

Формы нахождения элементов

Изучение форм нахождения химических элементов по-прежнему остается одной из наиболее сложных задач геохимии. Эта проблема актуальна в связи с необходимостью решения различных вопросов прогнозирования и поисков месторождений, решения фундаментальных проблем дифференциации вещества планеты, вопросов миграции и концентрирования вещества при формировании горных пород в эндогенных и экзогенных процессах

Понятие о формах нахождения элементов введено в 1921г В.И. Вернадским (Вернадский, 1983). Он выделил **четыре различных формы нахождения** химических элементов в земной коре:

1. **Молекулы и их соединения в минералах, горных породах, жидкостях и газообразных земных массах.**

2. **Нахождение химических элементов в живых организмах; автономные проявления живого вещества.**

3. **Состояние рассеяния химических элементов.**

4. **Магмы**

Эта классификация положена в основу современных представлений о геохимии элементов.

Е.М. Квятковский предложил различать минеральный, безминеральный, концентрированный и рассеянный виды существования элементов.

В настоящее время принято выделять следующие формы нахождения элементов:

1. Минеральная форма:

- макроминеральная
- микроминеральная
- наноминеральная

2. Минералоиды (коллоидные минералы)

3. Кластеры

4. Органические соединения:

- металл-органические
- комплексные типа хелатов и др.
- сорбция физическая

5. Рассеянная (атомарная, ионная)

Академик Л.В. Таусон, развивая учение В.И. Вернадского, предложил в общей массе минерального вещества горных пород различать **минералы-концентраторы** и **минералы-носители** того или иного элемента (Таусон, 1961).

Пока элемент находится в кристаллической решетке его индивидуальные свойства (внутренние факторы миграции) часто не проявляются и геохимику приходится иметь дело с минералом в целом.

Так, обычно K и Na образуют легкорастворимые соединения и хорошо мигрируют, но если K входит в состав ортоклаза, а Na – альбита, - минералов, устойчивых к выветриванию в сухом климате, то интенсивность миграции K и Na в этих условиях **будет определяться не растворимостью их простых солей, а скоростью разрушения кристаллической решетки полевых шпатов.**

В одних и тех же условиях в одной и той же системе (P, T, pH и т.д.) интенсивность миграции Na альбита ($\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_8$) эгирина ($\text{NaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$) и галита (NaCl) различна.

Аналогично различна интенсивность миграции сульфидной (S) и сульфатной (SO_4) серы.

Входя в состав минерала элемент как бы «теряет» свои индивидуальные свойства => **«При изучении геохимии систем необходимо учитывать не только свойства элементов и параметры среды миграции, но и формы нахождения элементов в системах»**

Примеры: подвижные формы в почвоведении; использование КПШ в качестве удобрений.

Методы изучения форм нахождения элементов-примесей в углях

Methods of investigation

Прямые методы:

- Оптическая микроскопия
- Электронная микроскопия
- Радиографические методы
- Рентгеноструктурный анализ угля и низкотемпературной золы угля
- Другие редко используемые в угольной минералогии методы (люминесцентные методы, рентгенорадиография, ядерный магнитный резонанс и др.).

Косвенные методы:

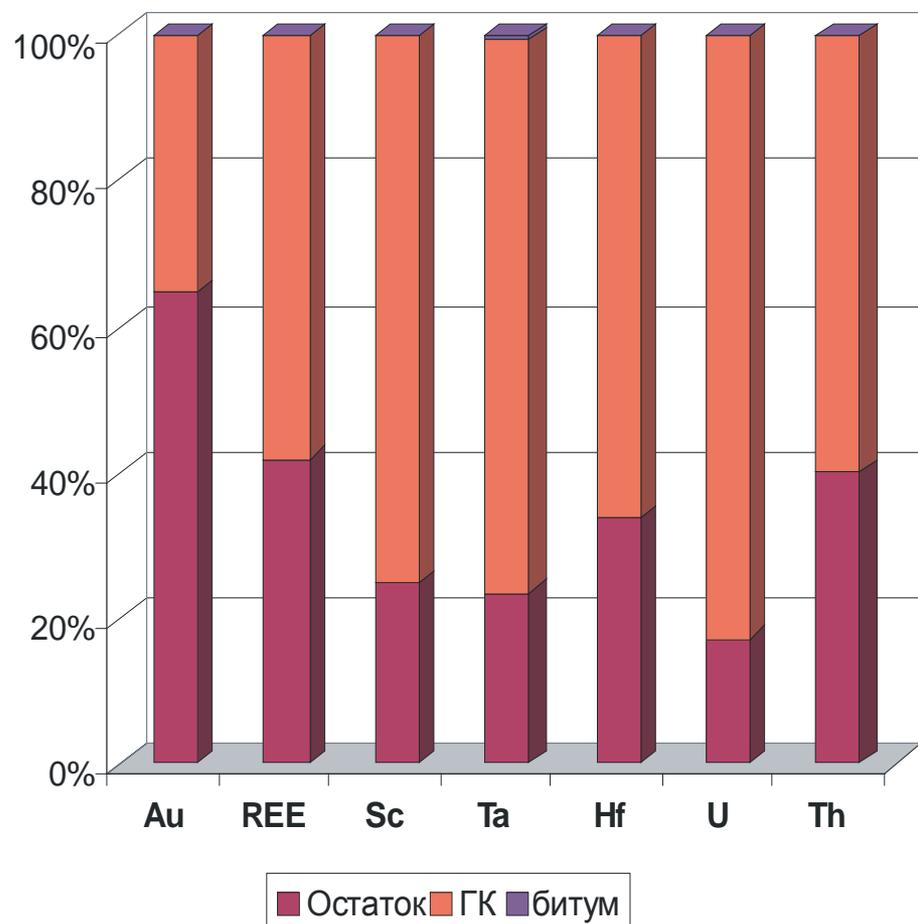
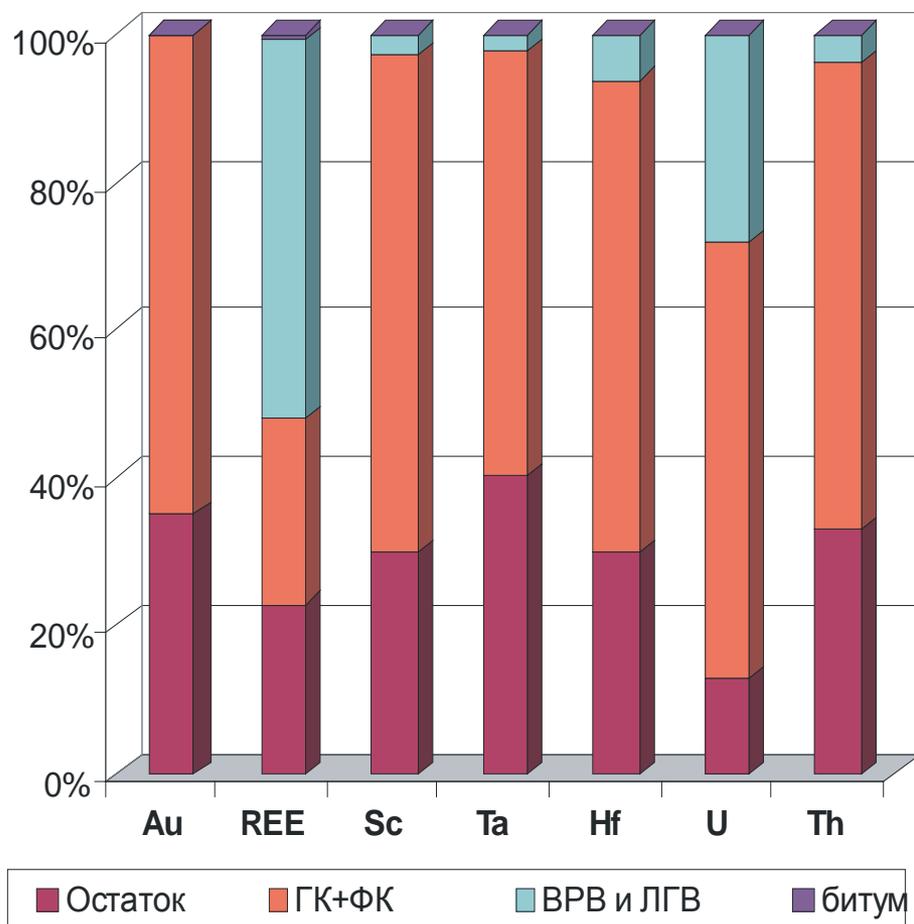
- Озоление и анализ химического состава золы и углевмещающих пород
- Селективное выщелачивание различными реагентами и анализ продуктов выщелачивания и соответствующих остатков после выщелачивания
- Гравитационное фракционирование угля и анализ полученных фракций
- Исследование корреляционных связей между зольностью и содержанием элементов-примесей в угле и в золе угля
- Корреляционный, факторный, кластерный анализ с выделением ассоциаций элементов и взаимосвязей между химическими элементами и различными компонентами угля.
- Экспериментальное моделирование сорбции редких элементов из растворов на торфе, буром и каменном угле и гуминовых кислотах
- Деструкция органического вещества угля и торфа и анализ полученных фракций.

Выход скандия во фракции группового состава торфа

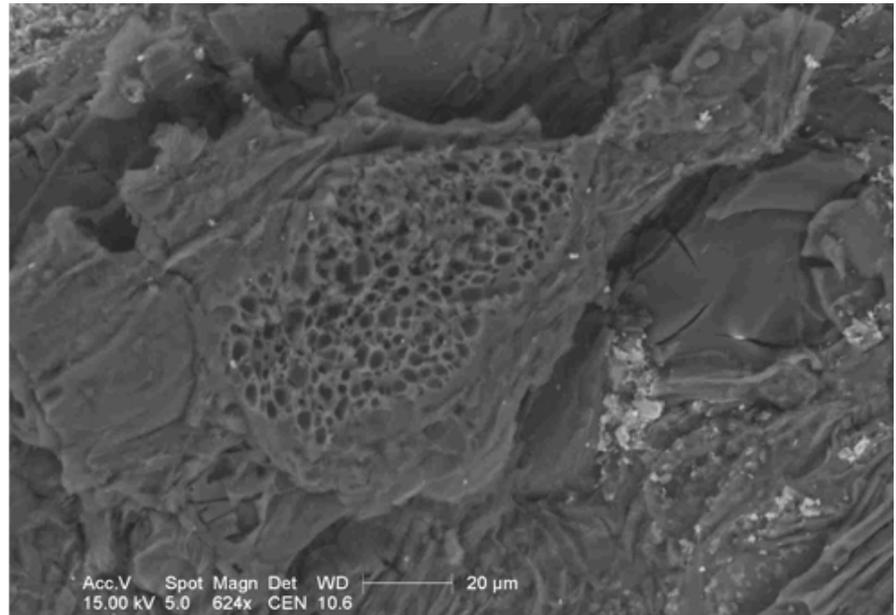
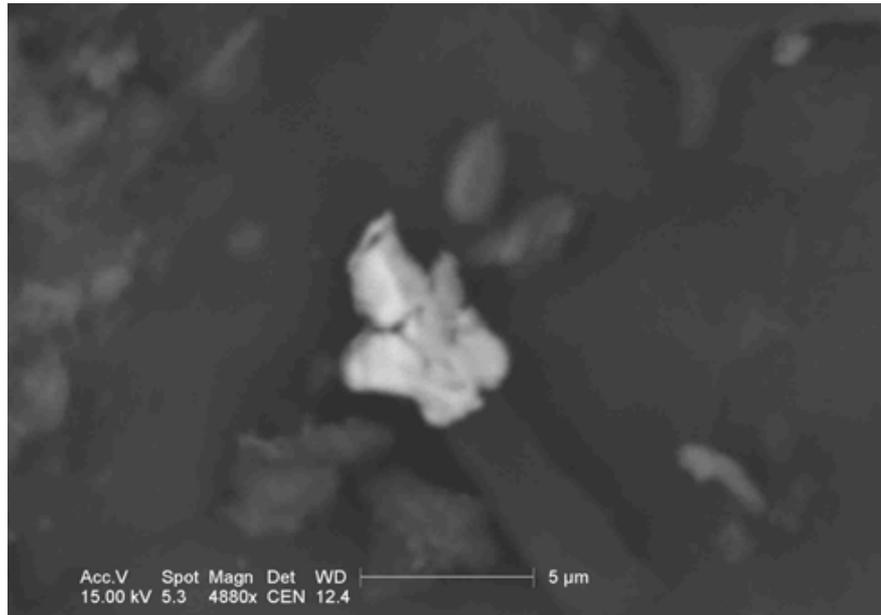
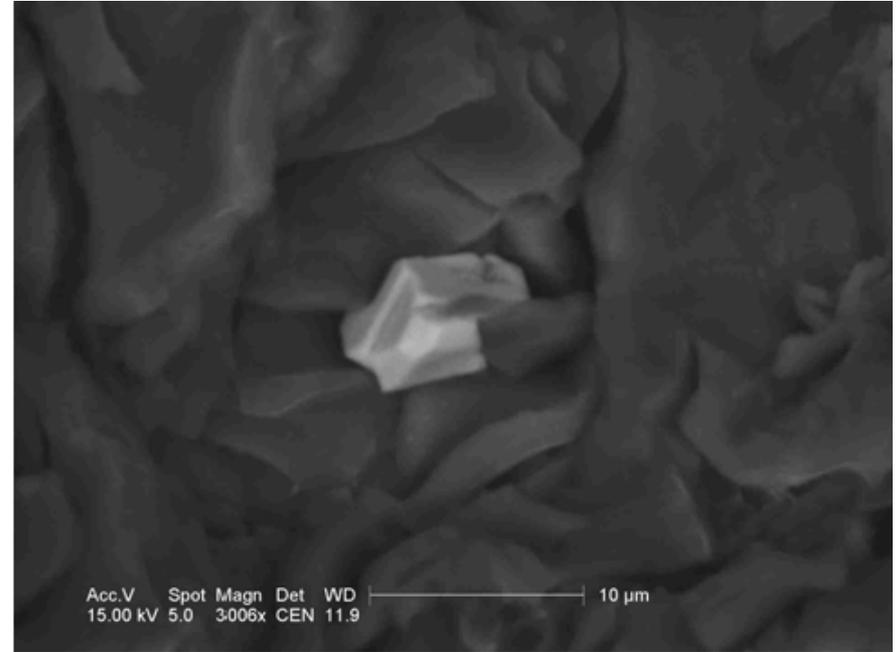
Групповой состав торфа	Выход фракций, %	Содержание Sc, г/т	Выход Sc во фракции, %
679-2 (Полуденовское)			
Исходный торф	100	0,62	100
Бензольный битум	7,5	<0,01	0,1
Водорастворимые и легкогидролизуемые вещества	38,6	0,039	2,4
Гуминовые кислоты	16,7	1,78	47,5
Фульвокислоты	15,2	0,94	22,8
Нерастворимый остаток	22,0	0,77	27,2
397-11 (Васюганское-11)			
Исходный торф	100	0,79	100
Бензольный битум	5,0	0,031	0,1
Водорастворимые и легкогидролизуемые вещества	33,0	0,062	2,2
Гуминовые кислоты	33,4	1,73	61,5
фульвокислоты	8,6	0,93	8,5
Нерастворимый остаток	20,0	1,3	27,7
902 (Гусевское)			
Исходный торф	100	1,0	100
Бензольный битум	1,7	0,043	0,1
Водорастворимые и легкогидролизуемые вещества	40,6	0,048	1,9
Гуминовые кислоты	26,1	1,88	49,0
фульвокислоты	19,5	1,37	26,7
Нерастворимый остаток	12,1	1,84	22,2

Распределение редких элементов по фракциям группового состава торфа и бурого угля

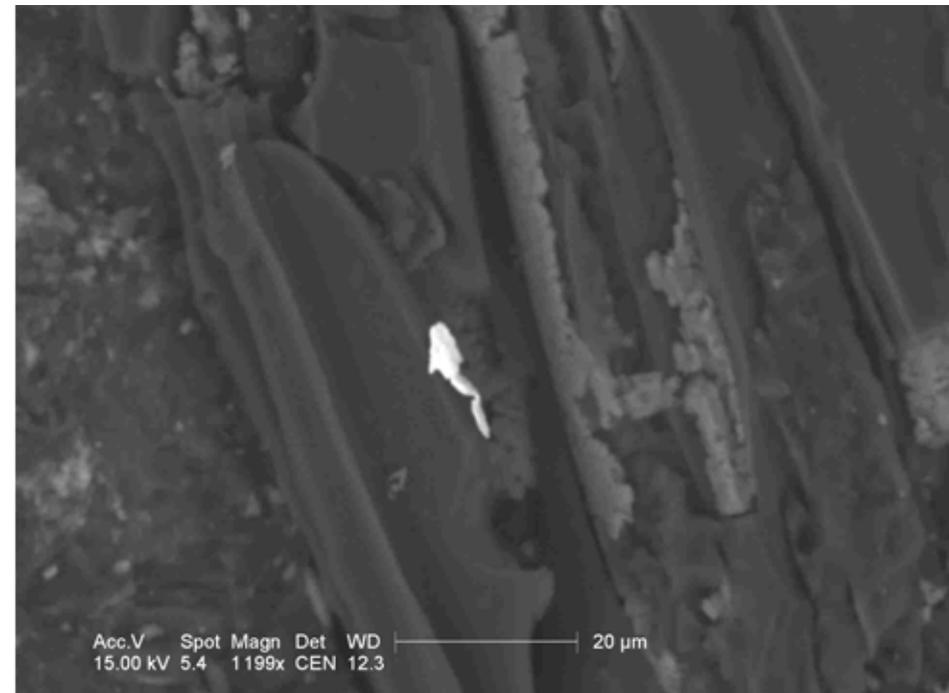
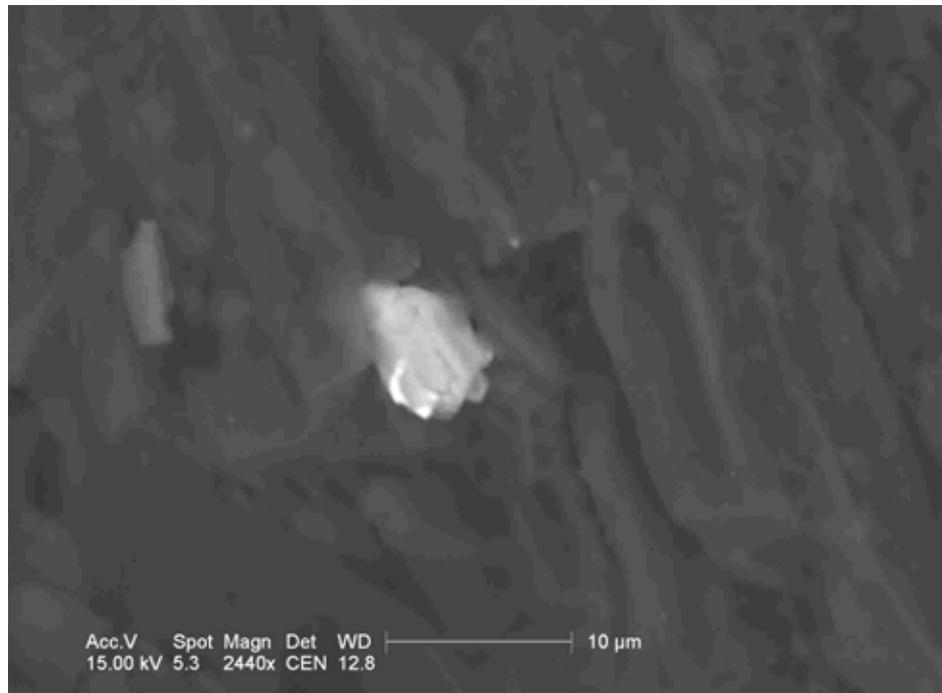
Percent Rare Elements in group composition of peat and lignite

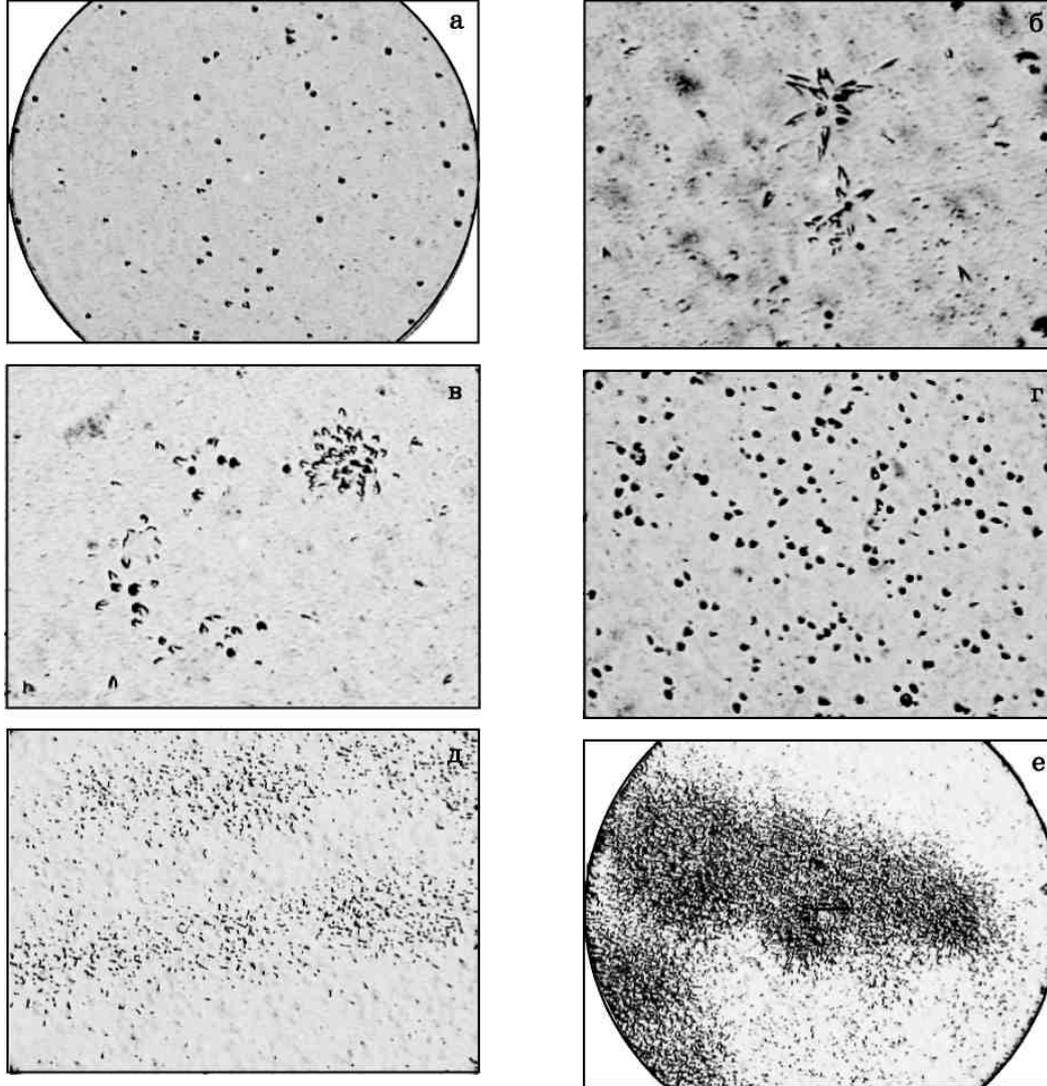


Scanning electron photomicrograph of chalcopyrite and pyrite from coal

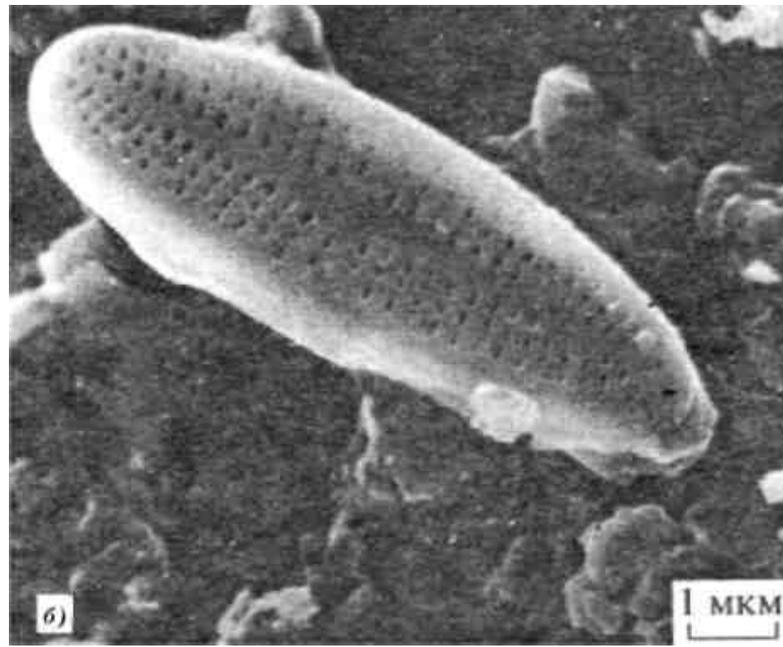
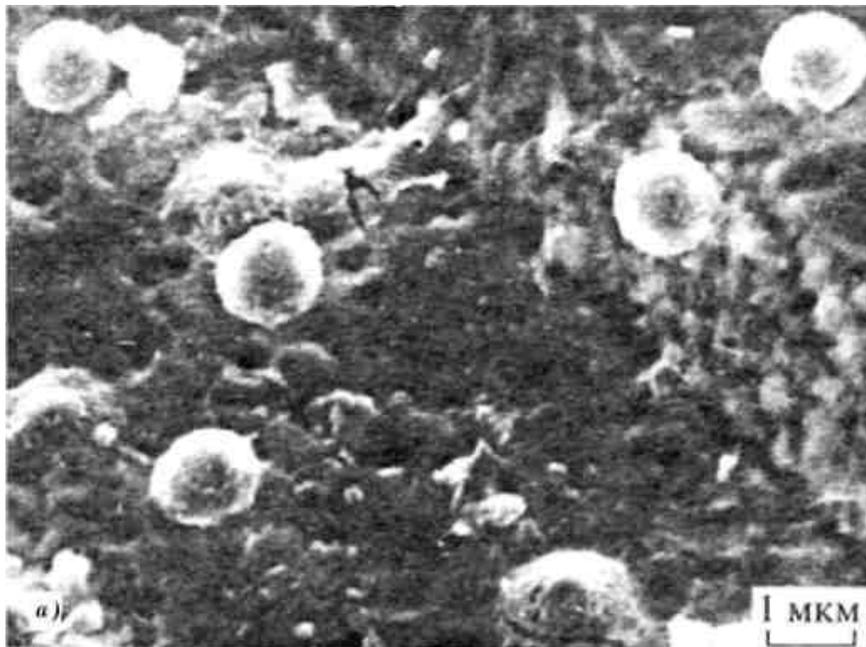


Scanning electron photomicrograph of sphalerite and cassiterite from coal

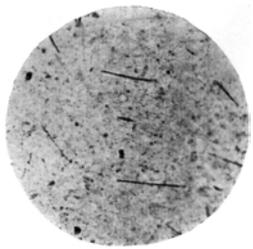




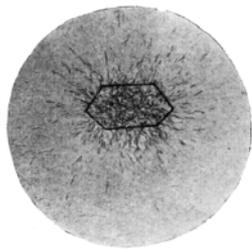
Характер распределения урана в углях по данным f-радиографии. Лавсановый детектор.
 а – пласт Двухаршинный. Равномерное распределение. Увеличение 150X; б - пласт Двухаршинный. Включения урансодержащих аксессуариев (“звезды”). Увеличение 300X; в – пласт I. Включения урансодержащих аксессуариев (“звезды”) с зоной обогащения ураном. Увеличение 300X; г – пласт III. Сетчатое распределение урана. Увеличение 250X; д – пласт III. Линейные зоны обогащения ураном. Увеличение 100X; е – пласт III. Скопление треков над фосфатом. Увеличение 100X



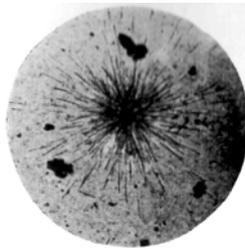
Полные псевдоморфозы самородного золота по коккоидным цианобактериям (а) и по скелету диатомовой водоросли (б) (по Р.А. Амосову и др., 1996)



1



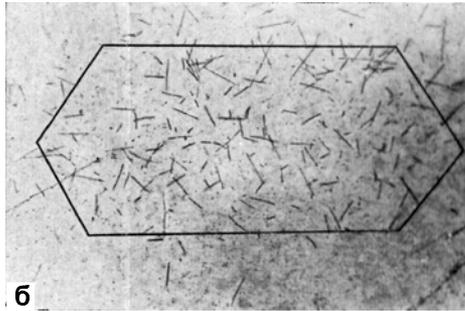
2



3



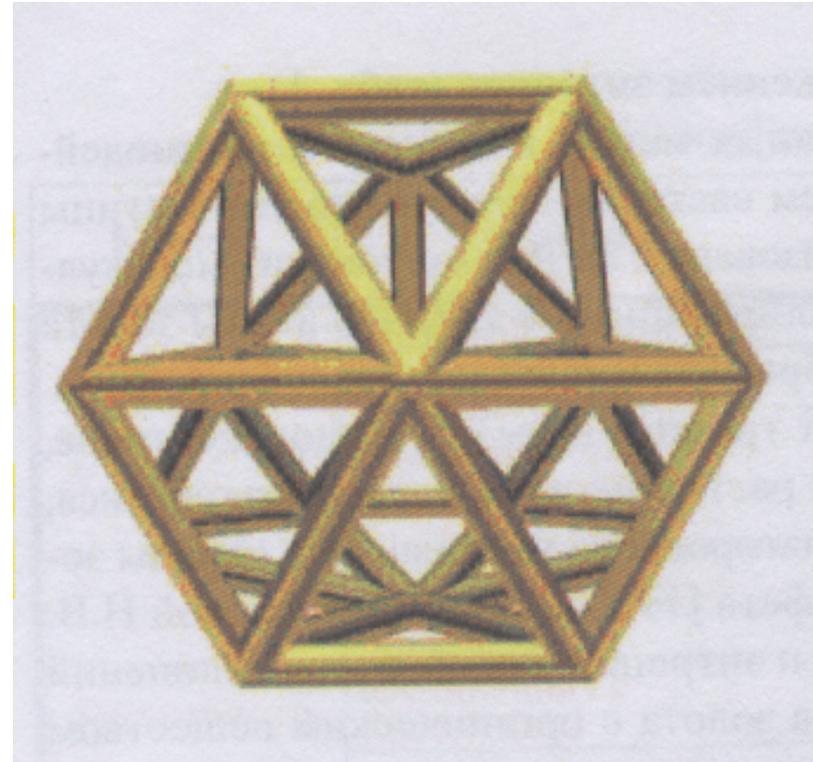
а



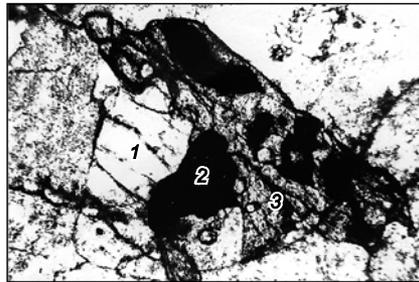
б

4

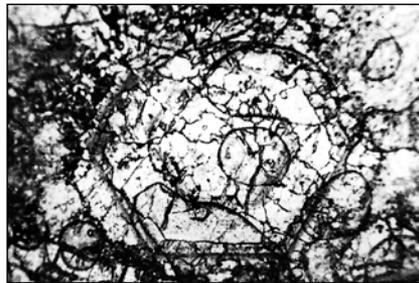
Микрорадиография (взята у Л.В. Таусона, 1961).
1 – микрорадиография кварц-полевошпатового участка шлифа гранитоида. Темное – треки от выделения радиоактивных элементов, 320 . 2 – микрорадиография акцессорного зерна (ограничено) граноторита, 320 . 3 – микрорадиография точечного выделения радиоактивного минерала, 320 . 4 – зерно циркона, 320 . а – микрофотография зерна. Проходящий свет. б – микрофотография того же зерна. Темное – треки от выделения радиоактивного элемента.



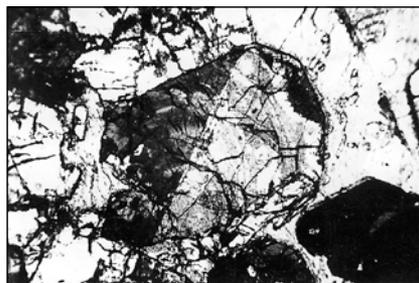
Распределение урана в минералах по данным f-радиографии



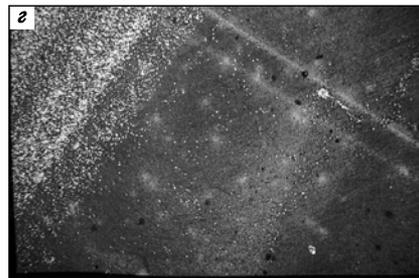
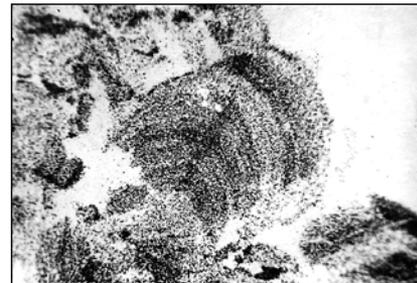
a



б



в



г

