



Корпоративный
университет
Газпром нефти

Центр Компетенций
Искусственного
Интеллекта

03.11.2025

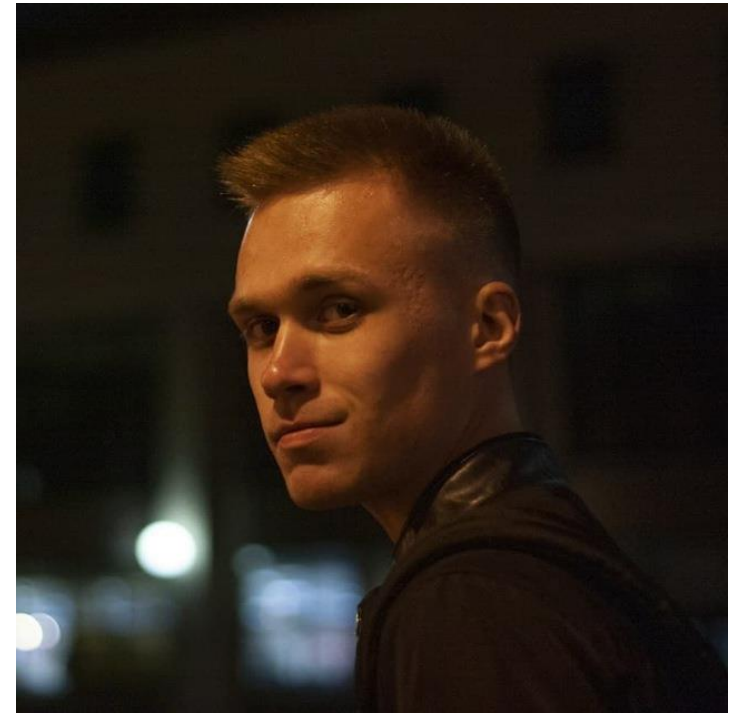
Особенности применения ИИ для задач создания и управления цифровыми двойниками промышленных объектов

Владислав Вепрев
Veprev.VA@gazprom-neft.ru

Знакомство

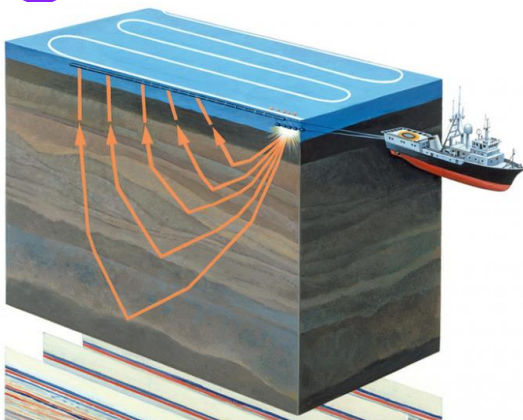
Владислав Вепрев

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

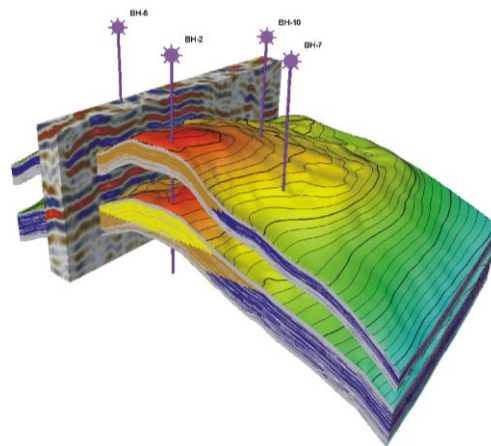


Upstream/downstream

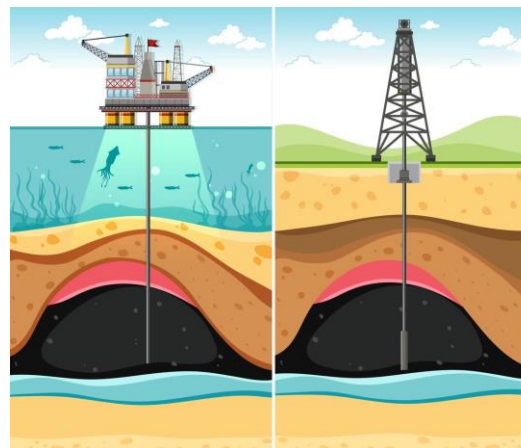
1 Поиск/разведка



2 Анализ/оценка/проект



3 Бурение



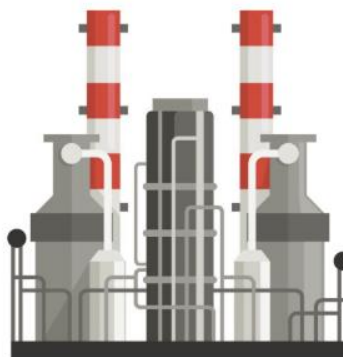
4 Добыча



5 Логистика



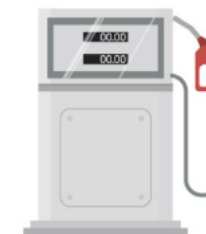
6 Переработка



7 Дистрибуция

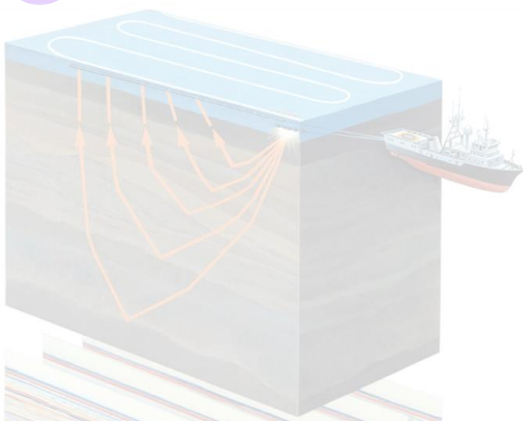


8 Сбыт

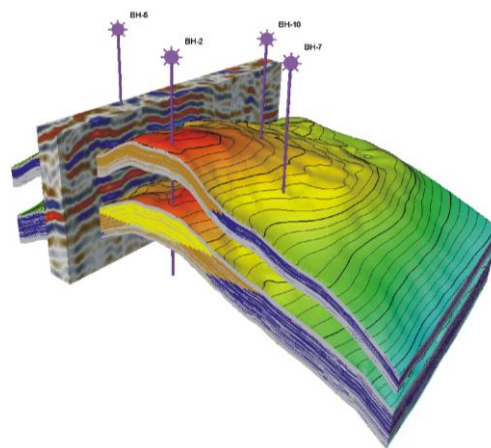


Upstream/downstream

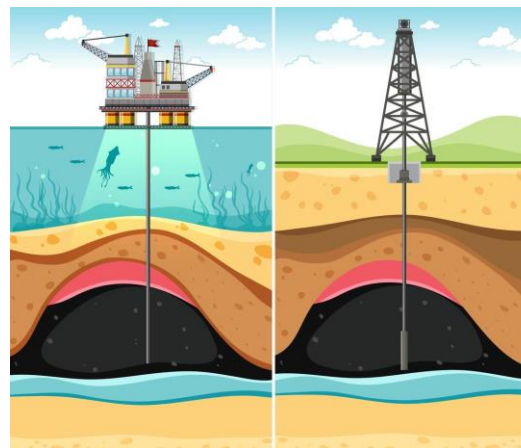
1 Поиск/разведка



2 Анализ/оценка/проект



3 Бурение



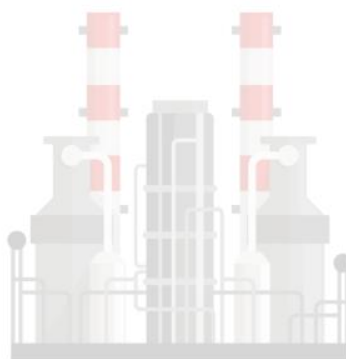
4 Добыча



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? ????

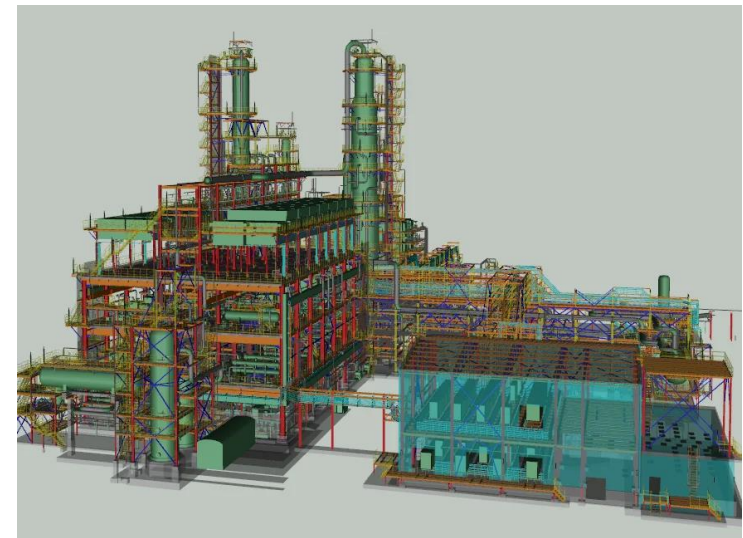
Что такое цифровой двойник

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.

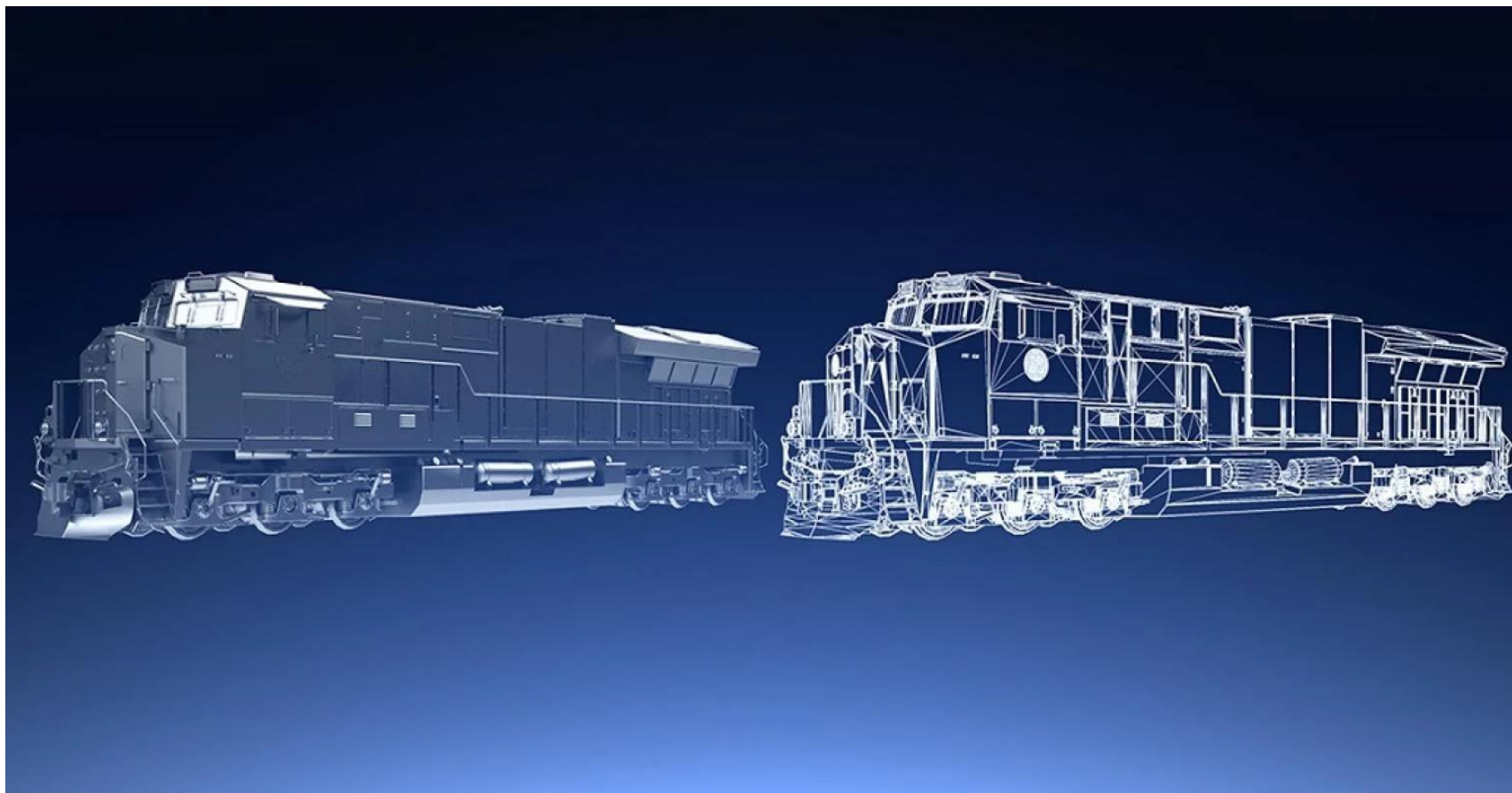
Цифровой двойник объединяет:

- 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.).

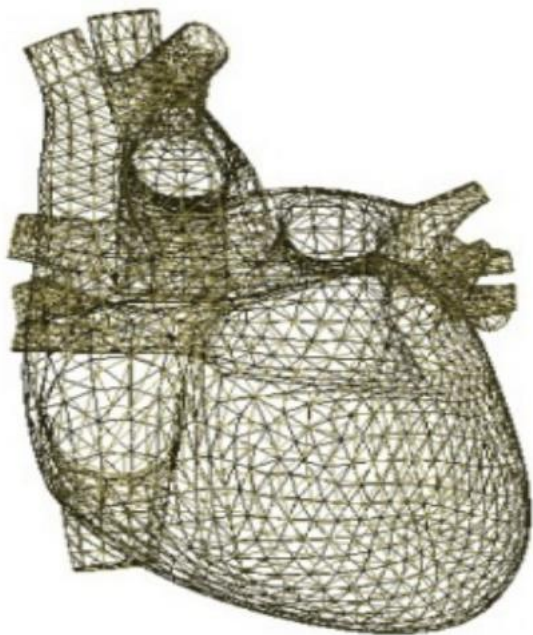
Примеры



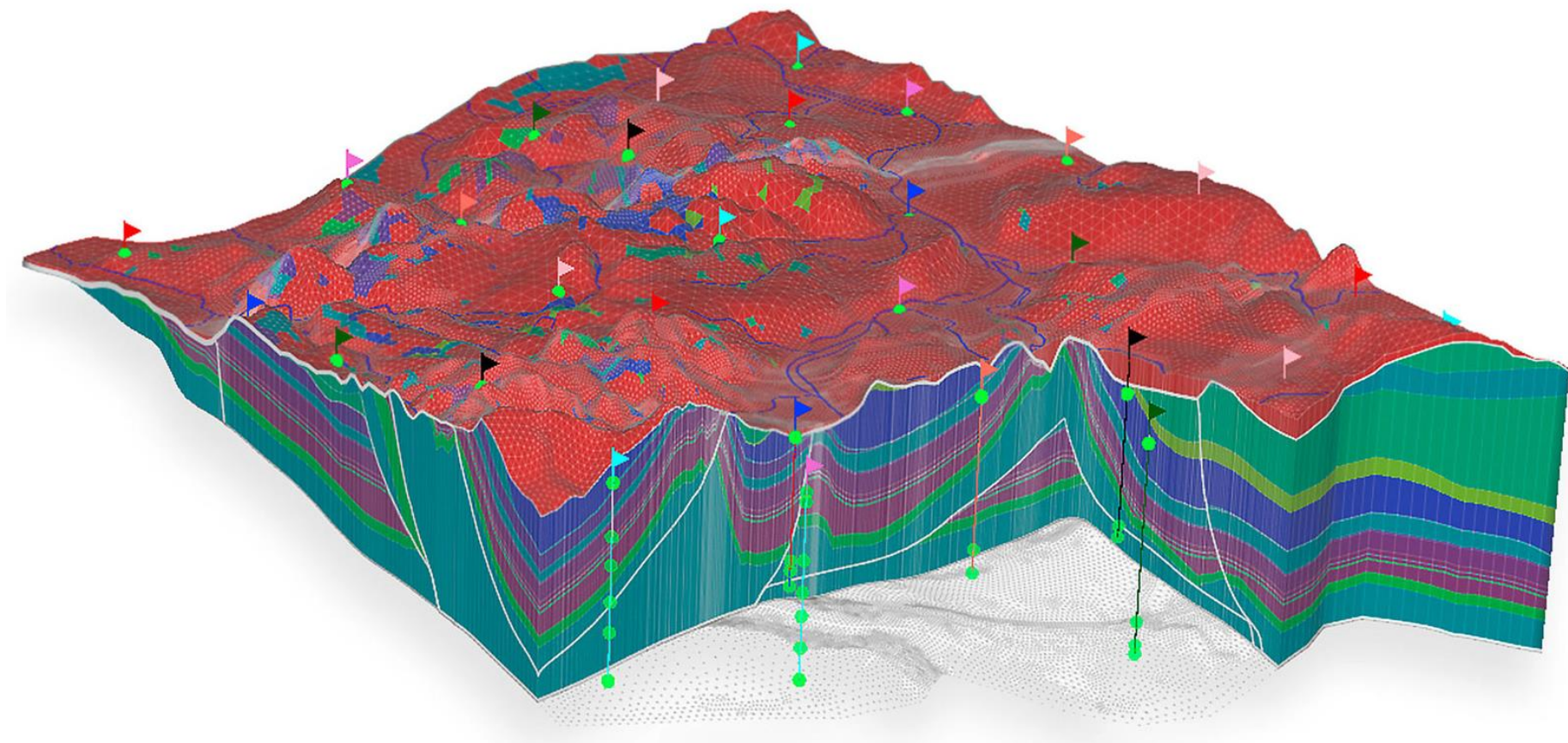
Примеры



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)

Принимаемые решения



Бурение новых скважин

Сколько? Куда? Как расположить?



Подбор режима работы скважины

Какая скважина? Какие темпы отбора/нагнетания?



Подбор геолого-технических мероприятий

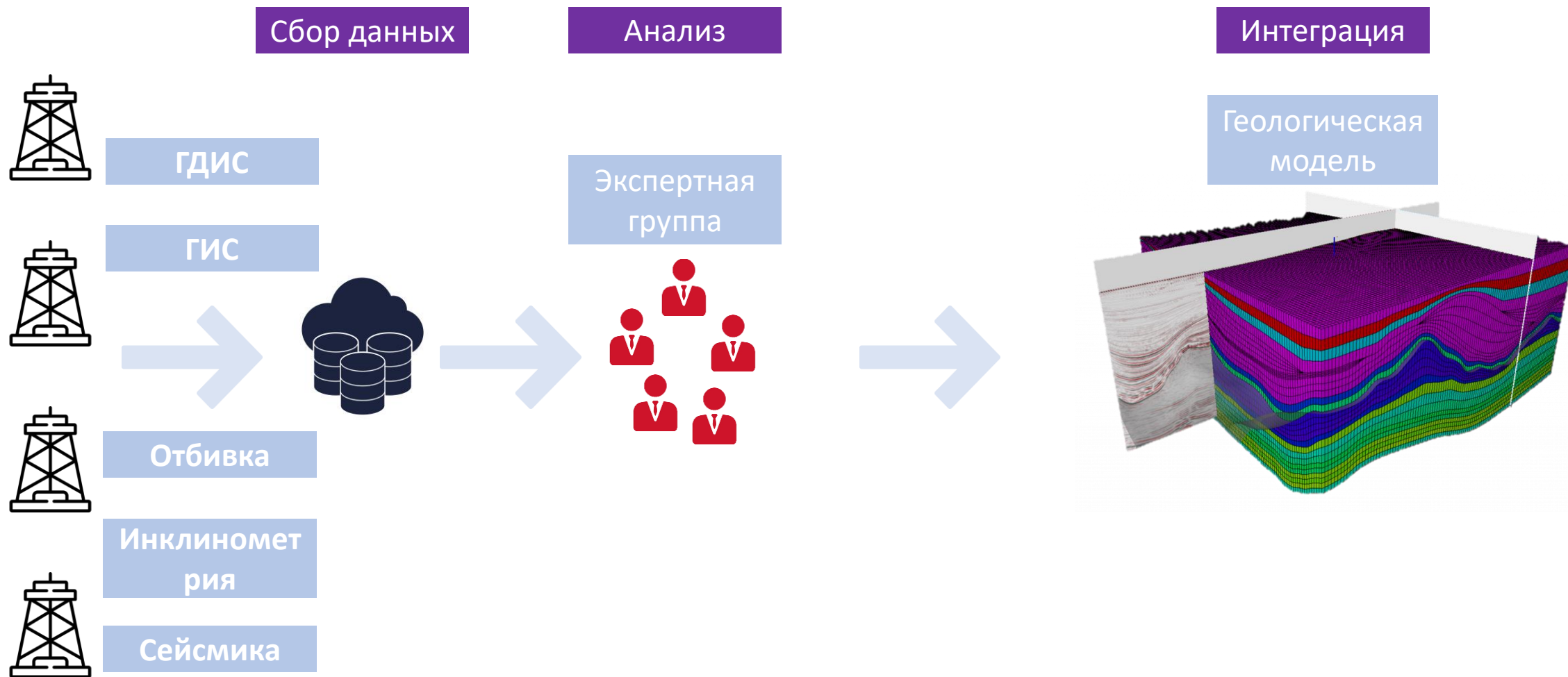
Как увеличить добычу? Как избежать падения добычи?



Оптимизация сценария разработки

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

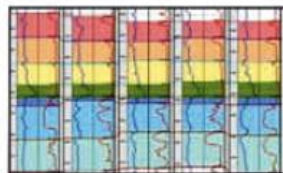
Процесс построения



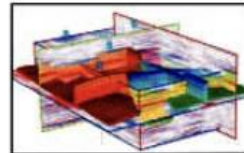
Импорт/экспорт данных



Корреляция



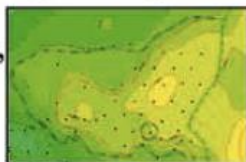
Сейсмика



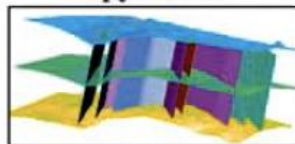
Анализ данных



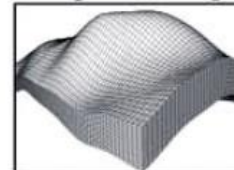
Построение / редактирование карт, полигонов, точек



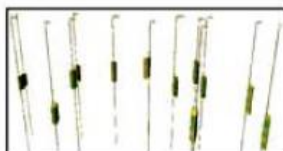
Построение модели нарушений



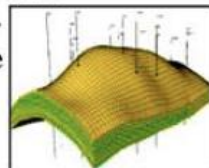
Построение каркаса



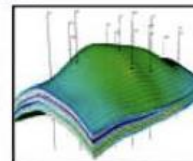
Осреднение на сетку



Фациальное моделирование



Петрофизическое моделирование



Подсчет запасов

Вид	Имя	Объем, м³	Объем, м³	Объем, м³	Объем, м³	Объем, м³
Всего	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
Водоносный слой	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
Водоносный слой	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
Водоносный слой	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
Водоносный слой	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
Водоносный слой	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
Водоносный слой	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
Водоносный слой	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
Водоносный слой	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
Водоносный слой	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000

Калькулятор



Планирование скважин



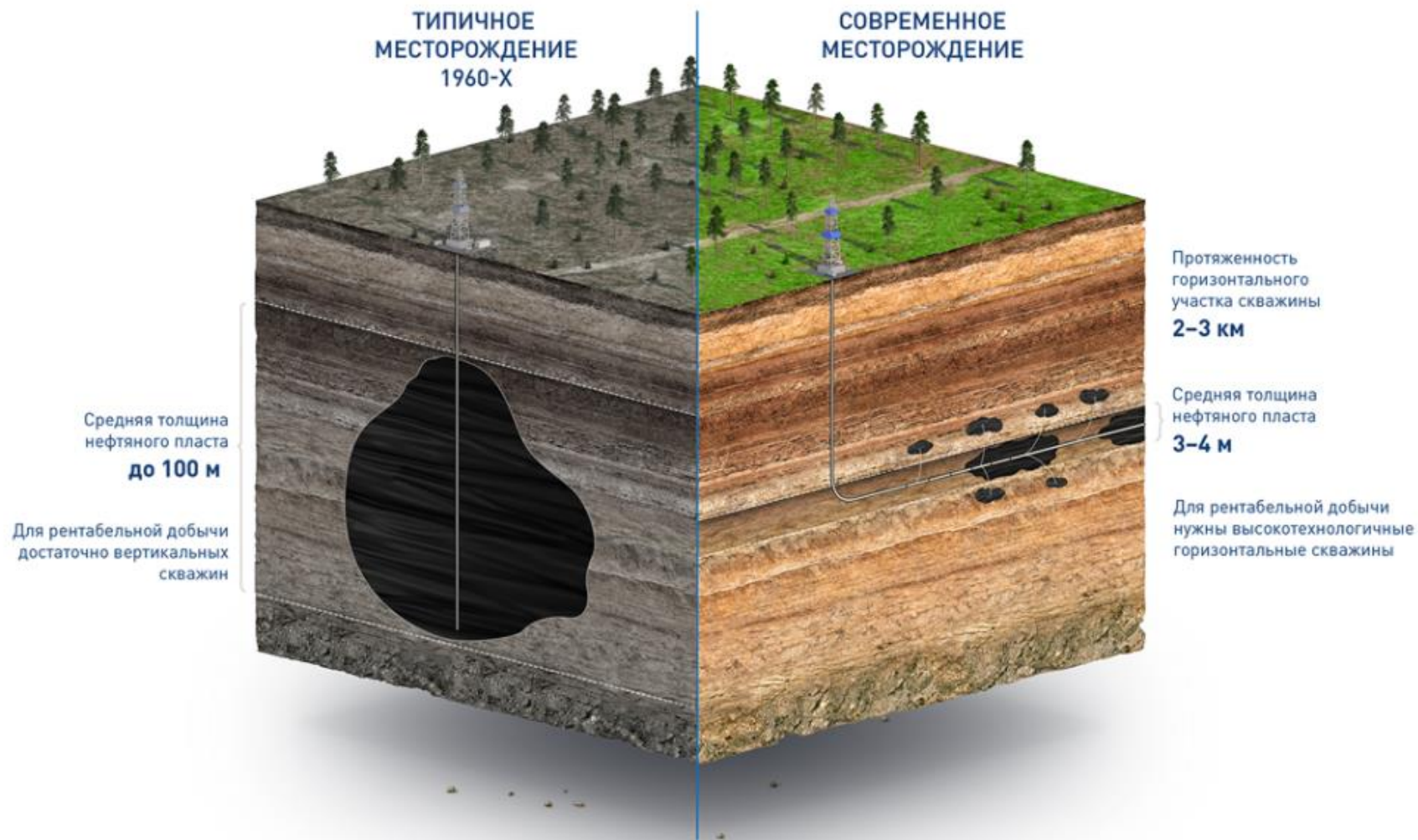
Анализ неопределенности и рисков



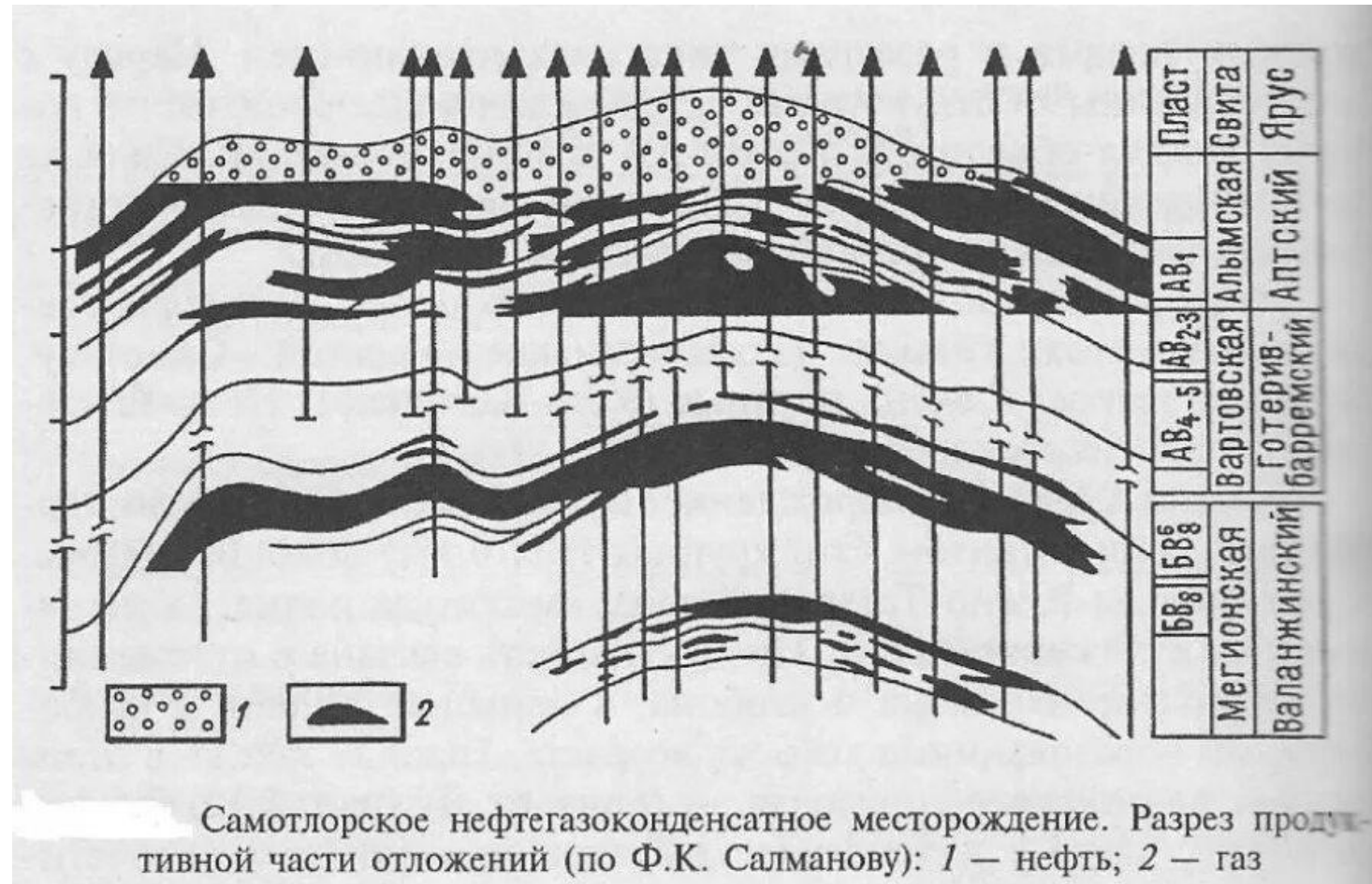
Оформление печати



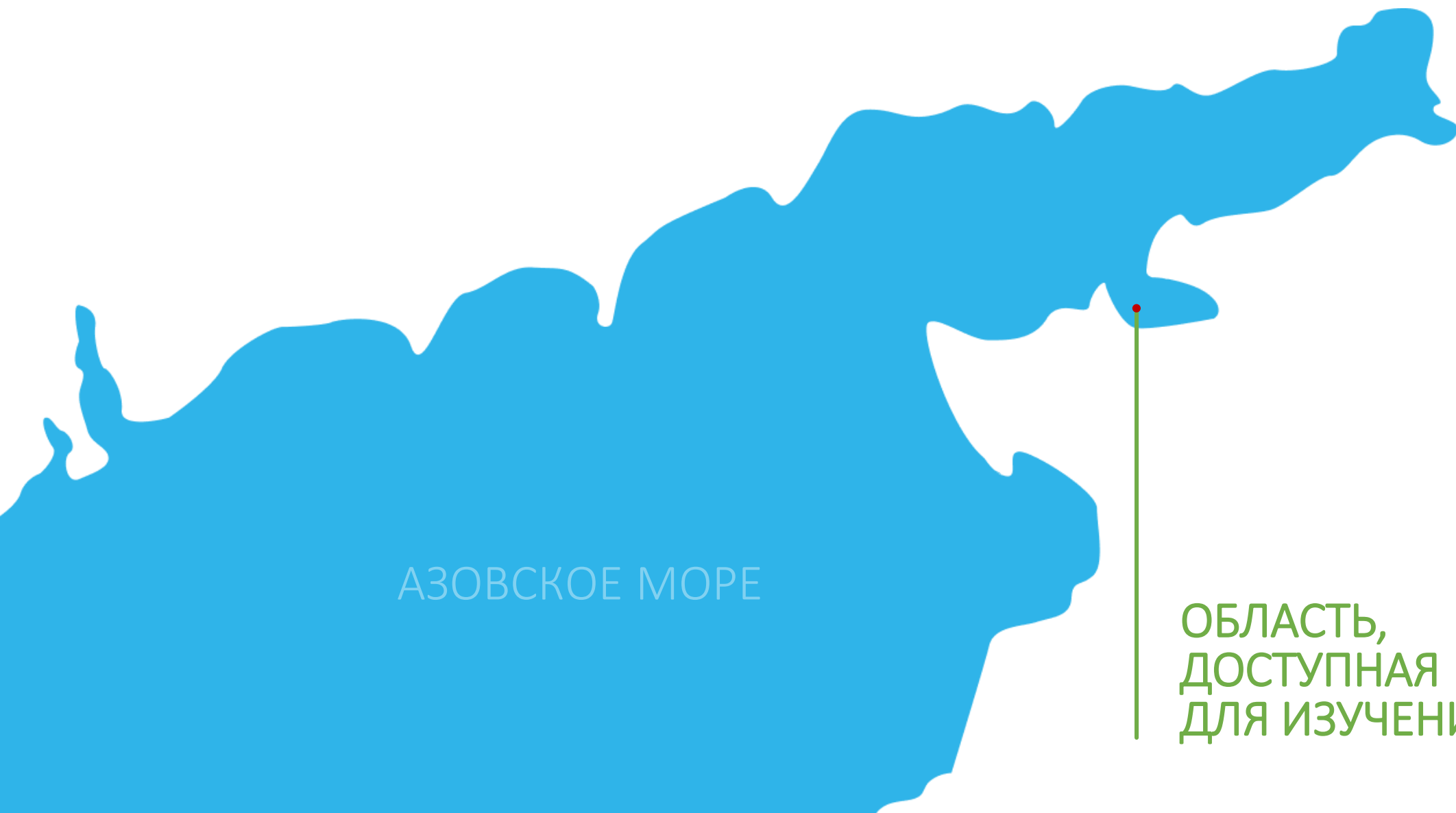
А раньше как справлялись?



Степень изученности



более
20 000 скважин!

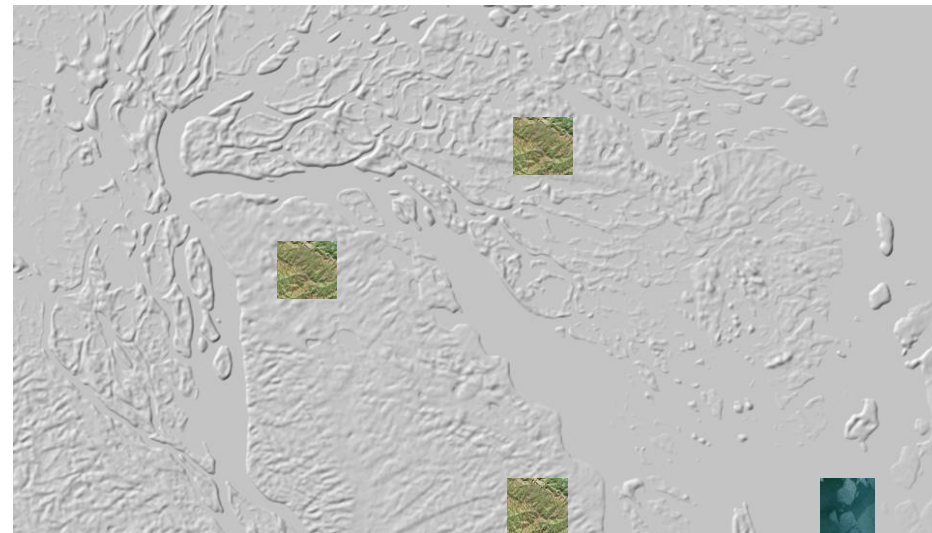


АЗОВСКОЕ МОРЕ

ОБЛАСТЬ,
ДОСТУПНАЯ
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ



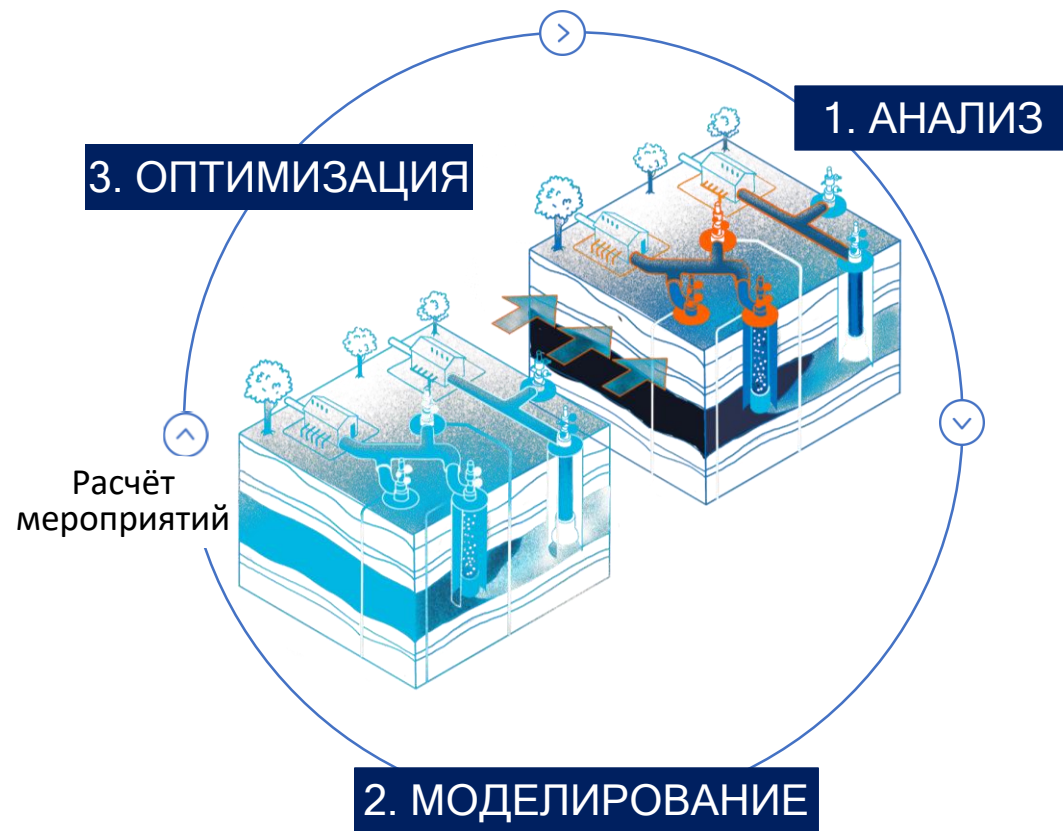
Основная задача геолога – корректно
оценить диапазон неопределенностей



но чаще всего нам доступно такое
представление

А ГДЕ ВЗЯТЬ ЕЩЕ ДАННЫХ?

Адаптация на основе реальных данных



КАК ЭТО АДАПТИРУЕТСЯ?

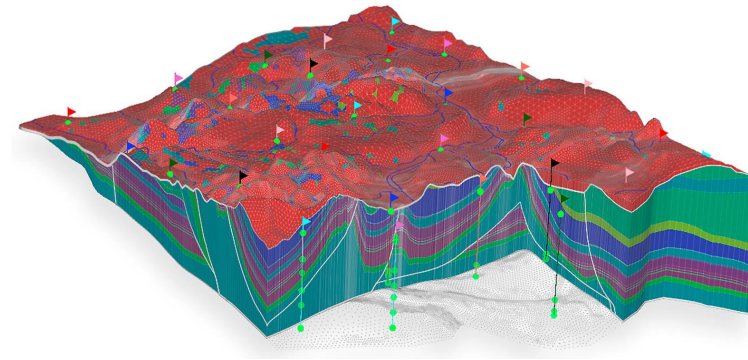
Что у нас есть?

Реальные данные



Базовая модель

Спасибо геологам!
(это гипотеза)



Параметры

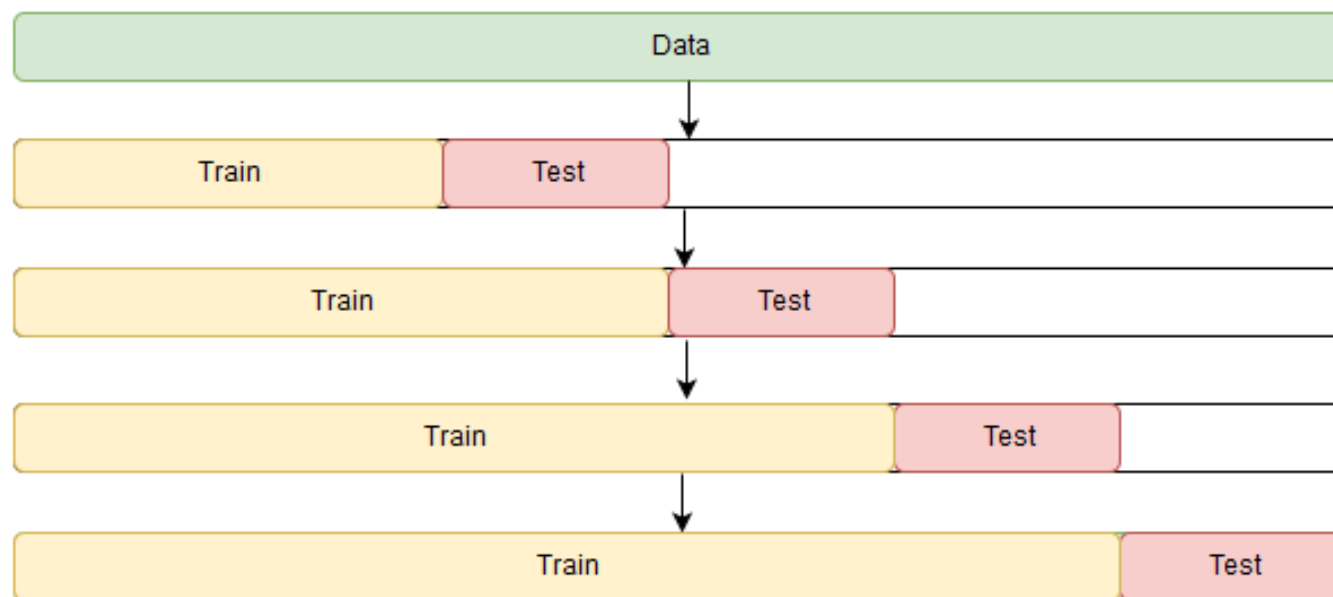
Свойства пласта:

- Пористость
- Проницаемость
- Насыщенность
- Пр.

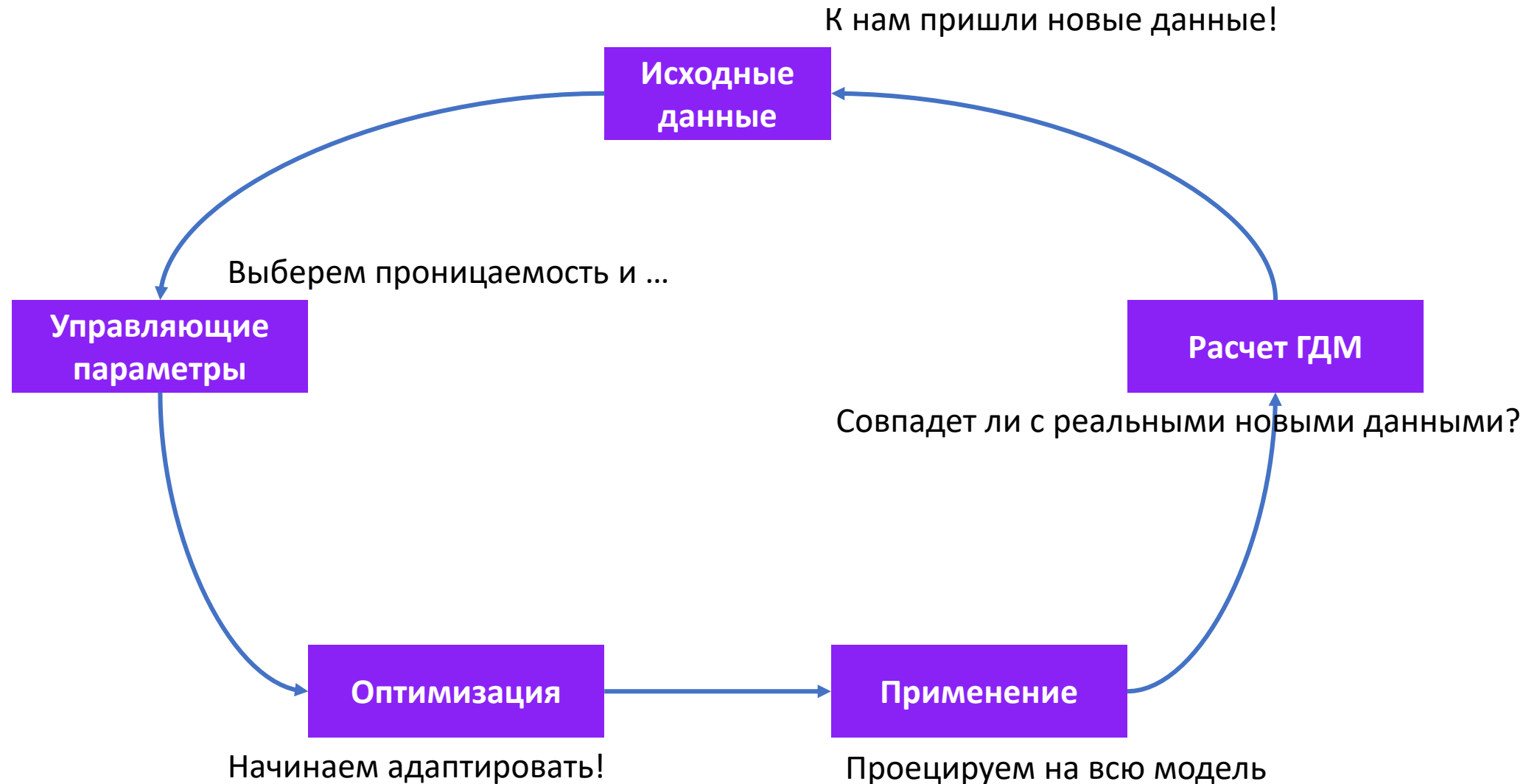
Управляющие параметры

С их помощью мы будем адаптировать!

Что за задача машинного обучения?

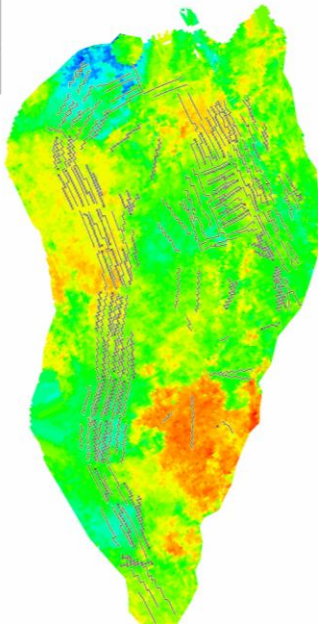
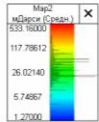


Примерный алгоритм адаптации

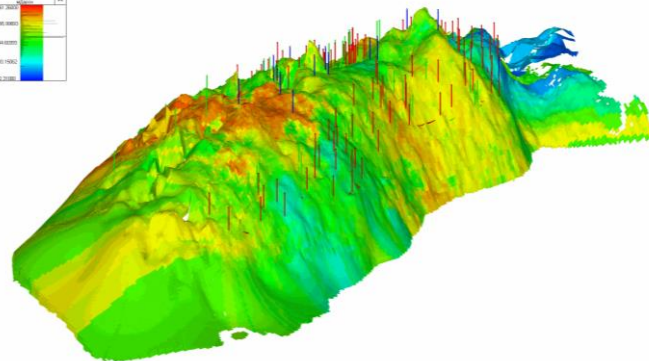


Процесс адаптации

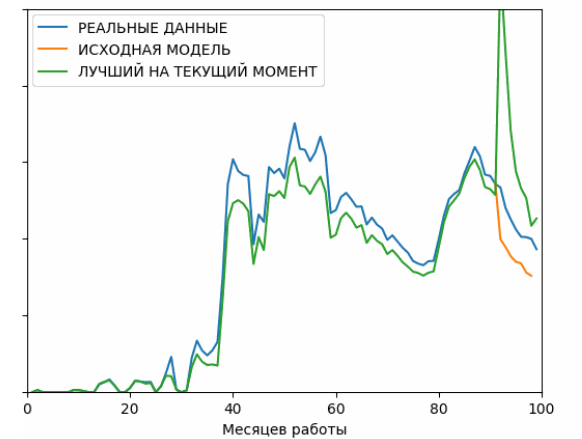
Генератор карт проницаемости из замеров



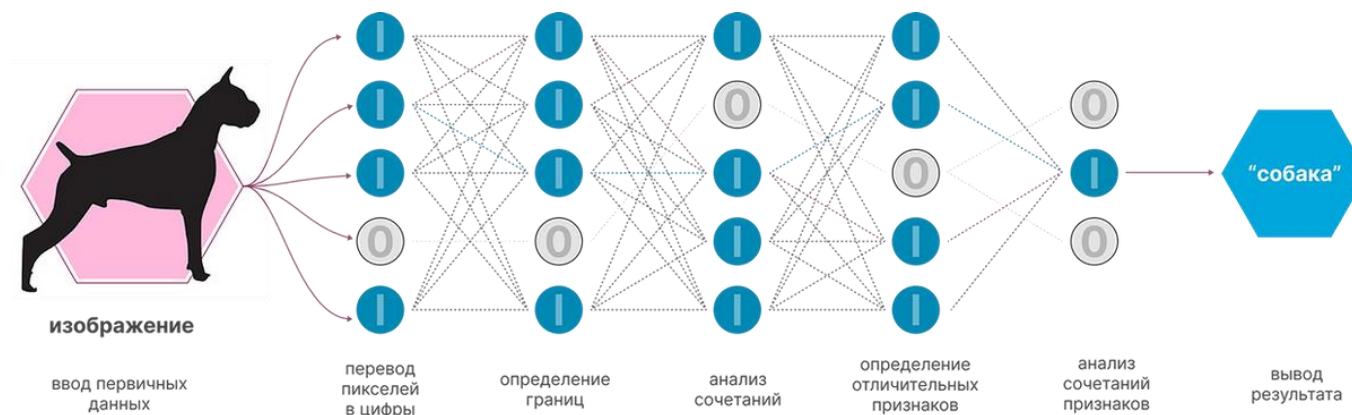
3D-модель пласта



Прогнозирование добычи

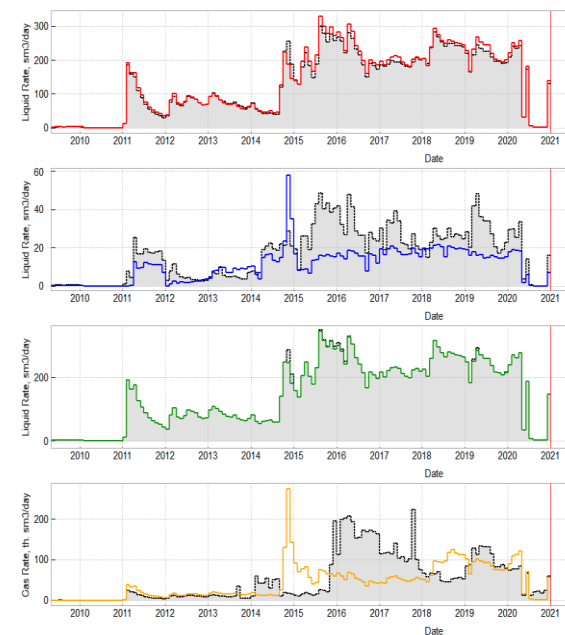
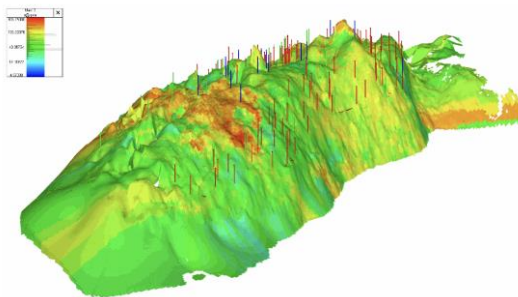


Аналоги



Гипотеза

- Режимы работы скважин
- Свойства пласта



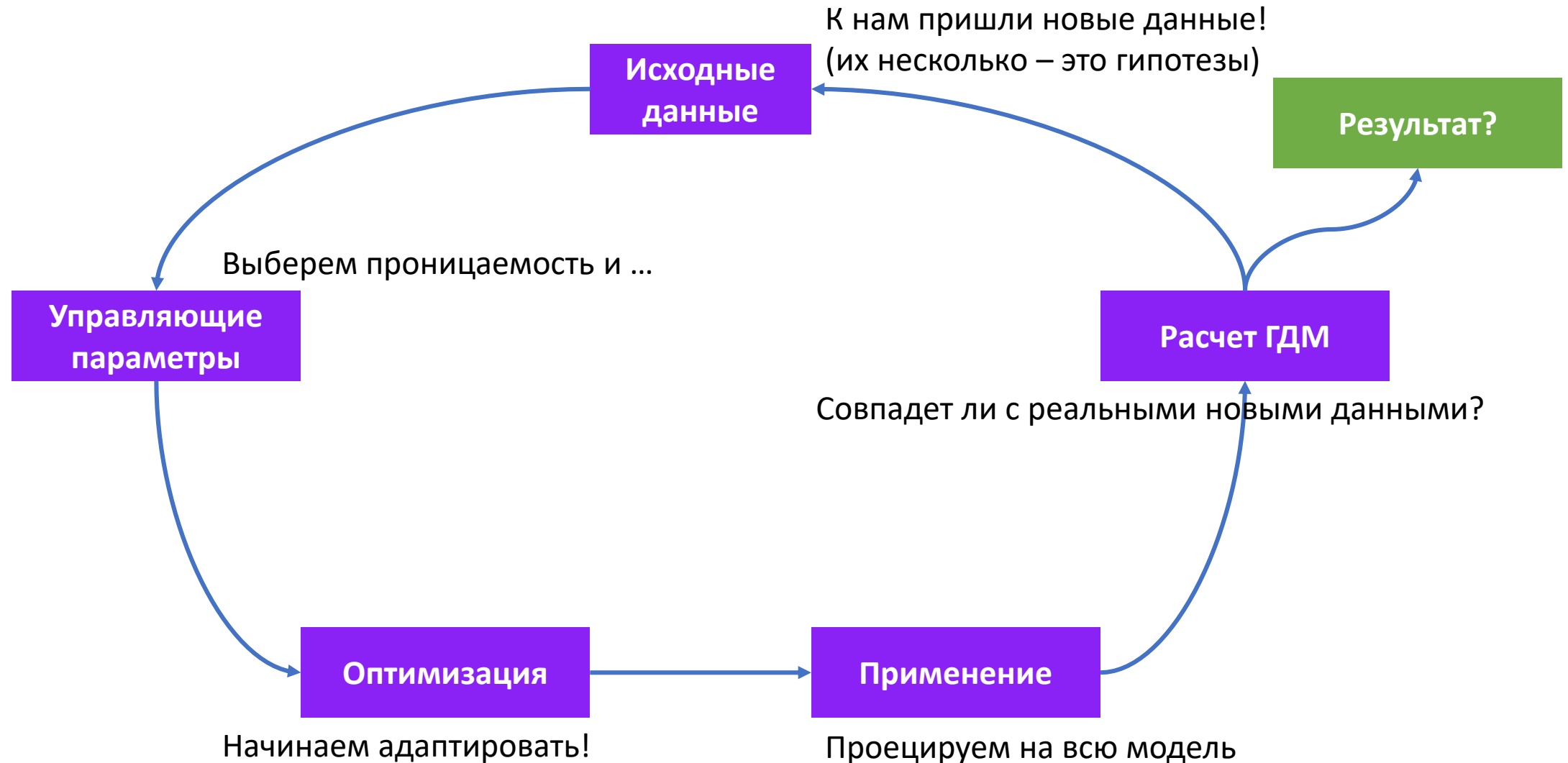
Вызовы

- Модель хорошо адаптируется под новые данные?
- Прямо 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

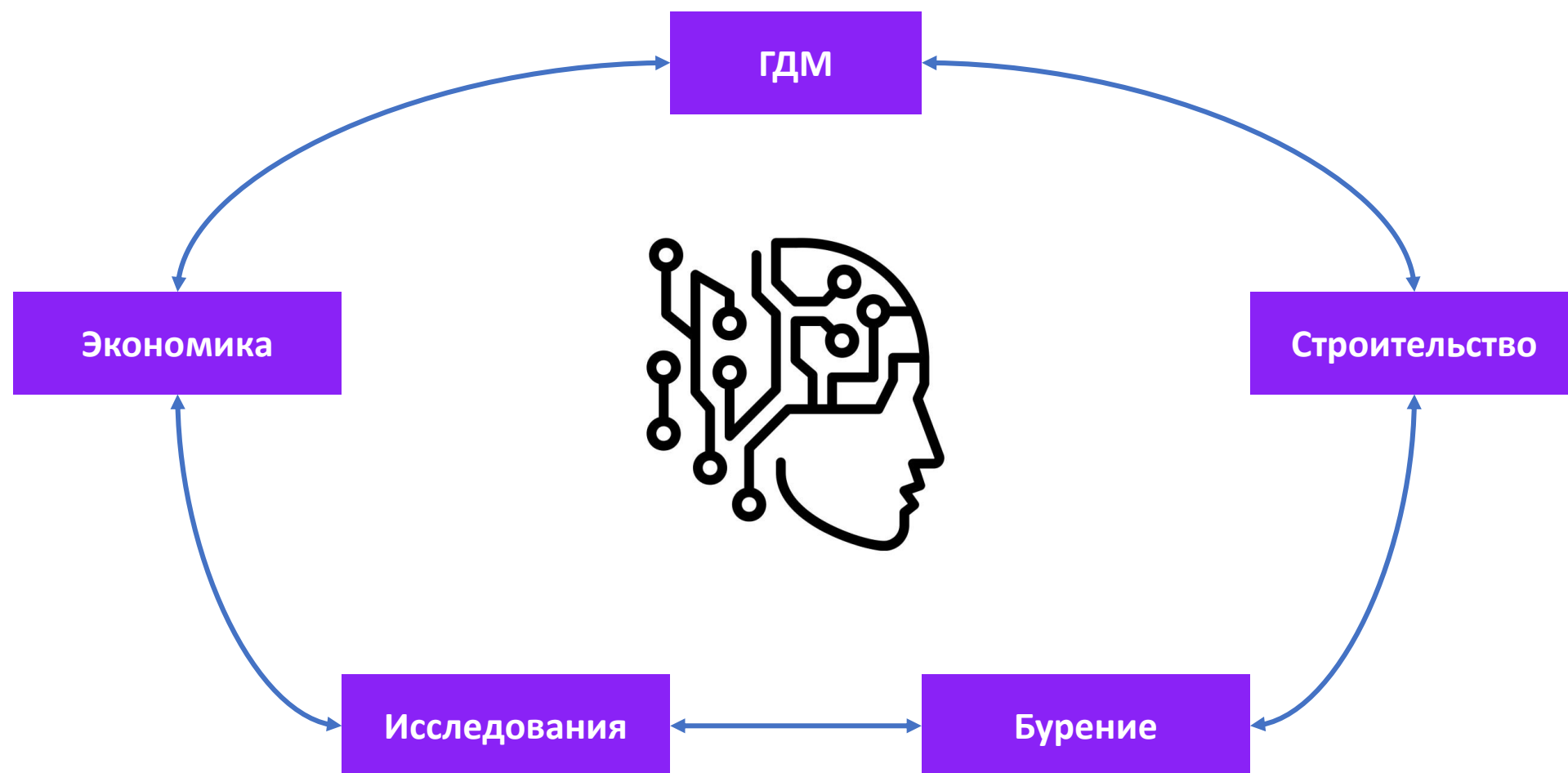
- Мы сможем пробурить столько скважин?
- А выставить такие режимы работы скважин?
- Запасы верно оценены?
- Строительство инфраструктуры ведь требуется, можно подробности?
- Какой экономический эффект мы можем получить?

ЧТО ТАМ С УПРАВЛЕНИЕМ?

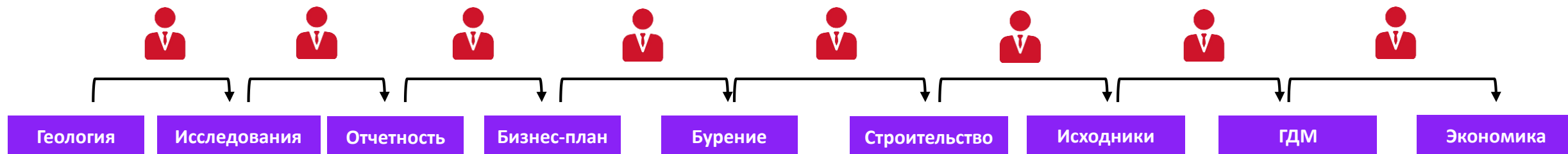
Много цифровых двойников



Много цифровых двойников



Длинная цепочка для получения ответа



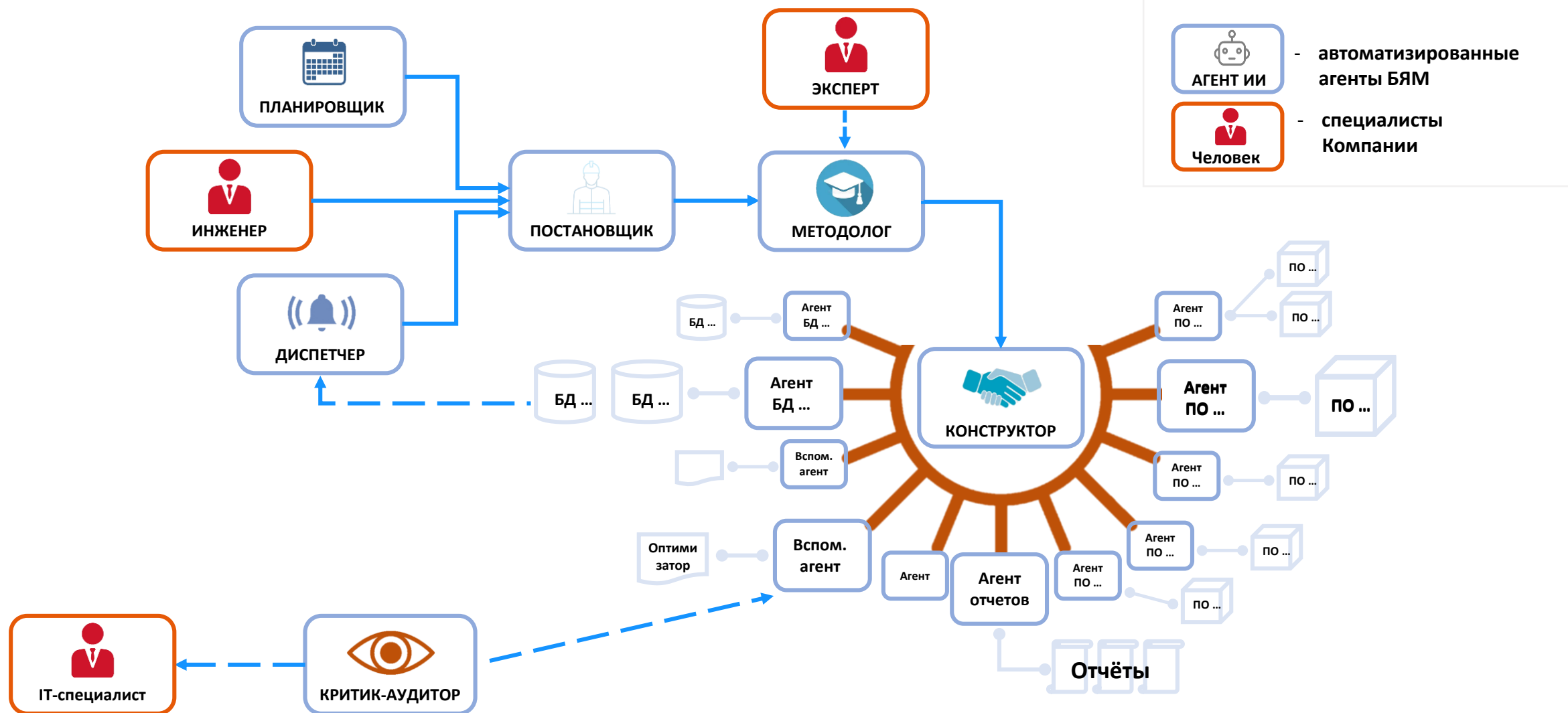


Everyone

Large language
models

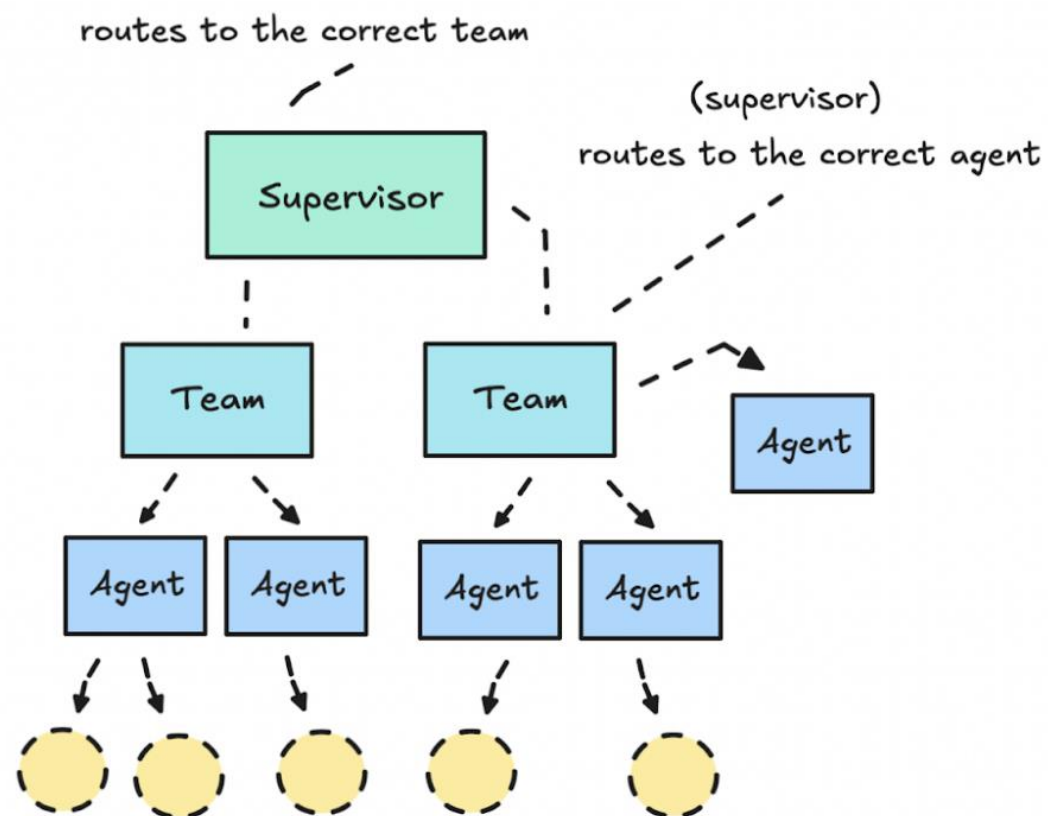
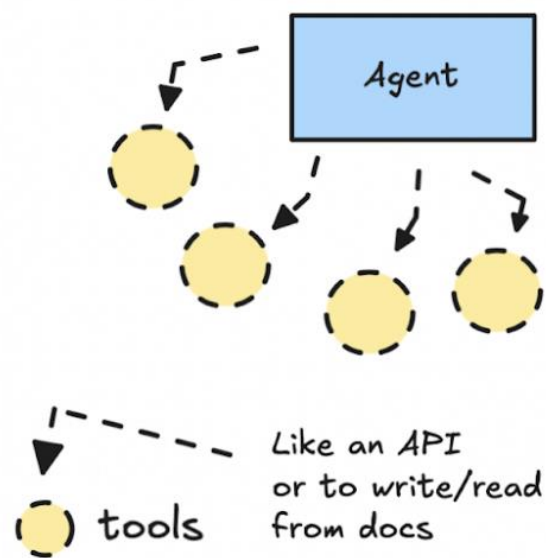
Everything

Внедряем ИИ(И)!



Мультиагентные системы

Single vs Multiagent Systems



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": "Месторож  
64_1869", "npv": -
```



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
- Объяснить ЛЛМ что такое оптимальная разработка
- Объяснить ЛЛМ процессы компании
- Объяснить ЛЛМ разработку месторождений

Непонятно как решать (пока),
Задача объемная, ресерч

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