



УДК (550.42+550.842):553.982.2(571.1)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИКЛАДНЫХ ЯДЕРНЫХ ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАЗРЕЗОВ СКВ. 366 И 367 КИЕВ-ЕГАНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ю. М. Столбов, Е. И. Бочаров, О. А. Иванова

На примере разрезов скв. 366 и 367 Киев-Еганского нефтяного месторождения показана возможность применения методов прикладной ядерной геохимии при исследовании процессов флюидомиграции.

Ключевые слова: *керна, литогеохимия, люминесцентная битуминология, геохимическое равновесие, прикладная геохимия, наложенный эпигенез, флюидодинамическая модель.*

THE RESULTS OF APPLIED NUCLEAR LITHOGEOCHEMICAL INVESTIGATIONS OF WELLS 366 AND 367 DRILLED IN THE KIEV-EGANSKOYE OIL FIELD

Yu. M. Stolbov, E. I. Bocharov, O. A. Ivanova

Using Wells 366 and 367 of the Kiev-Eganskoye oil field as an example the possibility of applied nuclear geochemistry methods use in studying fluid-migration processes is shown.

Keywords: *core, lithogeochemistry, fluorescent bituminology, geochemical equilibrium, applied geochemistry, imposed epigenesis, fluid-dynamical model.*

Наличие в Томске исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т создает благоприятные условия не только для разработки новых геохимических методов изучения нефтегазоносных осадочных бассейнов, но и для их внедрения в практику поисковых работ.

В методах прикладной геохимии нефтегазоносных бассейнов предъявляются исключительно жесткие требования к метрологическим параметрам аналитических методов, поэтому традиционно используемые спектральный и рентгеноспектральный анализы малоэффективны. Чувствительность нейтронно-активационного анализа выше, что позволяет измерять содержания многих элементов с высокой точностью. Это обеспечивает большую эффективность их практического использования.

Формирование залежей УВ контролируется особенностями процессов флюидомиграции. Во флюидном потоке, кроме УВ, всегда присутствуют продукты их окисления – углекислый газ и вода. При росте парциального давления в системе вода – порода образуется угольная кислота, поэтому рН системы уменьшается. При падении давления угольная кислота распадается на CO_2 и H_2O , поэтому рН системы растет. Таким образом, процессы флюидомиграции можно исследовать по продуктам углекислотного метасоматоза, приводящего к изменению первоначального химического состава осадочных пород [1].

В кислой среде карбонатные минералы растворяются, а полевые шпаты превращаются во вторичные глинистые минералы. Многие химические элементы при этом переходят в растворенное состояние. К таким элементам относится уран, который в виде уранил-иона UO_2^{2+} образует с угольной кислотой хорошо растворимые в воде

соли [2]. Это приводит к формированию отрицательных литогеохимических аномалий урана в зонах возможного накопления УВ флюидов. Исследование процессов флюидомиграции в разрезе скважины можно проводить по образцам шлама или керна.

Лаборатория прикладной ядерной геохимии Томского филиала СНИИГГиМС специализируется на литогеохимических исследованиях разрезов глубоких скважин. Ядерно-физические исследования выполняются на базе Томского исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т с использованием аналитической установки МЗН-1М.

Запаздывающие нейтроны образуются при распаде изотопов, возникающих при делении ядер урана-235 под действием тепловых нейтронов. Уникальность процесса деления ядер урана и высокая избирательность регистрации нейтронного излучения на фоне β - и γ -излучения облученных образцов обеспечивают высокие метрологические параметры метода запаздывающих нейтронов. Диапазон измеряемых содержаний урана лежит в пределах 10^{-5} – 10^{-2} %, а относительное стандартное отклонение результатов измерений при содержании урана 10^{-4} % не превышает 10%. Результаты измерений не зависят от изменения химического состава матрицы пород. Все это делает метод запаздывающих нейтронов исключительно эффективным, так как позволяет получить геохимическую информацию высокого качества и в больших объемах, что важно для решения практических задач нефтяной геологии [3].

Результаты аналитических работ позволяют построить детальные литогеохимические разрезы глубоких скважин и выделить положительные и отрицательные аномалии в распределении урана, обусловленные особенностями седиментаци-

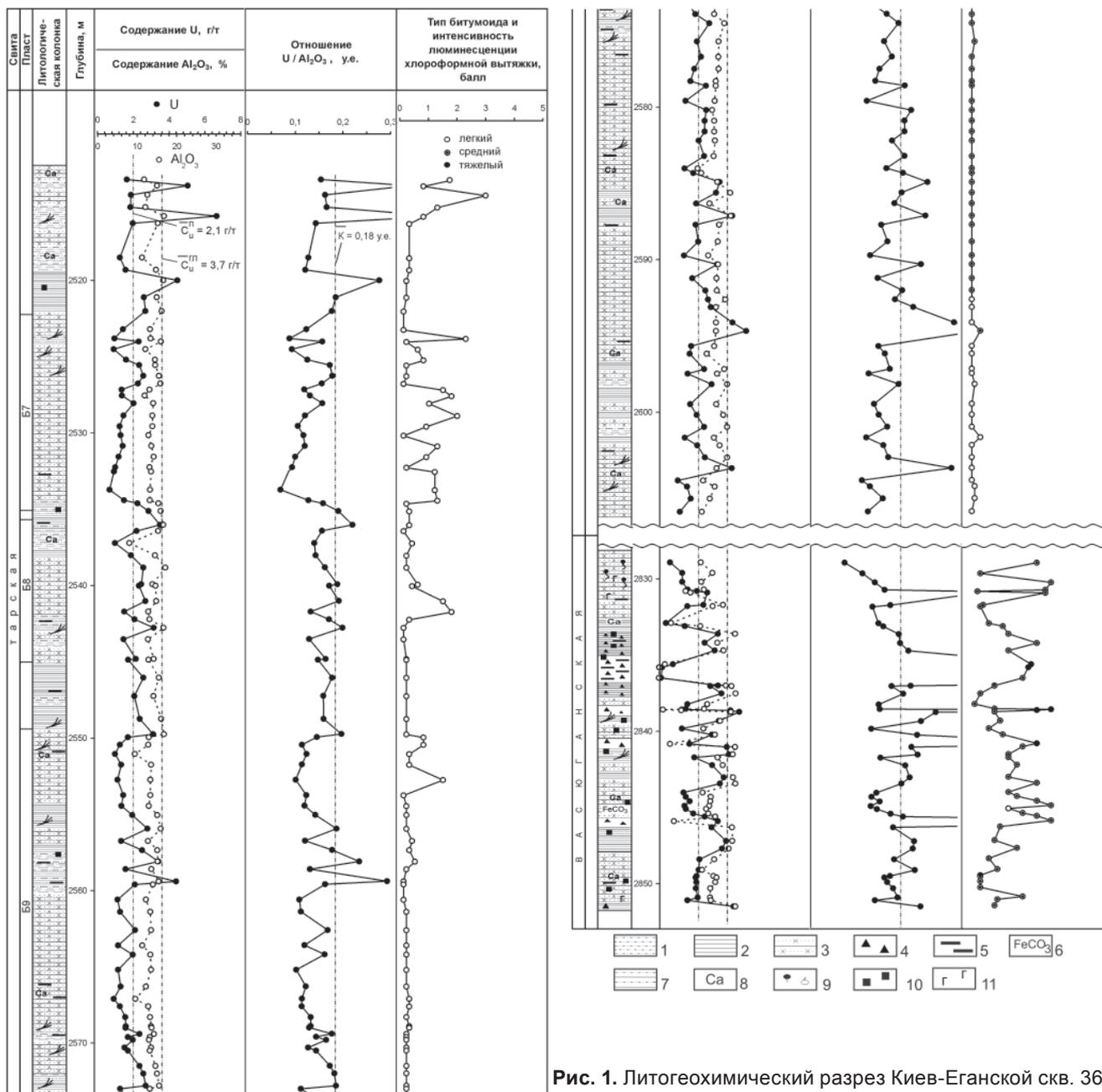


Рис. 1. Литогеохимический разрез Киев-Еганской скв. 366

1 – алевролит; 2 – аргиллит; 3 – песокник; 4 – битум; 5 – углистость; 6 – сидеритизация; 7 – переслаивание алевролита и аргиллита; 8 – карбонатность; 9 – признаки нефти и газа; 10 – пиритизация; 11 – глауконит

онных и постседиментационных процессов. При дальнейшем исследовании природы выявленных аномалий могут быть использованы традиционные методы исследований осадочных пород: литологические, петрофизические, люминесцентно-битуминологические, химические и др.

В качестве примера, иллюстрирующего возможности методов прикладной ядерной геохимии, рассмотрим литогеохимические разрезы скв. 366 и 367 Киев-Еганского месторождения Томской области.

Литогеохимические исследования разреза Киев-Еганской скв. 366 проведены по 186 образцам керн, отобранном в инт. 2513,4–2851,5 м.

Методика работ включала отбор коллекции образцов керн в региональном кернохранили-

ще ТомскНИПНефть, литологическое описание образцов горных пород, люминесцентно-битуминологические исследования хлороформных вытяжек, а также ядерно-физические исследования образцов керн на Томском исследовательском ядерном реакторе.

Методика интерпретации геологических результатов исследования базировалась на современных представлениях о процессах наложенного эпигенеза, закономерно развивающихся в нефтегазоносных осадочных бассейнах, а также на идеях флюидодинамической модели нефтегазообразования.

Результаты литогеохимических исследований разреза Киев-Еганской скв. 366 в графической форме показаны на рис. 1.

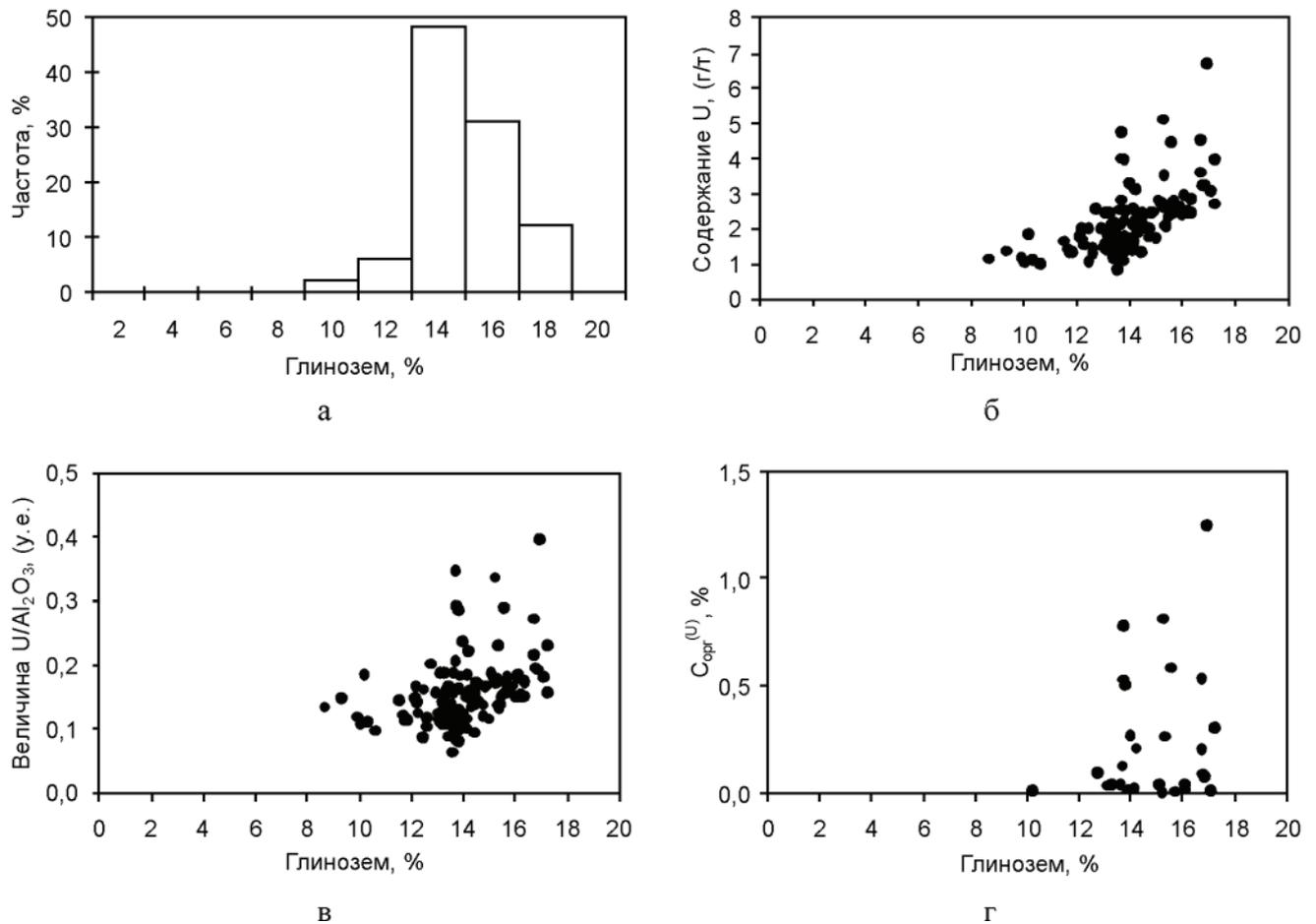


Рис. 2. Гистограмма распределения содержаний глинозема (а), зависимость содержаний урана от содержаний глинозема (б), зависимость U/Al_2O_3 от содержаний глинозема (в), зависимость $C_{орг}^{(U)}$ от содержаний глинозема (г) для отложений нижнего мела Киев-Еганской скв. 366

Отложения нижнего мела изучены по образцам керн, отобранным в инт. 2513,4–2606,53 м.

При рассмотрении общих литогеохимических характеристик осадочных пород интервала полезно обратиться к диаграммам, приведенным на рис. 2.

Диаграмма на рис. 2, а характеризует распределение пород в отложениях нижнего мела в зависимости от содержаний глинозема. Видно, что рассматриваемый интервал представлен в основном мелкозернистыми песчаниками и алевролитами, песчаники часто карбонатизированы и имеют включения ОВ. Содержания урана коррелируют с содержаниями глинозема (см. рис. 2, б), что обусловлено седиментационными процессами. Повышенные содержания урана характерны для пород с повышенными содержаниями глинозема. Это может быть обусловлено присутствием в таких породах продуктов окисления миграционных битумоидов (ураноносных битумов). Как видно из рис. 2, г, количество таких битумов редко превышает 1,0 %.

Нарушение геохимического равновесия между ураном и глиноземом связано с характером эпигенетических процессов. Отрицательные литогеохимические аномалии обусловлены реакциями в системе вода – порода, а положительные – в системе вода – углеводороды.

На рис. 2, в хорошо видно, что для песчаников и алевролитов характерны пониженные значения U/Al_2O_3 , так как в проницаемых породах под действием углекислотных растворов первичные алюмосиликатные минералы преобразовываются во вторичные глинистые, при этом уран переходит в растворенное состояние.

Закономерное уменьшение величины отношения U/Al_2O_3 вверх по разрезу свидетельствует о вертикальном характере процессов флюидомиграции углекислотных растворов (см. рис. 1).

В третьей колонке на рис. 1 показаны результаты люминесцентно-битуминологических исследований. При их рассмотрении нельзя не отметить, что в меловых отложениях доминируют УВ легкого состава, люминесцирующие бледно-голубоватым светом. Повышенные содержания битумоидов наблюдаются в верхней части разреза. Зоны накопления легких битумоидов тяготеют к зонам развития отрицательных литогеохимических аномалий. Это свидетельствует о вертикальном характере миграции как углеводородных флюидов, так и углекислотных растворов.

Отложения верхней юры исследованы по образцам керн, отобранным в инт. 2828,92–2851,50 м. Разрез изученного интервала пред-

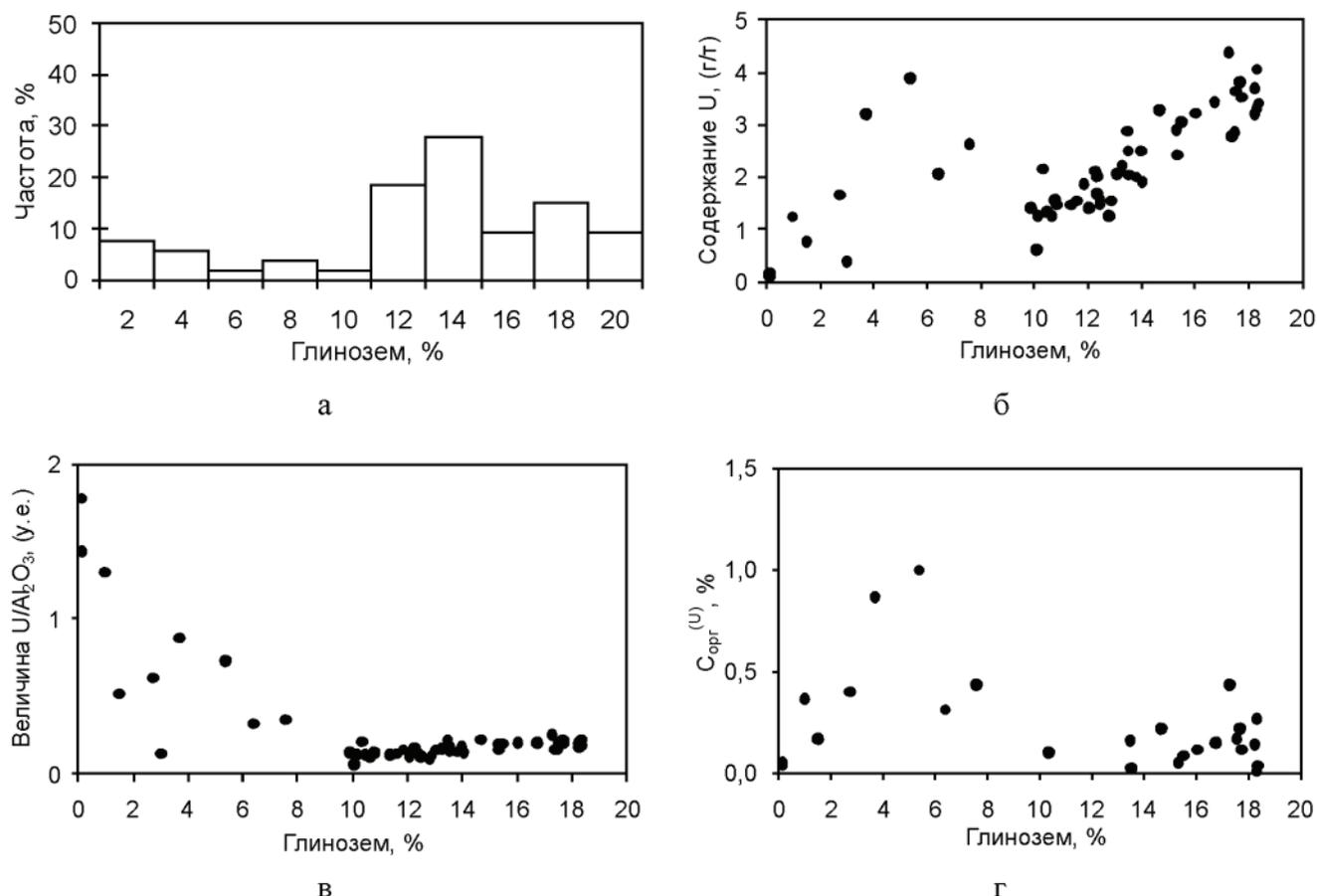


Рис. 3. Гистограмма распределения содержаний глинозема (а), зависимость содержаний урана от содержаний глинозема (б), зависимость U/Al_2O_3 от содержаний глинозема (в), зависимость $C_{орг}^{(U)}$ от содержаний глинозема (г) для отложений верхней юры Киев-Еганской скв. 366

ставлен широким разнообразием пород, об этом свидетельствует диаграмма, характеризующая распределение пород в зависимости от содержания глинозема (рис. 3, а).

Доминирующее положение в разрезе занимают мелкозернистые песчаники и алевролиты. Реже присутствуют аргиллиты, иногда встречаются прослои, обогащенные битуминозным и углистым веществом. Отдельные образцы обогащены карбонатными минералами, отмечены также пирит и ОВ.

На рис. 3, б хорошо видно, что на фоне закономерного увеличения содержаний урана, обусловленного ростом количества алюмосиликатных минералов, наблюдаются повышенные содержания урана в области низких значений глинозема. Вероятно, это связано с присутствием в породах продуктов окисления УВ – ураноносных битумов, наличие которых может быть обусловлено низкой скоростью аккумуляции УВ флюидов в отложениях верхней юры и частичном их окислении на ВНК.

Распределение значений отношения U/Al_2O_3 , приведенное на рис. 3, в, показывает, что отрицательные литогеохимические аномалии для отложений верхней юры нехарактерны. Это можно отметить и при рассмотрении литогеохимической колонки на рис. 1.

Наиболее существенная литогеохимическая аномалия, где отмечено присутствие битумоидов среднего состава, встречена в верхней части разреза (инт. 2829–2833 м). В отдельных образцах пород здесь наблюдаются повышенные содержания вторичных карбонатных минералов. Однако, учитывая общий характер вертикальной миграции УВ флюидов и возможность их накопления под региональным экраном баженовской свиты, именно этот интервал можно рассматривать как наиболее продуктивный.

Литогеохимические исследования разреза *Киев-Еганской скв. 367* были проведены по 285 образцам керна, отобранному в инт. 1188,13–2789,00 м.

Результаты литогеохимических исследований в графической форме показаны на рис. 4. Приведем описание вскрытых скважиной отложений нижнего мела, а также продуктивных отложений верхней юры.

Отложения нижнего мела исследованы по образцам керна, отобранному в инт. 2430,33–2506,76 м. Диаграмма распределения пород в зависимости от содержаний глинозема, приведенная на рис. 5, а, свидетельствует о том, что в разрезе доминируют алевролиты и мелкозернистые песчаники, реже встречаются аргиллиты. Песчаники часто карбонатизированы и содержат УРД.

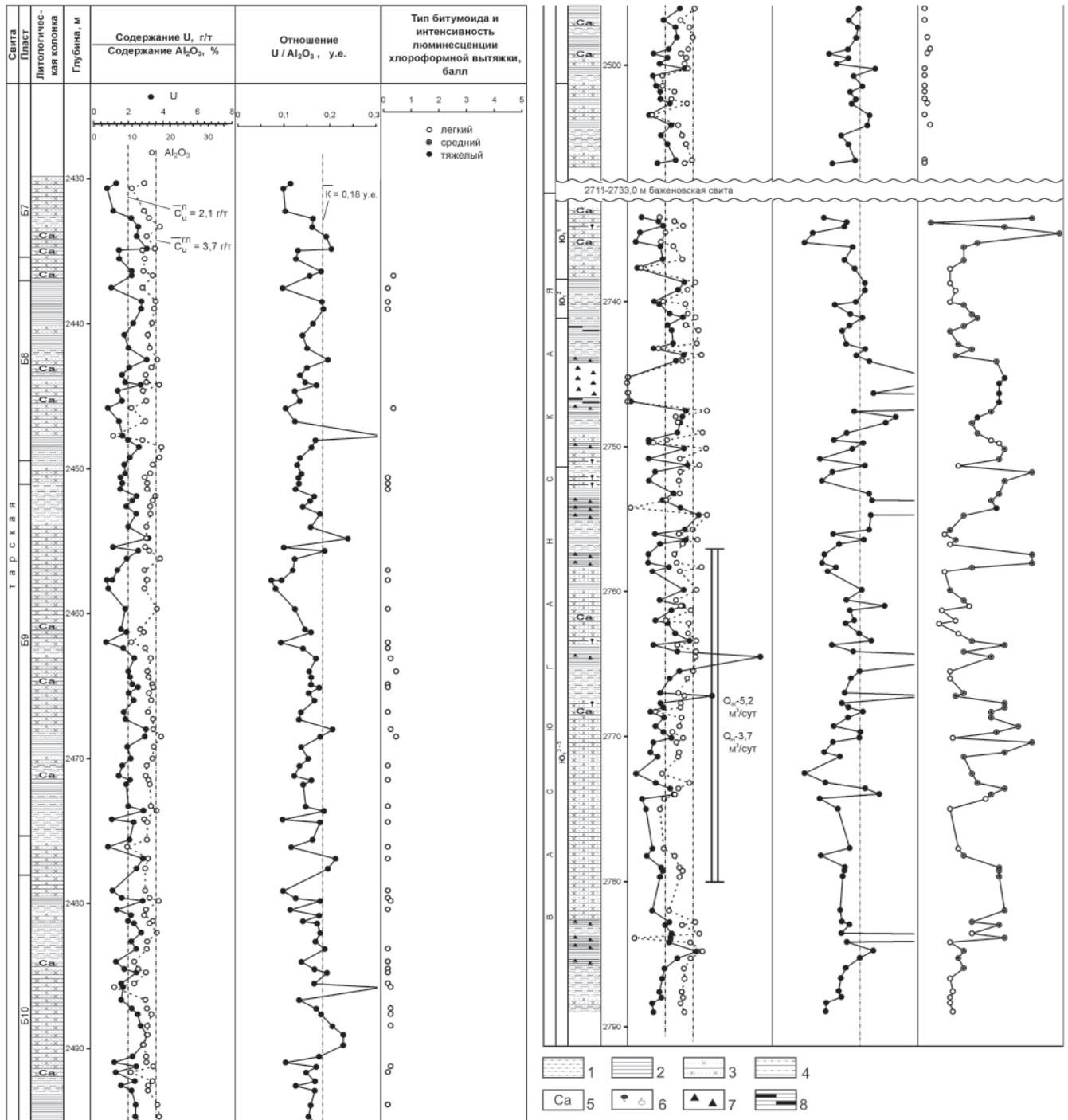


Рис. 4. Литогеохимический разрез Киев-Еганской скв. 367

1 – алевролит, 2 – аргиллит, 3 – песчаник, 4 – переслаивание алевролита и аргиллита, 5 – карбонатность, 6 – признаки нефти и газа, 7 – битум, 8 – углистость

Результаты исследований (см. рис. 4, 5, в) свидетельствуют о том, что к песчаным пропласткам тяготеют отрицательные литогеохимические аномалии, интенсивность которых закономерно нарастает вверх по разрезу. Это свидетельствует о вертикальном характере процессов флюидомиграции. Закономерный рост парциального давления CO_2 во флюидной системе привел к изменению pH, что не могло не отразиться на интенсивности реакций наложенного эпигенеза в системе вода – порода и, как следствие, на изменении значений отрицатель-

ных литогеохимических аномалий, выделяемых по отношению $\text{U}/\text{Al}_2\text{O}_3$.

Положительные литогеохимические аномалии в отложениях нижнего мела наблюдаются редко. Количество ураноносных битумов редко превышает 0,3 % (см. рис. 5, г).

Результаты люминесцентно-битуминологических исследований свидетельствуют о том, что битумоидов мало и они имеют легкий состав.

Вторичные карбонаты в породах отмечаются часто. Это может быть обусловлено изменением парциального давления CO_2 в системе вода – по-

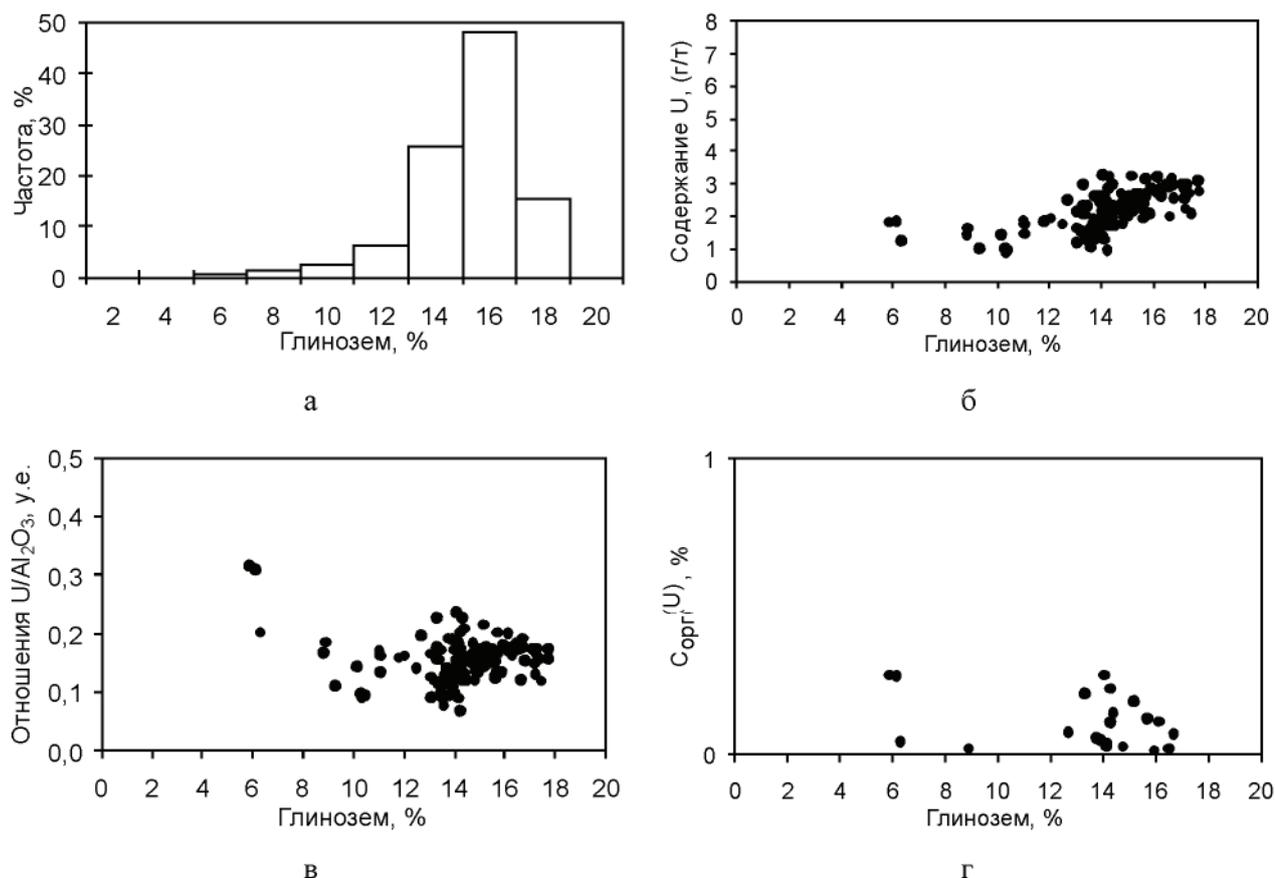


Рис. 5. Гистограмма распределения содержаний глинозема (а), зависимость содержаний урана от содержаний глинозема (б), зависимость U/Al_2O_3 от содержаний глинозема (в), зависимость $C_{орг}^{(U)}$ от содержаний глинозема (г) для отложений нижнего мела Киев-Еганской скв. 367

рода, т.е. импульсным характером развития процессов углекислотного метасоматоза.

Таким образом, результаты литогеохимических исследований свидетельствуют об интенсивном развитии процессов вертикальной флюидомиграции в меловых отложениях. В настоящее время во флюидной системе доминируют углекислотные растворы. УВ флюиды присутствуют в очень небольшом количестве, однако за миллионы лет такой миграции возможно формирование залежи УВ.

Отложения верхней юры исследованы по образцам керна, отобраным в инт. 2734,18–2789,00 м. Изученный интервал представлен широким разнообразием пород (рис. 6, а). Доминирующее положение в разрезе занимают мелкозернистые песчаники, алевролиты и аргиллиты, иногда встречаются битуминозные породы и углистые пропластки. Песчаники, особенно в верхней части разреза, часто карбонатизированы. На рис. 6, в видно, что отрицательные литогеохимические аномалии тяготеют к песчаникам. Положительные литогеохимические аномалии, обусловленные присутствием в породах продуктов окисления УВ (ураноносных битумов), характерны для аргиллитов и битуминозных пород. Содержание ураноносных битумов может достигать 1,5% (см. рис. 6, г).

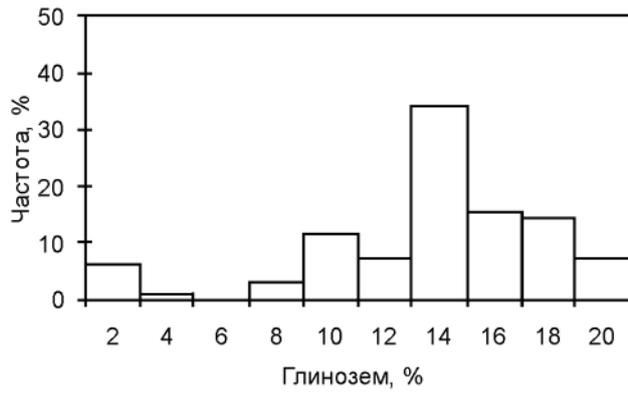
Люминесцентно-битуминологические исследования показали, что содержания битумоидов

в породах разреза меняется в широком диапазоне. Битумоиды разного состава – легкие, средние и тяжелые. Повышенные их содержания тяготеют к зонам развития отрицательных литогеохимических аномалий. Литогеохимические аномалии, обусловленные процессами миграции как углекислотных, так и углеводородных флюидов, наблюдаются по всему разрезу, причем с приблизительно одинаковой интенсивностью. Битуминологические исследования показали наличие значительных содержаний битумоидов в породах рассматриваемого интервала. К сожалению, УВ флюиды здесь не образуют мощных зон аккумуляции.

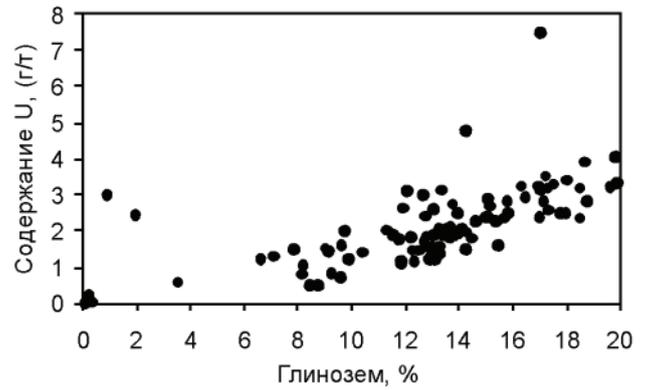
Отсутствие крупных зон аккумуляции УВ связано прежде всего с тем, что литогеохимические характеристики пород верхней части разреза неустойчивы. Изменчивость характера седиментационных процессов привела к тому, что в наиболее благоприятной для накопления УВ зоне не наблюдается мощных песчаных пластов. Пласт Ю₁¹ имеет благоприятные литогеохимические характеристики, однако мощность его мала.

В инт. 2744,0–2758,0 м битуминозность большинства образцов керна повышена, однако емкостные свойства пород здесь могут быть невелики, о чем свидетельствуют повышенные содержания глинозема.

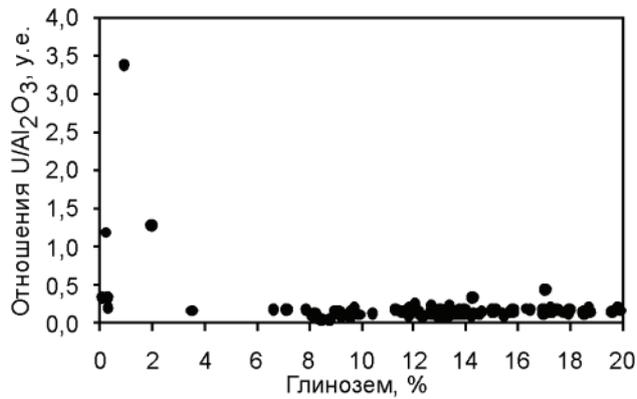
Эпигенетические процессы могут привести к существенному улучшению емкостных свойств



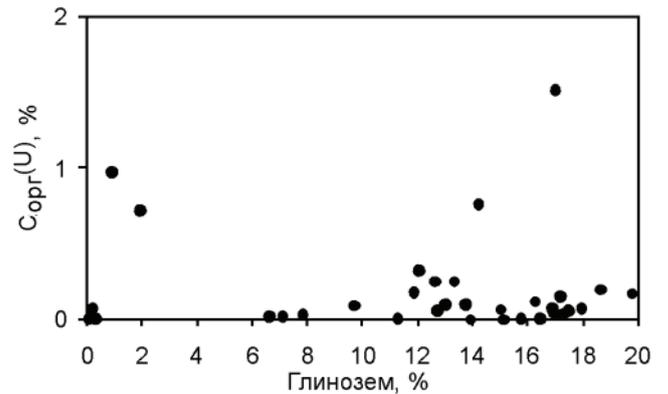
а



б



в



г

Рис. 6. Гистограмма распределения содержаний глинозема (а), зависимость содержаний урана от содержаний глинозема (б), зависимость U/Al_2O_3 от содержаний глинозема (в), зависимость $C_{орг}(U)$ от содержаний глинозема (г) для отложений верхней юры Киев-Еганской скв. 367

пород, но выделить такие зоны только по лито-геохимическим параметрам трудно из-за присутствия в породах продуктов окисления УВ. Уточнение емкостных свойств пород рассматриваемого интервала возможно при определении профильной проницаемости.

Отложения пласта $Ю_1^{3-5}$ характеризуются повышенными содержаниями битумоидов среднего состава. Однако при выборе наиболее перспективного объекта для эксплуатации необходимо учитывать, что интенсивность эпигенетических процессов ослабевает при удалении от регионального флюидоупора, каким в исследуемом разрезе, безусловно, является баженовская свита.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Лебедев, Б. А.** Геохимия эпигенетических процессов в осадочных бассейнах [Текст] / Б. А. Лебедев. – Л. : Недра, 1992. – 239 с.
2. **Основные** черты геохимии урана [Текст] / Под ред. А. П. Виноградова. – М. : Изд-во АН СССР, 1963.
3. **Столбов, Ю. М.** Возможность применения прикладной геохимии урана при исследовании процессов наложенного эпигенеза терригенных отложений Западной Сибири [Текст] / Ю. М. Столбов, Ю. А. Фомин, Н. Ф. Столбова // Тр. II. Междунар. конф. «Геохимическое моделирование и материнские породы нефтегазоносных бассейнов России и стран СНГ». – СПб. : ВНИГРИ, 2000. – С. 160–171.

© Ю. М. Столбов, Е. И. Бочаров,
О. А. Иванова, 2012