

Submission ID: 43812

N-Component Source Rock Kinetics in Oil and Gas Exploration in Russia

S.M. Astakhov* (KONTIKI-Exploration LLC)

SUMMARY

Some new kinetics from Russian well-known source rocks are provided in paper. The results of appliance of kinetics in petroleum system models in Tatar basin and West-Kuban basin are shown.

Практика использования лабораторных компонентных кинетических спектров в геологоразведке

С.М. Астахов (ООО «Нефтепоисковая компания «КОНТИКИ»)

Практика применения восстановленных в лабораторных условиях кинетических спектров материнских пород изучаемого осадочного бассейна обсуждалась в ряде предшествующих публикациях ([Астахов, 2015](#); Астахов, 2016). В модульной форме основные этапы процесса отображены на рис. 1.

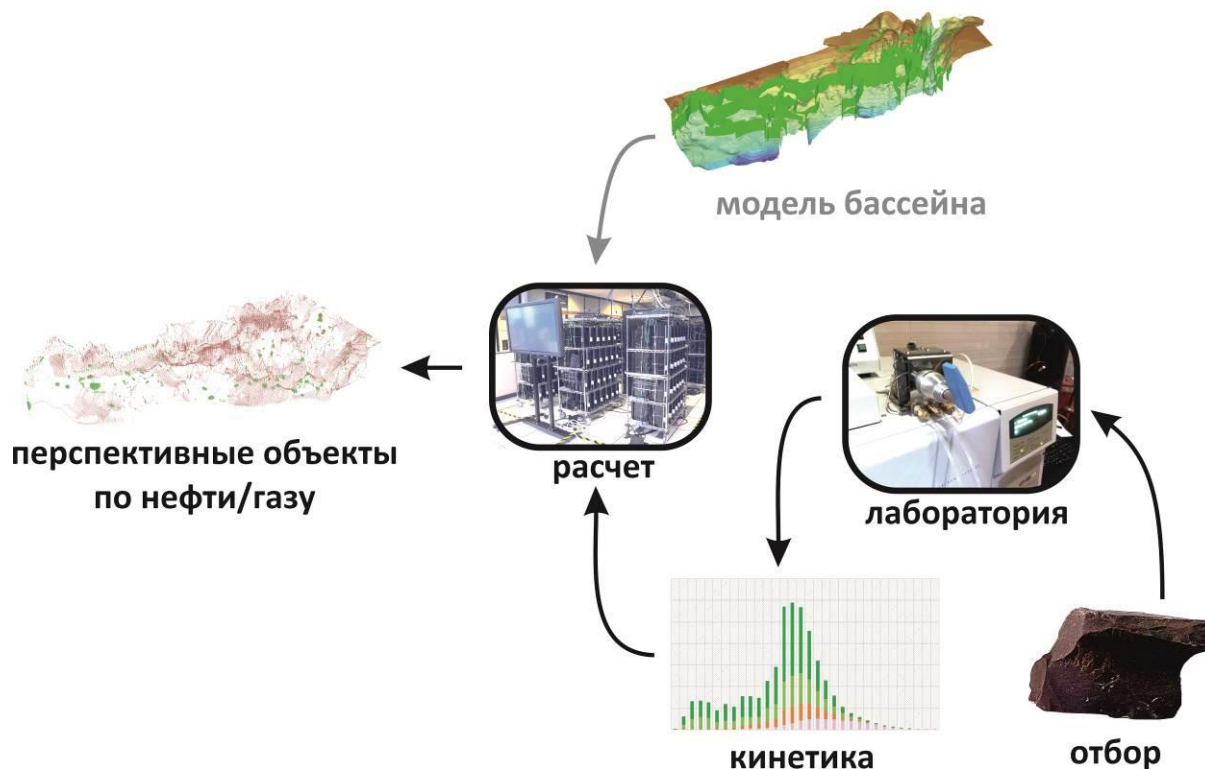


Рисунок 1 Схема моделирования углеводородных систем с использованием лабораторного восстановления компонентных кинетических спектров

Ранее мы приводили практические примеры успешного применения лабораторных кинетических спектров в проектах российских нефтяных компаний в пределах Гыданского полуострова (Астахов, 2016), Берингово моря (Астахов, 2017). В настоящем кратком обзоре приведем последовательно 2 примера, характеризующих использование лабораторных компонентных кинетических спектров в современном геологоразведочном комплексе исследований.

1. Татарский пролив и Юго-Западный Сахалин

- Объект:** Палеогеновые и неогеновые отложения шельфа Татарского пролива;
Проблема: При выборе стратегии ГРП необходимо адекватная раздельная оценка нефтяного и газового потенциала территориальных и особенно шельфовых объектов;
Этап ГРП: Региональный/поисковый;
Материнские: Эоценовые угленосные отложения нижнедуйской (снежинкинской) свиты;
Результат: Доказан нефтегенерационный потенциал угленосных отложений, определен значительный процент тяжелых нефтяных компонентов в кинетике, что должно быть учтено при оценке стоимости сырой нефти, ее подготовке и дальнейшей транспортировке.

Подробнее. На юго-западе Сахалина геологоразведочные работы на нефть и газ в советское время не увенчались значительными успехами. Были найдены небольшие месторождения газа в миоценовых отложениях на шельфе Татарского пролива и Анивского залива. Около двух

десятков скважин было пробурено на палеогеновые отложения в пределах суши. Почти во всех скважинах были отмечены нефтепроявления и газопроявления. Также, как и в скважинах, в наземных нефтепроявлениях преобладала тяжелая нефть. При разведке на уголь отмечались нефтепроявления в коллекторах при непосредственном контакте с угленосными отложениями верхне- и нижнедуйской свит. Однако отсутствие промышленных нефтяных дебитов не позволяло геологам оценивать многочисленные ловушки на шельфе Татарского пролива и более десятка структур на суше в качестве перспективных на нефть.

Ситуация изменилась после двух положительных событий в данном отношении. Первое – в 2007 году было открыто Георгиевское месторождение нефти в палеогеновых нижнедуйских отложениях восточнее г. Невельск. Второе – недавно удалось восстановить компонентный кинетический спектр из угля нижнедуйской (снежинкинской) свиты. Полученный кинетический спектр коррелирует с компонентным составом нефти Георгиевского месторождения. Среди продуктов пиролиза угля выделяется почти 78 % нефтяных, в том числе тяжелых нефтяных компонентов ок. 52 % с количеством атомов углерода в молекулах более 14. Вероятно, палеогеновые угли Сахалина являются нефтепроизводящими в силу своей молекулярной структуры с повышенной долей водорода в элементном составе. Такие нефтепроизводящие угли, кстати, в подобных условиях встречаются и в Японии.

В настоящее время геологи, занимающиеся ГРП в данном регионе, получили возможность оценивать ресурсы по выявленным ловушкам с перспективами открытия именно нефтяных залежей в палеогеновых отложениях, залегающих внутри угленосной толщи и непосредственно выше ее. Ограничением перспектив является состав нефти, большой процент тяжелых смолисто-асфальтеновых компонентов, что удешевляет сырую нефть и создает дополнительные проблемы для ее подготовки и транспортировки с промысла. Тем не менее, на больших глубинах залегания угленосных отложений на шельфе, тяжелая нефть может претерпевать термобарические изменения по типу вторичного крекинга, что может сказаться на некотором ее «облегчении». Но такое предположение требует дополнительной верификации. Возможное же отсутствие угленосных отложений на шельфе пока не подтверждается наличием их в сравнимых мощностях в скважинах на небольшом удалении от берега.

2. Западно-Кубанский прогиб, Адыгейский выступ

Объект: Майкопские олигоценые песчаники;
Проблема: Выбор наиболее перспективных объектов с точки зрения нефтеносности;
Этап ГРП: Поисковый;
Материнские: кумские (верхний эоцен) отложения;
Результат: Определены территории наиболее перспективные для открытия именно нефтяных залежей

Подробнее. Нефтепоисковая компания «КОНТИКИ» ведет собственные поисковые работы в старейшем нефтегазодобывающем регионе России, Западном Предкавказье. Приоритетом для компании является поиск небольших нефтяных месторождений. На этапе выбора наиболее перспективных направлений ГРП предстояло определиться с территорией. В качестве первого кандидата рассматривалась полоса развития майкопских глинистых отложений, содержащих песчаные пачки, от г. Хадыженска до ст. Ново-Дмитриевской (юго-восточное замыкание Западно-Кубанского прогиба, далее «хадыженская зона»). Вторая территория интересов располагалась в пределах Адыгейского выступа в майкопских отложениях, также содержащих песчаные пачки (далее «абадзехская зона»).

В хадыженской зоне выявлено множество нефтяных и газонефтяных месторождений в майкопских песках, тогда как в абадзехской газопроявления в отдельных скважинах. Казалось бы, при поисках нефти выбор очевиден. Но, учитывая совершенно различную изученность зон, перспективы нефтеносности могли прогнозироваться и в абадзехской, гораздо менее исследованной зоне, тем более, что по данным сейсморазведки в майкопском комплексе фиксируются перспективные объекты – сейсмофации заполнения эрозионных впадин.

Для выяснения раздельного (нефть/газ) генерационного потенциала материнских кумских и нижнемайкопских отложений, соответствующие породы были отобраны в двух зонах (рис. 2). В Хадыженской зоне в окрестностях п. Станционный г. Хадыженска в

обнажении по р. Пшиш отобран образец кумской свиты. В абадзехской зоне южнее ст. Абадзехской в обнажении по р. Белая отобран образец глинисто-карбонатной породы кумской свиты. Восстановление компонентных кинетических спектров показало различное соотношение нефтяных и газовых УВ. Для кумской свиты в абадзехской зоне (внизу справа на рис. 8) характерно наличие в продуктах генерации более 43% газовых компонентов (метана ок. 28% от общей массы). При этом в хадыженской зоне (внизу слева на рис. 2) доля генерации газовых компонентов кумской свиты немногим более 16%, а доля метана от общей массы продуктов генерации составляет всего 3%.

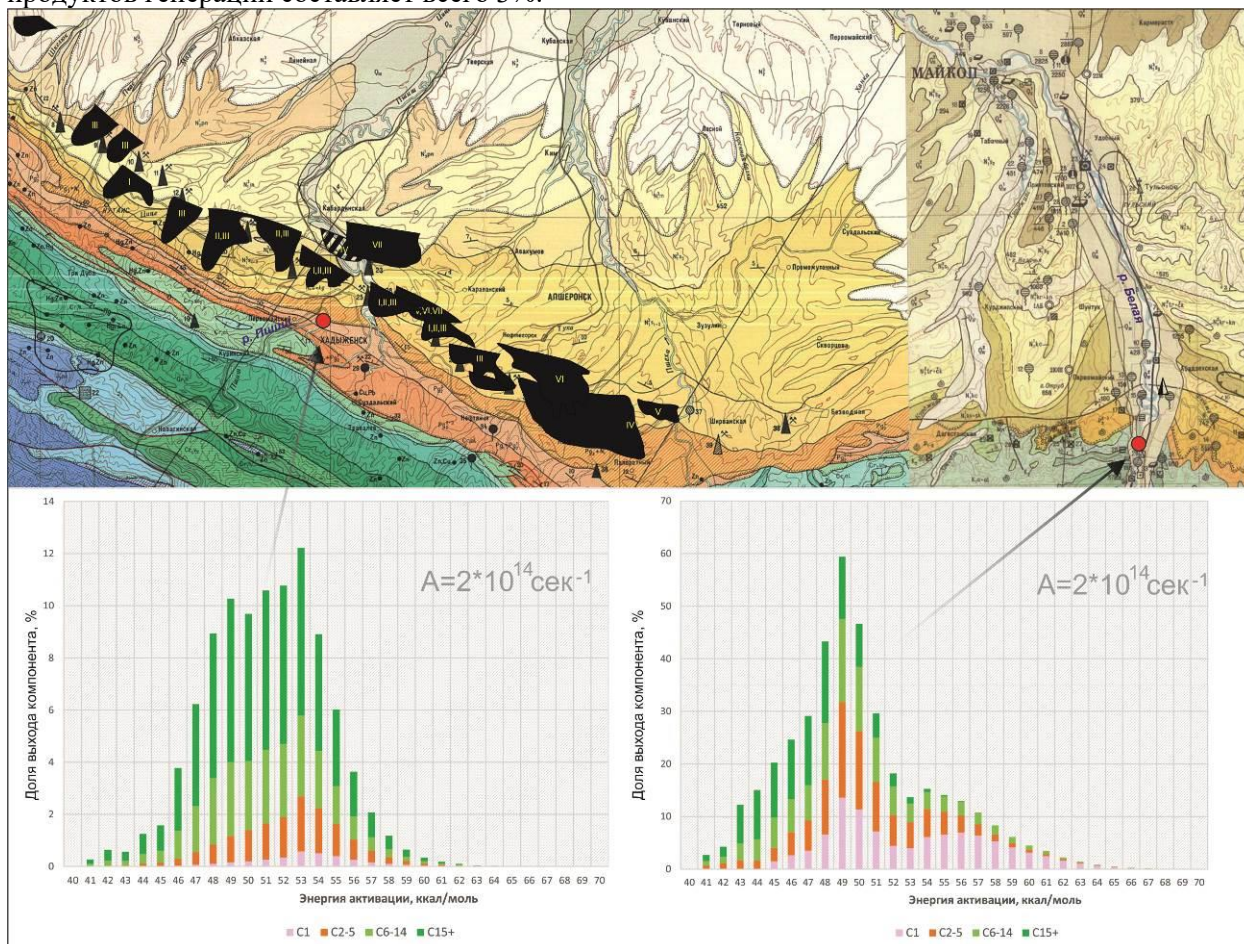


Рисунок 2 Компонентные кинетические спектры реакций преобразования органического вещества кумской свиты.

Красными кружками – места отбора образцов. Внизу слева – спектр из хадыженской зоны; внизу справа – спектр из абадзехской зоны. Черной заливкой обозначены месторождения нефти в выклинивающихся майкопских песчаных горизонтах.

Таким образом лабораторными компонентными кинетическими спектрами установлены различия в генерации УВ из одних и тех же материнских отложений, но находившихся в несколько отличных палеогеографических условиях. В настоящее время расстояния по прямой между пунктами отбора – 56.8 км. При этом органофациальные условия, как видно, значительно отличались. Проведенная работа позволила оценивать хадыженскую зону как более предпочтительную для дальнейших ГРП на нефть.

Эти убедительные примеры являются сигналом для использования восстановленных компонентных кинетических спектров в бассейновом моделировании.

В настоящий момент активно идут работы по пополнению библиотеки восстановленных кинетических спектров различных по генетическому типу нефтегазоматеринских свит территории и акватории России и стран постсоветского пространства. Предварительные результаты опубликованы в специальной литературе ([Астахов, 2015](#)).

Выводы

В заключении попытаемся ответить на четыре генерализующих вопроса, которые позволяют охарактеризовать современное состояние процесса восстановления лабораторных компонентных кинетических спектров в России: «Почему это необходимо?», «как это происходит?», «какая в этом польза?», «что делать дальше?».

Почему? В геологоразведке кинетический подход имеет широкое распространение при оценке количества, качества и времени генерированных УВ, что важно для дальнейшей оценки ресурсов. Раньше расчеты строились на балансовых моделях идеализированных типов материнских пород, причем их количество ограничивалось всего 3-5 типами керогена. В основе кинетического подхода заложено выяснение индивидуальных характеристик каждого образца экспериментальным путем.

Как? Современные пиролитические методы (например, прибор Rock-Eval) позволяют при совмещении результатов с различной скоростью прогрева образца получать однокомпонентный кинетический спектр, дающий детальную информацию по динамике УВ-образования во временном (а затем при пересчете и в энергетическом) масштабе. Пиролитическая газовая хроматография продуктов пиролиза открывает возможности для создания многокомпонентных кинетик.

Польза?

1. Использование восстановленных кинетических спектров позволяет решать широкий спектр задач, основной задачей является определение динамики и качественного состава выделяемых компонентов при температурном разложении органического вещества образца потенциальной нефтегазоматеринской породы исследуемого осадочного бассейна;
2. Результаты проведенных опытно-аналитических работ на реальных объектах позволяют заключить, что использование восстановленного спектра значительно улучшило качество бассейнового моделирования;
3. Использование кинетических спектров по «реальным» образцам может ощутимо увеличить ресурсы, оцененные на этой фактурной базе, и также ощутимо уменьшить ресурсы;
4. Различный компонентный состав продуктов катагенеза органического вещества, а также динамика их выделения по различным материнским свитам в разрезе изучаемого бассейна значительным образом влияет на оценку ресурсов отдельных направлений ГРП и соответственно очередность их ввода в поисковое бурение.

Что дальше? Широкое исследование по восстановлению кинетических спектров всех основных материнских свит осадочно-породных бассейнов России – необходимость, которая обусловлена спецификой алгоритмов современных пакетов по моделированию процессов генерации-миграции-аккумуляции УВ (бассейновое моделирование). Пополнение базы данных компонентных кинетических спектров по материнским породам России является каждодневной работой для лаборатории.

Библиография

[Астахов, С.М. \[2015\] Геореактор. Алгоритмы нефтегазообразования. – Ростов-на-Дону: КОНТИКИ. – 256 с.](#)

Астахов, С.М. [2016] Кинетические спектры реакций преобразования органического вещества нефтегазоматеринских отложений // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2016. - Т.11. - №1. - http://www.ngtp.ru/rub/1/5_2016.pdf

Астахов, С.М. [2017] Компонентные кинетические спектры реакций преобразования органического вещества материнских пород и их роль в современной геологоразведке на нефть и газ // Нефть. Газ. Новации. – № 1. – С. 52-59.

Bibliography

[Astakhov S.M. \[2015\] Georeactor. Oil&Gas formation algorythms. – Rostov-on-Don: Kontiki. – 256 p.](#)

Astakhov S.M. [2016] Chemical kinetics of organic matter maturation of source rocks. Petroleum Geology - Theoretical and Applied Studies. V11. No 1 http://www.ngtp.ru/rub/1/5_2016.pdf

Astakhov S.M. [2017] N-component Chemical Kinetics of Organic Matter Maturation in Source Rocks and its Role in Modern Petroleum and Natural Gas Exploration. Oil. Gas. Novations. – no 1. – p. 52-59