

ОЦЕНКА УВЕРЕННОСТИ ЗАПАСОВ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО ПОДХОДА С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОЕКТНОГО ФОНДА (на примере Восточной залежи объекта  $\mathsf{IOB}_1$  Нонг-Еганского месторождения)

Игорь Акчурин, инженер 2-ой категории Дмитрий Буханов, главный специалист Светлана Эльзенбах, инженер 1-ой категории

### Цели и задачи

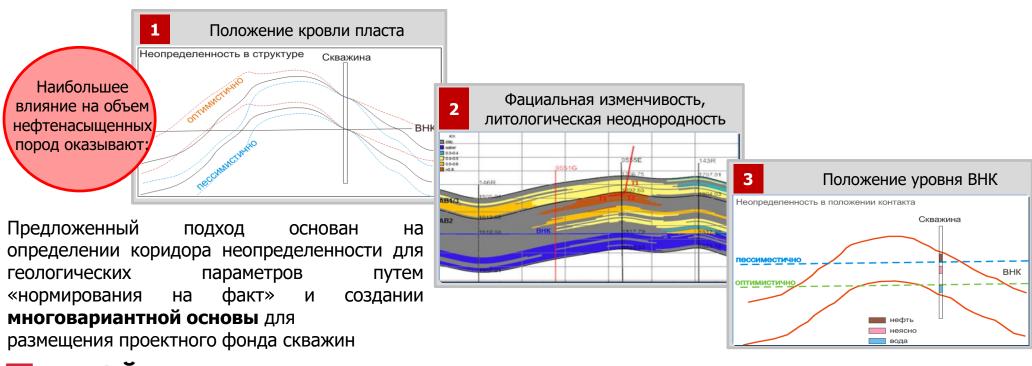
Выявление и оценка на основе вероятностного подхода наиболее перспективных зон для оптимизации размещения проектного фонда скважин и выработки остаточных запасов

- Построение многовариантной геологической модели
- Разработка методики построения 2D карты уверенности запасов и 3D параметра распространения коллектора
- Оценка корректности предложенного подхода методом «выколотой» скважины
- Выявление наиболее перспективных зон и оптимизация размещения проектного фонда скважин на основе полученных результатов
- Анализ степени уверенности распределения коллектора с целью планирования бурения ГС в наиболее перспективных зонах
- Экономическая оценка предложенных вариантов оптимизации размещения проектного фонда скважин



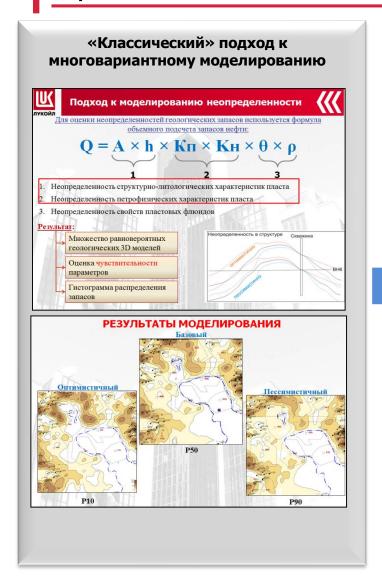
### «Классический» подход к многовариантному моделированию

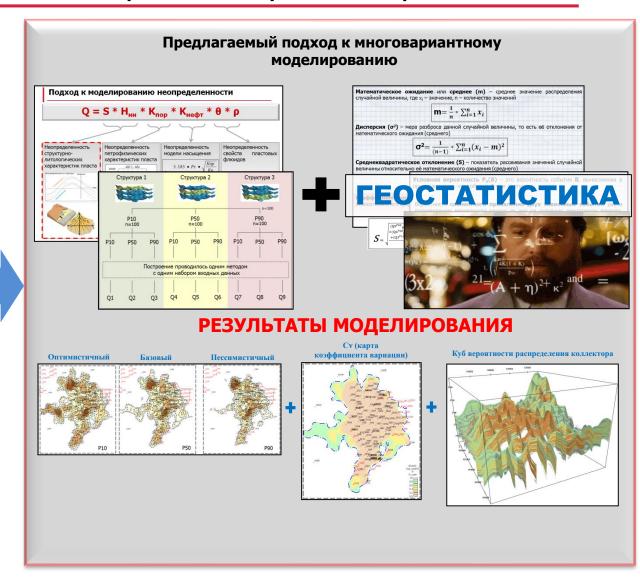






### Сравнение подходов к многовариантному моделированию

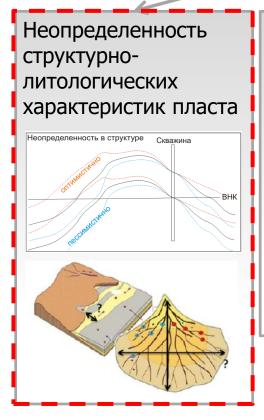




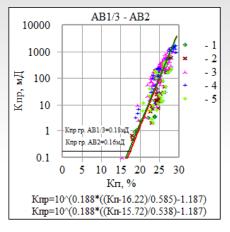


### Теоретические основы расчета многовариантной модели

$$Q = S * H_{HH} * K_{\Pi O P} * K_{He \Phi T} * \theta * \rho$$

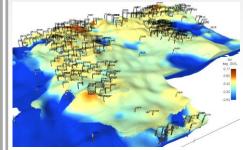


Неопределенность петрофизических характеристик пласта



Неопределенность модели насыщения

$$J = \frac{3.183 \bullet Pc \bullet \sqrt{\frac{Knp}{Kn}}}{\gamma \bullet \cos\theta}$$



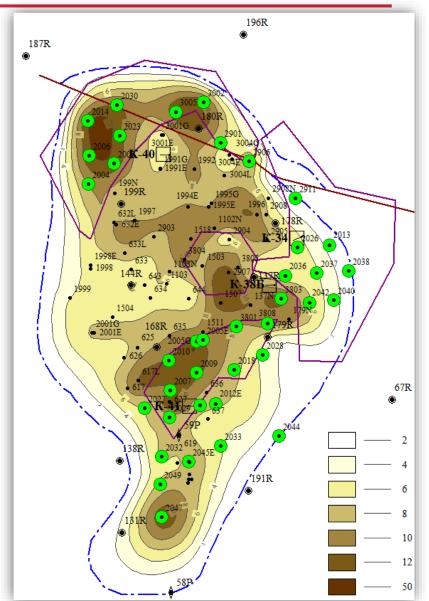
Неопределенность свойств пластовых флюидов



# Нонг-Еганское месторождение. Объект $\mathsf{IOB}_1$ . Восточная залежь. Обоснование выбора объекта

## Объект пристального внимания последних лет:

- ✓ С 2014 года пробурено порядка **40%** фонда скважин
- ✓ Низкая степень подтверждаемости эффективных толщин по данным бурения последних лет
- ✓ Наличие недоизученных зон в краевых частях залежи





### Использование сейсмических данных при построении 3D ГМ



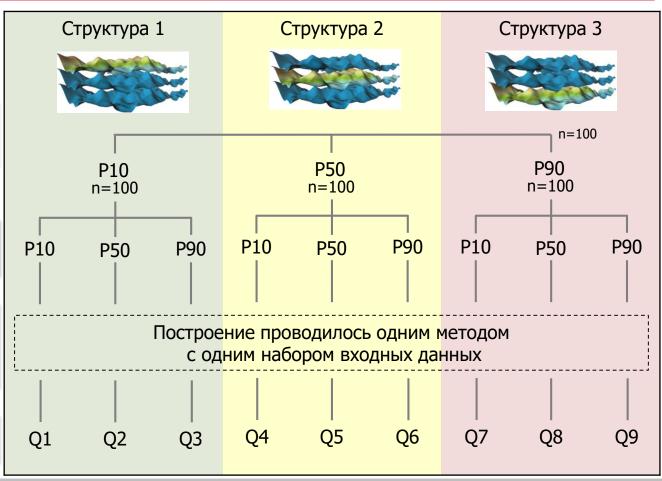
#### 

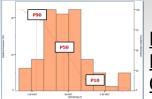


### Схема расчетов многовариантной модели



Подсчет запасов





#### Границы оценки запасов

<u>Пессимистичный (**P90**)</u> – оцененная величина запасов подтверждается с вероятностью 0.9 <u>Базовый (**P50**)</u> – оцененная величина запасов подтверждается с вероятностью 0.5 <u>Оптимистичный (**P10**)</u> – оцененная величина запасов подтверждается с вероятностью 0.1



### Основные понятия геостатистики

**Математическое ожидание** или **среднее (m)** – среднее значение распределения случайной величины; где  $x_i$  – значение, n – количество значений

$$\mathbf{m} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^{n} x_i$$

**Дисперсия** ( $\sigma^2$ ) — мера разброса данной случайной величины, то есть её отклонения от математического ожидания (среднего)

$$\mathbf{\sigma}^2 = \frac{1}{(n-1)} * \sum_{i=1}^{n} (x_i - m)^2$$

**Среднеквадратическое отклонение (S)** – показатель рассеивания значений случайной величины относительно её математического ожидания (среднего)

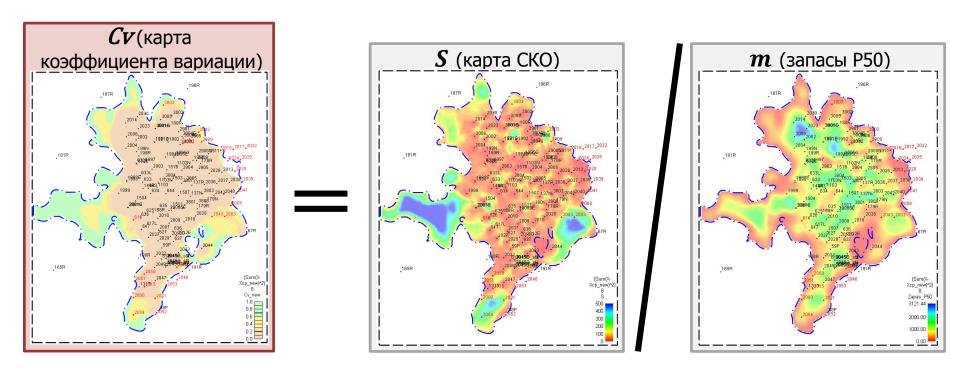
$$S=\sqrt{\sigma^2}$$

**Коэффициент вариации (Сv)** показывает разброс случайной величины параметра относительно его среднего значения

$$\mathbf{C}_{\nu} = \frac{S}{m}$$

### Критерии оценки уверенности запасов

$$S = \sqrt{\frac{(Q_{P90}^{P90} - Q_{5}^{P50}_{P50})^{2} + (Q_{8}^{P90} - Q_{5}^{P50}_{P50})^{2} + (Q_{900}^{P90} - Q_{5}^{P50}_{P50})^{2} + (Q_{900}^{P90} - Q_{5}^{P50}_{P50})^{2} + (Q_{900}^{P50} - Q_{5}$$



Чем **меньше** значение <u>коэффициента вариации</u>, тем **более точной** является оценка запасов



### Теоретические основы построения куба вероятности распределения коллектора

**Условная вероятность**  $P_A(B)$  — это вероятность события B, вычисленная в предположении, что событие A уже наступило

Вероятность совместного проявления двух зависимых событий равна произведению вероятности одного из них на условную вероятность второго, вычисленную при условии, что первое событие уже произошло

$$P(AB)=P(A) * PA(B) = P(B) * PB(A)$$

Вероятность несовместимых событий

$$P(A+B)=P(A)+P(B)$$

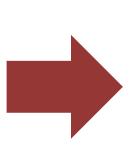
### Построение куба вероятности распределения коллектора

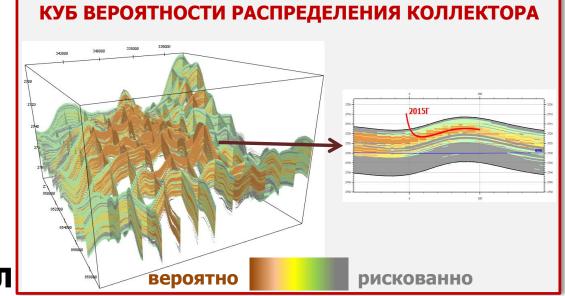






РАСЧЕТ РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕГО

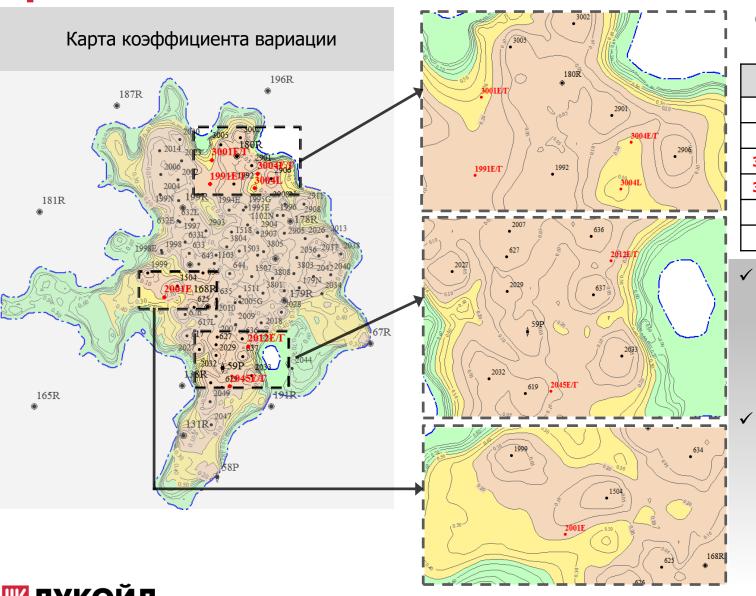




#### Позволяет:

- ✓ Предполагать степень надежности проницаемых пропластков по отношению друг к другу в разрезе продуктивного пласта
- ✓ Прогнозировать изменчивость песчаных тел по латерали

### Оценка подтверждаемости ГМ с использованием метода «выколотой» скважины

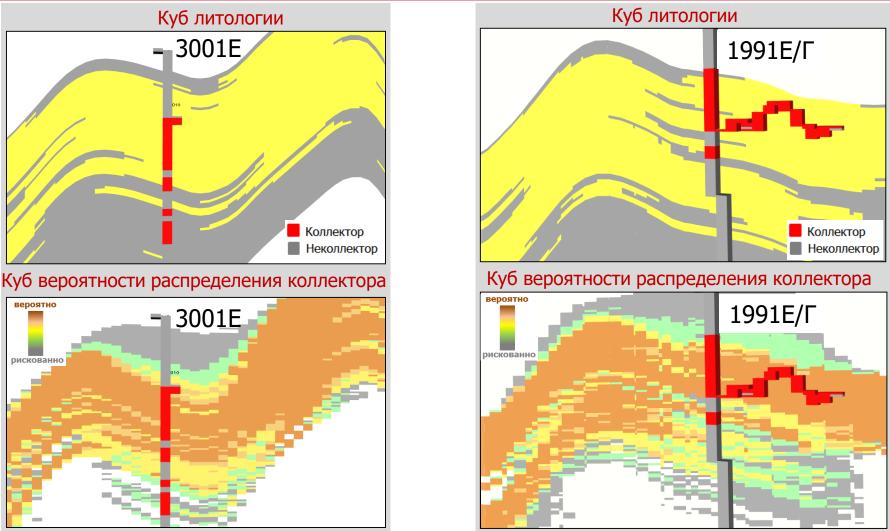


#### Скважины, исключенные из построений

№ скв.	Ннн план, м	Ннн факт, м	Расхож- дение		
1991E/G	7.0	7.3	+0.3		
2001E/G	5.3	5.9	+0.6		
3001E/G	11.4	6	-5.4		
3004E/G	7.7	4.4	-3.2		
2012E/G	5.4	6.0	-0.7		
2045E/G	8.1	9.5	-1.4		

- Скважины 3001E и 3004E имеют существенные расхождения между фактическими и плановыми показателями
- Карта коэффициента вариации показывает что скважины 3001E и 3004E находятся в более рискованной зоне, относительно скважин по которым расхождение толщин минимально

## Анализ 3D параметра вероятности распространения коллектора, построенного по методу «выколотой» скважины



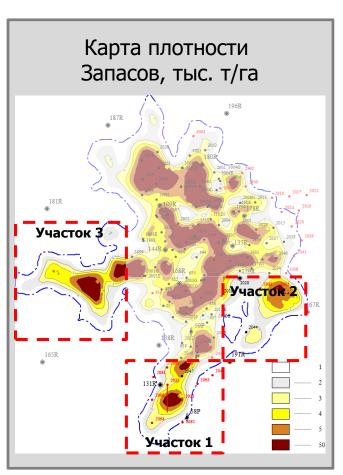
Высокая подтверждаемость прогноза распространения коллекторов в сравнении со скважинной кривой литологии



### Выявление перспективных зон



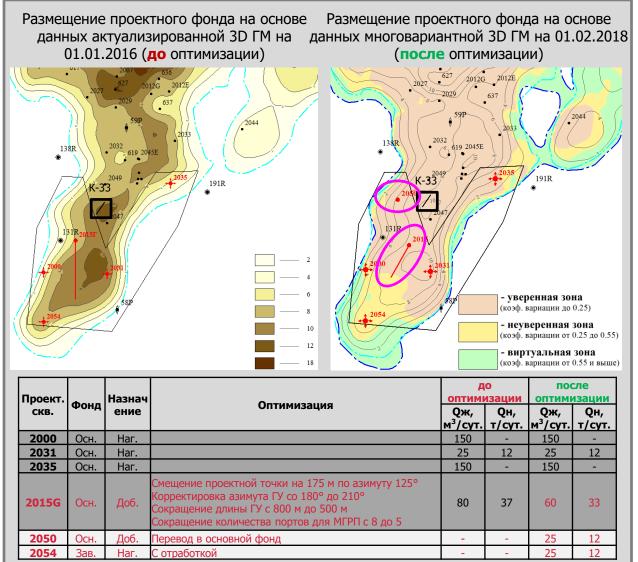


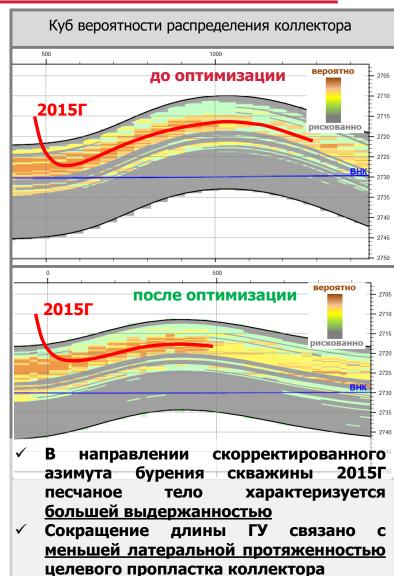


Комплексный анализ представленных параметров позволил выделить три наиболее перспективных зоны



### Участок 1. Оптимизация размещения проектного фонда скважин







### Участок 2. Оптимизация размещения проектного фонда скважин

35

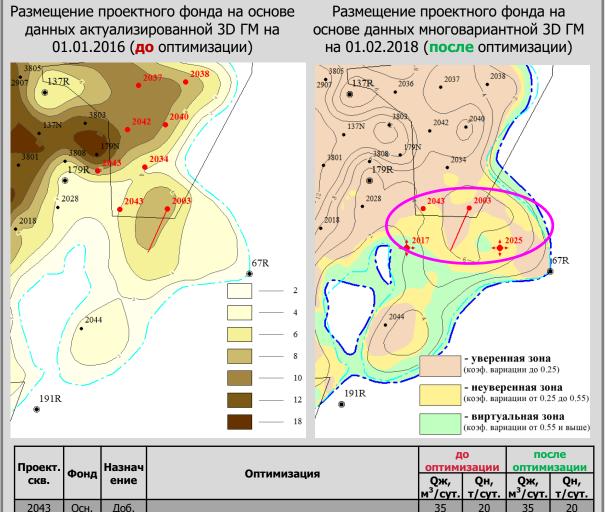
150

20

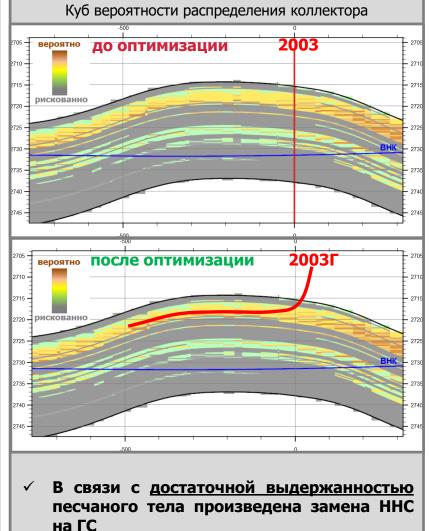
80

30

120



		П	2710 -	
		П	2/10 =	
		П	2715	
		П	2720 -	þ
		П	2725	
<b>a</b> 25)		П	2730	
<b>) на</b> 25 до 0.55)		П	2735	
она		П	2740	
55 и выше)		П	2745	
сле	11	П		
<u>изации</u> Qн,	Н	П		
т/сут.		П	✓	/
20	1	П		
50	Ш	П		
18	Ш	П		
-	Л	П		





Осн.

Осн.

Зав.

Доб.

Наг.

Наг.

Ваменить ННС на ГС (без пилота)

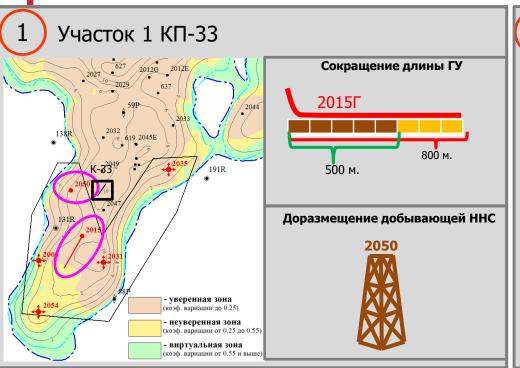
Сотработкой

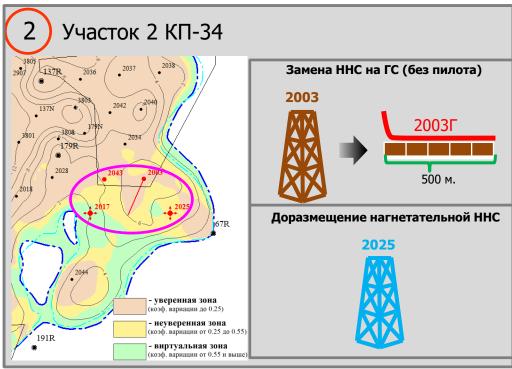
2003

2025

2017

### Экономическая оценка эффективности





	Ед. изм.	Объекты разработки				
Папамотп		Объект ЮВ₁ Восточная залежь				
Параметр		Варианты				
		1	2	Разница	%	
Объем добычи нефти за 30 лет	тыс. т	1 111.6	1 191.1	79.5	+ 7.2 %	
Эксплуатационное бурение	тыс. м	31.8	38.9	7.1	+22.3 %	
Чистый дисконтированный доход за рентабельный период (ЧДД 15 %)	млн. долл.	18.0	18.2	+ 0.2	+ 1.1 %	



### Выводы

#### Применение разработанной методики актуально:

- 1 На неразбуренных залежах (участках), характеризующихся низкой степенью изученности
- 2 В приконтурных частях залежей, находящихся в разработке
- При неоднозначности геологической концепции объекта исследования
- 4 При существенной литологической изменчивости объекта исследования

#### Предложенная методика позволяет:

- 1 Выявлять и ранжировать участки по степени перспективности
- 2 Осуществлять выбор очередности бурения проектных скважин и кустовых площадок
- 3 Проектировать оптимальное размещение ГС, в том числе с целью уменьшения доли пилотных стволов

Результатом использования данного подхода является **минимизация рисков** при планировании эксплуатационного бурения на различных по сложности объектах разработки.

Предложенная методика может быть внедрена в алгоритм работы с постоянно-действующими геолого-гидродинамическими моделями (ПДГГМ), а также интегрированными моделями.







Всегда в движении!

### Результаты расчета многовариантной модели

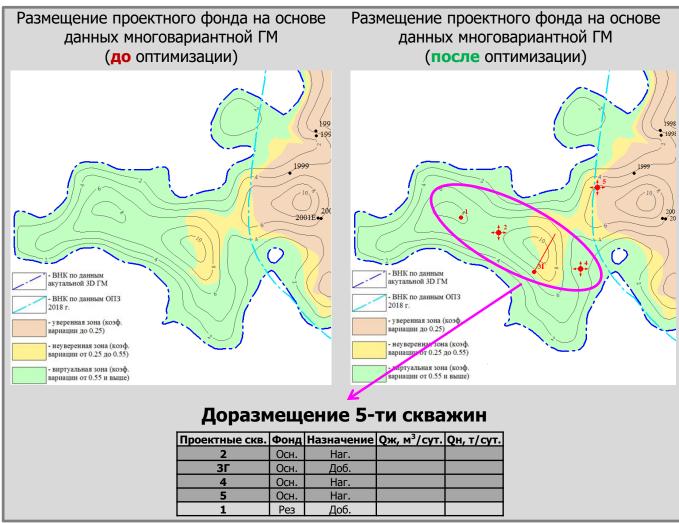
СЦЕНАРИИ ПО СТРУКТУРЕ		P10		P50			P90			
СЦЕНАРИИ ПО ЛИТОЛОГИИ		P10	P50	P90	P10	P50	P90	P10	P50	P90
Площадь, тыс. м <sup>2</sup>		38 901	38 131	35 710	35 122	34 718	32 128	31 881	31 941	30 559
Эфф.нн.толщина, м		6.51	6.01	5.51	6.41	6.00	5.82	6.43	6.04	5.85
Объем, тыс. м <sup>3</sup>		253 243	229 167	196 762	225 135	208 309	186 983	204 992	192 926	178 770
Геологические запасы нефти, тыс. т		13 271	12 080	10 325	11 913	11 072	9 870	10 918	10 294	9 509
Геологические запасы нефти, тыс. т	13500.00 12500.00 11500.00 10500.00									•
Площадь, тыс. м <sup>2</sup>	38000.00 · 36000.00 · 32000.00 · 300000.00 · 300000.00 · 300000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00 · 30000.00				•					•
Вероятность сценария		1	5	9	5	25	45	9	45	81



### Участок 3. Оптимизация размещения проектного фонда скважин

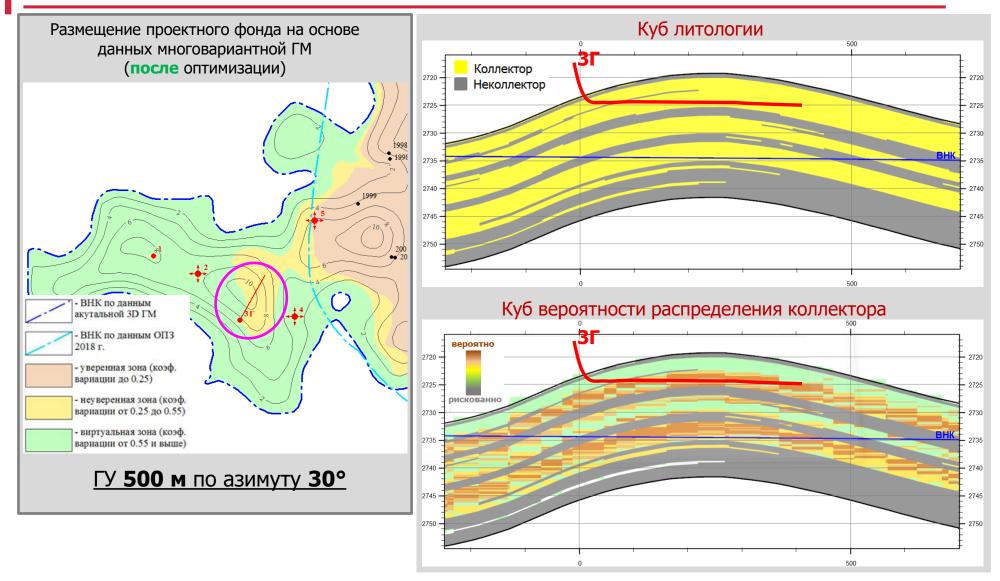


Данный участок характеризуется меньшей степенью уверенности и представлен на дальнейшую перспективу





### Размещение проектной скважины 3Г





### Результаты и перспективы

- Построена многовариантная модель Восточной залежи объекта ЮВ<sub>1</sub> Нонг-Еганского месторождения
- Разработана методика построения куба вероятности распределения коллектора
- Выявлены и проранжированы по степени перспективности три участка
- Совместно со специалистами по разработке сформированы предложения по оптимизации размещения проектного фонда скважин и произведена экономическая оценка предложенных корректировок, которая позволяет говорить об их эффективности
- Эффективность предложенной методики подтверждена методом «выколотой» скважины многовариантная модель, построенная таким образом показывает высокую степень подтверждаемости распределения коллектора

### Перспективные направления развития предложенной методики

- Построение 3D параметра вероятности распределения фильтрационно-емкостных свойств
- Учет неоднозначности положения ВНК при создании многовариантной модели структурного каркаса

