



Корпоративный
университет
Газпром нефти

Центр Компетенций
Искусственного
Интеллекта

03.11.2025

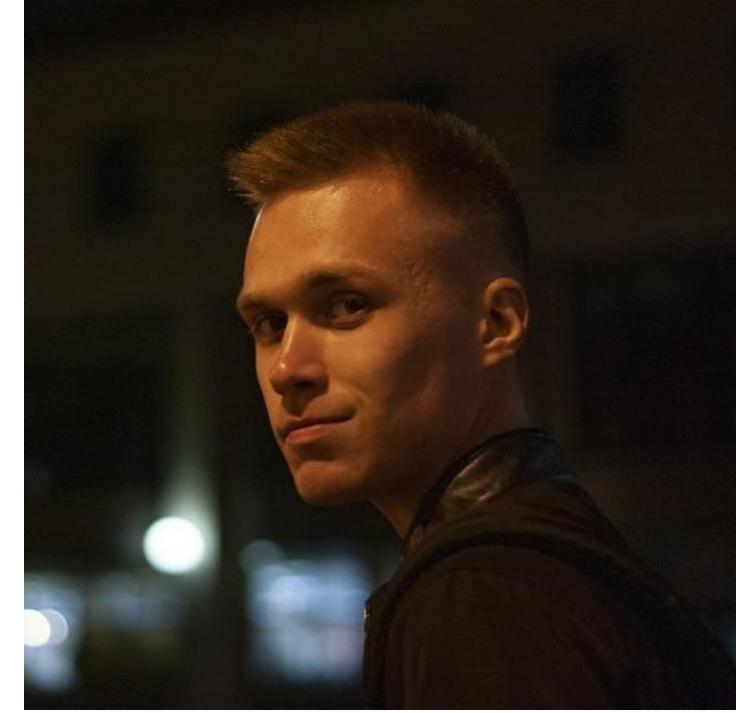
Особенности применения ИИ для задач создания и управления цифровыми двойниками промышленных объектов

Владислав Вепрев
Veprev.VA@gazprom-neft.ru

Знакомство

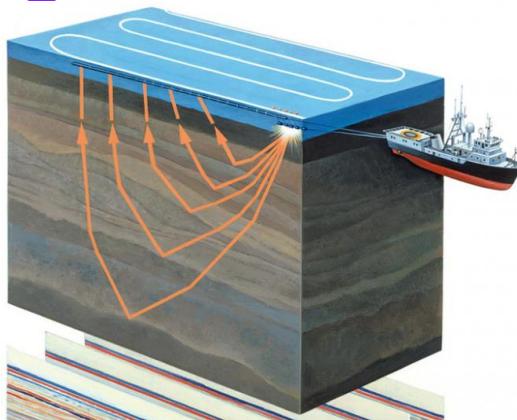
Владислав Вепрев

Team Lead в Центре Компетенций Искусственного
Интеллекта (ЦК ИИ) в Газпромнефти

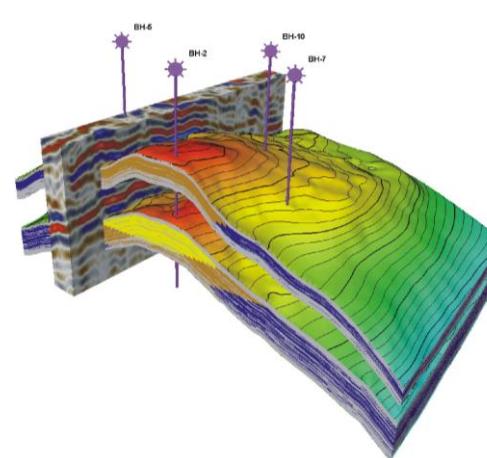


Upstream/downstream

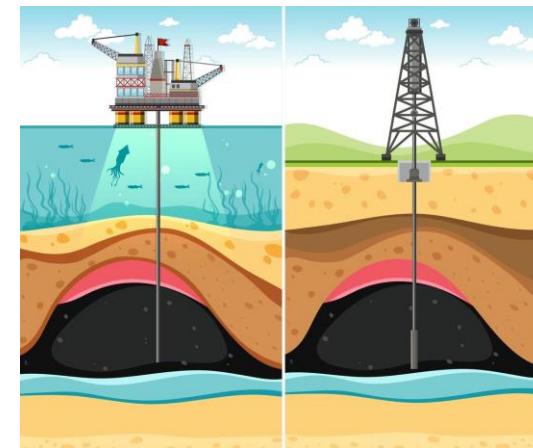
1 Поиск/разведка



2 Анализ/оценка/проект



3 Бурение



4 Добыча



5 Логистика



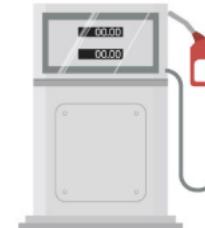
6 Переработка



7 Дистрибуция

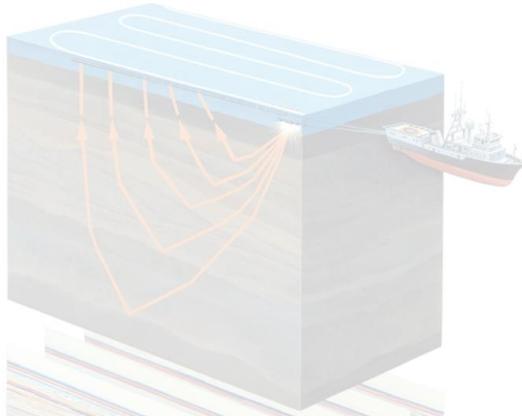


8 Сбыт

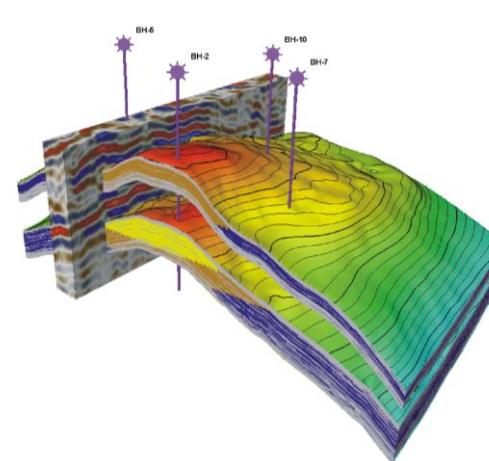


Upstream/downstream

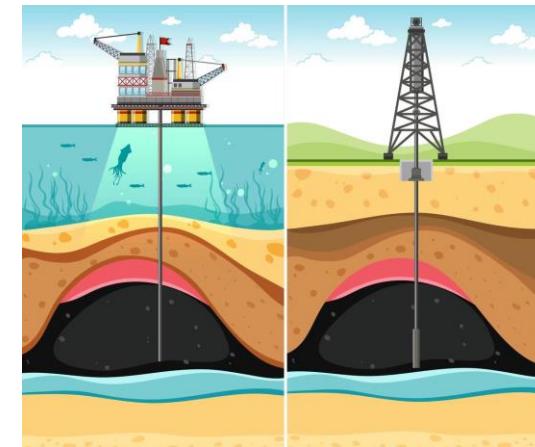
1 Поиск/разведка



2 Анализ/оценка/проект



3 Бурение



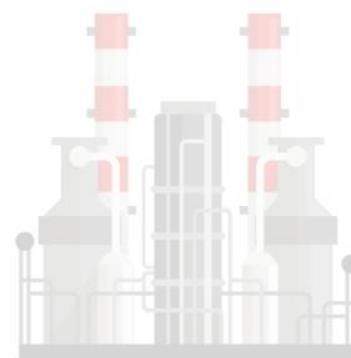
4 Добыча



5 Логистика



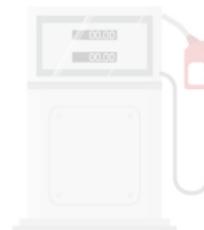
6 Переработка



7 Дистрибуция



8 Сбыт



А КАК МЫ МОЖЕМ ПРИНИМАТЬ
ПРАВИЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ?

Гипотезы

Статистическая гипотеза — выдвигаемое **предположение** о свойствах случайной величины/виде ее распределения, которое можно подтвердить или опровергнуть на основании имеющихся данных.

1

Что изменим?

2

На что
повлияет?

3

Как будем
измерять?

Гипотезы

Плохо: "Музыка влияет на поведение человека»

Хорошо: "Прослушивание классической музыки (Моцарта) в течение 20 минут снижает уровень субъективно ощущаемой тревоги у студентов перед экзаменом"

Гипотезы

Пример из онлайн магазина

Проблема	Изменение	Влияние	Измерение
Теряем покупки из-за рекламы	Показывать рекламу после покупки	UX лучше, выше трафик	Больше покупок, больше рекламы

А КАК МЫ МОЖЕМ ПРОВЕРИТЬ ГИПОТЕЗУ?

АБ тестирование



ЧТО (КТО) ЯВЛЯЕТСЯ ОБЪЕКТОМ,
ГЕНЕРИРУЮЩИМ НАШ ЭКСПЕРИМЕНТ?



Попробуем приземлить это на промышленность

- Как принимать правильные решения?
- Что (кто) является объектом, генерирующим наш эксперимент?
- Как мы можем проверить нашу гипотезу?

Попробуем приземлить это на промышленность

- Как принимать правильные решения? **эксперимент**
- Что (кто) является объектом, генерирующим наш эксперимент? **скважина**
- Как мы можем проверить нашу гипотезу? **????**

Что такое цифровой двойник

Цифровые двойники (или **digital twins**) — это виртуальные модели реальных объектов, процессов или систем, которые **постоянно синхронизируются** с физическим прототипом через данные, получаемые с датчиков, систем управления и других источников.

Цифровой двойник объединяет:

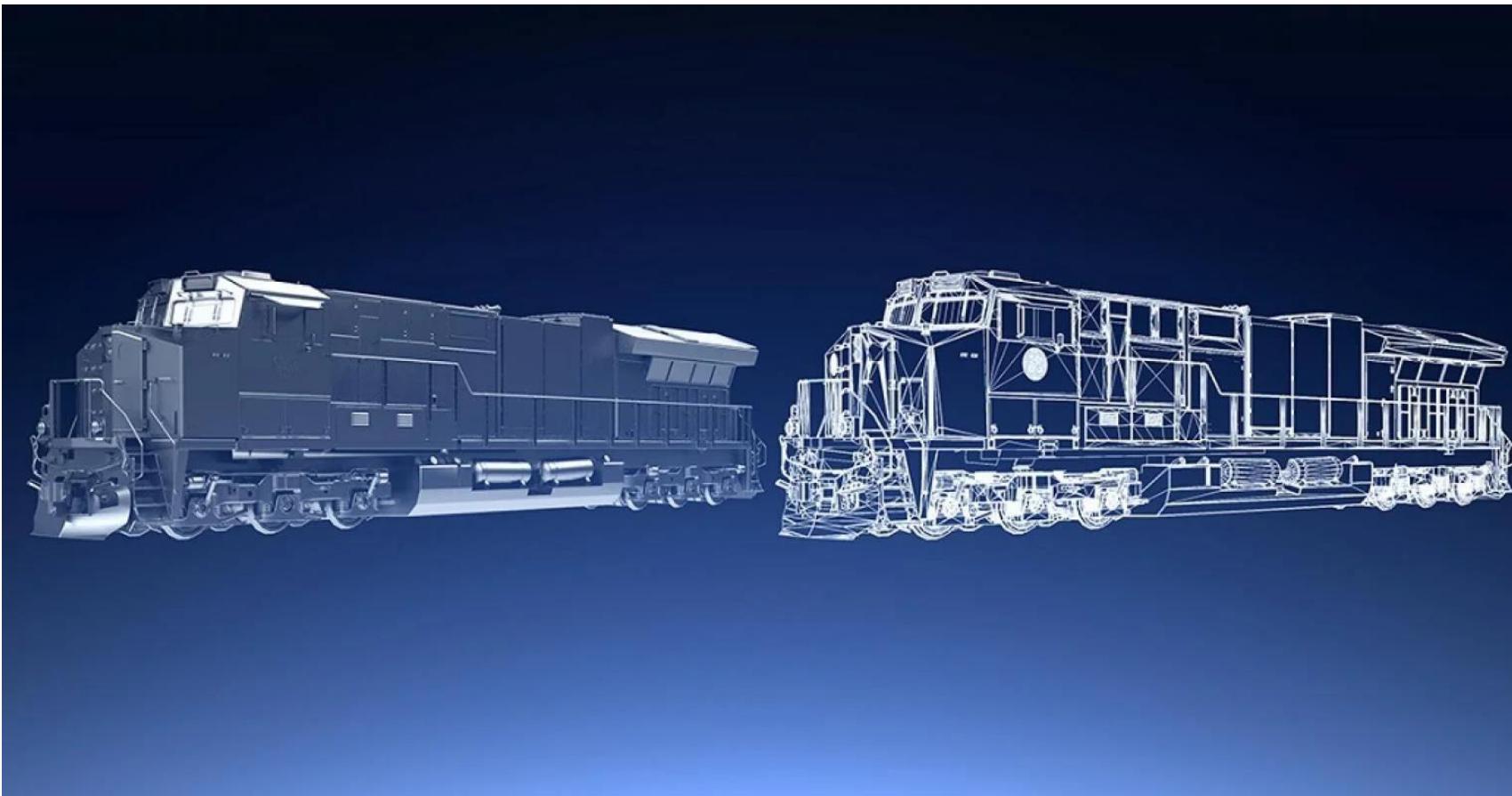
- 1.Физический объект** (например, двигатель, завод, **человек**, город);
- 2.Цифровую копию** (модель с параметрами, алгоритмами и данными);
- 3.Синхронизацию данных** между ними (обычно в реальном времени, IoT, SCADA, телеметрию и т. п.).

Примеры



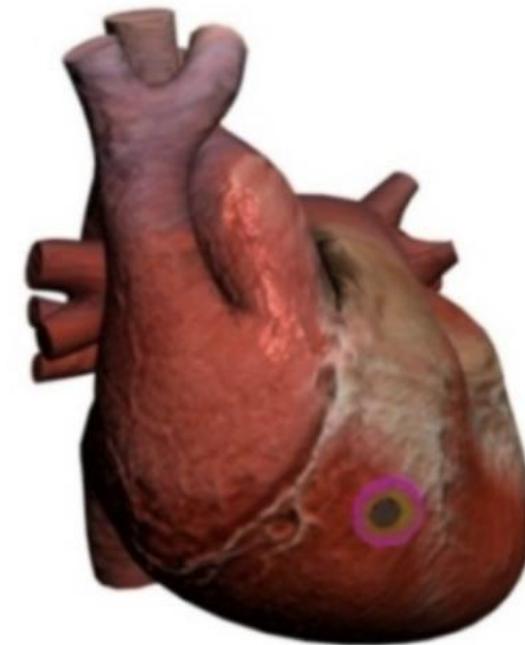
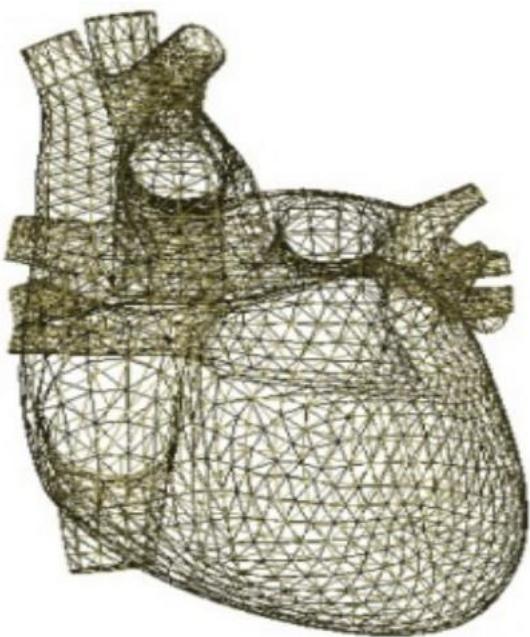
Источник: <https://rb.ru/longread/digital-twin/>

Примеры

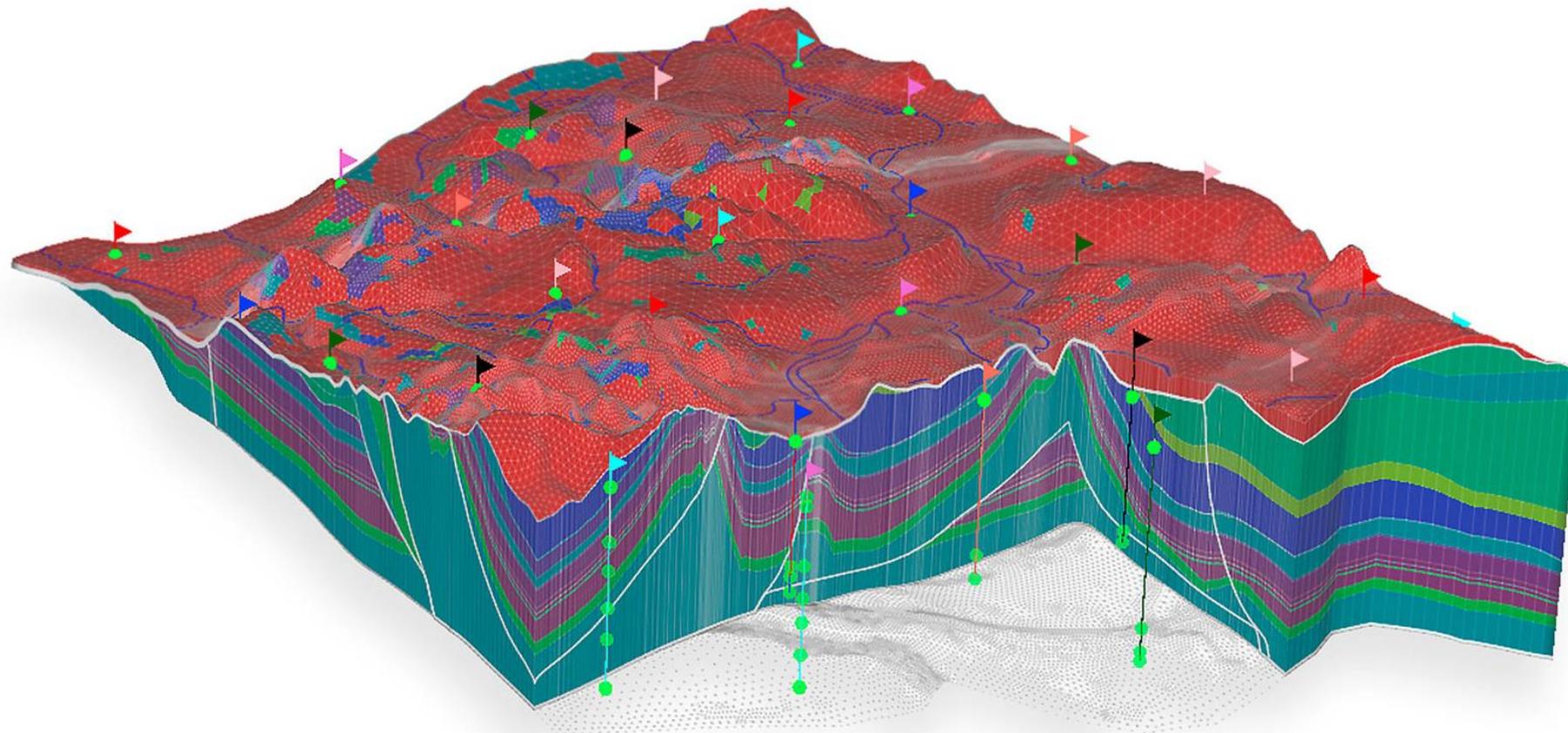


Источник: <https://rb.ru/longread/digital-twin/>

Примеры



Примеры



Задача



Главный вопрос инженеров-нефтяников:

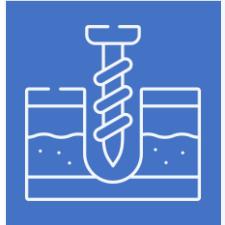
Какая будет добыча нефти через сутки, месяц, год и т.д.
с учётом наших действий?



Постановка задачи:

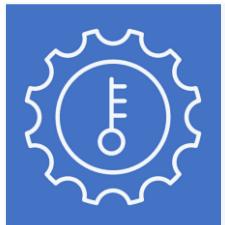
Надо быстро считать прогноз добычи и с хорошей точностью на краткосрочном
периоде (сутки-месяцы) и долгосрочном (годы)

Приимаемые решения



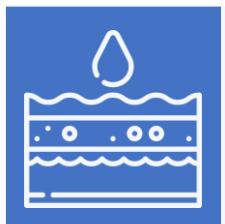
Бурение новых скважин

Сколько? Куда? Как расположить?



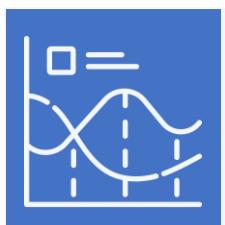
Подбор режима работы скважины

Какая скважина? Какие темпы отбора/нагнетания?



Подбор геолого-технических мероприятий

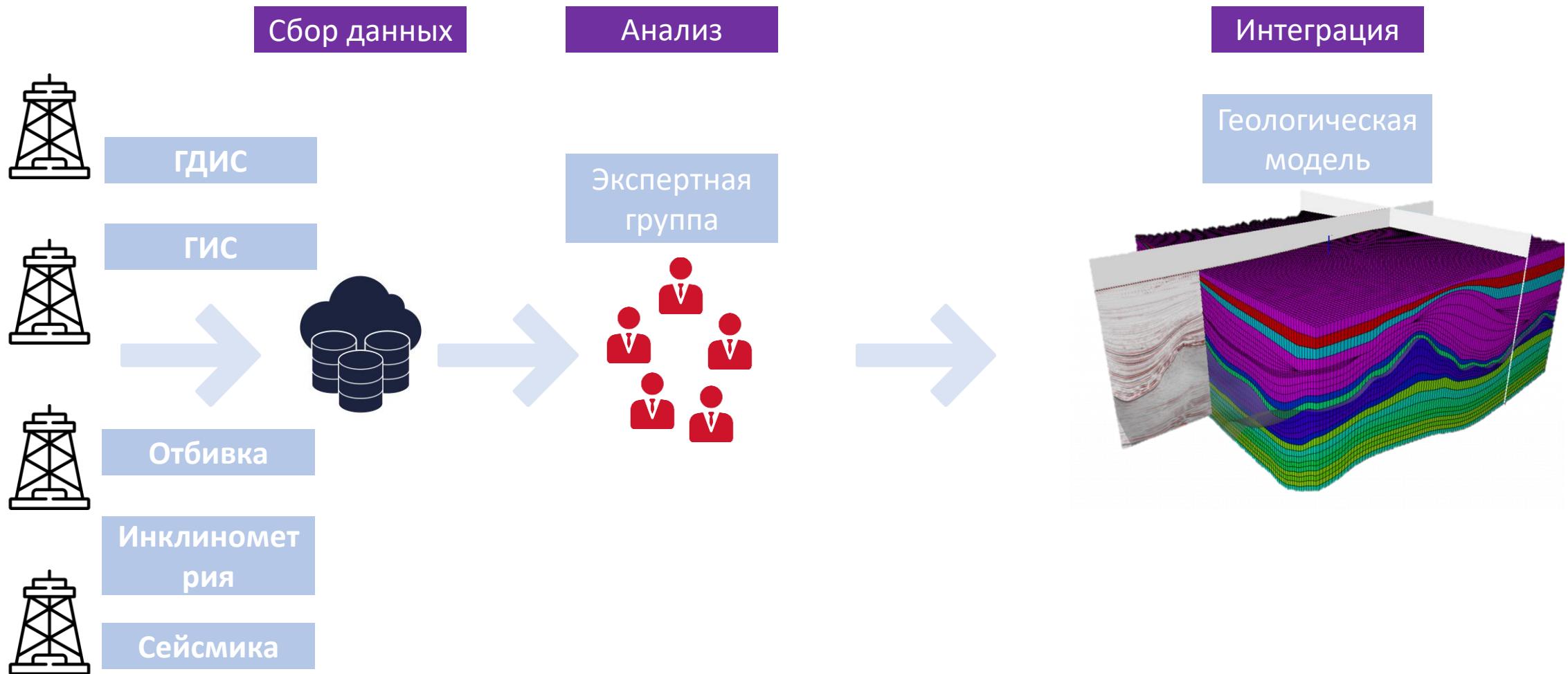
Как увеличить добычу? Как избежать падения добычи?



Оптимизация сценария разработки

Можно лучше? А если я так сделаю, что будет?

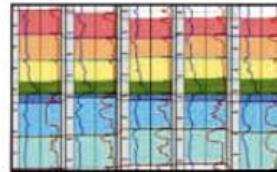
Процесс построения



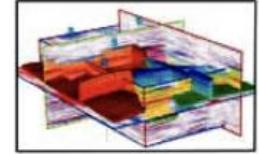
Импорт/экспорт данных



Корреляция



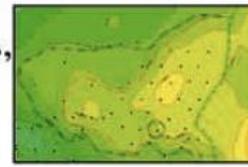
Сейсмика



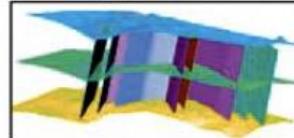
Анализ данных



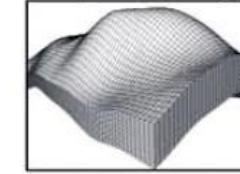
Построение / редактирование карт, полигонов, точек



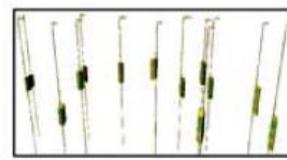
Построение модели нарушений



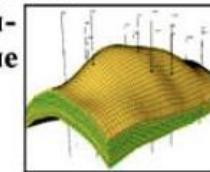
Построение каркаса



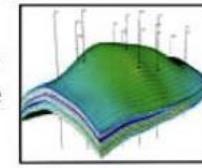
Осреднение на сетку



Фациальное моделирование



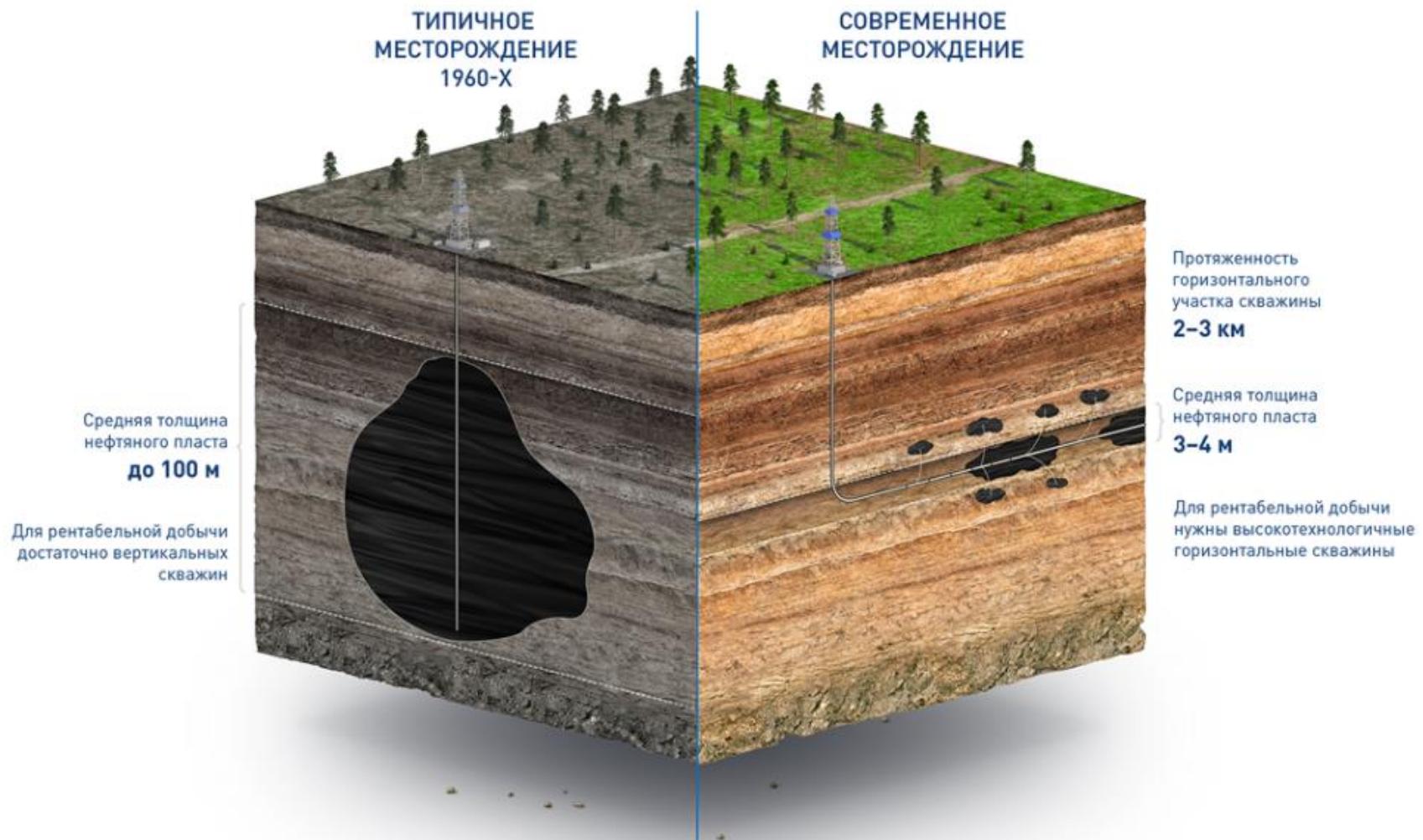
Петрофизическое моделирование



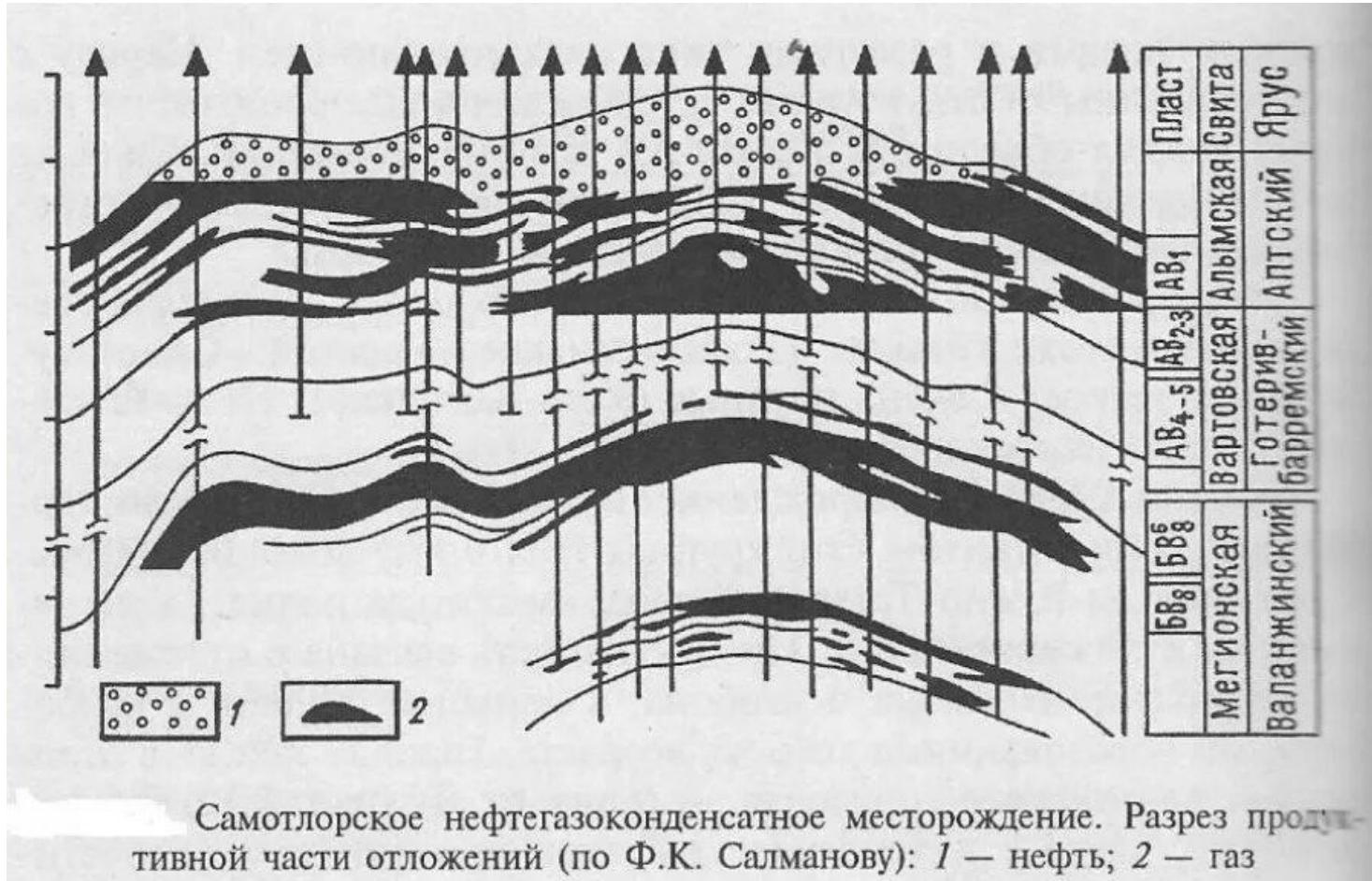
Подсчет запасов

Номер	Название	Месторождение	Начало	Конец	Глубина, м	Вид	Баланс, тыс.
1	Нижний горизонт	Горизонт 1	0.00	1.00	1000	1000	1000
2	Средний горизонт	Горизонт 2	1.00	2.00	1000	1000	1000
3	Верхний горизонт	Горизонт 3	2.00	3.00	1000	1000	1000
4	Горизонт 4	Горизонт 4	3.00	4.00	1000	1000	1000
5	Горизонт 5	Горизонт 5	4.00	5.00	1000	1000	1000
6	Горизонт 6	Горизонт 6	5.00	6.00	1000	1000	1000
7	Горизонт 7	Горизонт 7	6.00	7.00	1000	1000	1000
8	Горизонт 8	Горизонт 8	7.00	8.00	1000	1000	1000
9	Горизонт 9	Горизонт 9	8.00	9.00	1000	1000	1000
10	Горизонт 10	Горизонт 10	9.00	10.00	1000	1000	1000
11	Горизонт 11	Горизонт 11	10.00	11.00	1000	1000	1000
12	Горизонт 12	Горизонт 12	11.00	12.00	1000	1000	1000
13	Горизонт 13	Горизонт 13	12.00	13.00	1000	1000	1000
14	Горизонт 14	Горизонт 14	13.00	14.00	1000	1000	1000
15	Горизонт 15	Горизонт 15	14.00	15.00	1000	1000	1000
16	Горизонт 16	Горизонт 16	15.00	16.00	1000	1000	1000
17	Горизонт 17	Горизонт 17	16.00	17.00	1000	1000	1000
18	Горизонт 18	Горизонт 18	17.00	18.00	1000	1000	1000
19	Горизонт 19	Горизонт 19	18.00	19.00	1000	1000	1000
20	Горизонт 20	Горизонт 20	19.00	20.00	1000	1000	1000
21	Горизонт 21	Горизонт 21	20.00	21.00	1000	1000	1000
22	Горизонт 22	Горизонт 22	21.00	22.00	1000	1000	1000
23	Горизонт 23	Горизонт 23	22.00	23.00	1000	1000	1000
24	Горизонт 24	Горизонт 24	23.00	24.00	1000	1000	1000
25	Горизонт 25	Горизонт 25	24.00	25.00	1000	1000	1000
26	Горизонт 26	Горизонт 26	25.00	26.00	1000	1000	1000
27	Горизонт 27	Горизонт 27	26.00	27.00	1000	1000	1000
28	Горизонт 28	Горизонт 28	27.00	28.00	1000	1000	1000
29	Горизонт 29	Горизонт 29	28.00	29.00	1000	1000	1000
30	Горизонт 30	Горизонт 30	29.00	30.00	1000	1000	1000
31	Горизонт 31	Горизонт 31	30.00	31.00	1000	1000	1000
32	Горизонт 32	Горизонт 32	31.00	32.00	1000	1000	1000
33	Горизонт 33	Горизонт 33	32.00	33.00	1000	1000	1000
34	Горизонт 34	Горизонт 34	33.00	34.00	1000	1000	1000
35	Горизонт 35	Горизонт 35	34.00	35.00	1000	1000	1000
36	Горизонт 36	Горизонт 36	35.00	36.00	1000	1000	1000
37	Горизонт 37	Горизонт 37	36.00	37.00	1000	1000	1000
38	Горизонт 38	Горизонт 38	37.00	38.00	1000	1000	1000
39	Горизонт 39	Горизонт 39	38.00	39.00	1000	1000	1000
40	Горизонт 40	Горизонт 40	39.00	40.00	1000	1000	1000
41	Горизонт 41	Горизонт 41	40.00	41.00	1000	1000	1000
42	Горизонт 42	Горизонт 42	41.00	42.00	1000	1000	1000
43	Горизонт 43	Горизонт 43	42.00	43.00	1000	1000	1000
44	Горизонт 44	Горизонт 44	43.00	44.00	1000	1000	1000
45	Горизонт 45	Горизонт 45	44.00	45.00	1000	1000	1000
46	Горизонт 46	Горизонт 46	45.00	46.00	1000	1000	1000
47	Горизонт 47	Горизонт 47	46.00	47.00	1000	1000	1000
48	Горизонт 48	Горизонт 48	47.00	48.00	1000	1000	1000
49	Горизонт 49	Горизонт 49	48.00	49.00	1000	1000	1000
50	Горизонт 50	Горизонт 50	49.00	50.00	1000	1000	1000
51	Горизонт 51	Горизонт 51	50.00	51.00	1000	1000	1000
52	Горизонт 52	Горизонт 52	51.00	52.00	1000	1000	1000
53	Горизонт 53	Горизонт 53	52.00	53.00	1000	1000	1000
54	Горизонт 54	Горизонт 54	53.00	54.00	1000	1000	1000
55	Горизонт 55	Горизонт 55	54.00	55.00	1000	1000	1000
56	Горизонт 56	Горизонт 56	55.00	56.00	1000	1000	1000
57	Горизонт 57	Горизонт 57	56.00	57.00	1000	1000	1000
58	Горизонт 58	Горизонт 58	57.00	58.00	1000	1000	1000
59	Горизонт 59	Горизонт 59	58.00	59.00	1000	1000	1000
60	Горизонт 60	Горизонт 60	59.00	60.00	1000	1000	1000
61	Горизонт 61	Горизонт 61	60.00	61.00	1000	1000	1000
62	Горизонт 62	Горизонт 62	61.00	62.00	1000	1000	1000
63	Горизонт 63	Горизонт 63	62.00	63.00	1000	1000	1000
64	Горизонт 64	Горизонт 64	63.00	64.00	1000	1000	1000
65	Горизонт 65	Горизонт 65	64.00	65.00	1000	1000	1000
66	Горизонт 66	Горизонт 66	65.00	66.00	1000	1000	1000
67	Горизонт 67	Горизонт 67	66.00	67.00	1000	1000	1000
68	Горизонт 68	Горизонт 68	67.00	68.00	1000	1000	1000
69	Горизонт 69	Горизонт 69	68.00	69.00	1000	1000	1000
70	Горизонт 70	Горизонт 70	69.00	70.00	1000	1000	1000
71	Горизонт 71	Горизонт 71	70.00	71.00	1000	1000	1000
72	Горизонт 72	Горизонт 72	71.00	72.00	1000	1000	1000
73	Горизонт 73	Горизонт 73	72.00	73.00	1000	1000	1000
74	Горизонт 74	Горизонт 74	73.00	74.00	1000	1000	1000
75	Горизонт 75	Горизонт 75	74.00	75.00	1000	1000	1000
76	Горизонт 76	Горизонт 76	75.00	76.00	1000	1000	1000
77	Горизонт 77	Горизонт 77	76.00	77.00	1000	1000	1000
78	Горизонт 78	Горизонт 78	77.00	78.00	1000	1000	1000
79	Горизонт 79	Горизонт 79	78.00	79.00	1000	1000	1000
80	Горизонт 80	Горизонт 80	79.00	80.00	1000	1000	1000
81	Горизонт 81	Горизонт 81	80.00	81.00	1000	1000	1000
82	Горизонт 82	Горизонт 82	81.00	82.00	1000	1000	1000
83	Горизонт 83	Горизонт 83	82.00	83.00	1000	1000	1000
84	Горизонт 84	Горизонт 84	83.00	84.00	1000	1000	1000
85	Горизонт 85	Горизонт 85	84.00	85.00	1000	1000	1000
86	Горизонт 86	Горизонт 86	85.00	86.00	1000	1000	1000
87	Горизонт 87	Горизонт 87	86.00	87.00	1000	1000	1000
88	Горизонт 88	Горизонт 88	87.00	88.00	1000	1000	1000
89	Горизонт 89	Горизонт 89	88.00	89.00	1000	1000	1000
90	Горизонт 90	Горизонт 90	89.00	90.00	1000	1000	1000
91	Горизонт 91	Горизонт 91	90.00	91.00	1000	1000	1000
92	Горизонт 92	Горизонт 92	91.00	92.00	1000	1000	1000
93	Горизонт 93	Горизонт 93	92.00	93.00	1000	1000	1000
94	Горизонт 94	Горизонт 94	93.00	94.00	1000	1000	1000
95	Горизонт 95	Горизонт 95	94.00	95.00	1000	1000	1000
96	Горизонт 96	Горизонт 96	95.00	96.00	1000	1000	1000
97	Горизонт 97	Горизонт 97	96.00	97.00	1000	1000	1000
98	Горизонт 98	Горизонт 98	97.00	98.00	1000	1000	1000
99	Горизонт 99	Горизонт 99	98.00	99.00	1000	1000	1000
100	Горизонт 100	Горизонт 100	99.00	100.00	1000	1000	1000
101	Горизонт 101	Горизонт 101	100.00	101.00	1000	1000	1000
102	Горизонт 102	Горизонт 102	101.00	102.00	1000	1000	1000
103	Горизонт 103	Горизонт 103	102.00	103.00	1000	1000	1000
104	Горизонт 104	Горизонт 104	103.00	104.00	1000	1000	1000
105	Горизонт 105	Горизонт 105	104.00	105.00	1000	1000	1000
106	Горизонт 106	Горизонт 106	105.00	106.00	1000	1000	1000
107	Горизонт 107	Горизонт 107	106.00	107.00	1000	1000	1000
108	Горизонт 108	Горизонт 108	107.00	108.00	1000	1000	1000
109	Горизонт 109	Горизонт 109	108.00	109.00	1000	1000	1000
110	Горизонт 110	Горизонт 110	109.00	110.00	1000	1000	1000
111	Горизонт 111	Горизонт 111	110.00	111.00	1000	1000	1000
112	Горизонт 112	Горизонт 112	111.00	112.00	1000	1000	1000
113	Горизонт 113	Горизонт 113	112.00	113.00	1000	1000	1000
114	Горизонт 114	Горизонт 114	113.00	114.00	1000	1000	1000
115	Горизонт 115	Горизонт 115	114.00	115.00	1000	1000	1000
116	Горизонт 116	Горизонт 116	115.00	116.00	1000	1000	1000
117	Горизонт 117	Горизонт 117	116.00	117.00	1000	1000	1000
118	Горизонт 118	Горизонт 118	117.00	118.00	1000	1000	1000
119	Горизонт 119	Горизонт 119	118.00	119.00	1000	1000	

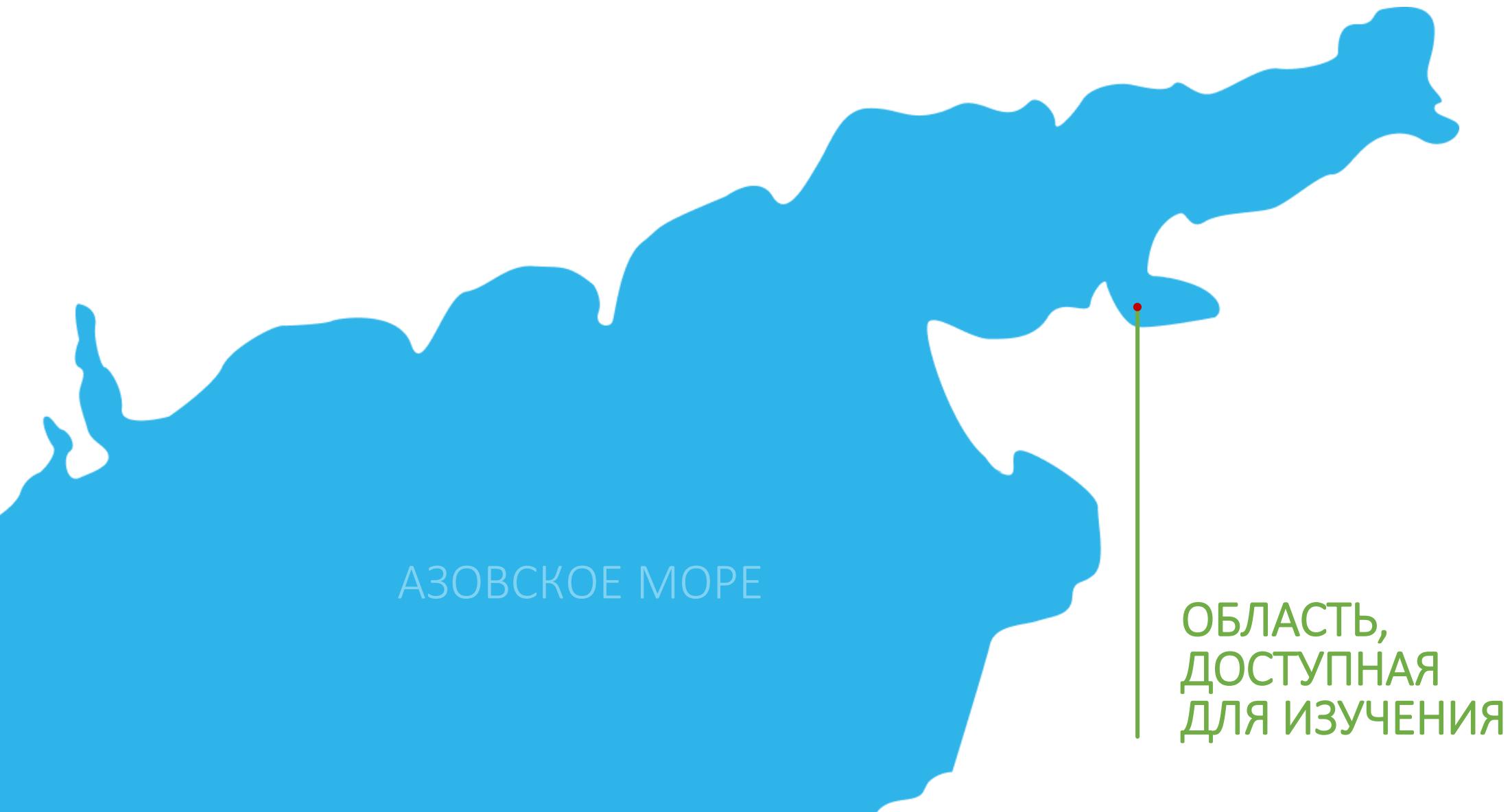
А раньше как справлялись?



Степень изученности



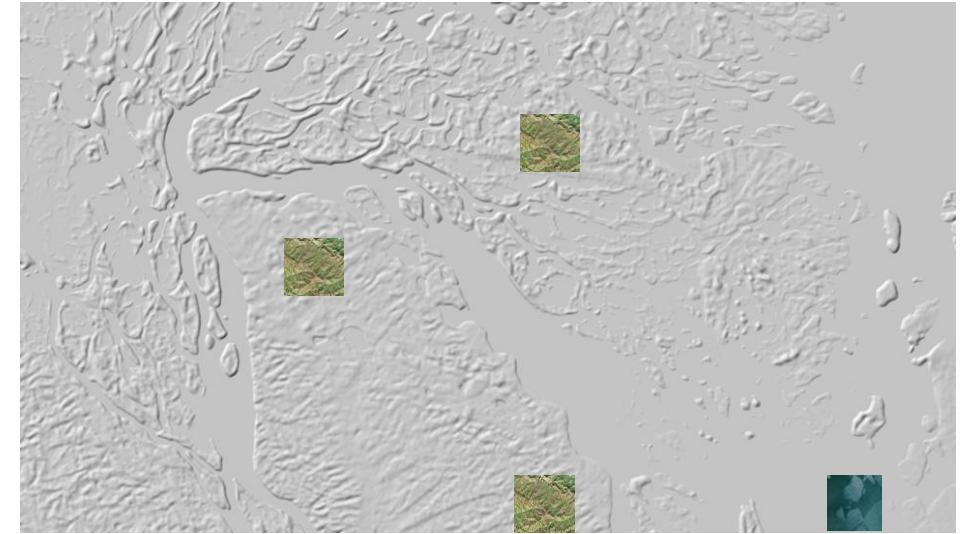
более
20 000 скважин!



ОБЛАСТЬ,
ДОСТУПНАЯ
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ



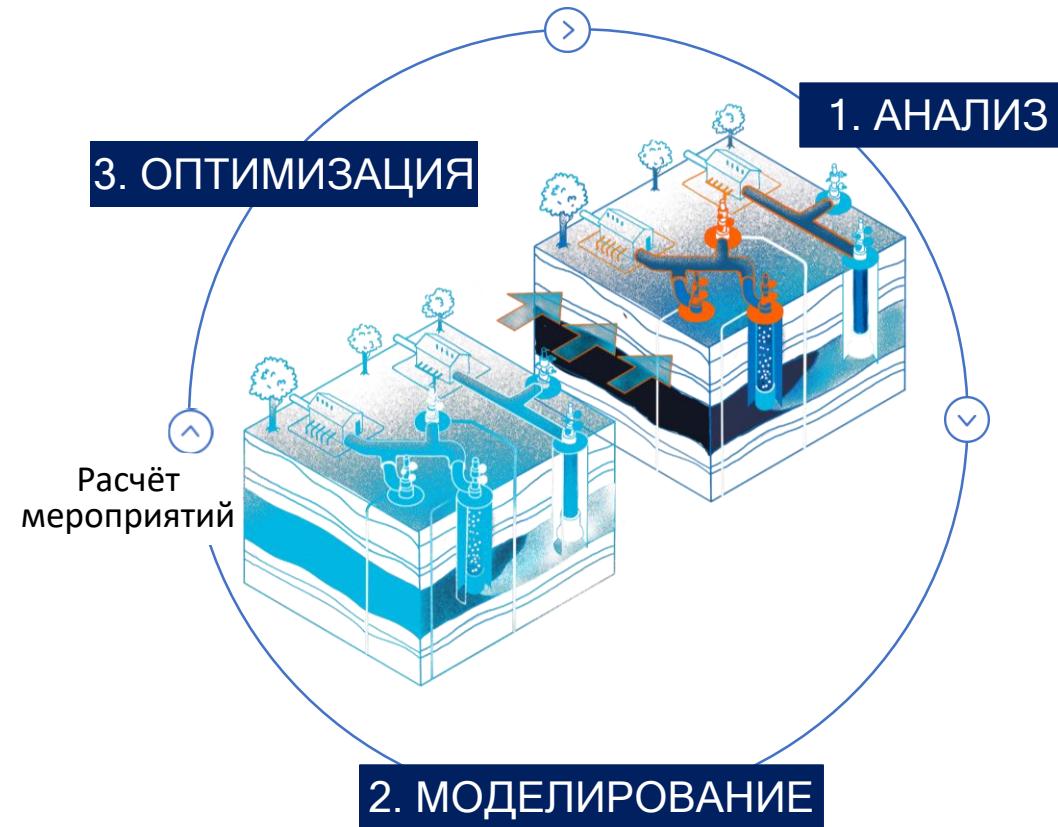
Основная задача геолога – корректно оценить диапазон неопределенностей



но чаще всего нам доступно такое представление

А ГДЕ ВЗЯТЬ ЕЩЕ ДАННЫХ?

Адаптация на основе реальных данных



КАК ЭТО АДАПТИРУЕТСЯ?

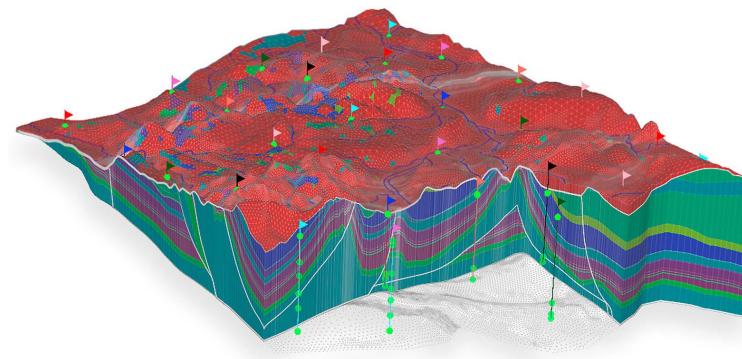
Что у нас есть?

Реальные
данные



Базовая
модель

Спасибо геологам!
(это гипотеза)



Параметры

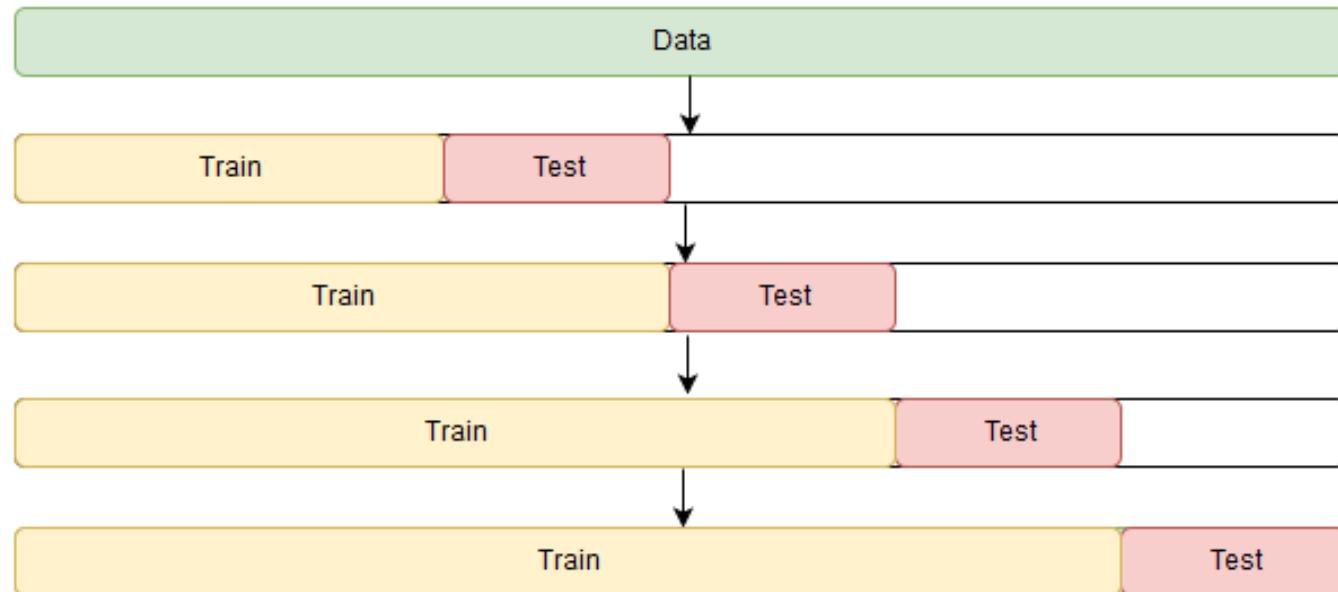
Управляющие
параметры

Свойства пласта:

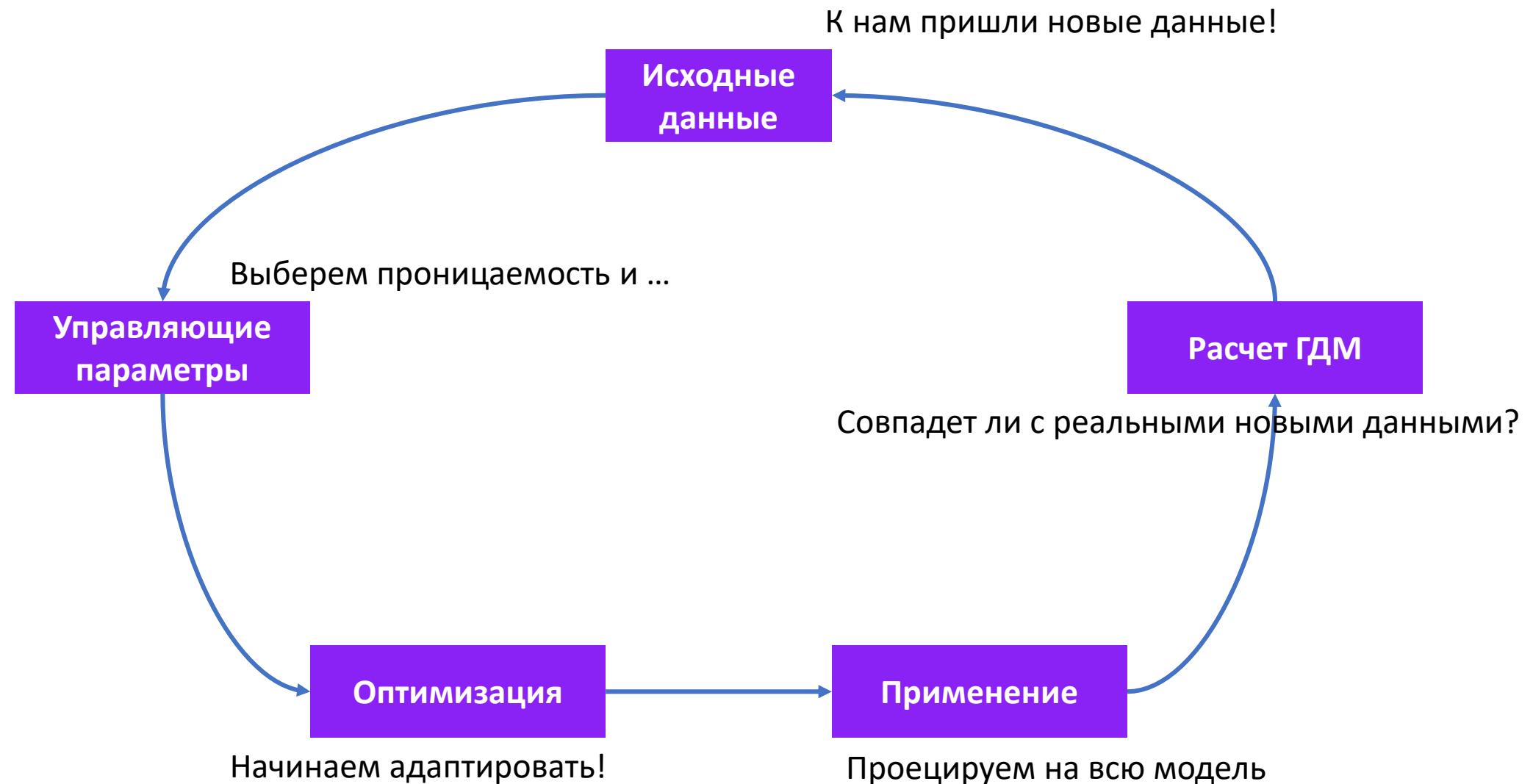
- Пористость
- Проницаемость
- Насыщенность
- Пр.

С их помощью мы будем адаптировать!

Что за задача машинного обучения?

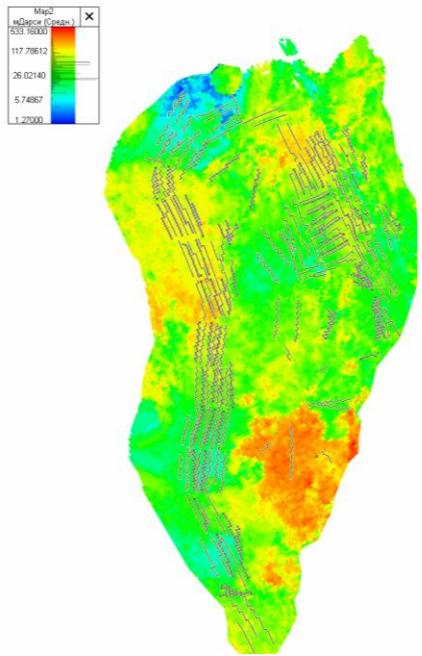


Примерный алгоритм адаптации

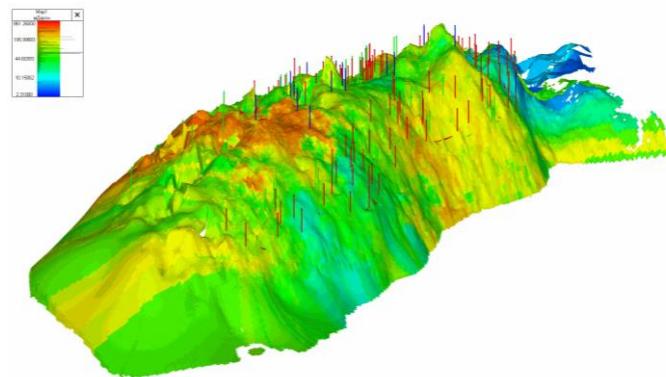


Процесс адаптации

Генератор карт проницаемости из замеров



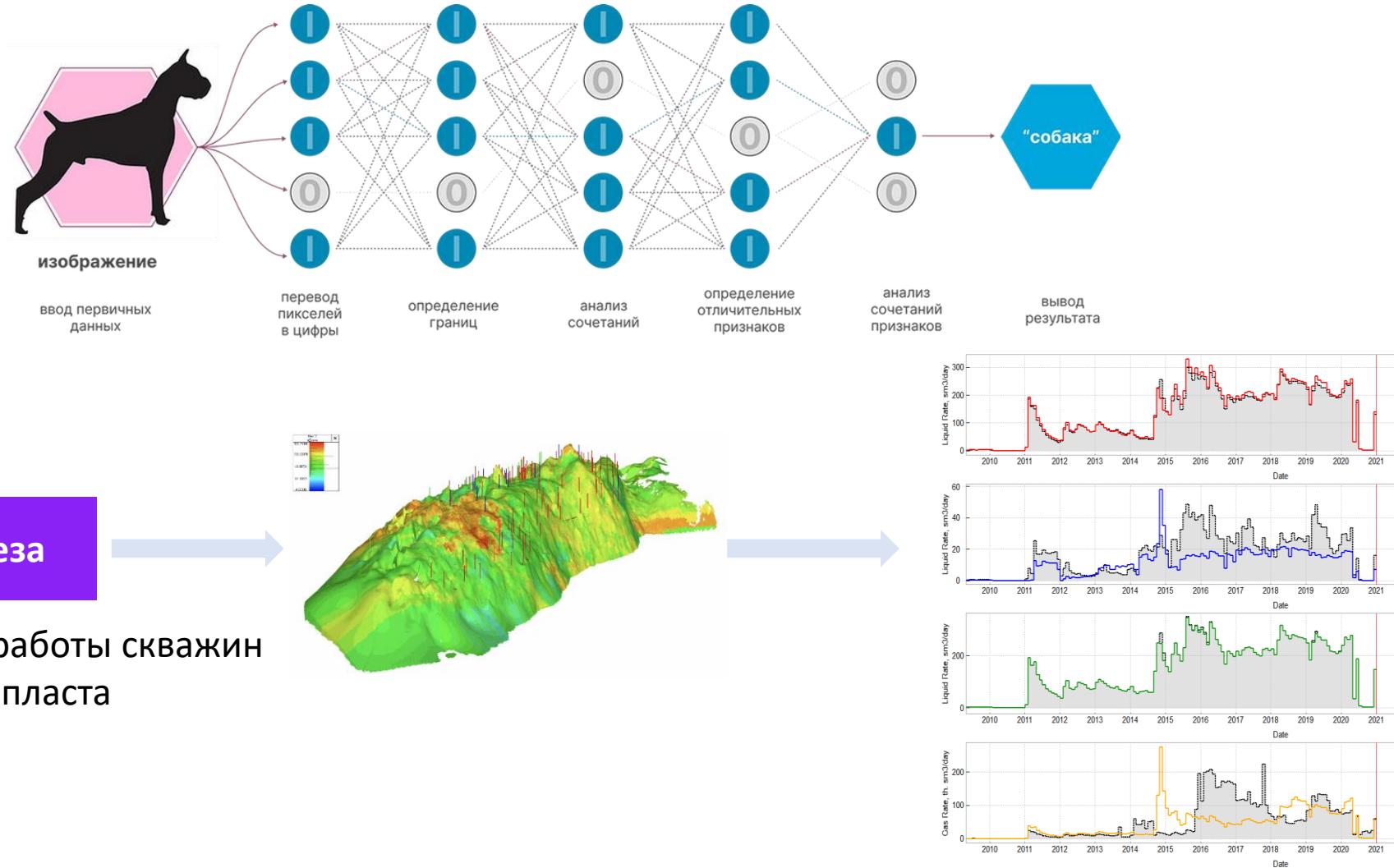
3D-модель пласта



Прогнозирование добычи



Аналоги



Вызовы

- Модель хорошо адаптируется под новые данные?
- Прям так хорошо все оптимизируется?
- А что там по физичности?
- На основе обновленной модели можно принимать решения?

Вызовы

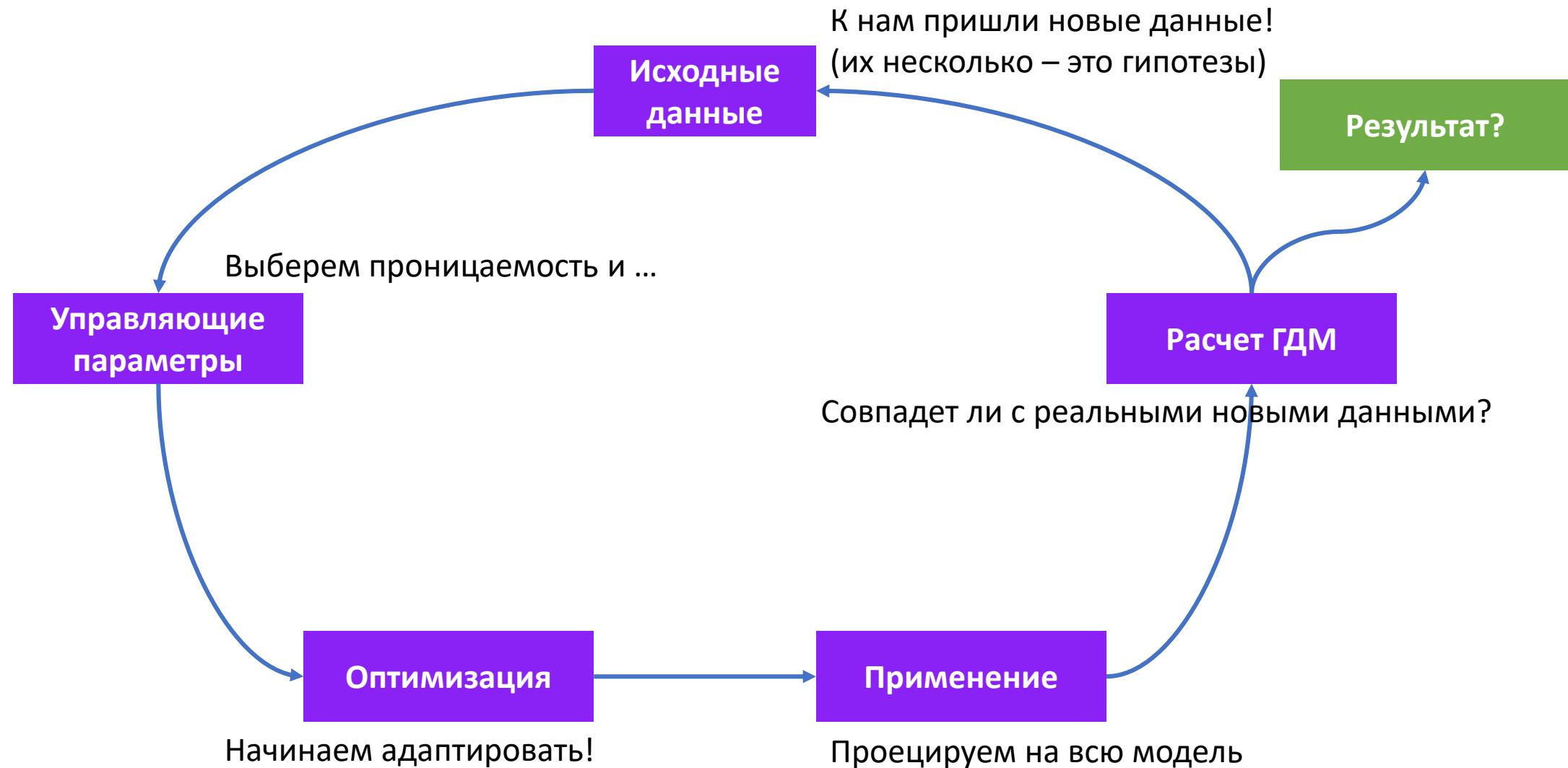
- Модель хорошо адаптируется под новые данные? Да

- Прямо так хорошо все оптимизируется? Есть нюансы

- А что там по физичности? Есть нюансы

- На основе обновленной модели можно принимать решения? Да

Примерный алгоритм адаптации



Выводы

- Физичность нужно оценить – где брать доменные знания?
- Оптимизацию нужно улучшать – подгонка **запрещена**

За кем итоговое слово? – нужно принимать решение

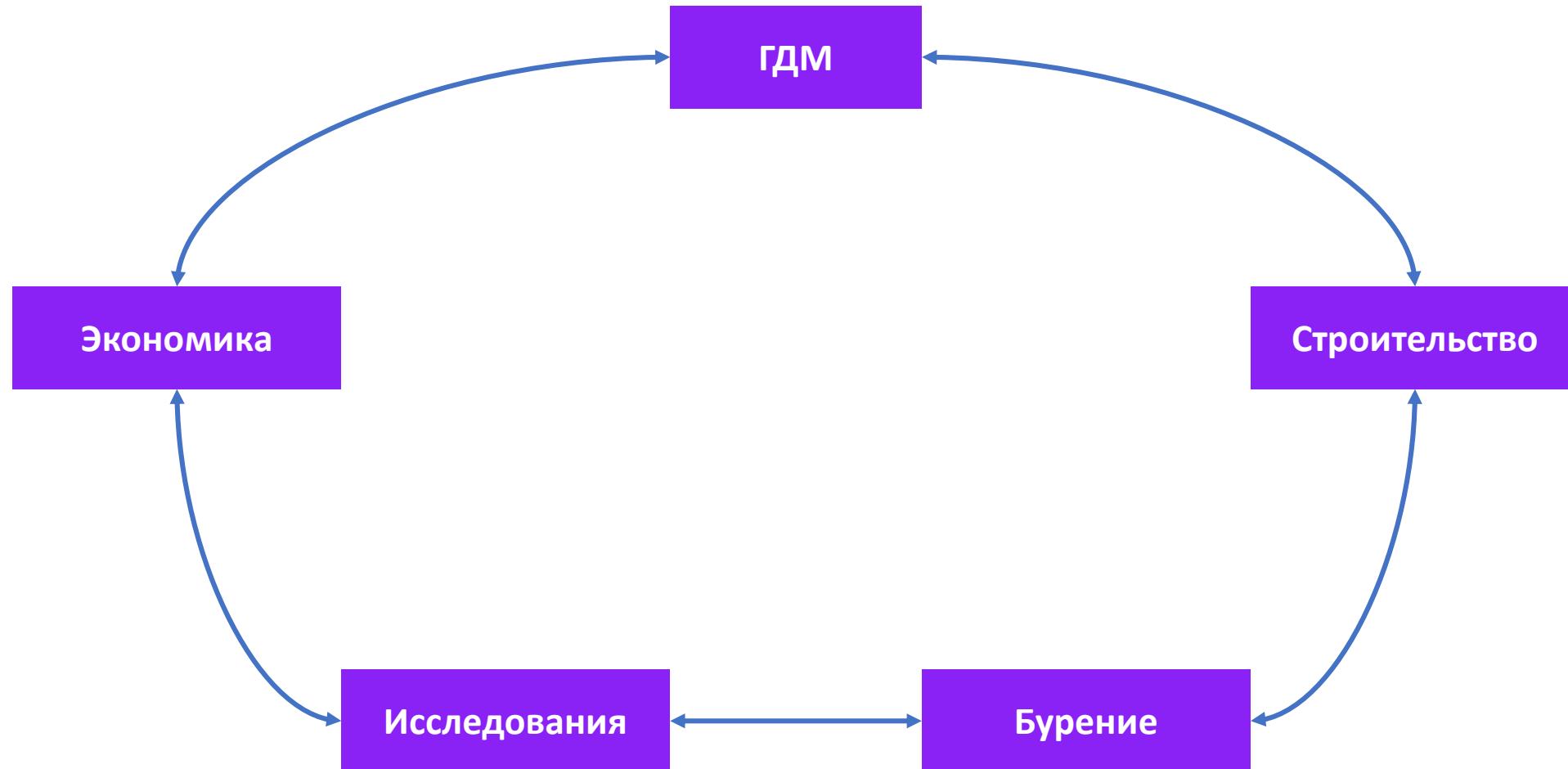
Вопросы

Окей, наша модель адаптирована, а значит более точной у нас уже не будет

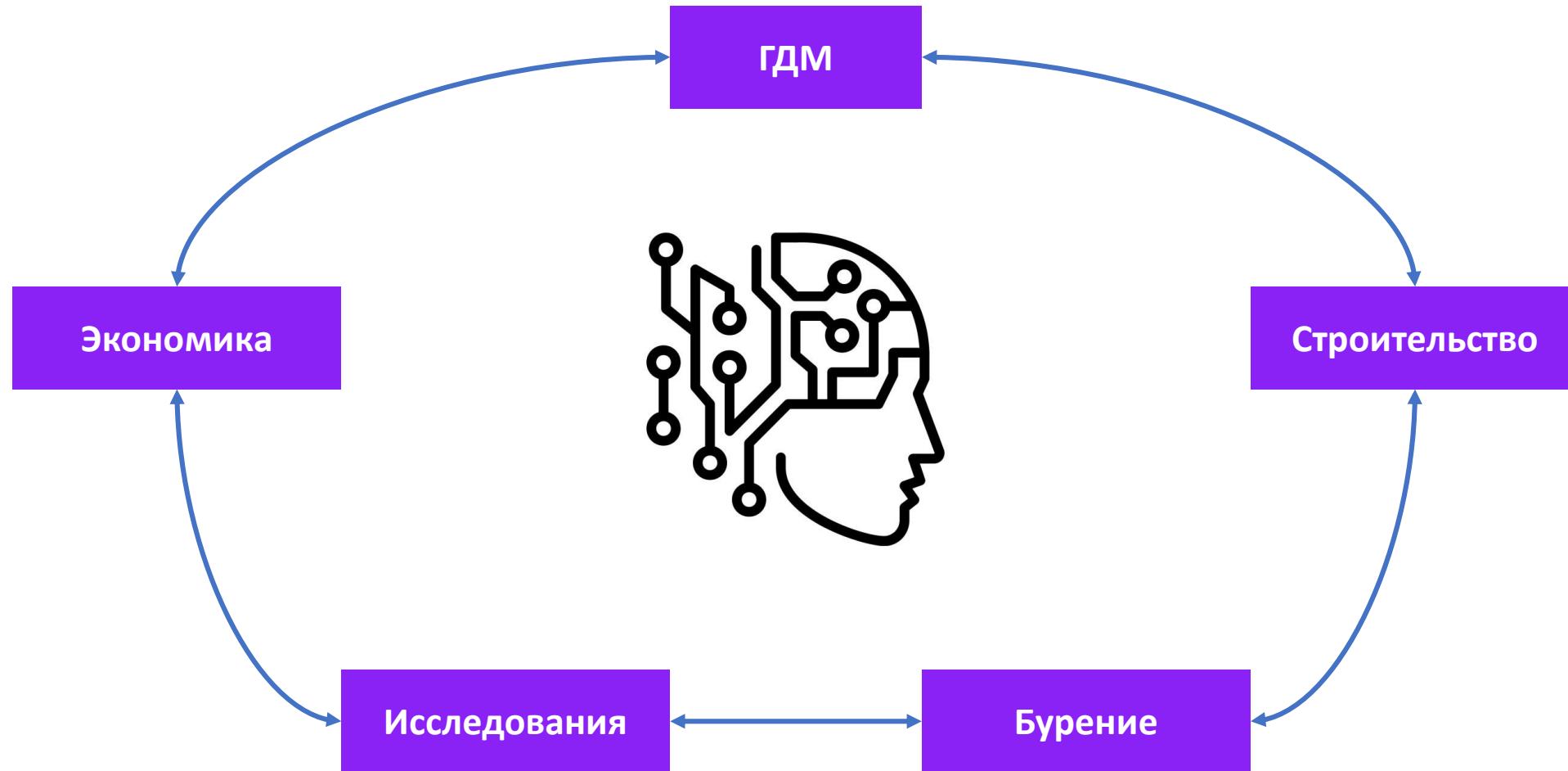
- Мы сможем пробурить столько скважин?
- А выставить такие режимы работы скважин?
- Запасы верно оценены?
- Строительство инфраструктуры ведь требуется, можно подробности?
- Какой экономический эффект мы можем получить?

ЧТО ТАМ С УПРАВЛЕНИЕМ?

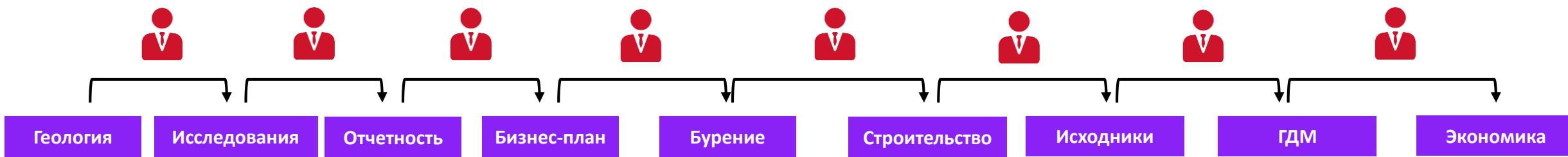
Много цифровых двойников



Много цифровых двойников

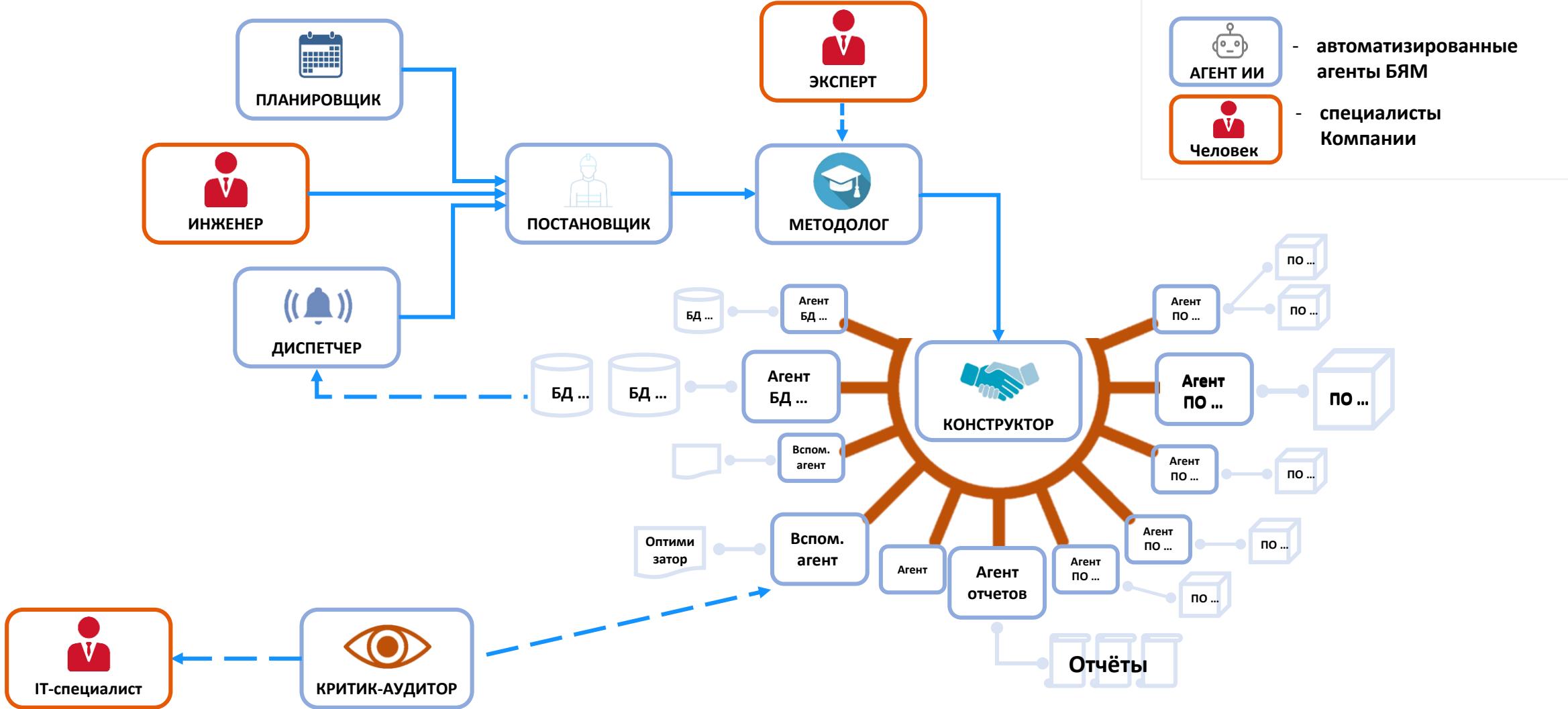


Длинная цепочка для получения ответа

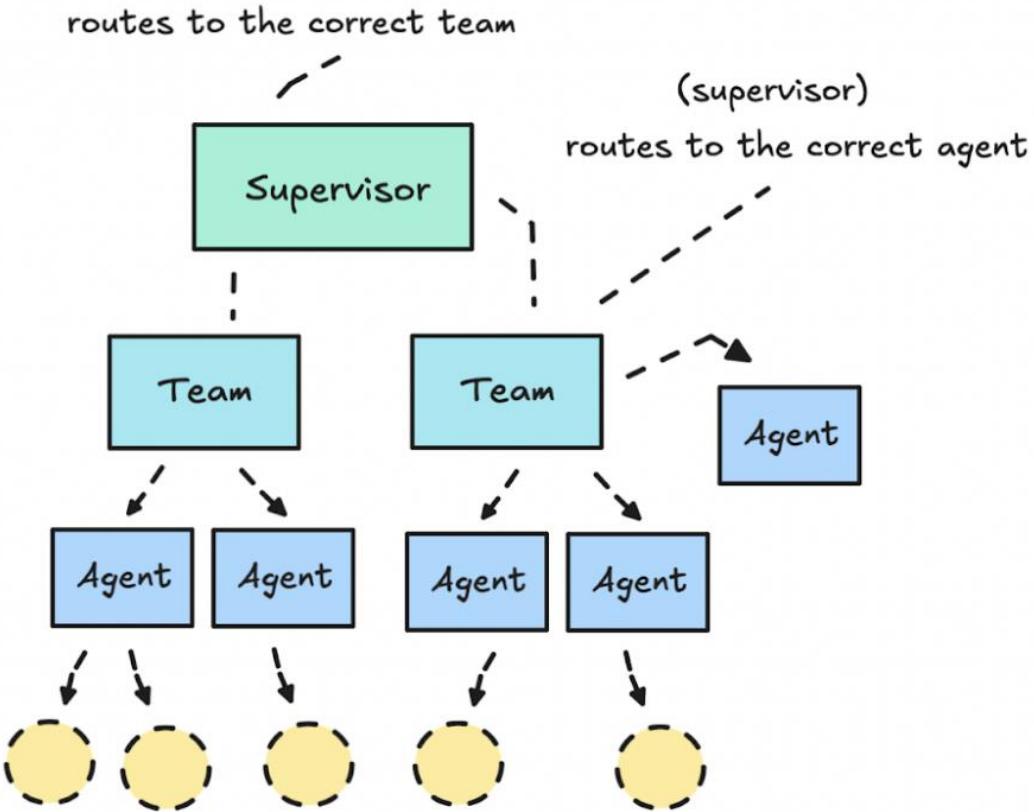
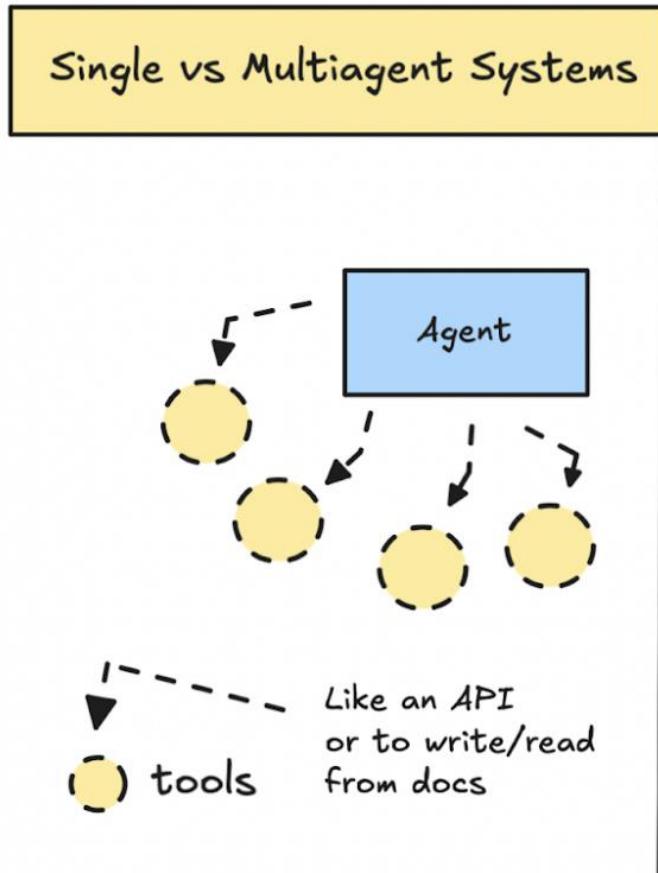




Внедряем ИИ(И)!



Мультиагентные системы

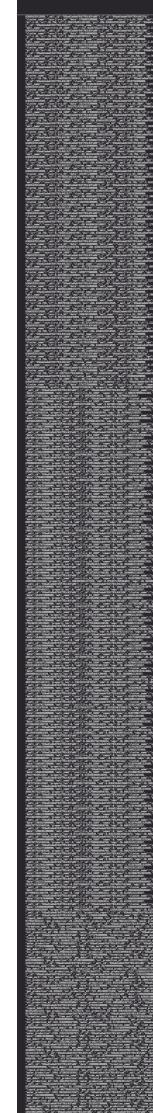


Вызовы

```
"_id" "65ba61e8e6f84f703c03fa06"  
"_group_id" "65ba61e69908a34895d1b738"  
"name" "Месторождение_64_1869"  
"entity" "well"  
"source" "Results"  
"cluster_name" "Месторождение_64"  
"field" "Месторождение М"  
"profile" "ГС"  
"role_project" "Добывающая"  
"target"  
  
"horizontal_length" 1000  
"formation_name" "AB1"  
"point"
```

```
"_id" "65ba61e8e6f84f703c03fbf6"  
"_well_id" "65ba61e8e6f84f703c03fa06"  
"point_type" "T1"  
"x" 566659.89  
"y" 6769791.17
```

```
"date_of_entry" 1768694400000  
"status" "Проектная"  
"wellbore_parent" "1869"  
"business_associate" "ОАО НЕФТЬ И ГАЗ"  
"hydraulic_fracturing" " id" "65ba8087e6f84f703c047600"  
" well_id": "65ba61e8e6f84f703c03fa06", "formation_name": "AB1", "stage_count": 12}], "economy": {"indicator": [{"_id": "62ede6f84f703c0412e9", "cluster_name": "Месторождение_64", "date": 1767225600000, "well_name": "Месторождение_64_1869", "npu": "-"}]
```



Вызовы

- Интеграция со всеми двойниками
- Объяснить ЛЛМ как пользоваться предоставленным ПО
- Объяснить ЛЛМ что такое оптимальная разработка
- Объяснить ЛЛМ процессы компании
- Объяснить ЛЛМ разработку месторождений

Вызовы

- Интеграция со всеми двойниками

Вопрос техники, понятно как решать

- Объяснить ЛЛМ как пользоваться предоставленным ПО

Непонятно как решать (пока),
Задача объемная, ресерч

- Объяснить ЛЛМ что такое оптимальная разработка

- Объяснить ЛЛМ процессы компании

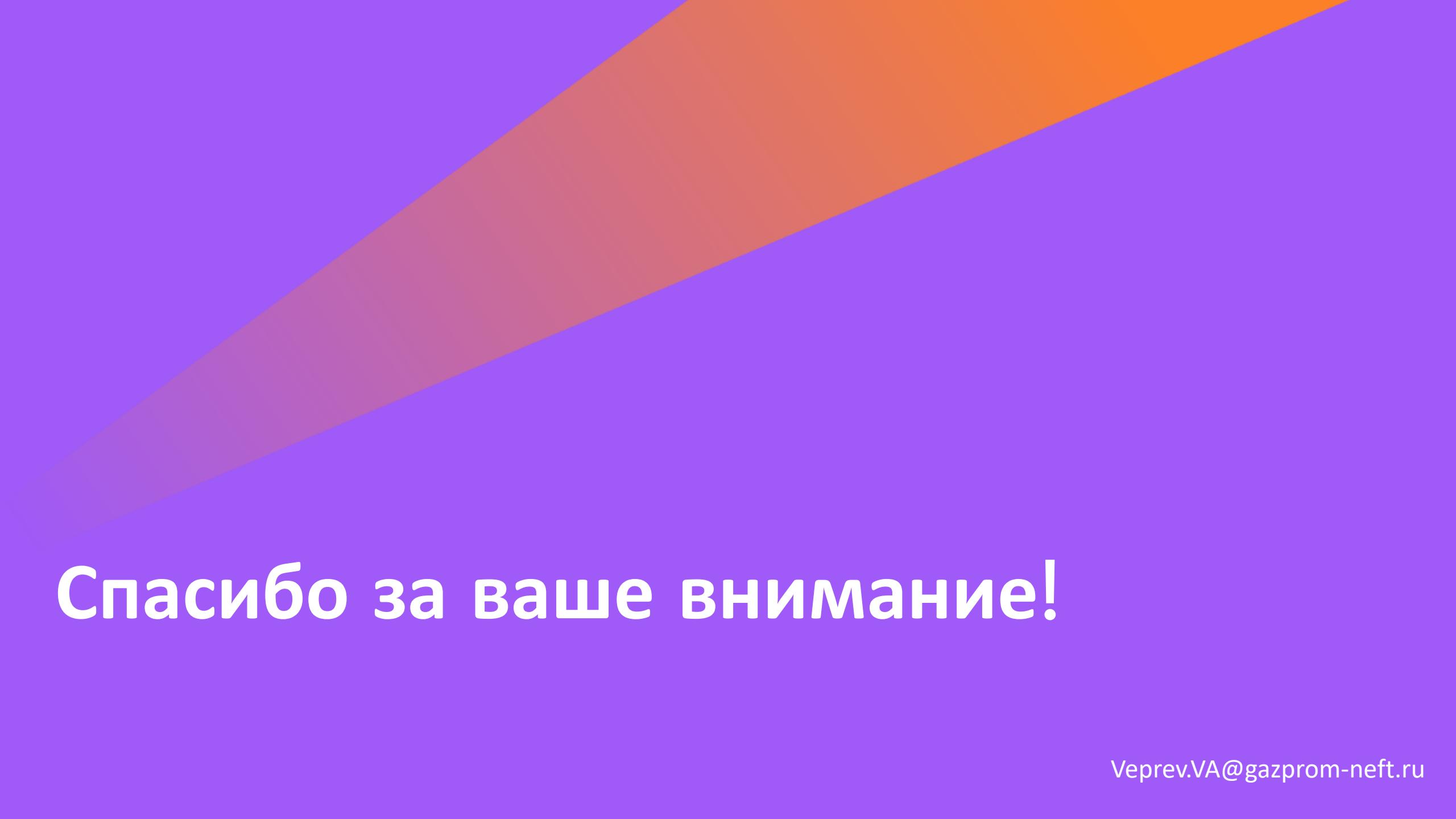
- Объяснить ЛЛМ разработку месторождений

Как добавить доменные знания?

Выводы

- Экспертиза внутри ИИ(И) – главный **вызов** сейчас
- Мы встречаем все те же проблемы в МЛ
- Мы **не можем** проводить эксперименты над промышленными объектами
- Цифровые двойники – возможность принимать **верные решения**
- Мультиагентные системы – наступившее **будущее**





Спасибо за ваше внимание!

Veprev.VA@gazprom-neft.ru