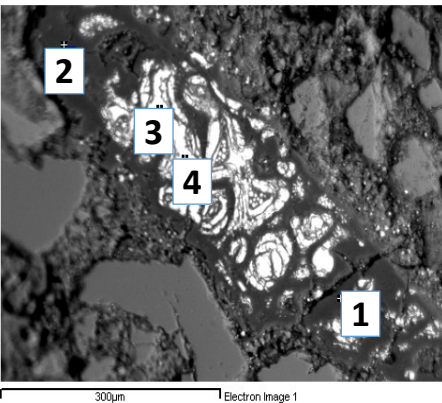


Сп.	Содержание элементов (масс. %)					
	P	S	Ca	Fe	U	Сумм.
1	2,28	6,35	1,90	4,83	10,5	67,79
3	0,09	5,60	0,83	0,78	2,56	25,72

Сп.	Содержание элементов (масс. %)					
	P	S	Fe	U	Сумм.	
1	0,06	5,42	3,18	1,96	21,06	
2	0,08	5,37	2,87	2,23	21,21	
3	1,29	3,00	4,38	3,85	78,86	

Сп.	Содержание элементов (масс. %)					
	P	S	Ca	Fe	U	Сумм.
2	3,79	31,3	4,70	27,01	13,46	93,41
5	5,42	6,15	6,62	5,68	20,41	87,13
8	-	49,79	0,22	43,8	-	99,34

Месторождение Источное

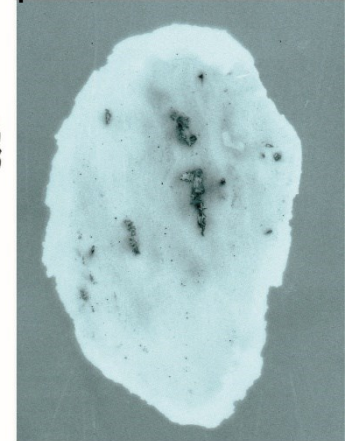
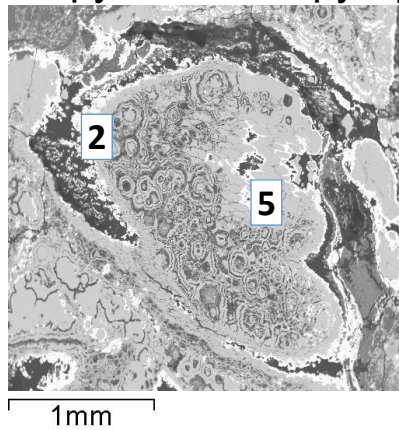
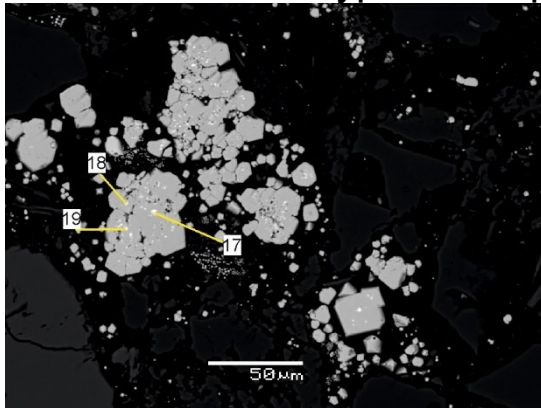


Сп.	Содержание элементов (масс. %)					
	P	S	Ca	Fe	U	Сумм.
1	-	5,25	0,02	3,56	1,74	24
2	0,08	4,13	0,14	3,28	2,21	22,31
3	0,2	49,77	-	44,42	0	100
4	-	51,19	-	45,11	0	100

- a) Растительное органическое вещество соответствует бурогольной стадии преобразования
- b) Псевдоморфное замещение дисульфидами железа происходит по всему растительному остатку, а также по глинистому цементу
- c) Наблюдается формирование крупных агрегатов фрамбоидов пирита с восстановлением урановых минералов

На стадии позднего диагенеза растительный детрит восстанавливает урана до минеральной формы

Накопление урана в юрских русловых структурах Зауральского региона



Сп	Содержание элементов (масс. %)					
	O	S	Ca	Fe	U	Сум
17	8,8	28	0,9	25,2	28,3	93,2
18	10,1	32,7	0,6	28,4	22,9	98,7
19	5,3	32,7	0,8	28,4	25,6	94,24

Сп.	Содержание элементов (масс. %)					
	O	S	Ca	Fe	U	Сум
2	23,1	0,9	2	0,2	60,1	99
5	21,6	1,2	1,9	0,7	57,9	96,5

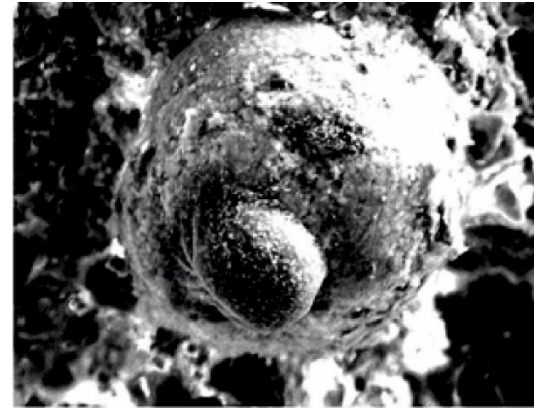
- Растительное органическое вещество соответствует буроугольной стадии преобразования
- Фиксируется несколько генераций сульфидов железа, что обусловлено неоднократным поступлением сульфатсодержащих вод
- Происходит формирование кристаллических форм пирита
- Урановые минералы заключены в центральной части кристаллов пирита, что создает затруднения для процессов СПВ

На стадии позднего диагенеза полное псевдоморфное замещение растительного детрита, совместное выпадение кристаллических форм урана и сульфидов железа

Диagenез, гуминовые кислоты



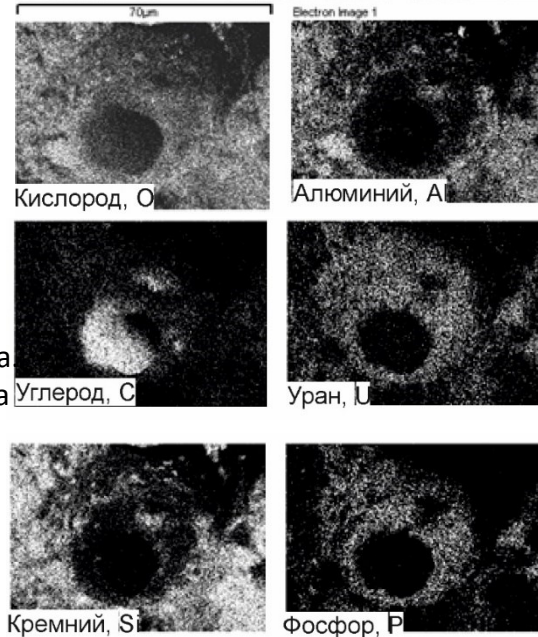
Формирование кислот при разложении органики на стадии диагенеза



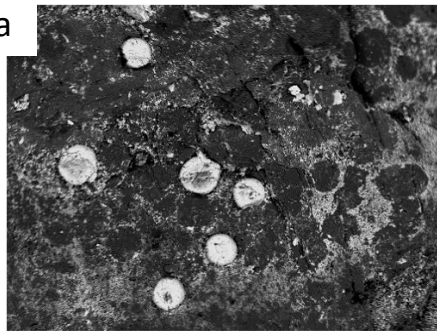
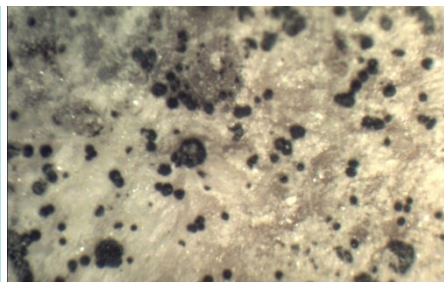
Элемент	Вес, %	Ат.м %
O	26,25	39,53
Si	25,93	22,02
Al	18,4	16,26
C	5,83	11,58
Fe	8,99	3,84
S	3,01	2,24
Ti	3,64	1,81
K	0,7	0,43
U	3,12	0,31
P	0,22	0,17
Ca	0,86	0,51

Элемент	Вес, %	Ат.м %
O	15,82	20,13
Si	0,52	0,38
Al	0,78	0,59
C	40,14	68,1
Fe	2,24	0,81
U	24,86	2,13
P	6,95	4,57
Ca	5,86	2,98

Наличие почек нингюита в трещине гранита
Выделение аморфного кальциевого фосфата
аналогичны как в песках, так и в гранитах



Глобули уранового минерала



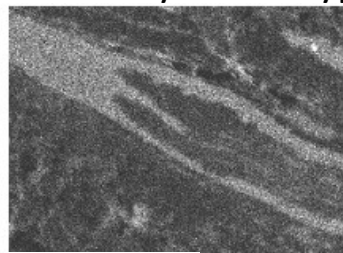
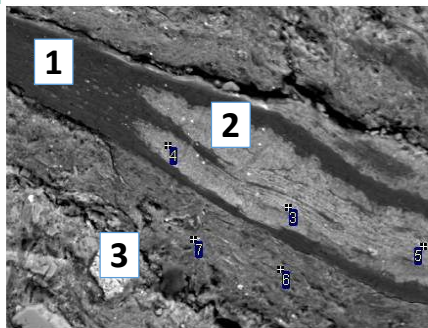
На диагенеза формируются гуминовые кислоты, которые участвуют в миграции урана

Эпигенетические изменения растительных остатков

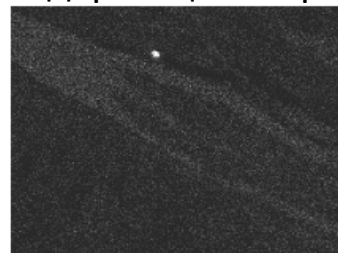


Месторождение Источное
Содержание U - 0,34 %

Поступление урансодержащих инфильтрационных вод



Углерод, C



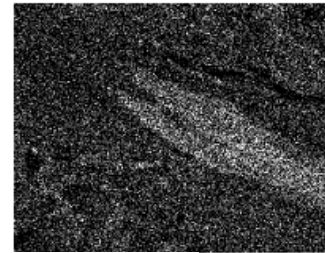
Сера, S



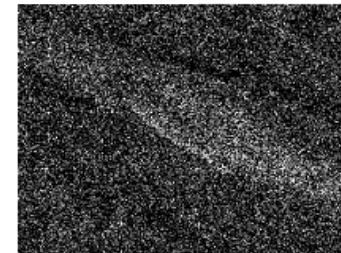
Железо, Fe



Уран, U

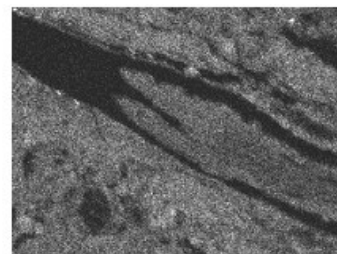
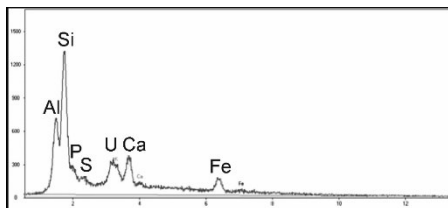
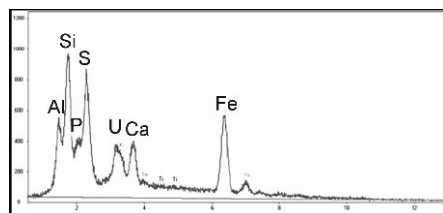
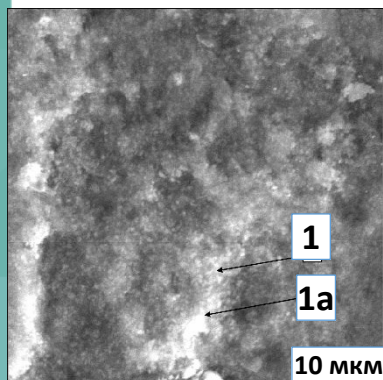


Фосфор, P

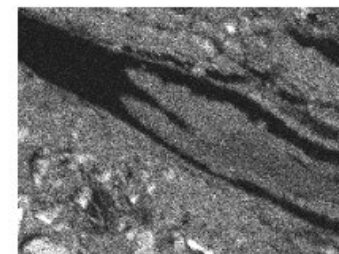


Кальций, Ca

Сп.	Содержание элементов (масс. %)					
	P	S	Ca	Fe	U	Сумм.
1	-	2,28	1,85	0,25	0,19	12,81
2	2,01	0,4	2,07	1,59	4,99	70,11
3	3,83	0,78	3,39	1,46	8,95	65,68



Алюминий, Al



Кремний, Si

Совпадение полей распространения S и C при отсутствии Fe, что подтверждает биогенную природу серы

На стадии эпигенеза при поступлении инфильтрационных вод, содержащих уран и сопутствующие элементы (P, Ca, Al, Si) происходит замещение растительной органики



Основные выводы:

1. Растительное органическое вещество участвует в рудообразовании на всех стадиях
2. Прослежена связь растительного органического вещества и особенностей накопления урана на различных стадиях осадко- и породообразования:
 - а) для стадии седиментогенеза характерны только сорбционные накопления урана в краевых частях растительного детрита;
 - б) на этапе начального диагенеза происходят сорбционные накопления по всему растительному остатку;
 - в) на этапе позднего диагенеза сульфиды железа начинают восстанавливать уран
3. К стадии позднего диагенеза роль углеродистого растительного вещества увеличивается и происходят процессы минералообразования за счет восстановления урана
4. При разложении растительных остатков на стадии диагенеза формируются новые устойчивые органо-минеральные соединения (гуминовые кислоты), которые способны мигрировать на значительные расстояния



**Спасибо за
внимание**