

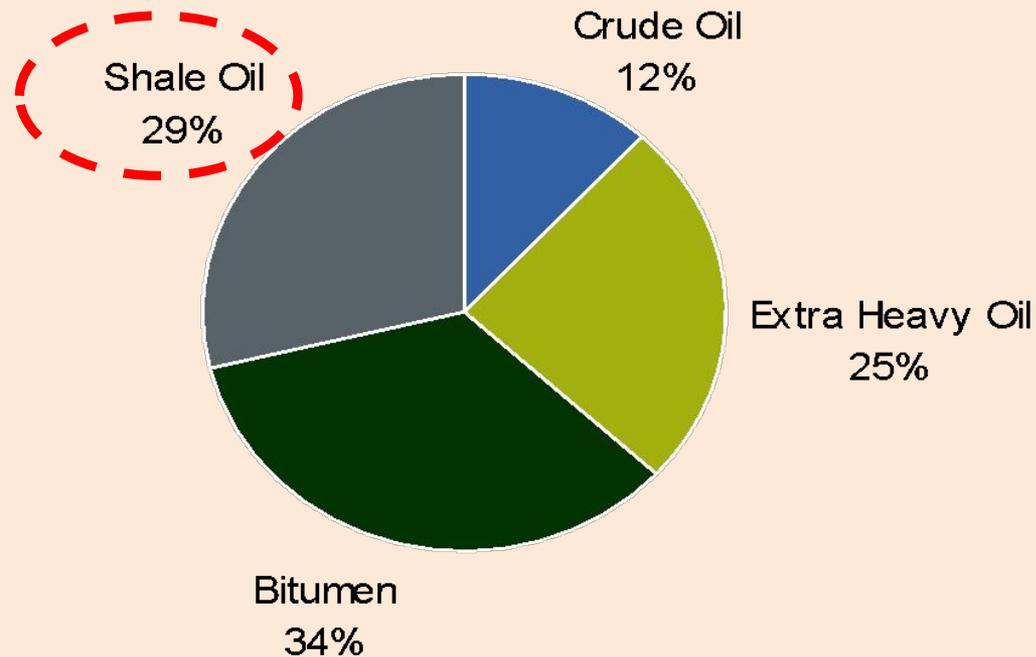
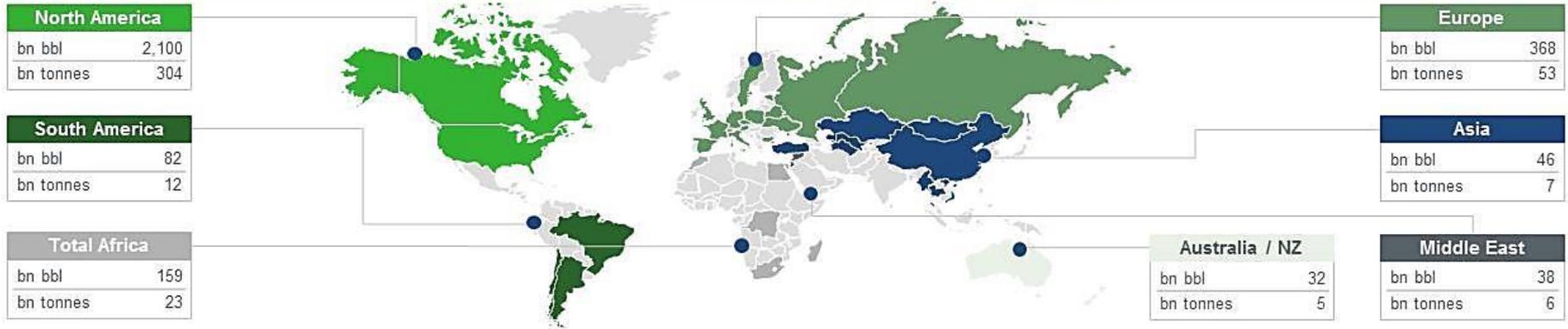
Перспективы добычи сланцевой нефти в России



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

Глобальные ресурсы сланцевой нефти

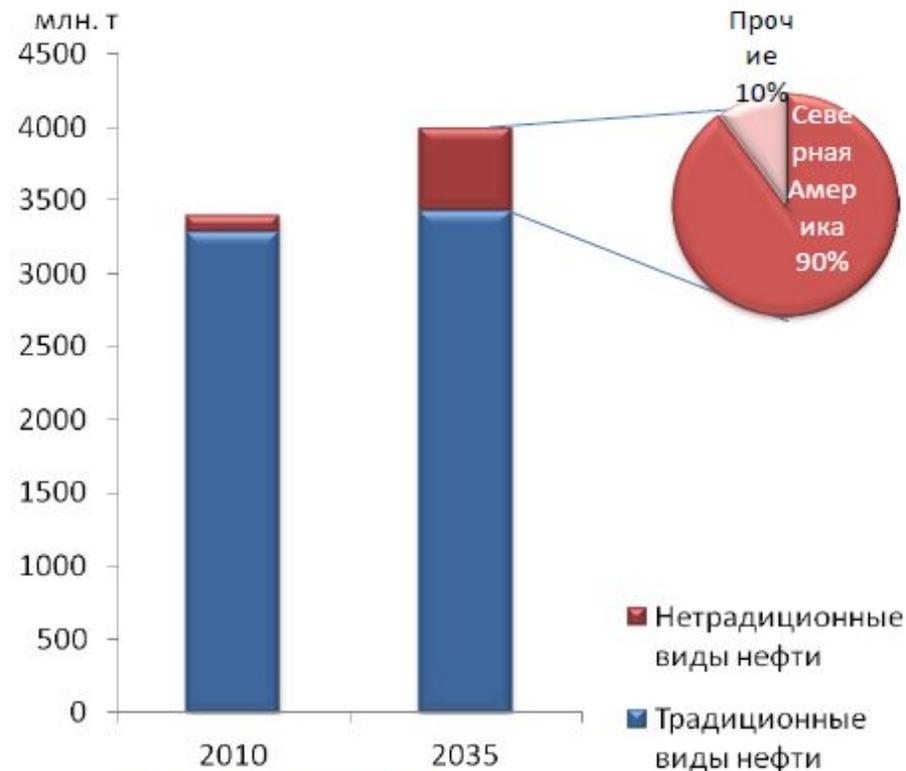
Global Oil Shale Resources (In-place Shale Oil Resources)



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

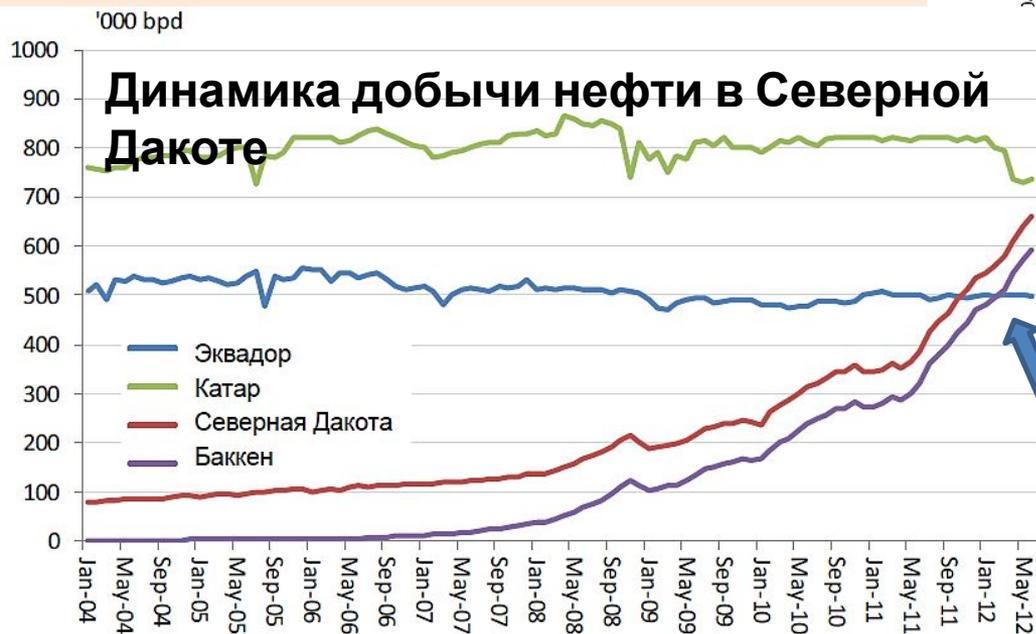
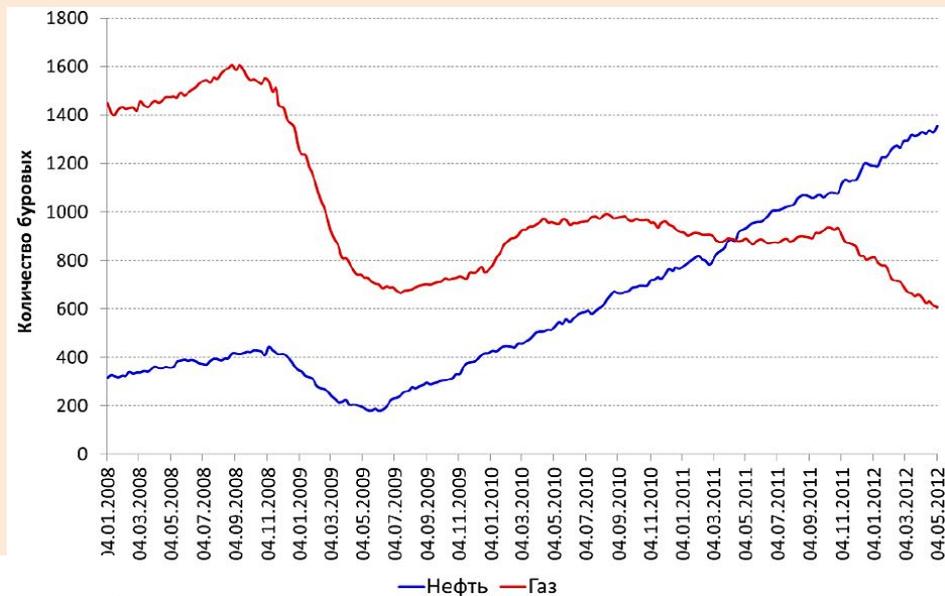
Доля нетрадиционной нефти в общем объеме добычи



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

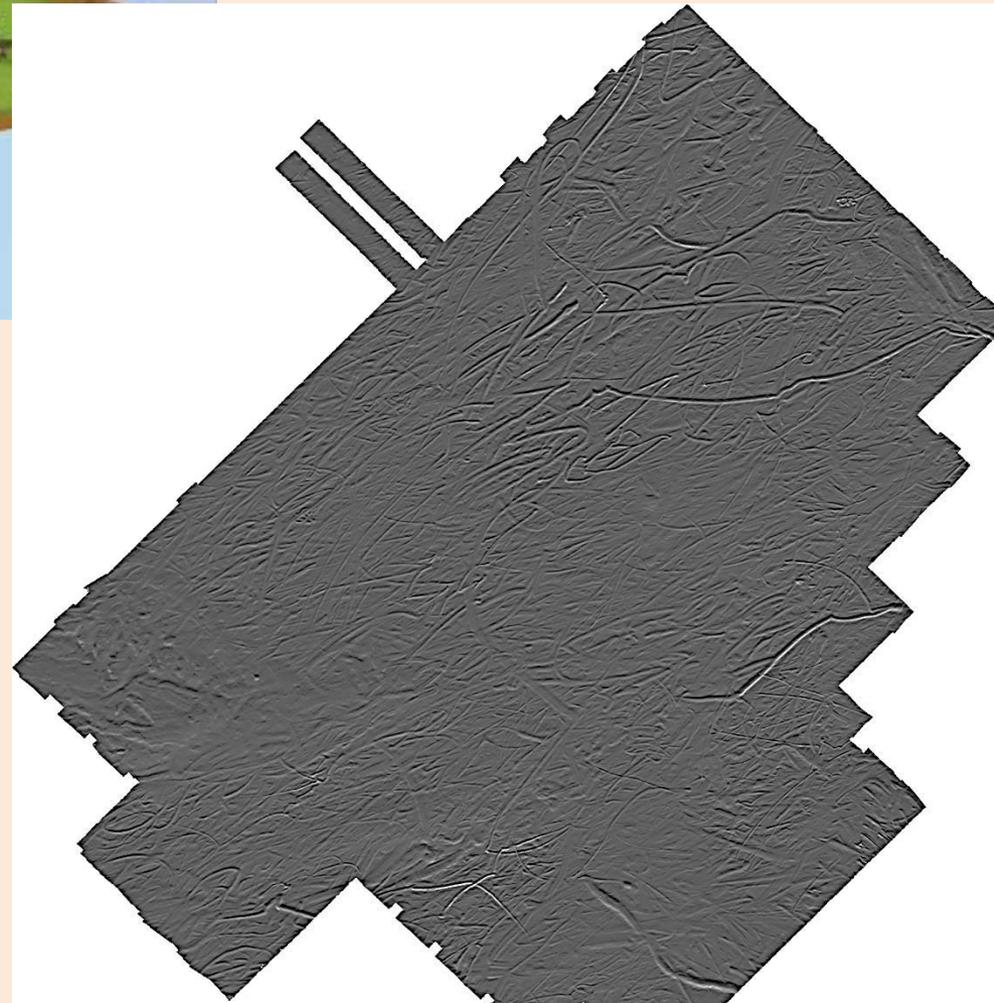
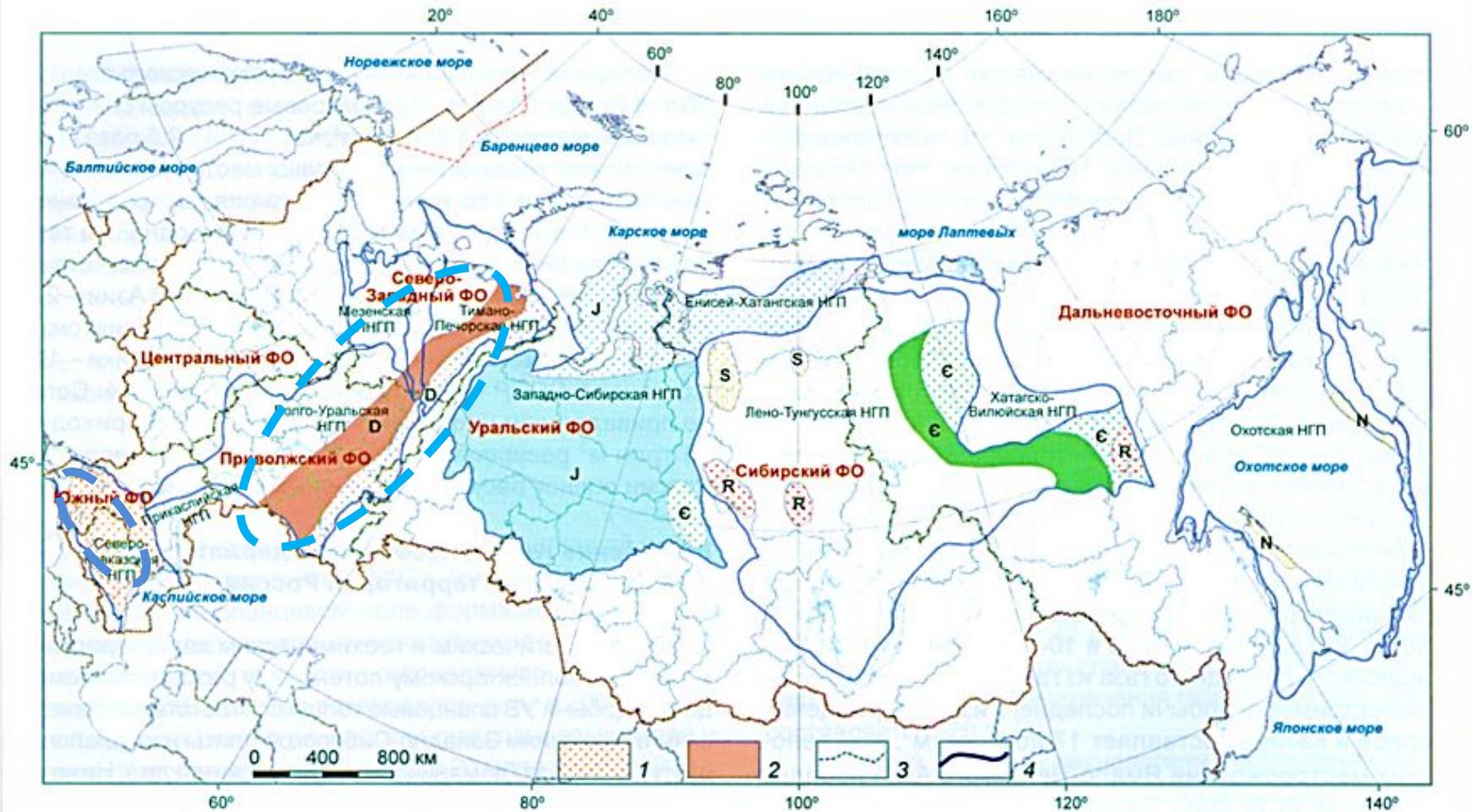


Схема распространения на территории России толщ, способных содержать сланцевые УВ по (Жарков, 2011)



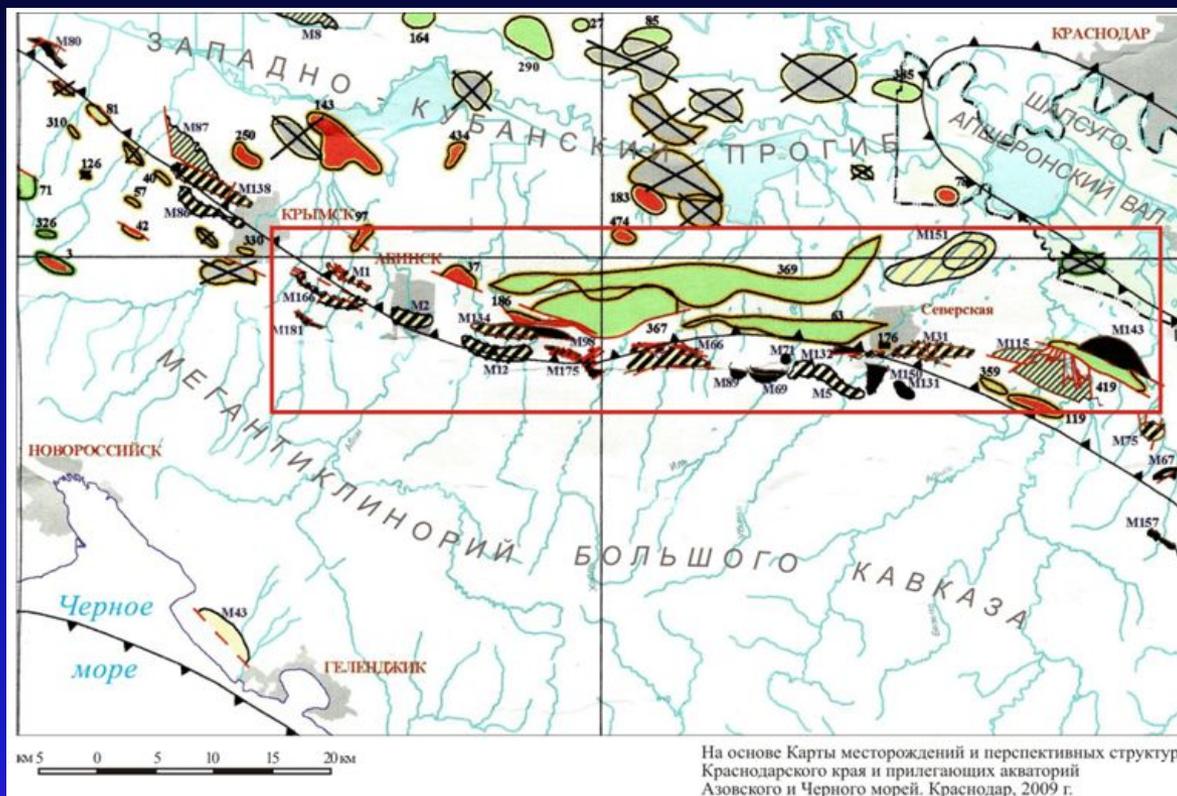
Условные обозначения: 1 – с газовым насыщением (крап); 2 – с нефтяным насыщением (цвет соответствует возрасту по геохронологической шкале); 3 – границы федеральных округов; 4 – границы нефтегазоносных провинций

Перспективы нефтеносности сланцев Европейской части России



Ахтырское поле сланцевых УВ

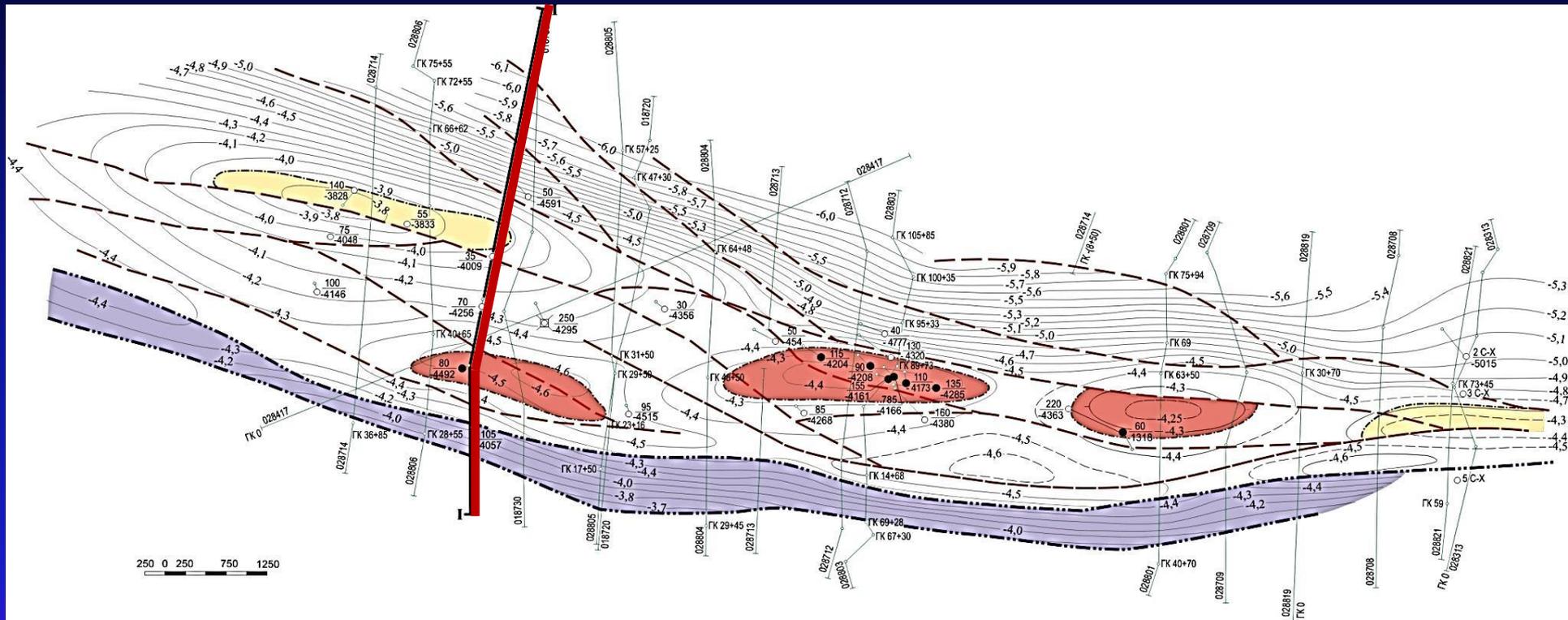
(по Цветковой, 2012, на основе карты месторождений и перспективных структур Краснодарского края (Краснодар, 2009))



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

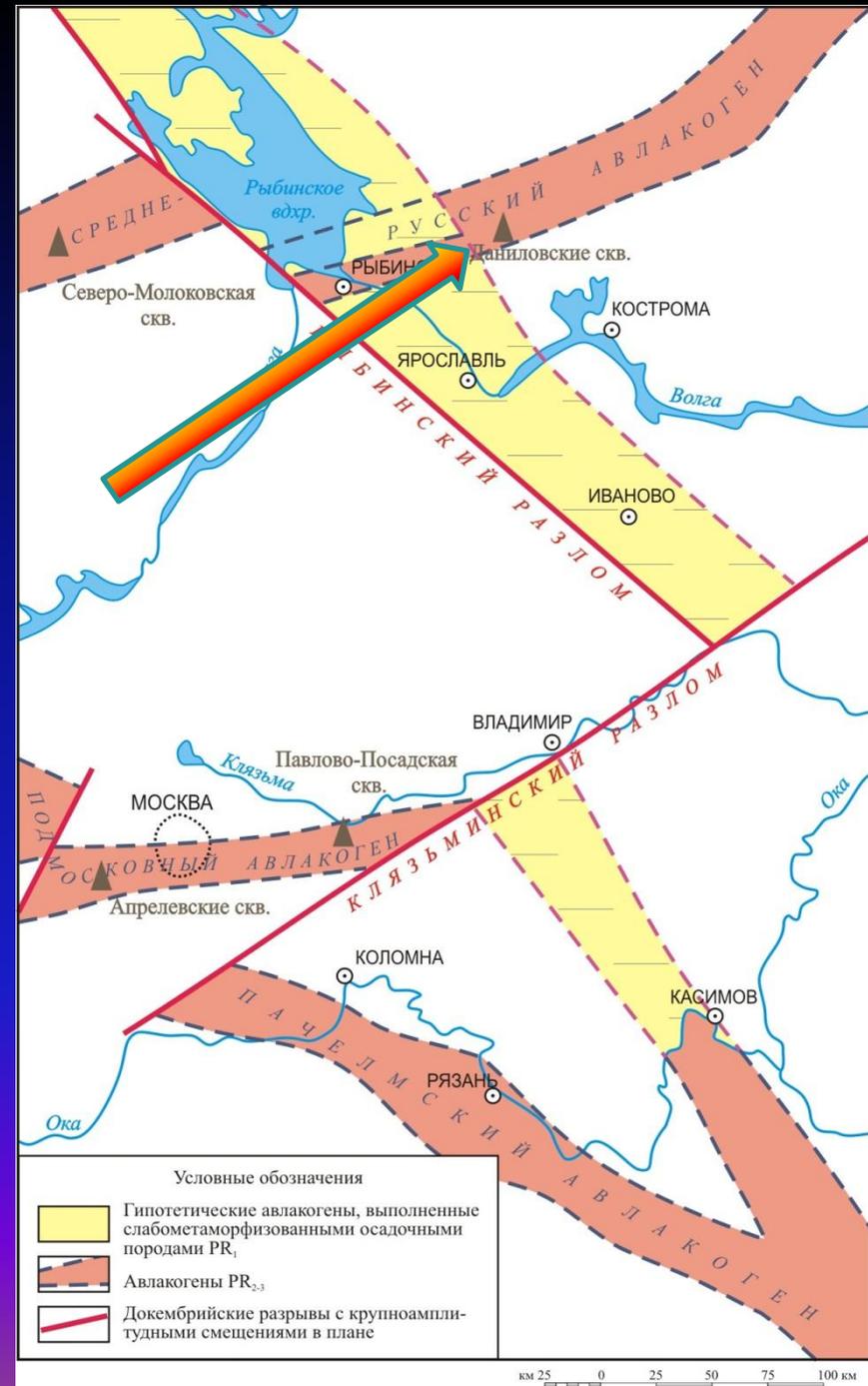
- | | | | |
|---|---|--|--|
|  | Изогипсы репера кумской свиты $R_{кр}$, сейсмогоризнт F_5 (км) |  | Сейсмические профили и их номера |
|  | Фронт адыгского надвига |  | Скважины, вскрывшие кумскую свиту |
|  | Тектонические нарушения |  | Скважины с промышленным притоком нефти |
|  | Залежи нефти в 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)

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.

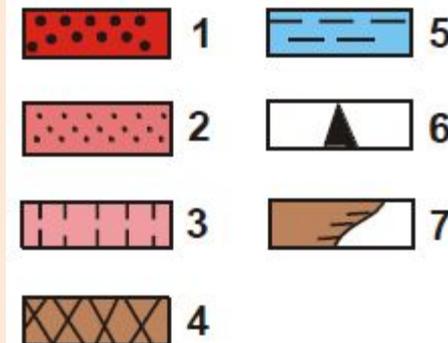
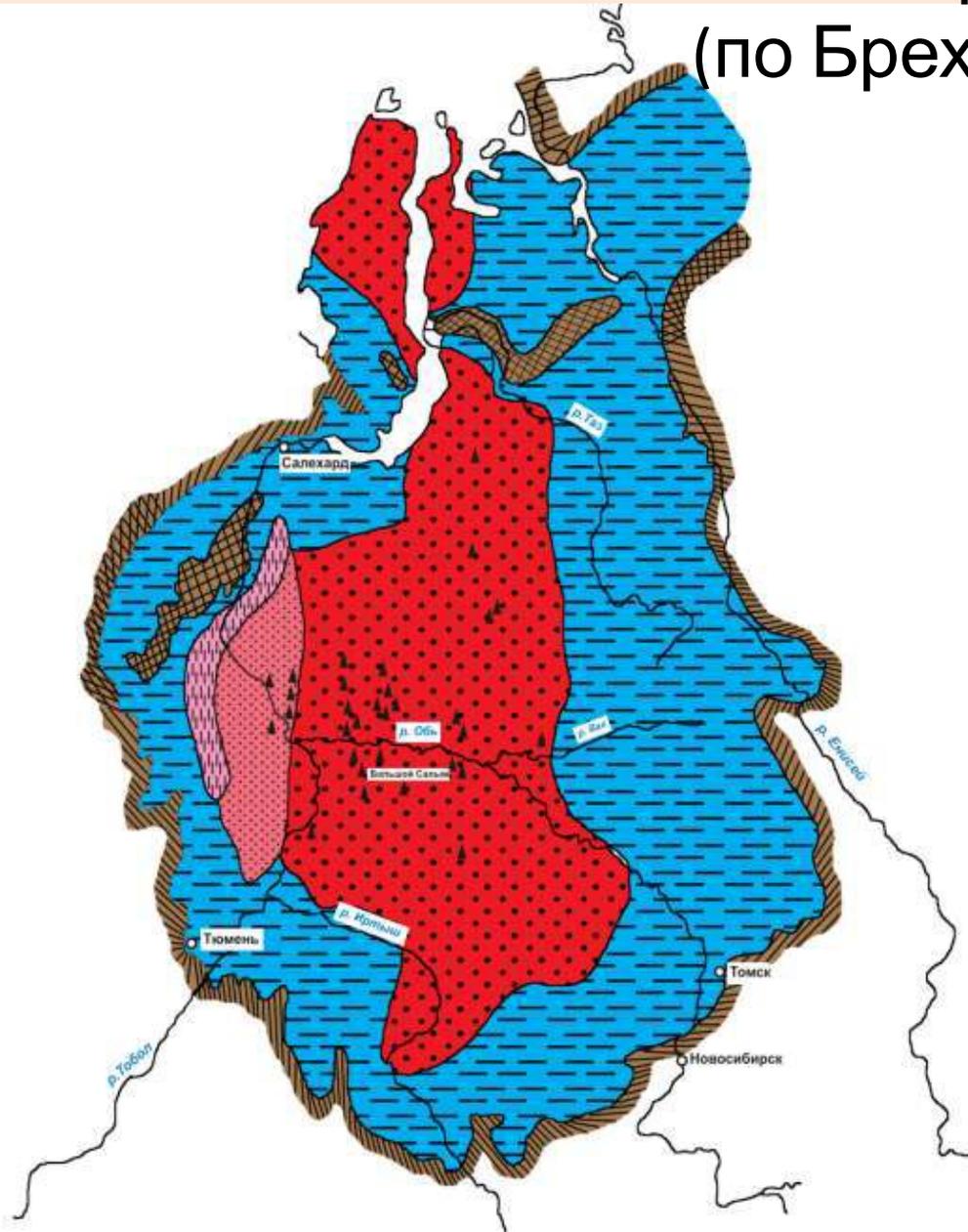
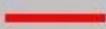
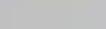
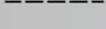
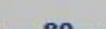
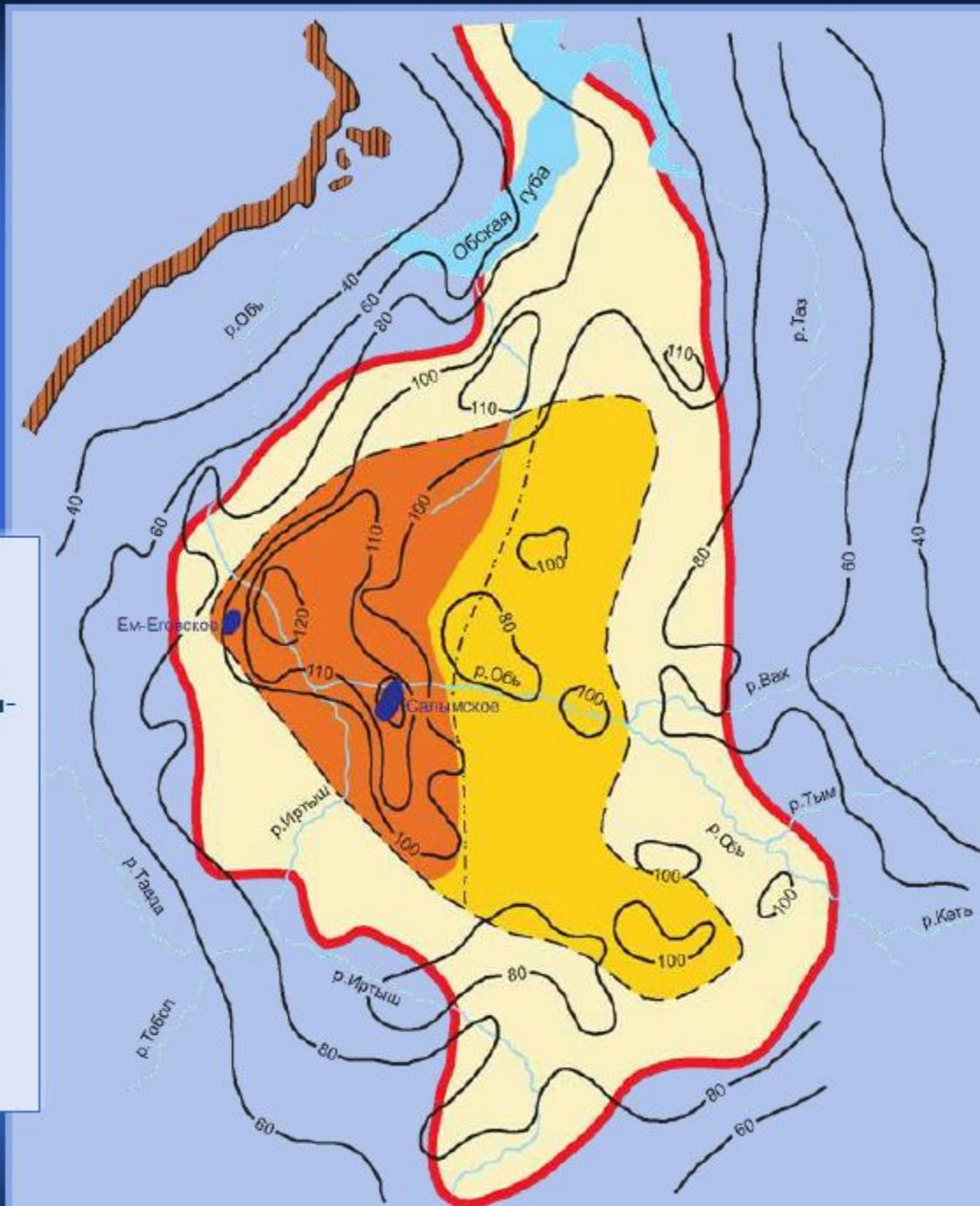


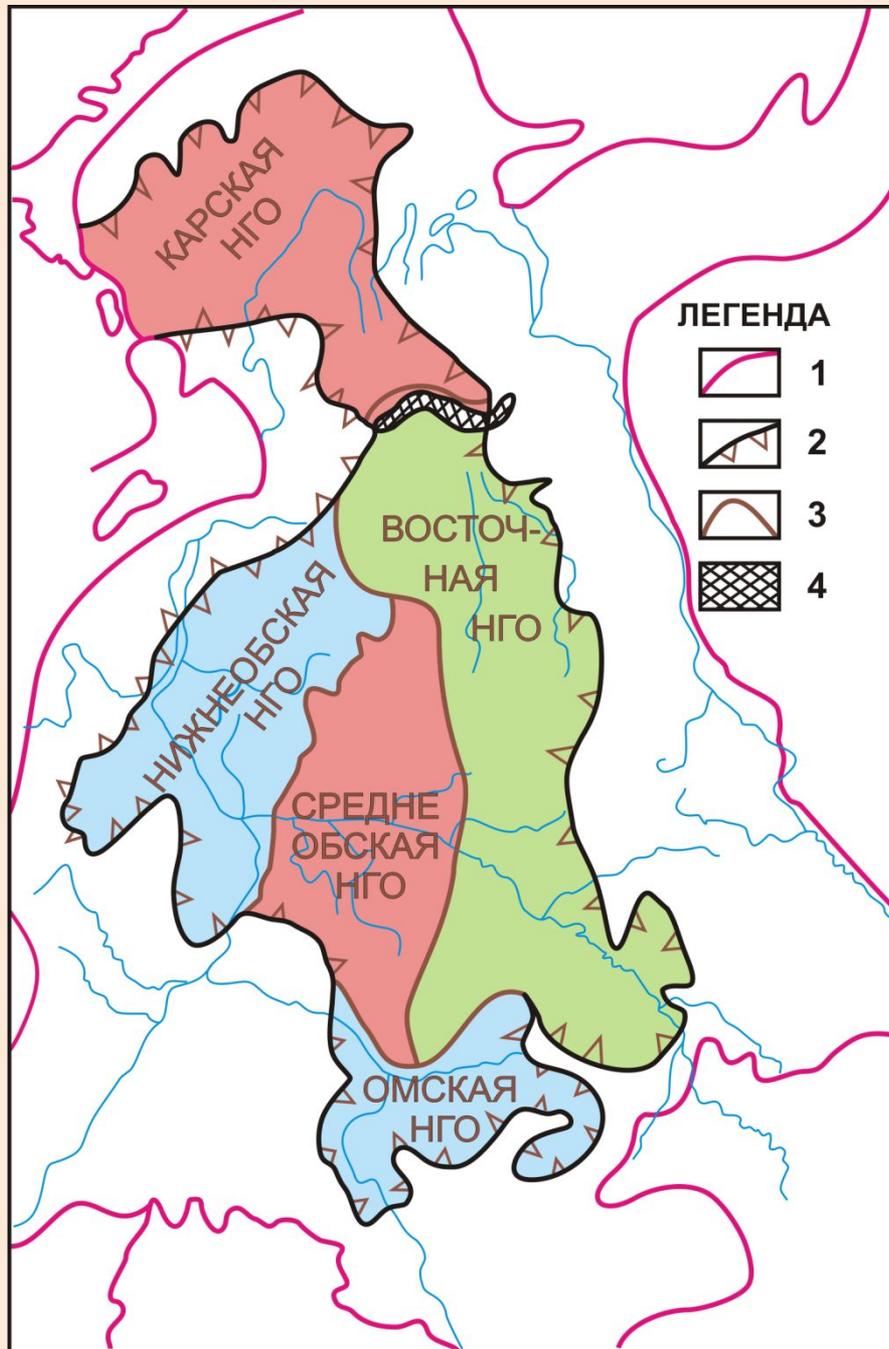
Схема развития зон перспектив баженовской свиты Западной Сибири

(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.

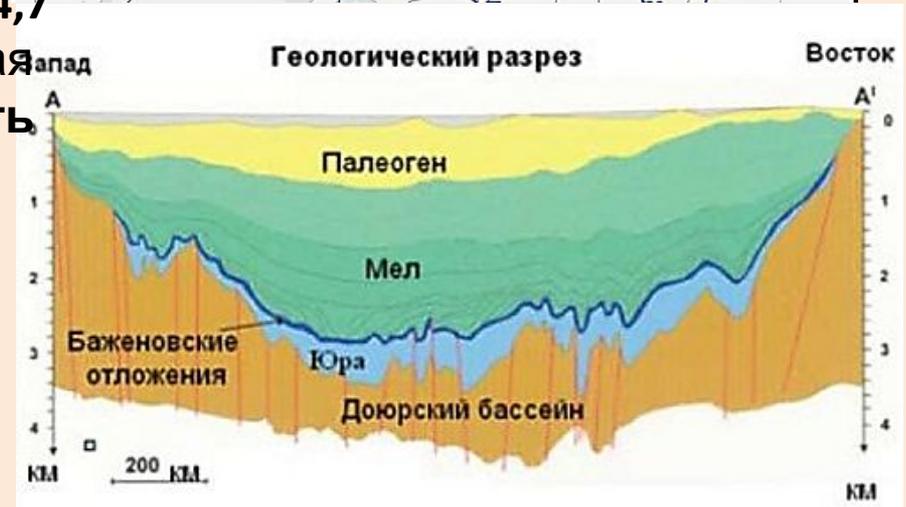
1. Граница Западно – Сибирской нефтегазоносной провинции;
2. Граница распространения битуминозных пород верхней юры и низов мела;
3. Граница нефтегазоносных областей (НГО);
4. Зоны размыва битуминозных пород баженовского горизонта ($J_3 tit - ber_2$).

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

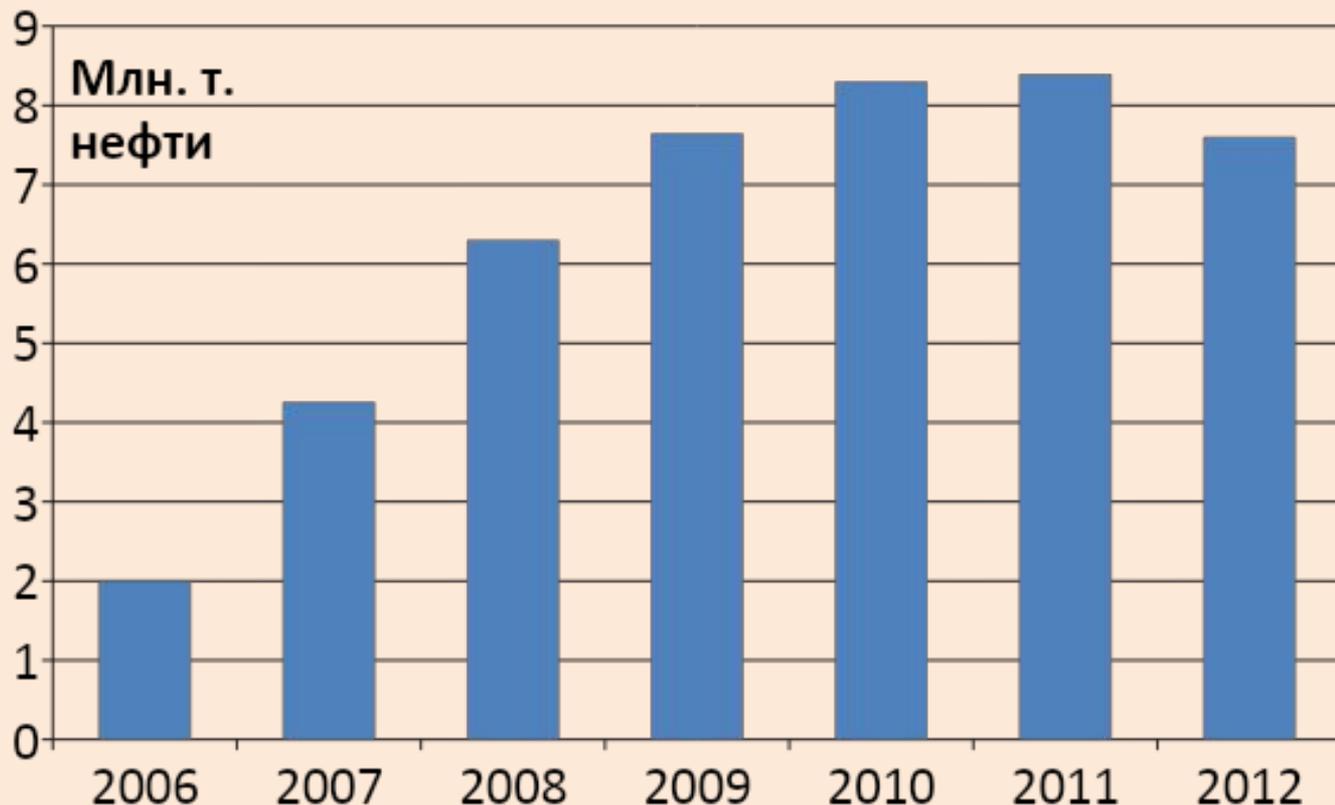
| Параметры и их Единицы измерения | Стратиграфические подразделения битуминозных пород | | | | |
|--|--|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| | баженовская | тутлеймская | игримская | верхне шаимская | среднее или сумма |
| 1. Возраст. Индекс ярусов | $J_3t_1-K_1b_1$ | $J_3t_1-K_1v_1$ | $J_3t_1-K_1h_1$ | $K_1b_2-K_1h_1$ | $J_3t_1-K_1h_1$ |
| 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.



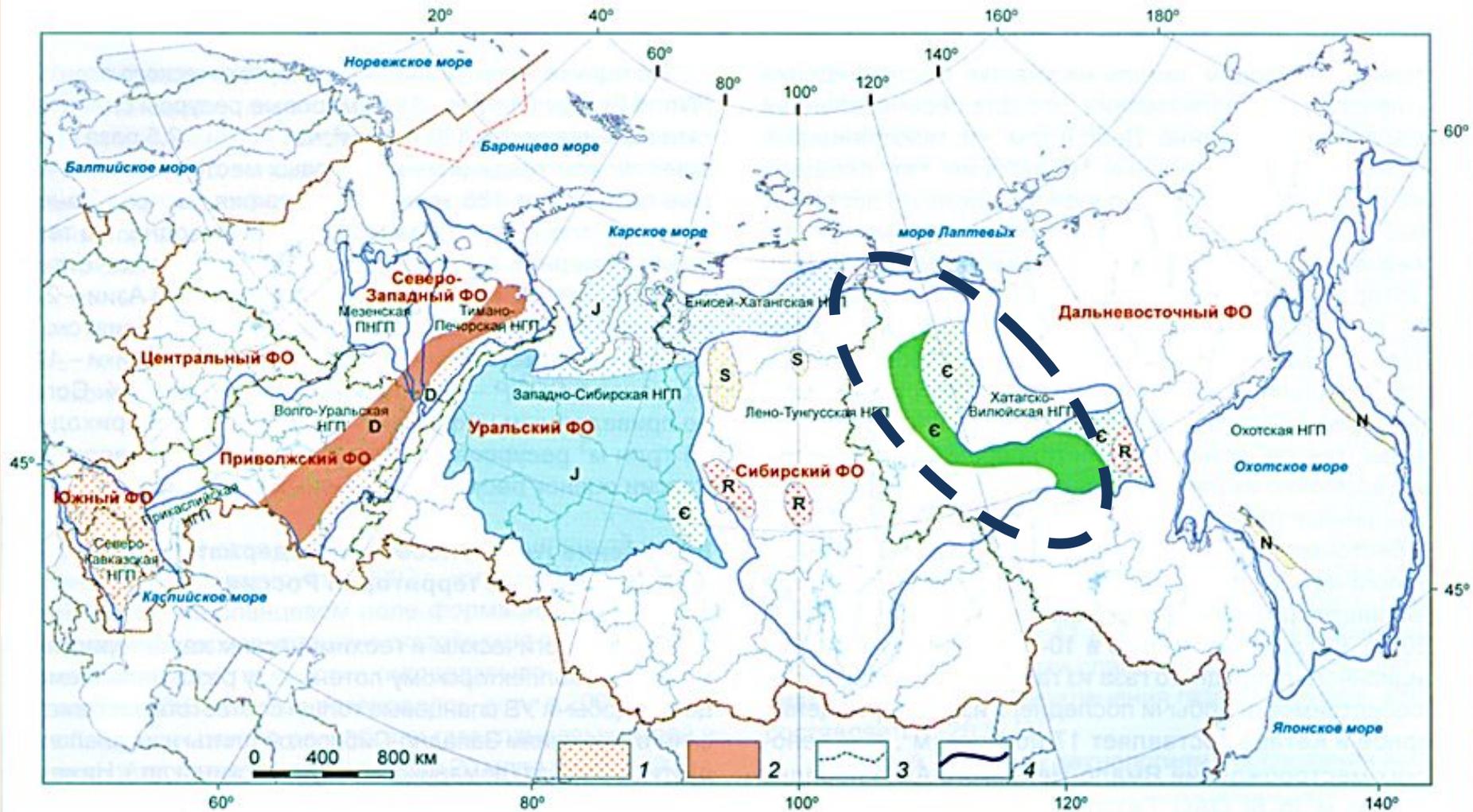
Динамика добычи нефти на Салымской группе месторождений («Салым Петролеум»)



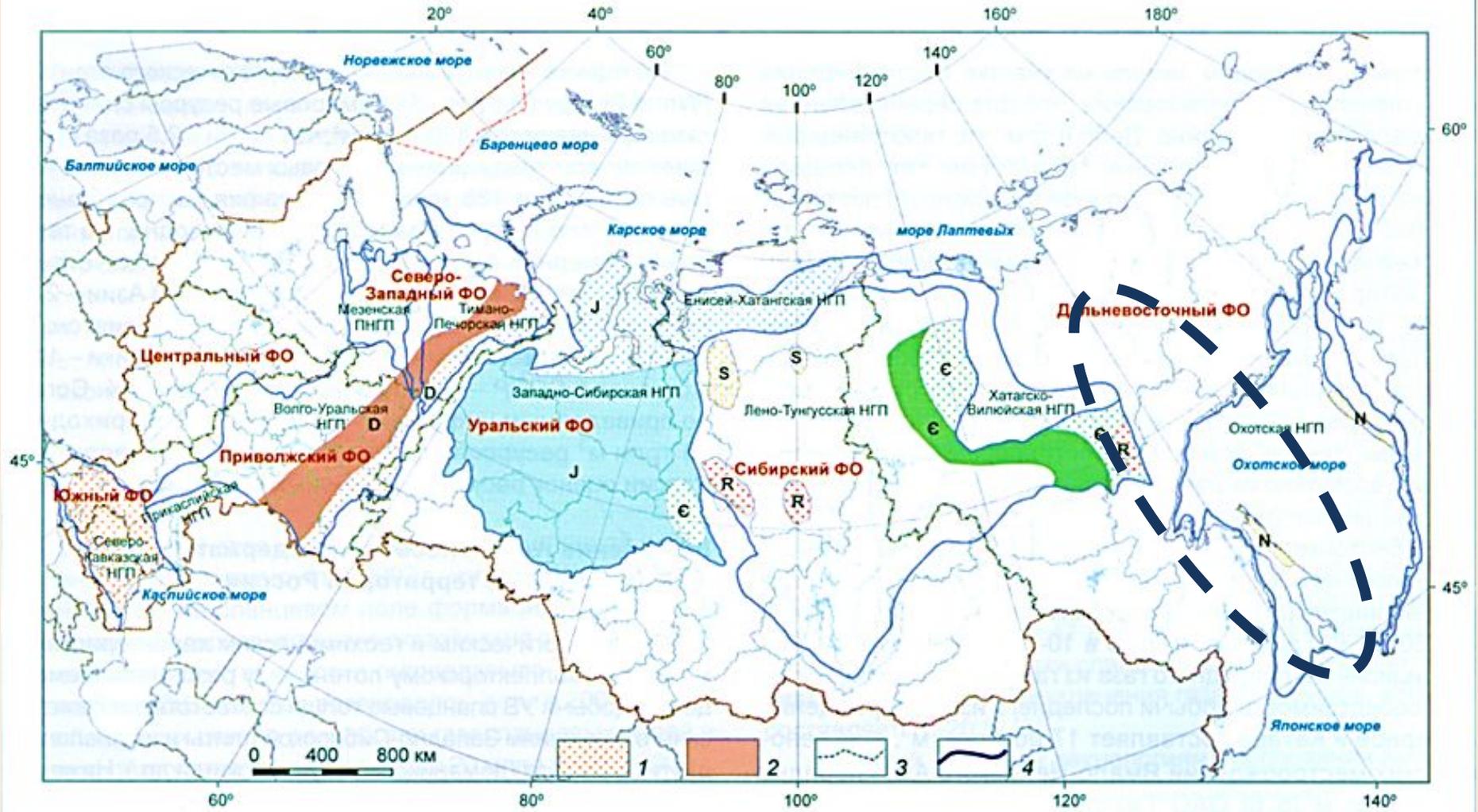
Источник:

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

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.