

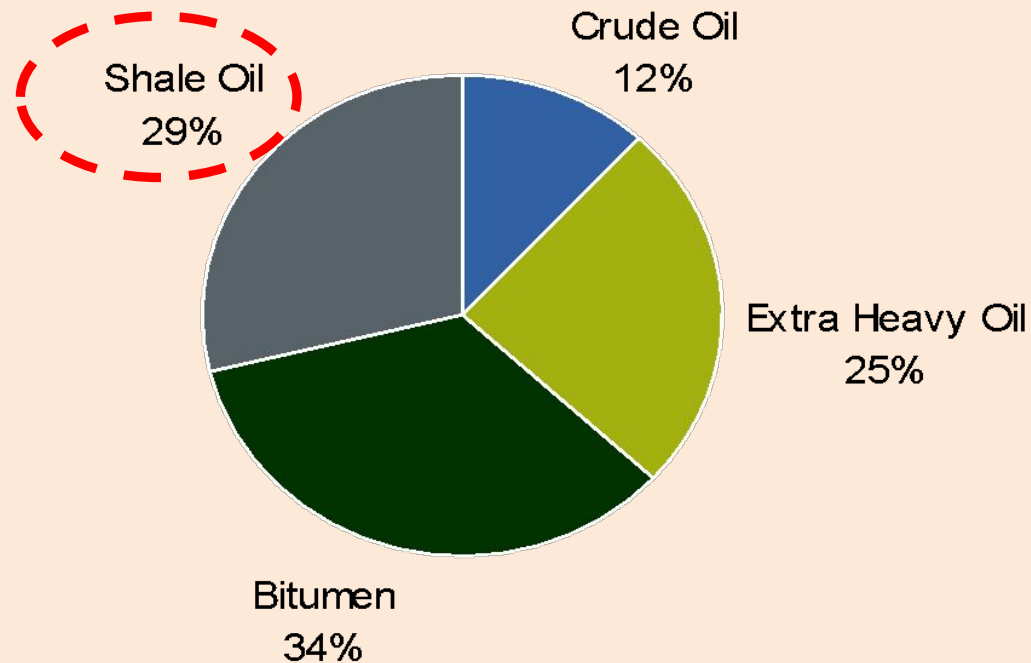
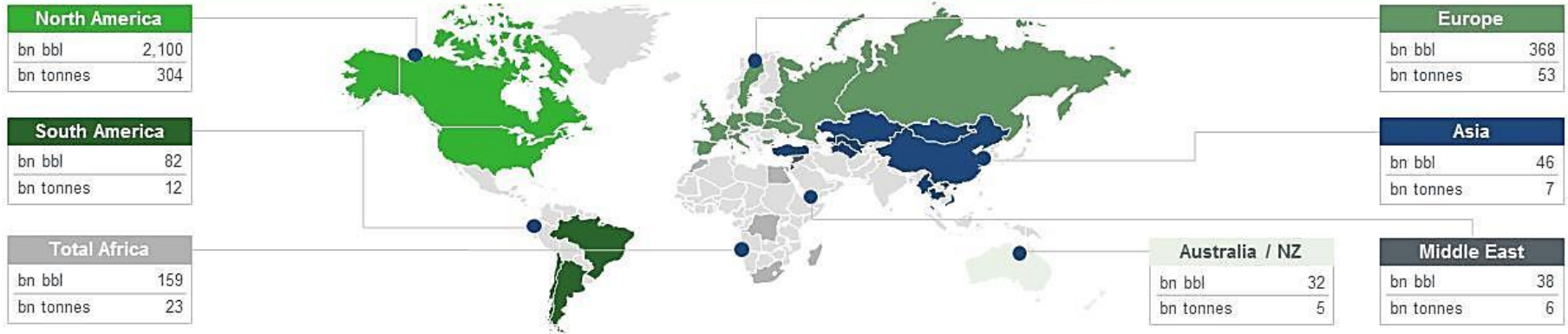
Перспективы добычи сланцевой нефти в России



*Ректор РГУ нефти и
газа
имени И.М.Губкина,
профессор В.Г.
Мартынов*

Глобальные ресурсы сланцевой нефти

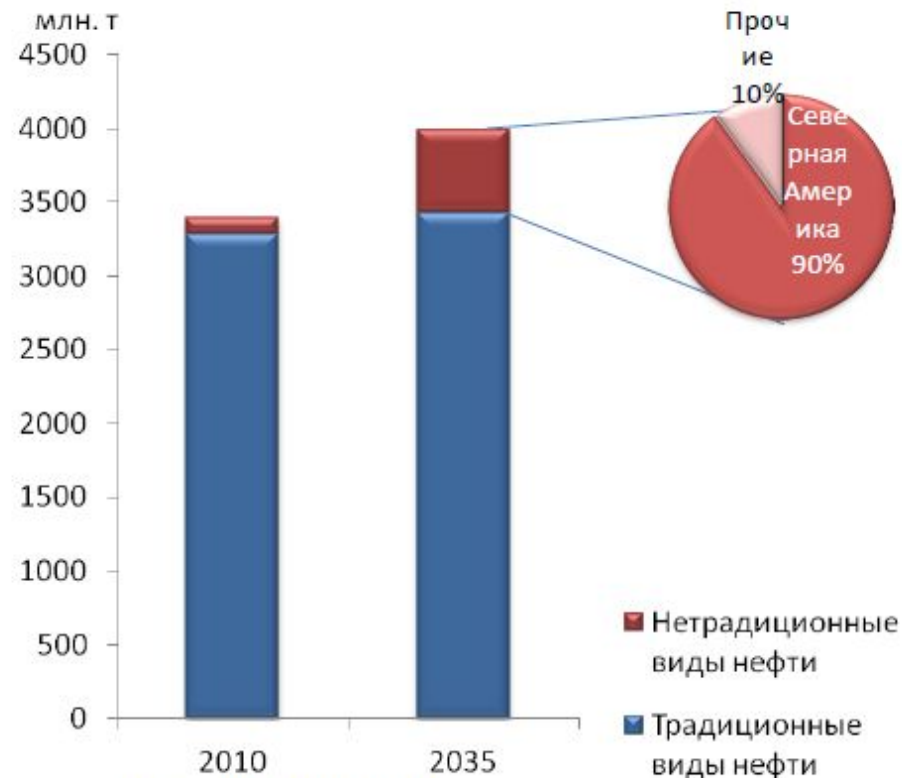
Global Oil Shale Resources (In-place Shale Oil Resources)



Доля ресурсов «сланцевой» нефти может достигать ~30% от общих ресурсов нефти

- Высокие цены на нефть стимулировали разработку новых технологий, которые позволили повысить экономическую и технологическую эффективность проектов по добыче сланцевой нефти
- Геополитический курс стран-импортеров на снижение импортной зависимости обеспечил поддержку этих проектов
- Крупнейшие международные нефтегазовые компании стремились реализовать стратегию по расширению портфеля добычных проектов за счет новых источников в связи с вытеснением их ННК добывающих стран

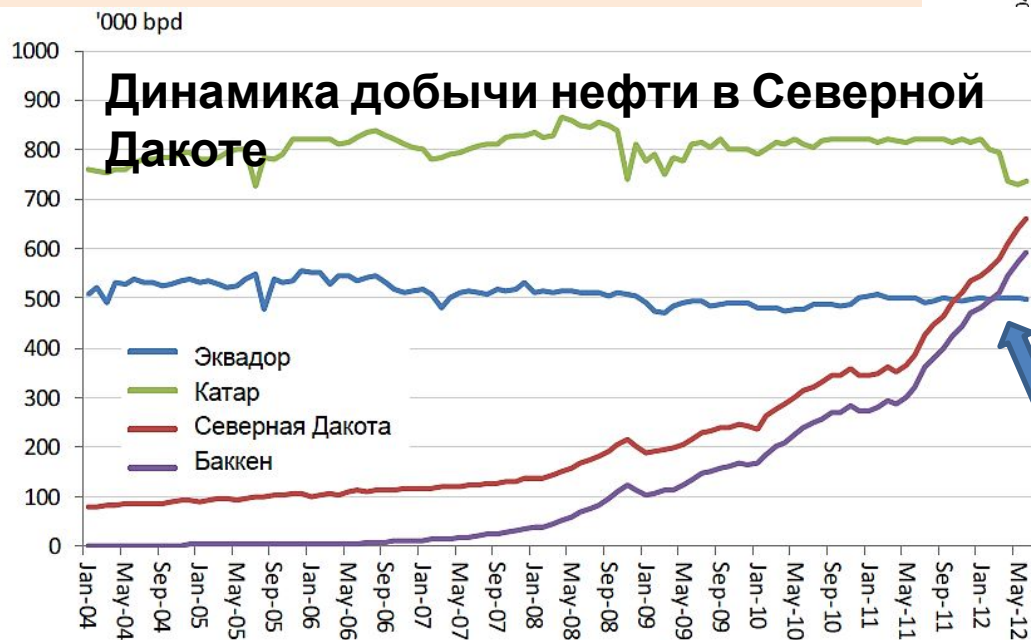
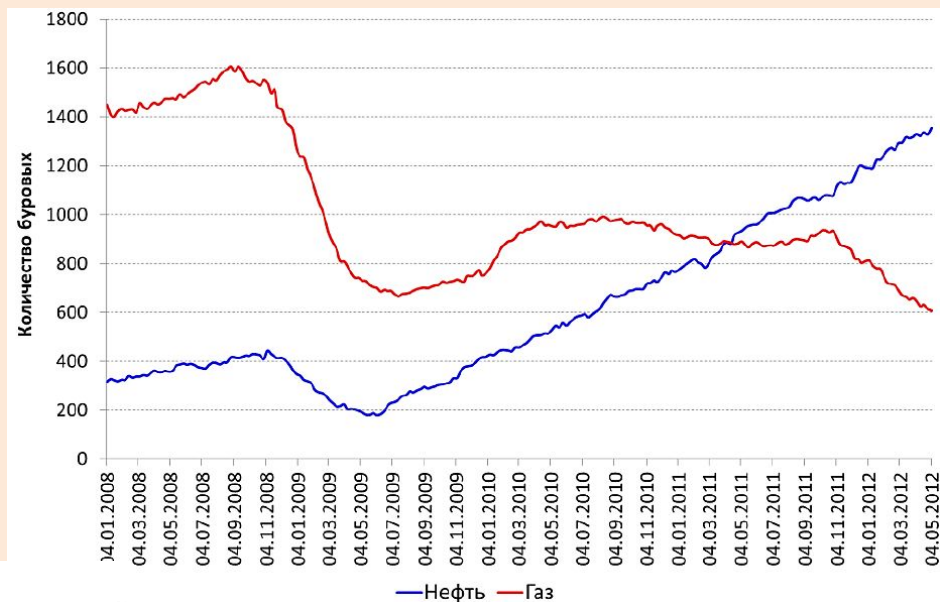
Доля нетрадиционной нефти в общем объеме добычи



Развитие технологий по добыче нетрадиционной нефти и их значительное удешевление приведет к увеличению ее доли в общем объеме предложения

Количество нефтяных и газовых буровых в США, 2008-2012

Более привлекательной на данный момент выглядит перспектива добычи сланцевой нефти: наличие единого мирового рынка, а следовательно, гарантированного спроса и высоких цен, меняет инвестиционные перспективы

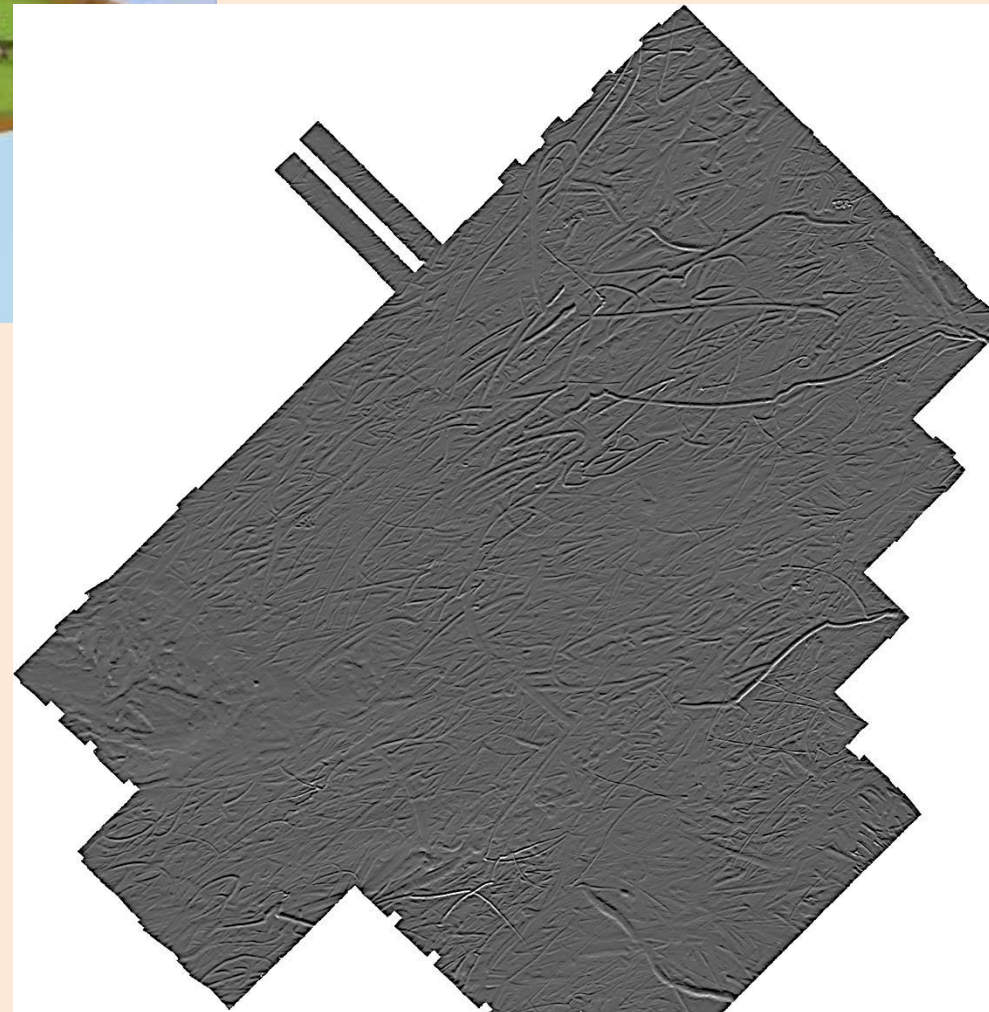


В 2012 г. за счет разработки месторождений сланцевой нефти уровень добычи этого полезного ископаемого в США превысил объем добычи нефти в Эквадоре

Источник: Baker



Инфраструктура Штокмановского месторождения



**Следы айсбергового
выпахивания дна – район
Штокмановского м-ния:**

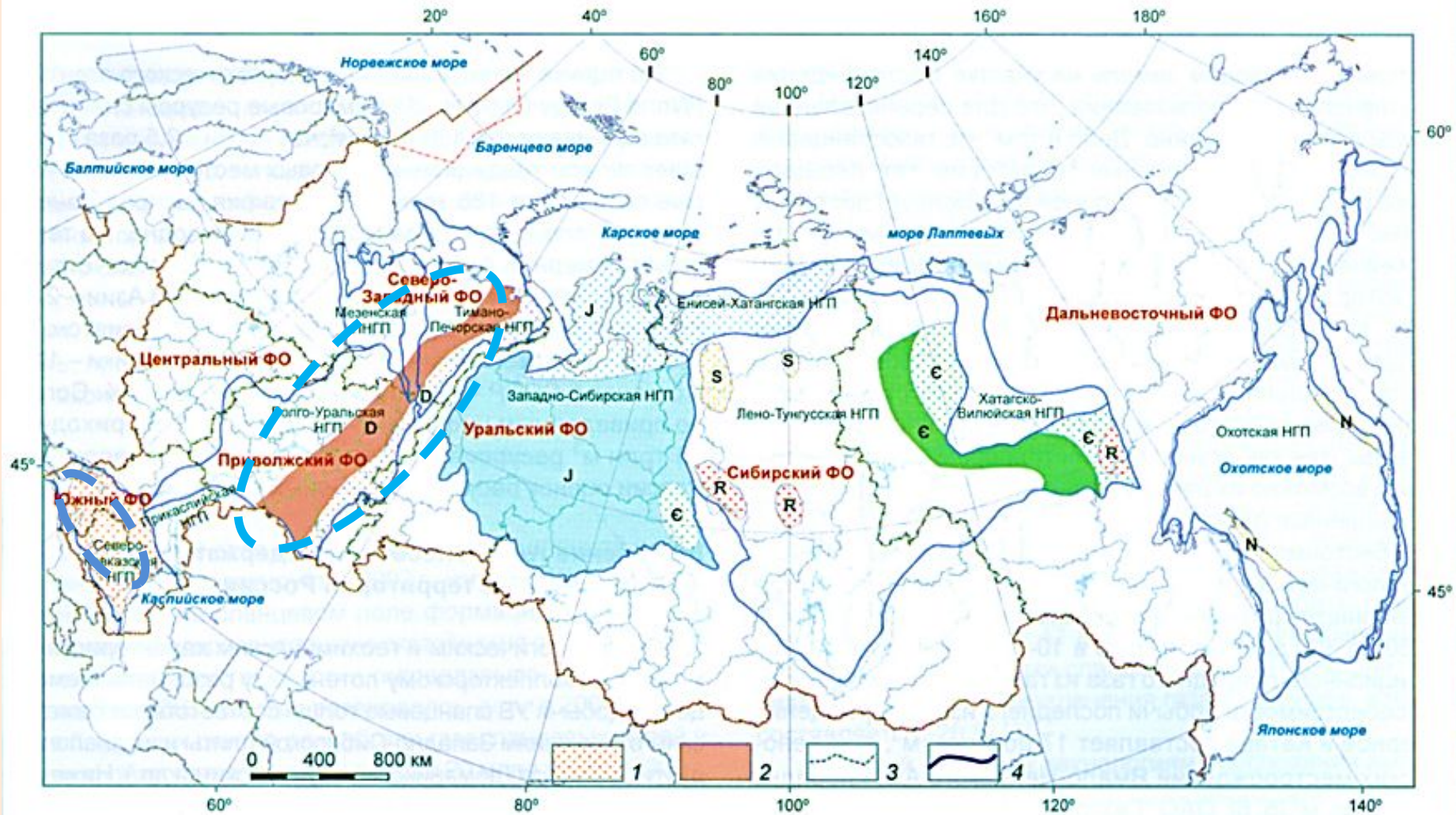
Глубина моря 310-335 м.
Глубина борозд достигает 5-7 м.
Предположительное время
образования – ранний-средний
голоцен

Схема распространения на территории России толщ, способных содержать сланцевые УВ по (Жарков, 2011)



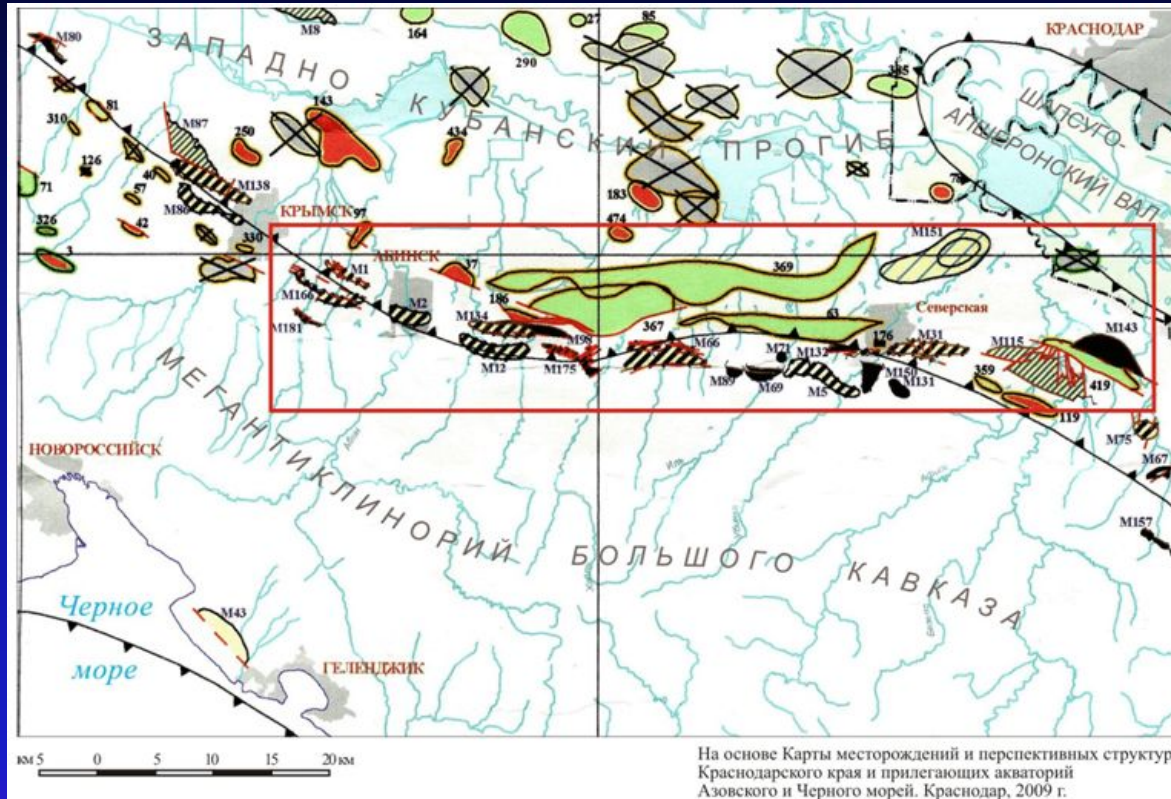
Условные обозначения: 1 – с газовым насыщением (крап); 2 – с нефтяным насыщением (цвет соответствует возрасту по геохронологической шкале); 3 – границы федеральных округов; 4 – границы нефтегазоносных провинций

Перспективы нефтеносности сланцев Европейской части России



Ахтырское поле сланцевых УВ

(по Цветковой, 2012, на основе карты месторождений и перспективных структур Краснодарского края (Краснодар, 2009))

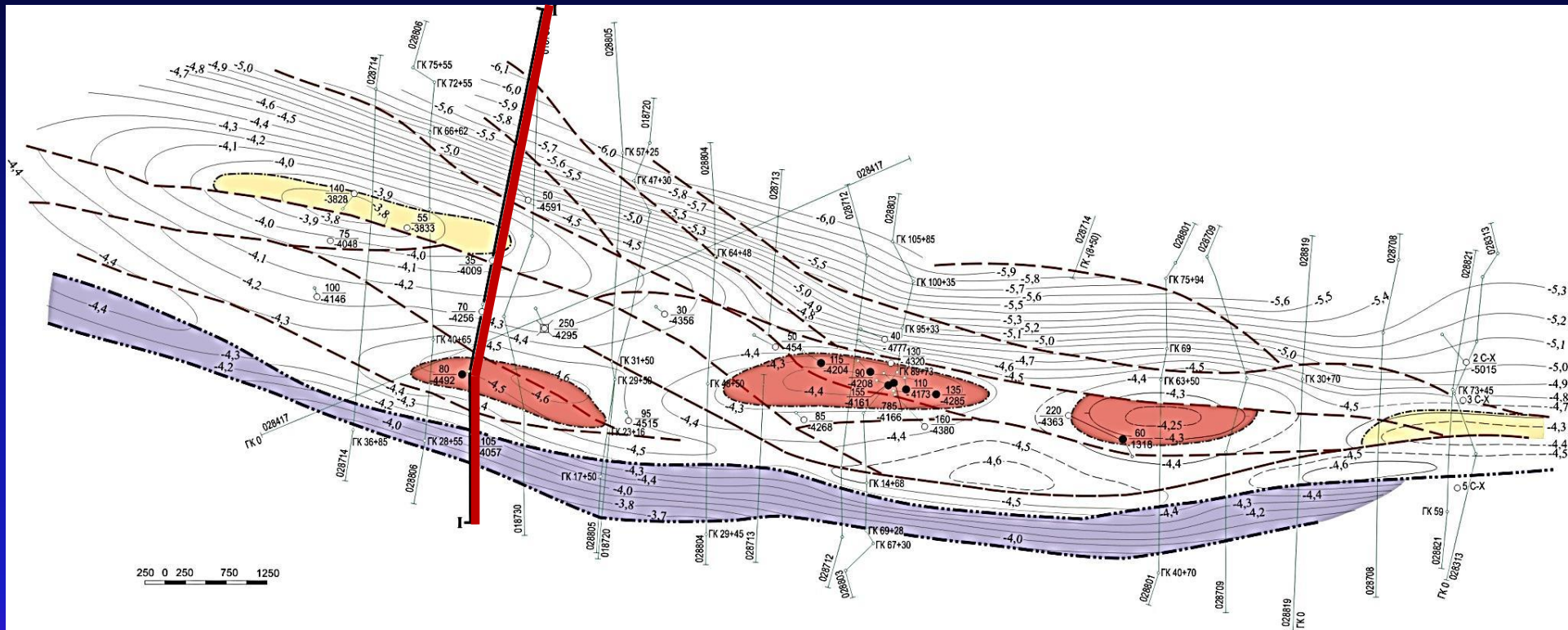


Условные обозначения










- Предполагаемая площадь распространения среднеэоценовых сланцевых УВ
- Границы тектонических элементов

- | Структуры | Месторождения |
|---|------------------|
| перспективные, подготовленные к бурению и разведочные | газовые |
| неразведочные | газоконденсатные |
| выведенные из бурения и выработанные месторождения | газонефтяные |
| | нефтяные |

Структурная карта кровли автохтонной части кумской свиты (по реперу $R_{кр}$, сейсмогоризнту F5) в пределах Левкинского нефтяного месторождения в Краснодарском крае (Заграбянц Н. Г., 1990)



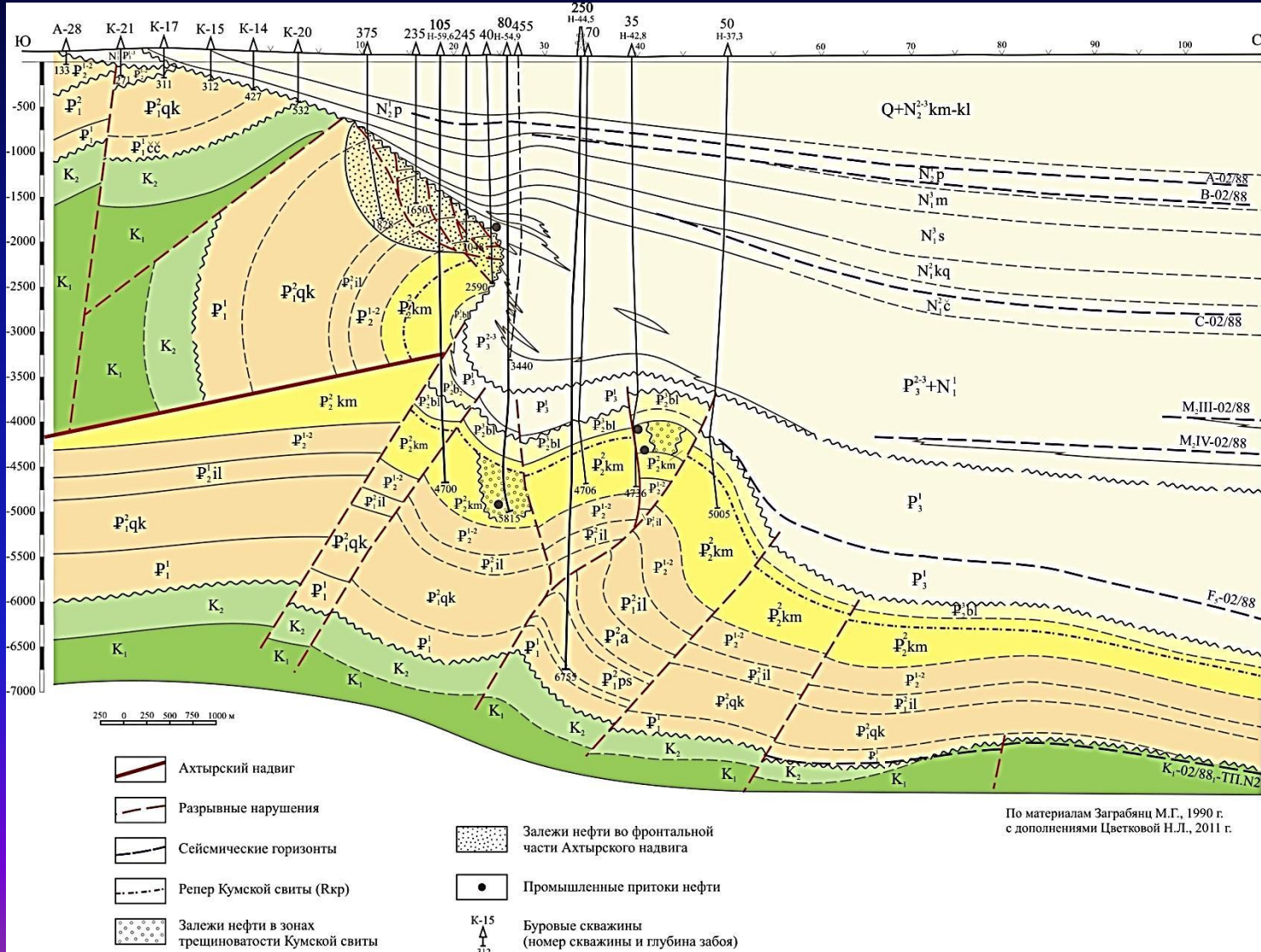
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- | | | | |
|---|---|--|--|
|  | Изогипсы репера кумской свиты $R_{кр}$, сейсмогоризнт F_5 (км) |  | Сейсмические профили и их номера |
|  | Фронт адыгского надвига |  | Скважины, вскрывшие кумскую свиту |
|  | Тектонические нарушения |  | Скважины с промышленным притоком нефти |
|  | Залежи нефти в зонах трещиноватости кумской свиты:
а) установленные; б) предполагаемые |  | Сверхглубокая скважина Левкинская-250 |
| | |  | Геологический разрез по линии I-I |

По материалам Заграбянц М.Г., 1990 г с дополнениями Цветковой Н.Л.

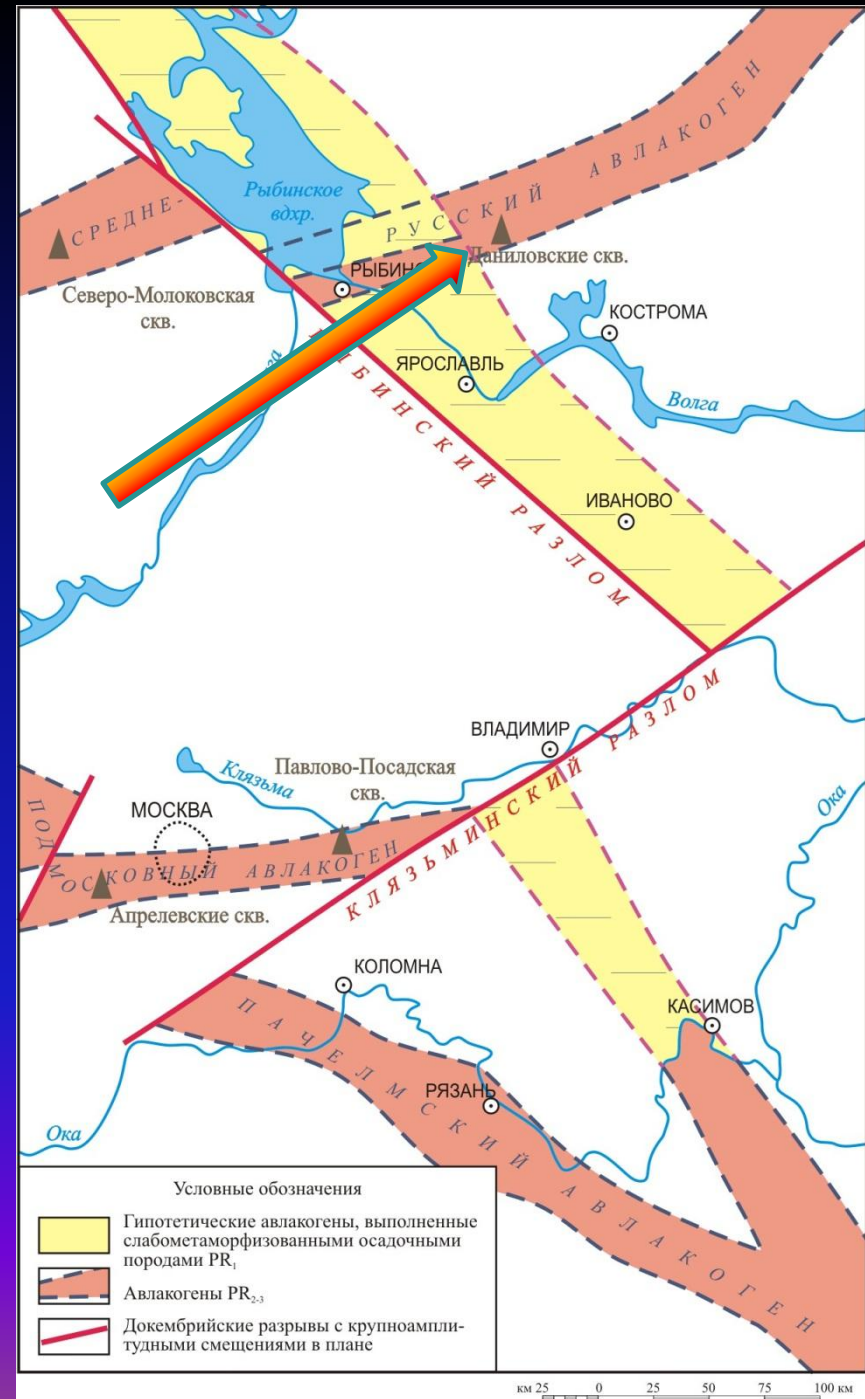
Красная линия – линия геологического профиля (см. след. слайд)

Геологический разрез по линии I-I через Левкинское нефтяное месторождение (Краснодарский край) (Заграбянц Н. Г., 1990)



Рифейские сланцы Московской синеклизы

В 1971 году в районе г. Данилов Ярославской области в скважине № 4 (рифей, инт. 2939-3044 м) было установлено единственное проявление нефти в Московской синеклизе.



Цитируется по (Цветкова, 2012)

Распространение битуминозных глинистых пород в Западной Сибири (по Брехунцов, Нестеров, 2010).

Условные обозначения

1. **Баженовская свита.**
2. Тутлеймская свита.
3. Шаимская и Игримская свиты.
4. Участки отсутствия титон-нижнеготеривских отложений.
5. Сероцветные аналоги титон – нижнеготеривских пород.
6. **Основные залежи нефти в битуминозных породах.**
7. Граница Западно – Сибирской мезо – кайнозойской нефтегазоносной провинции.

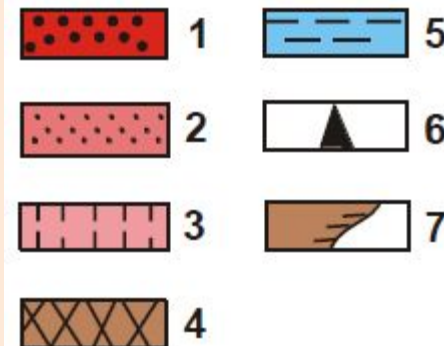
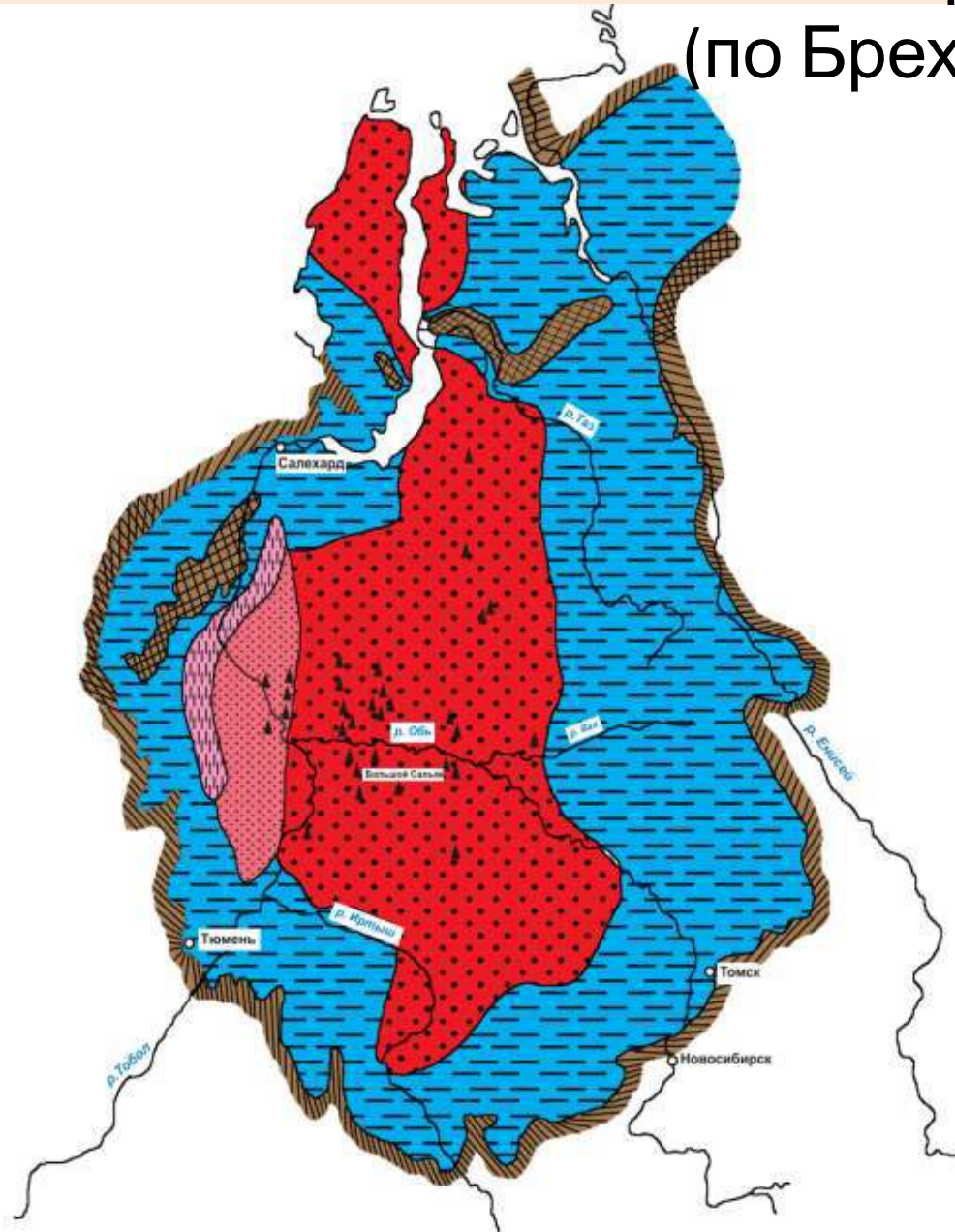



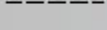
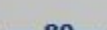
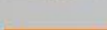


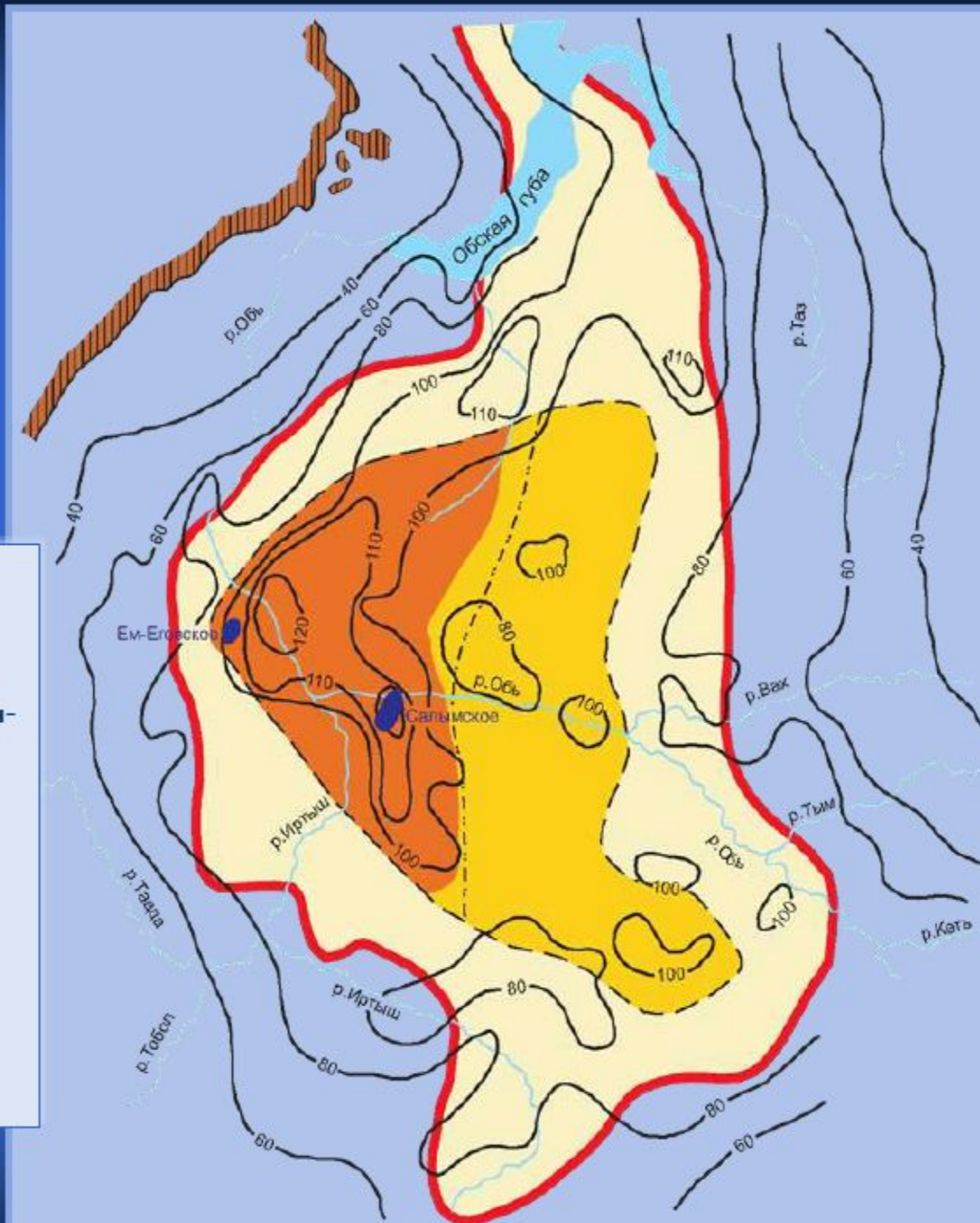


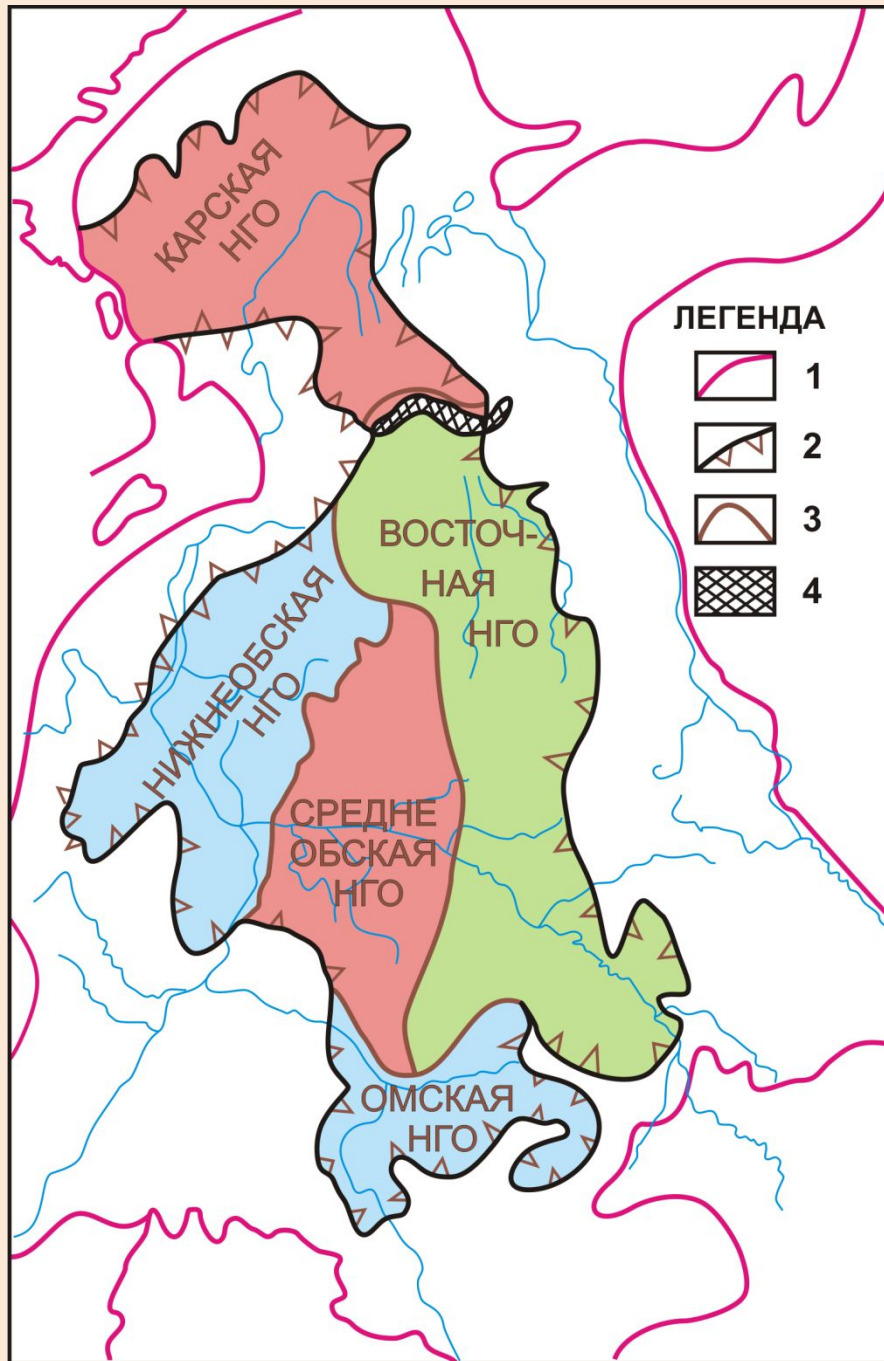
Схема развития зон перспектив баженовской свиты Западной Сибири

(Чирков, Сонич, 2012)

Условные обозначения

-  – граница палеозойского обрамления;
-  – граница распространения нефтенасыщенных отложений баженовской свиты;
-  – кажущееся сопротивление пород баженовской свиты, менее 100 Ом-м;
-  – изолинии пластовой температуры;
-  – перспективная зона;
-  – низкоперспективная зона;
-  – неперспективная зона;
-  – граница замещения пласта Ю₁





Карта районирования по перспективности на нефть битуминозных отложений баженовского горизонта ($J_3 km - J_3 tit - ber_2$) и тетеревской свиты ($K_1 hot_1$) Западной Сибири.

1. Граница Западно – Сибирской нефтегазоносной провинции;
2. Граница распространения битуминозных пород верхней юры и низов мела;
3. Граница нефтегазоносных областей (НГО);
4. Зоны размыва битуминозных пород баженовского горизонта ($J_3 tit - ber_2$).

Основные характеристики глинистых и глинисто-кремнистых битуминозных пород Западной Сибири (Брехунцов и Нестеров, 2010).

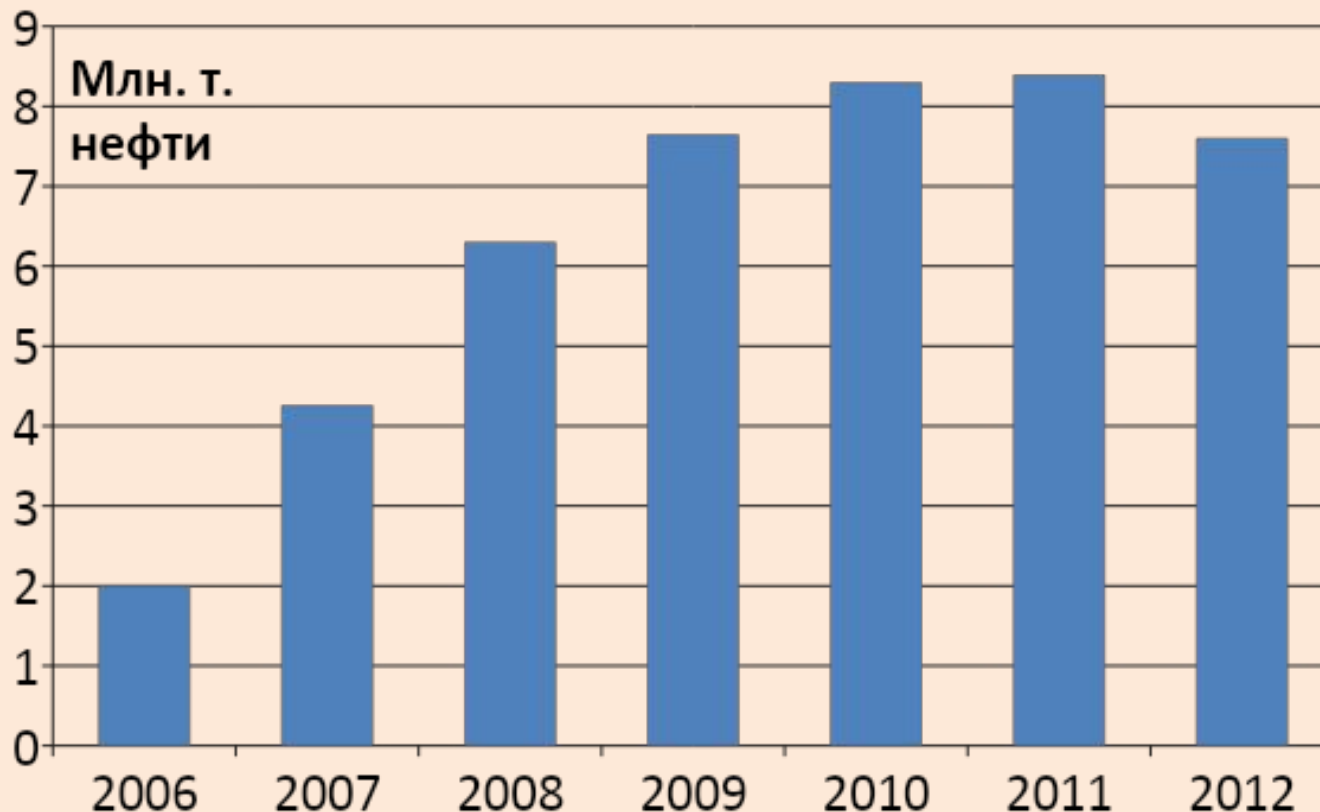
Параметры и их Единицы измерения	Стратиграфические подразделения битуминозных пород				
	баженовская	тутлеймская	игримская	верхне шаимская	среднее или сумма
1. Возраст. Индекс ярусов	$J_3t_1-K_1b_1$	$J_3t_1-K_1v_1$	$J_3t_1-K_1h_1$	$K_1b_2-K_1h_1$	$J_3t_1-K_1h_1$
2. Площадь развития, тыс.км ²	1150	110	60	50	1370
3. Толщина, м	<u>28.6</u>	<u>15.9</u>	<u>16.0</u>	<u>10.0</u>	<u>27.2</u>
4. Объем, тыс.км ³	32,89	1,75	0,24	0,15	35,03
5. Процент органического вещества					
1.Весовые %	<u>15</u>	<u>13</u>	<u>13</u>	<u>5</u>	<u>14</u>
2.Объемные %	<u>19</u>	<u>16</u>	<u>16</u>	<u>7</u>	<u>19</u>
6. Объем керогена, млрд. м ³	6249	280	38	11	6578
7. Возможный объем керогена для перераспределения водорода; млрд.м ³	5207	233	32	9	5481
8. Объем керогена в баженидах, млрд.м ³	1875	84	11	3	1973
9. Геологические ресурсы нефти в баженидах, млрд.м ³ (30% от объема керогена)	<u>562</u>	<u>25</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>591</u>
10. Плотность геологических ресурсов на 1 кв. км, тыс.м ³	1360	230	200	260	1230
11. Коэффициент нефтеизвлечения, %	70	50	60	30	52,5
12. Извлекаемые ресурсы нефти, в баженидах, 1*10 ⁹ м ³	393	12	18	0,3	423,3
13. В том числе в изученных породах, 1*10 ⁹ м ³	118	3,6	5,4	0,1	127,1
15. Плотность извлекаемых ресурсов нефти в баженидах, тыс. м ³ /км ²	342	109	300	6	309

- По результатам бурения на Салымском месторождении еще в советские времена около 30% скважин баженовской свиты оказались сухими.

Салымское, с которого в 1974 году началась разработка баженовской свиты, по сей день является крупнейшим в России по запасам баженовской нефти. По данным НАЦ рационального недропользования им. В. И. Шпильмана, на начало 2009 года **извлекаемые запасы** пласта ЮС0 Салымского **составляют 230,5 млн тонн по категориям АВС1 и 134,7 млн тонн по категории С2**. Эффективная толщина пласта — **около 8 м**, пористость — **10,2%**, нефтенасыщенность — **90%**. Трудности бурения – буровой раствор кальматрирует проникаемое пространство сланцев.



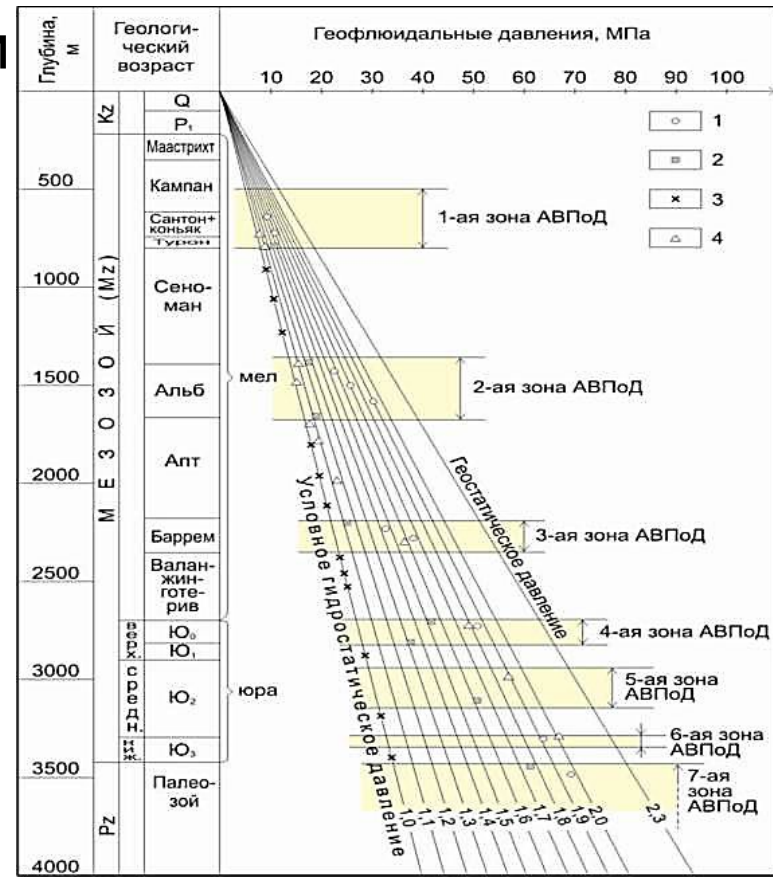
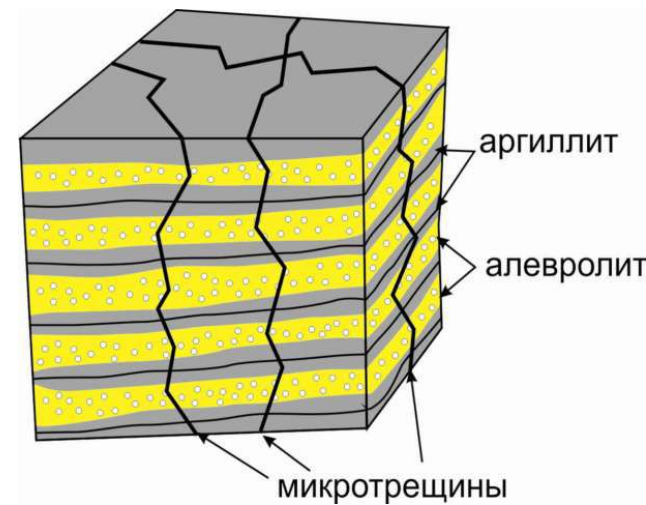
Динамика добычи нефти на Салымской группе месторождений («Салым Петролеум»)



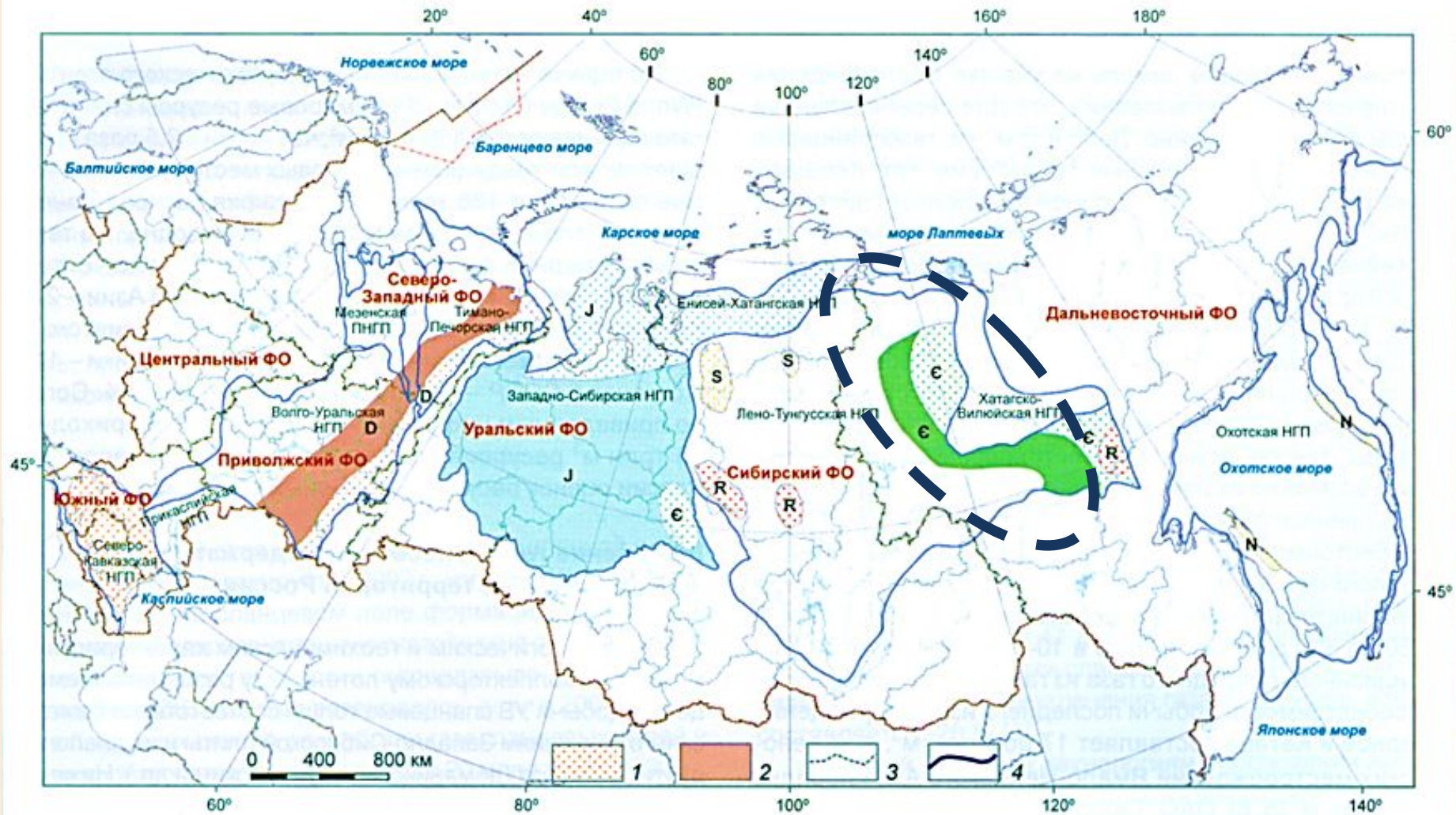
Источник:

<http://www.spdny.ru/index.php?s=16>

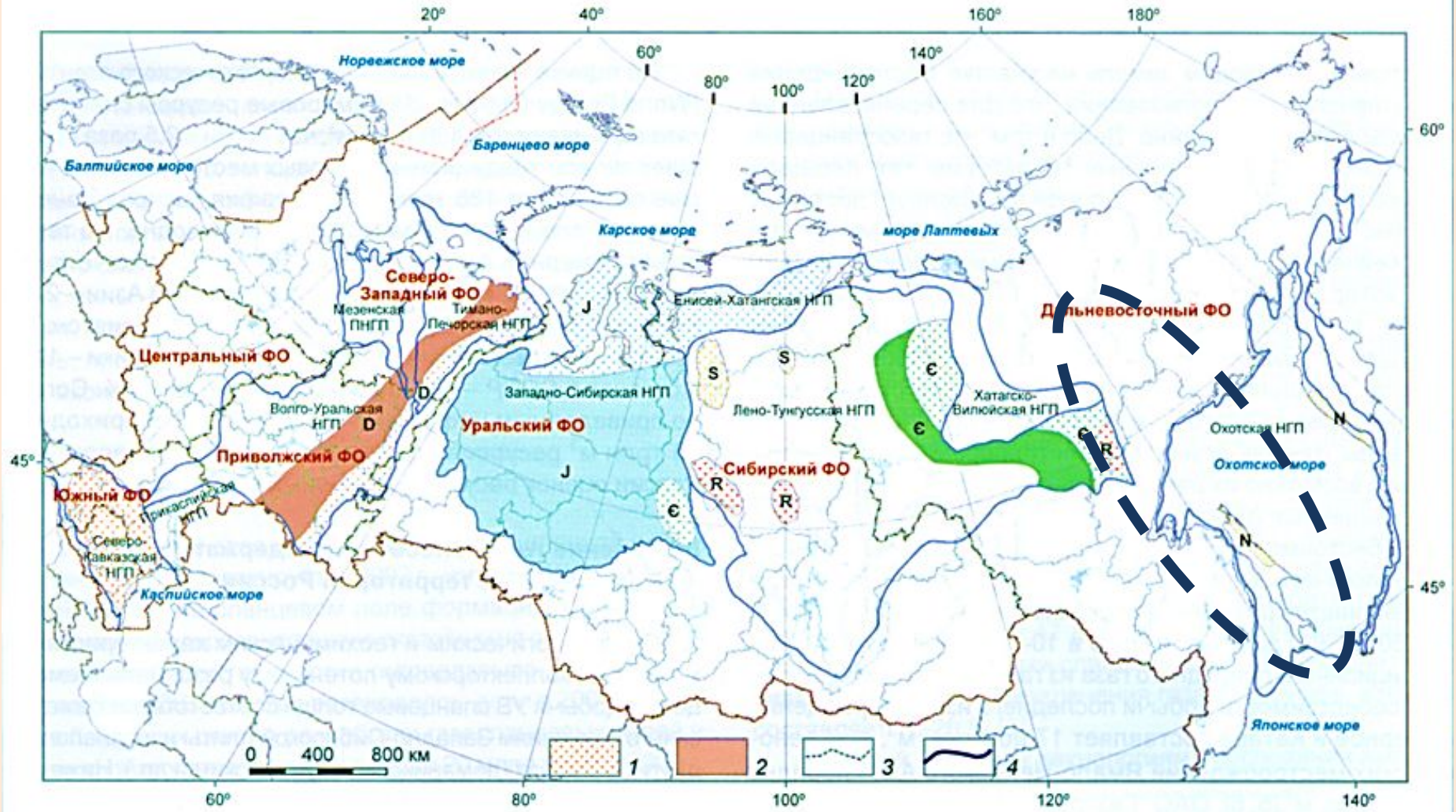
Коллектор в залежах глинистых пород не имеет жесткого скелета. Он возникает вместе с появлением углеводородного сырья и при извлечении из него нефти и газа вновь становится экраном (покрышкой). Соответственно, при разработке таких залежей главным являются расчеты по режиму отбора нефти из залежи. Движение флюидов в залежах с коллекторами без жесткого скелета определяется горным давлением, и сетки эксплуатационных скважин рассчитываются исходя из его величины с учетом



Перспективы нефтеносности сланцев Восточной Сибири



Перспективы нефтеносности сланцев Дальнего Востока



Оценка прогнозных сланцевых УВ на территории России (Жарков А. М., 2011)

Регион	Толщи (свиты), способные содержать сланцевые УВ	Возраст отложений	Площадь распространения км ² (нефть/газ)	Эффективная мощность отложений, м	Эталонный участок/ удельная плотность ресурсов, тыс.т /км ² / млн.м ³ /км	Коэффициент аналогии	Прогнозные ресурсы, нефть/газ, млн.т./млрд. м ³ (категория)
Восточная Сибирь	Малгинская, шунтарская, аянская	Рифей	-/119373	20	Вудфорд/10,5	0,1	-/125(Д ₂)
Восточная Сибирь	Куонамская	Ранний кембрий	317989/274504	30	Среднеазымский/22,0 Вудфорд/10,5	0,1	700/288 (Д ₂)
Западная Сибирь	Куонамская	Ранний кембрий	-/62578	30	Вудфорд/10,5	0,1	-/65 (Д ₂)
Восточная Сибирь	Граптолитовые сланцы	Ранний силур	-/73 606	20	Энтрим /19,3	0,2	-/284 (Д ₂)
Русская плита	Доманик	Поздний девон	408126/236576	30	Среднеазымский/22,0 Энтрим/19,3	0,1	898/457 (Д ₂)
Западная Сибирь	Баженовская, яновстанская	Поздняя юра	1465330/561384	35	Среднеазымский/22,0 Хайнесвилл/30,4	0,3	9671/5119 (Д ₁)
Предкавказье	Кумская, худумская	Эоцен-олигоцен	-/285945	100	Файеттевилл/ 52,0	0,2	-/2974(Д ₁)
Сахалин, Камчатка	Даехурейнская, уйминская, вивентекская, кулувенская	Неоген	-/46197	100	Файеттевилл/ 52,0	0,1	-/240(Д ₂)
Российская Федерация, всего	-	-	-	-	-	-	11269/9552

Цвет заливки граф таблицы соответствует раскраске геохронологической шкалы*

Проблемы сланцевой отрасли нефтедобычи

- **Не все части месторождения сланцев пригодны для разработки** - по данным Shell, экономически целесообразна добыча лишь на наиболее богатых месторождениях, с содержанием нефти от 90 литров на тонну сланца, кроме того толщина пласта должна составлять не менее 30 метров. Лишь 32% запасов сланцевой нефти сосредоточено в месторождениях с содержанием нефти в 90 и более литров на тонну.
- **Экологические проблемы** – те же, что и для сланцевого газа (гидроразрыв, реагенты, метан, землетрясения, чрезмерное потребление воды и проч.).
- **Технологии прогноза и моделирования флюидодинамики в глинистых коллекторах еще плохо разработаны.**
- **Научные основы прогнозирования** и выявления наиболее богатых скоплений нефти в сланцах **только разрабатываются** (хотя риск получить сухую скважину при разработке сланцев меньше, чем при поиске ловушек традиционного типа).

Мировые извлекаемые запасы нефти: 2,621 млрд. бар.



Вся нетрадиционная -
25,6%, извлекаемая
НБ+ГП – 11,6%



- лёгкая на суше
- лёгкая, мелкий шельф
- лёгкая, глубоководная
- лёгкая, ультраглубоководная
- арктическая
- тяжёлая нефть
- ультратяжёлая нефть
- нефть труднопроницаемых коллекторов
- сланцевая нефть
- нефтяные пески

Открытие залежей в баженовско-абалакском комплексе на территории Югры



- **АБАЛАКСКАЯ СВИТА** - распространена в западной части Западной Сибири. Представлена **аргиллитами**, в нижней части буровато-черными, алевролитистыми, в основании песчанистыми (8-20 м), а в верхней части - темно-серыми с глауконитом (от 10-20 до 50-70 м). Общая **мощность 20-90 м**. Фауна аммонитов, двустворок, фораминифер. Возраст - **келловей-кимеридж (J_2 - J_3)**.
- Является нижним горизонтом **верхнеюрско-неокомской региональной покрывки**.
- В состав **АБАЛАКСКОЙ СВИТЫ** включают также продуктивную **вогулкинскую** толщу.