



НАУЧНЫЙ ИНЖИНИРИНГ В НЕФТЕГАЗОДОБЫЧЕ

М. М. ХАСАНОВ
Б.В. БЕЛОЗЕРОВ
Н.Г. ГЛАВНОВ
Д.А. САМОЛОВОВ

Ноябрь 2022



1. НАУЧНЫЙ ЦИФРОВОЙ ИНЖИНИРИНГ
2. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ИНЖИНИРИНГЕ
3. ПРОЕКТЫ НАУЧНОГО ИНЖИНИРИНГА ГАЗПРОМНЕФТИ

1. НАУЧНЫЙ ЦИФРОВОЙ ИНЖИНИРИНГ

ЦИФРОВОЙ НАУЧНЫЙ ИНЖИНИРИНГ – ОСНОВА СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

ТВОРЦЫ НЕФТЯНОГО ИНЖИНИРИНГА 1.0



В.Г. ШУХОВ
1853–1939



Л.С. ЛЕЙБЕНЗОН
1879–1951



М. МАСКЕТ
1906–1998



В.Н. ЩЕЛКАЧЕВ
1907–2005



С.А. ХРИСТИАНОВИЧ
1908–2000



ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫЕ
МОЩНЫЕ ПЛАСТЫ



КРУПНЫЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ



РАЗВИТАЯ
ИНФРАСТРУКТУРА



ВЫСОКИЕ ЦЕНЫ
НА ПРОДУКЦИЮ

СОСТАВЛЯЮЩИЕ НЕФТЯНОГО ИНЖИНИРИНГА 2.0



НИЗКО-ПРОДУКТИВНЫЕ
ПЛАСТЫ



МЕЛКИЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ



ТРУДНОДОСТУПНЫЕ РЕГИОНЫ



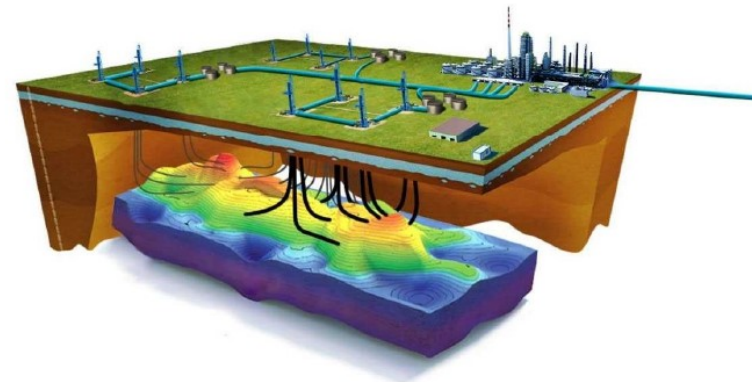
ЦЕНЫ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

ЧТО ТАКОЕ ЦИФРОВОЙ ИНЖИНИРИНГ ДЛЯ НАС

СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЦИФРОВОГО НАУЧНОГО ИНЖИНИРИНГА



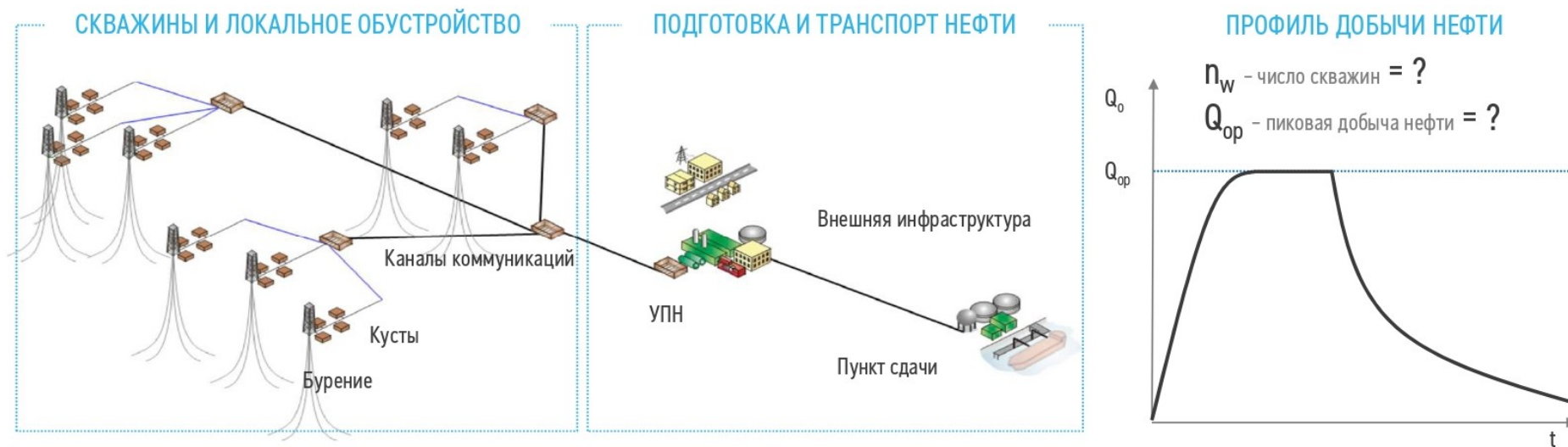
ОБЪЕКТ ОПТИМИЗАЦИИ: ИНТЕГРИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ



ЗАДАЧИ:

- Создание отечественных программных продуктов
- Моделирование динамики многофазных нелинейных систем
- Иерархия полномерных и прокси моделей
- Интеллектуальные Мультиагентные системы

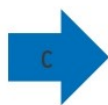
ПРИМЕР ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО ИНЖИНИРИНГА: ОПТИМАЛЬНЫЙ ТЕМП БУРЕНИЯ



q_o - дебит скважины по нефти

C_w - локальные затраты

C_I - инфраструктурные затраты



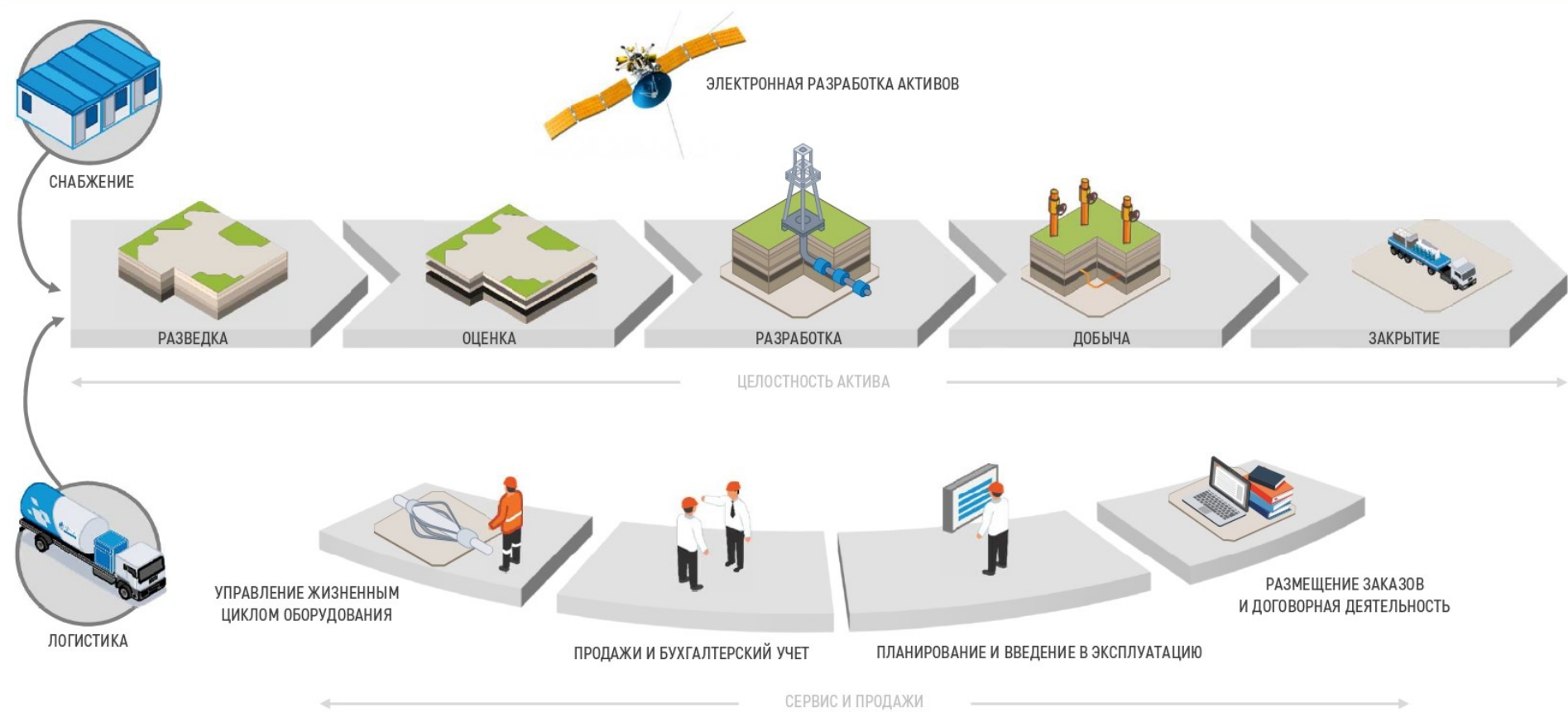
MAX NPV



Оптимальные:

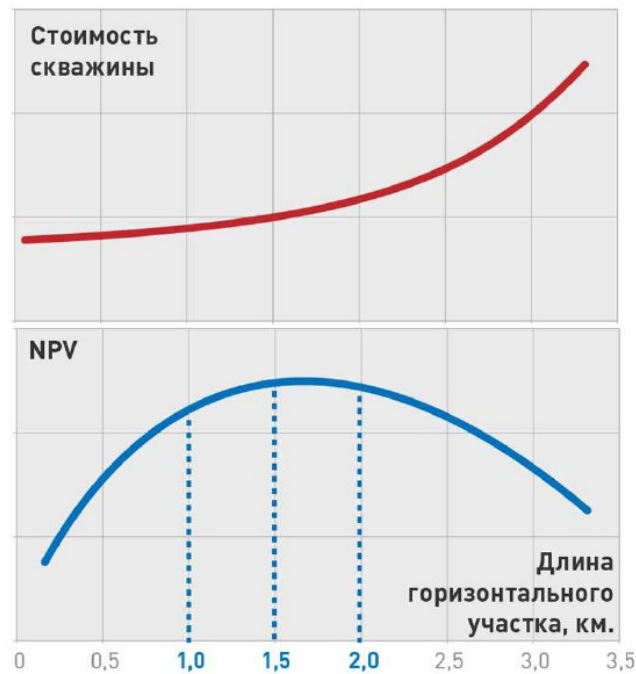
- » Плотность сетки скважин
- » Добыча на плато

ЦИФРОВОЙ ИНЖИНИРИНГ НА УРОВНЕ НЕФТЯНОЙ КОМПАНИИ



КОСТ-ИНЖИНИРИНГ: «КРОВЬ» СИСТЕМНОГО ИНЖИНИРИНГА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ДЛИНЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ



БАНК СТОИМОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ ГПН



±15% погрешность расчета по стоимостной модели
±50% нормативная погрешность этапа «Оценка»
±30% нормативная погрешность этапа «Выбор»

4 дня

время расчета по стоимостной модели

2 месяца

время расчета по ПСД

*Проектно-Сметная Документация

ЦИФРОВОЙ ИНЖИНИРИНГ – ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ПРОЦЕСС ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ



- Сбережение материалов, энергии и времени
- Топологическая оптимизация + 3Д принтинг
- Реверс-инжиниринг + оптимизация

ОГРОМНЫЙ ВЫЗОВ: СОЗДАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СИМУЛЯТОРОВ



1. Моделирование на основе «первых принципов»
2. Иерархия прокси-моделей: особенно важно для систем ИИ

2. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ИНЖИНИРИНГЕ

ПОТОК ЦИФРОВОГО ИНЖИНИРИНГА: BOEING MB*-ENGINEERING DIAMOND



*MB: Model Based

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ – БУДУЩЕЕ НЕФТЯНОГО ИНЖИНИРИНГА

ANI, СЛАБЫЙ ИИ



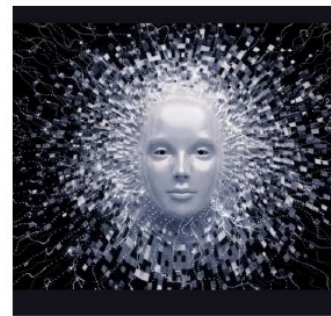
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

- » Узкая (знакомая) предметная область
- » Необходимость формализации задач
- » Необходимость детального «программирования»
- » Потребность в больших объемах данных

РЕАЛИЗАЦИИ

- » Машинное обучение
- » Экспертные системы

AGI, ОБЩИЙ ИИ



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ АГЕНТЫ

- » Эффективность в новой обстановке
- » Решение плохо формализованных задач в открытой постановке (Большая Цель)
- » Неприхотливость к данным
- » Рациональное поведение
- » Самоорганизация и самообучение

ПРАОБРАЗЫ

- » Когнитивные архитектуры
- » Семантические сети
- » Мобильные роботы

AGI – ТЕХНОЛОГИИ, НЕ ТРЕБУЮЩИЕ РУТИННОГО УЧАСТИЯ ЛЮДЕЙ

ANI: ЧЕЛОВЕКО-ЦЕНТРИЧНЫЕ СИСТЕМЫ

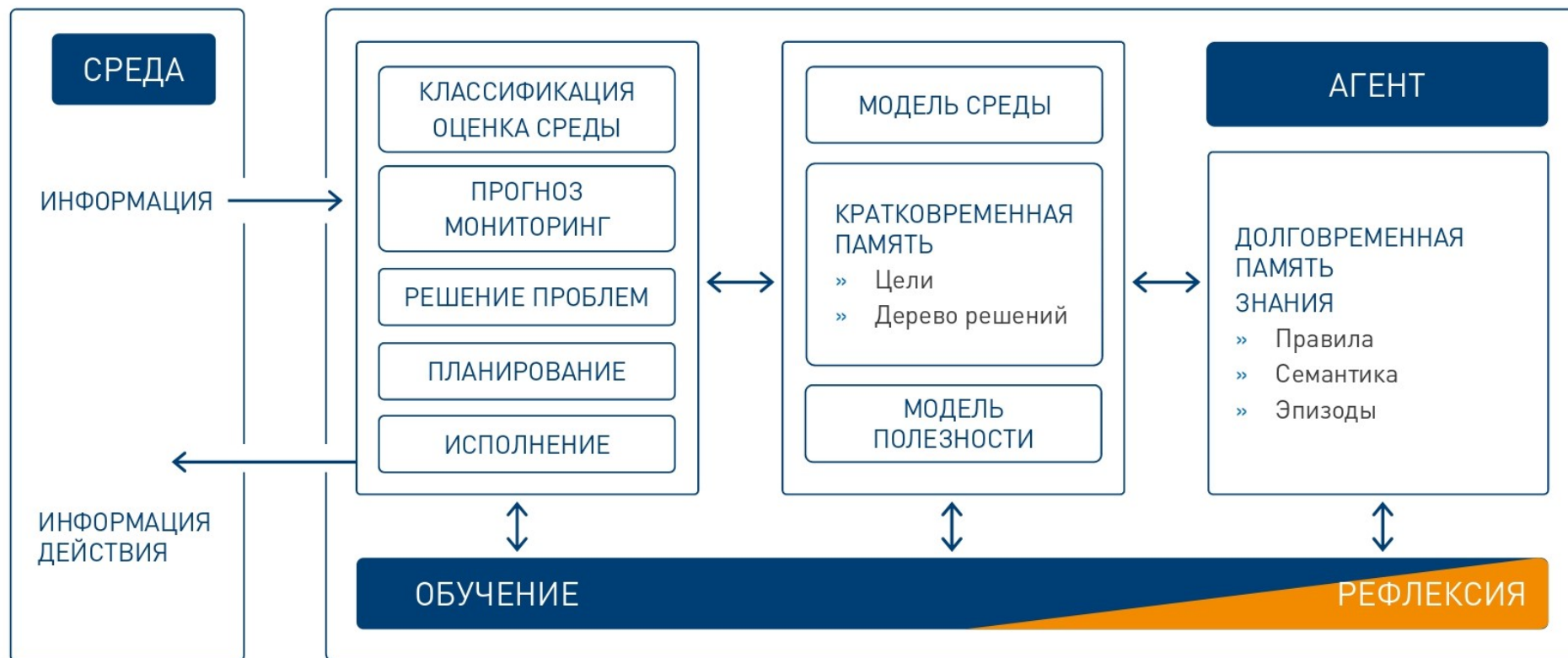


AGI: МАШИНО-ЦЕНТРИЧНЫЕ СИСТЕМЫ



КОГНИТИВНАЯ АРХИТЕКТУРА – ОБИТЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ

ТИПОВАЯ СХЕМА КОГНИТИВНОЙ АРХИТЕКТУРЫ



CLOUD-NATIVE: ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО ИНЖИНИРИНГА

CLOUD-NATIVE:

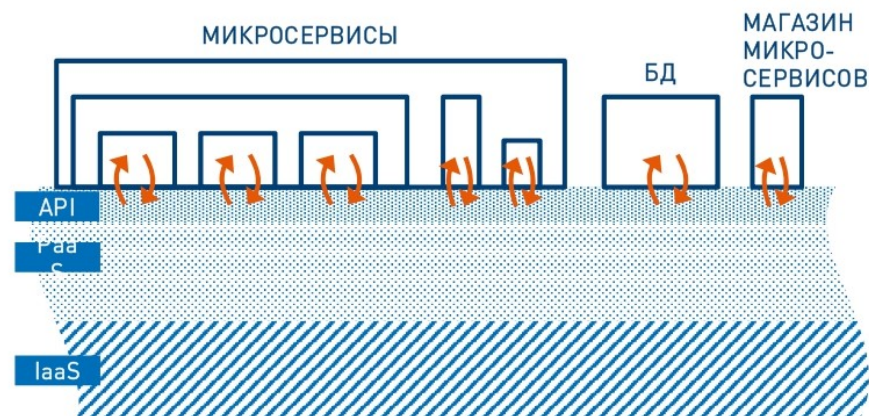
(Исконно облачный) подход к разработке и эксплуатации приложений на основе облаков или платформ

ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ:

- » Dev Ops (одновременные разработки и эксплуатация)
- » Continuous Delivery (непрерывное обновление)
- » Микросервисы
- » Контейнеризация
- » API (системы взаимодействия программ)

PaaS:

Среда cloud-native разработки, развертывания и эксплуатации приложений

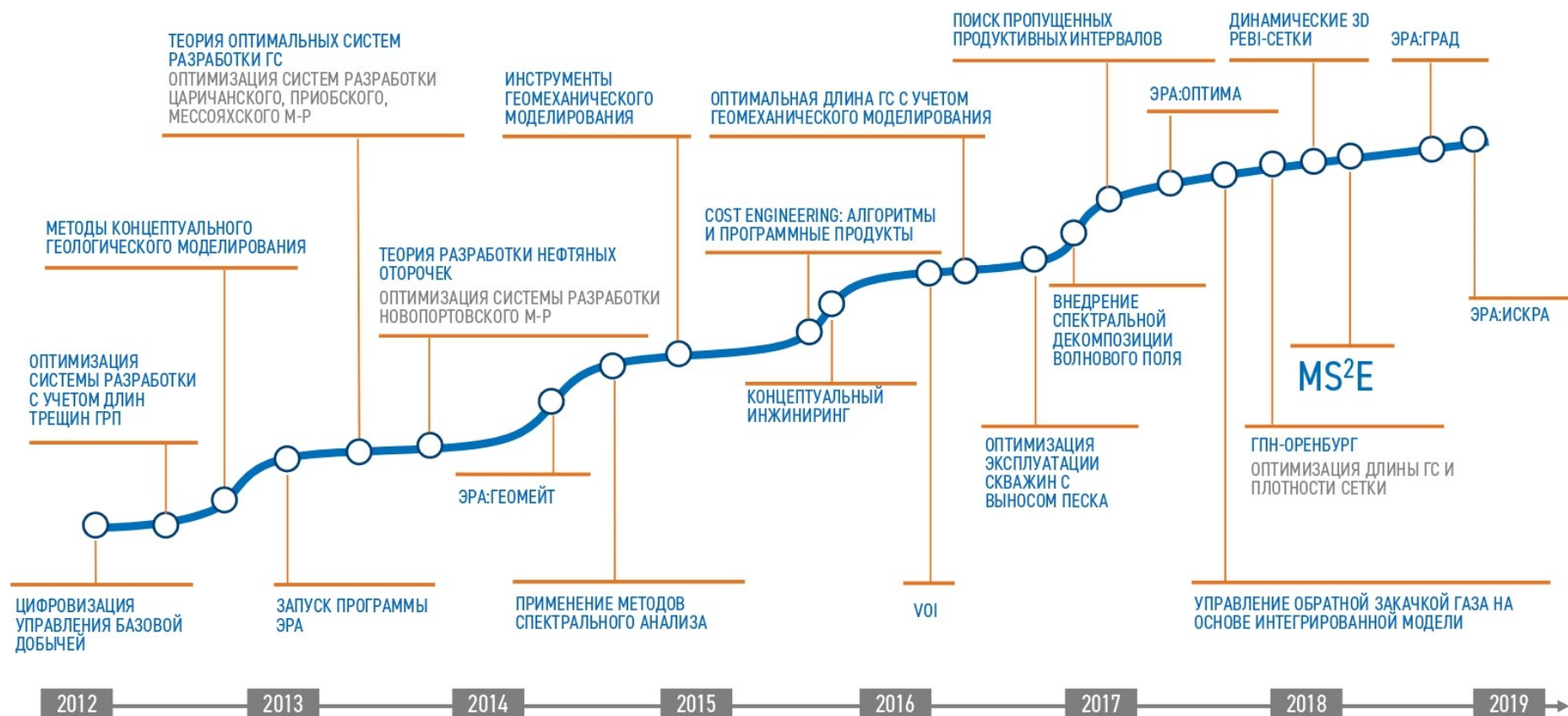


PaaS — Platform as a Service

IaaS — Infrastructure as a Service

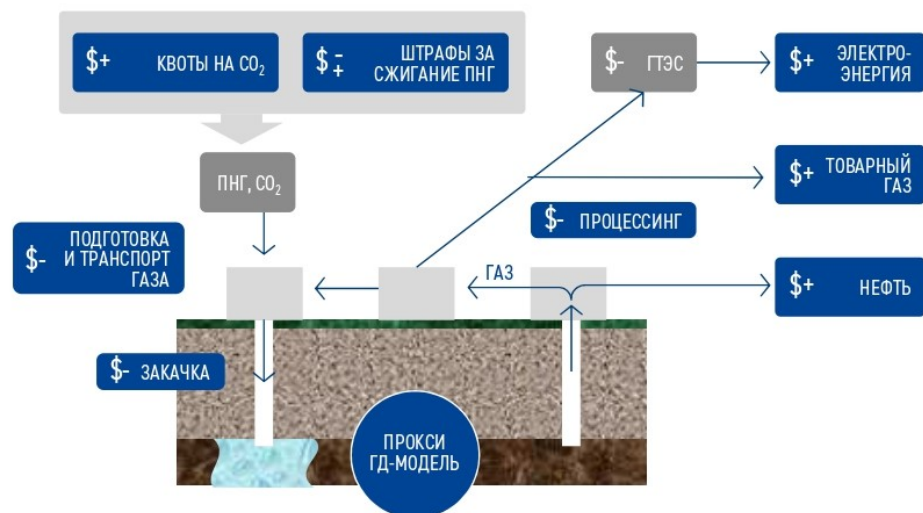
3. ПРОЕКТЫ НАУЧНОГО ИНЖИНИРИНГА ГАЗПРОМНЕФТИ

КЛЮЧЕВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНОГО ИНЖИНИРИНГА В ГАЗПРОМНЕФТИ



ПРИМЕР ЦИФРОВОГО ИНЖИНИРИНГА: ИНТЕГРИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ЗАКАЧКИ ГАЗА (ПНГ + CO₂)

БЛОК-СХЕМА МОДЕЛИ



- » Стоимостные модели $\$ = f(Q)$
- » Прокси-модели на базе машинного обучения

ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ

СМЕШИВАЮЩЕЕСЯ ВЫТЕСНЕНИЕ (ЧАТЫЛЬКИНСКОЕ М/Р)

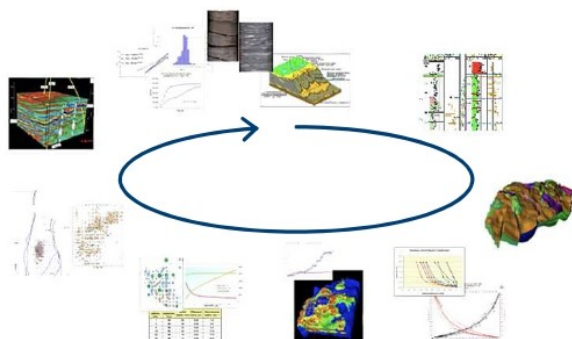
- » КИН: +7%
- » Доп. добыча >~ 15 млн т.
- » PI: 1.8

CCUS (ОРЕНБУРГСКОЕ М/Р)

- » Смешанный сценарий: ОПР МУН + захоронение CO₂
- » Модель для расчёта минимальной стоимости углеродных единиц

ПРОЕКТ AGI.E: «ДУМАЙ ГЛОБАЛЬНО, ДЕЙСТВУЙ ЛОКАЛЬНО»

САМО-ОБУЧАЮЩАЯСЯ МОДЕЛЬ ПЛАСТА (СМП)



ЗАДАЧИ:

- » Создание «живой» иерархии моделей
- » Непрерывная сквозная адаптация иерархии моделей к новой информации
- » Полное устранение «ручных» операций

ЦИФРОВОЙ ИНЖИНИРИНГ ОБСУСТРОЙСТВА



ЗАДАЧИ:

- » Автоматизация процедур системного инжиниринга
- » Интеллектуальное планирование обустройства
- » Учет неопределенностей:
 - Геологические риски
 - Сроки и стоимости
- » Адаптивное управление строительством

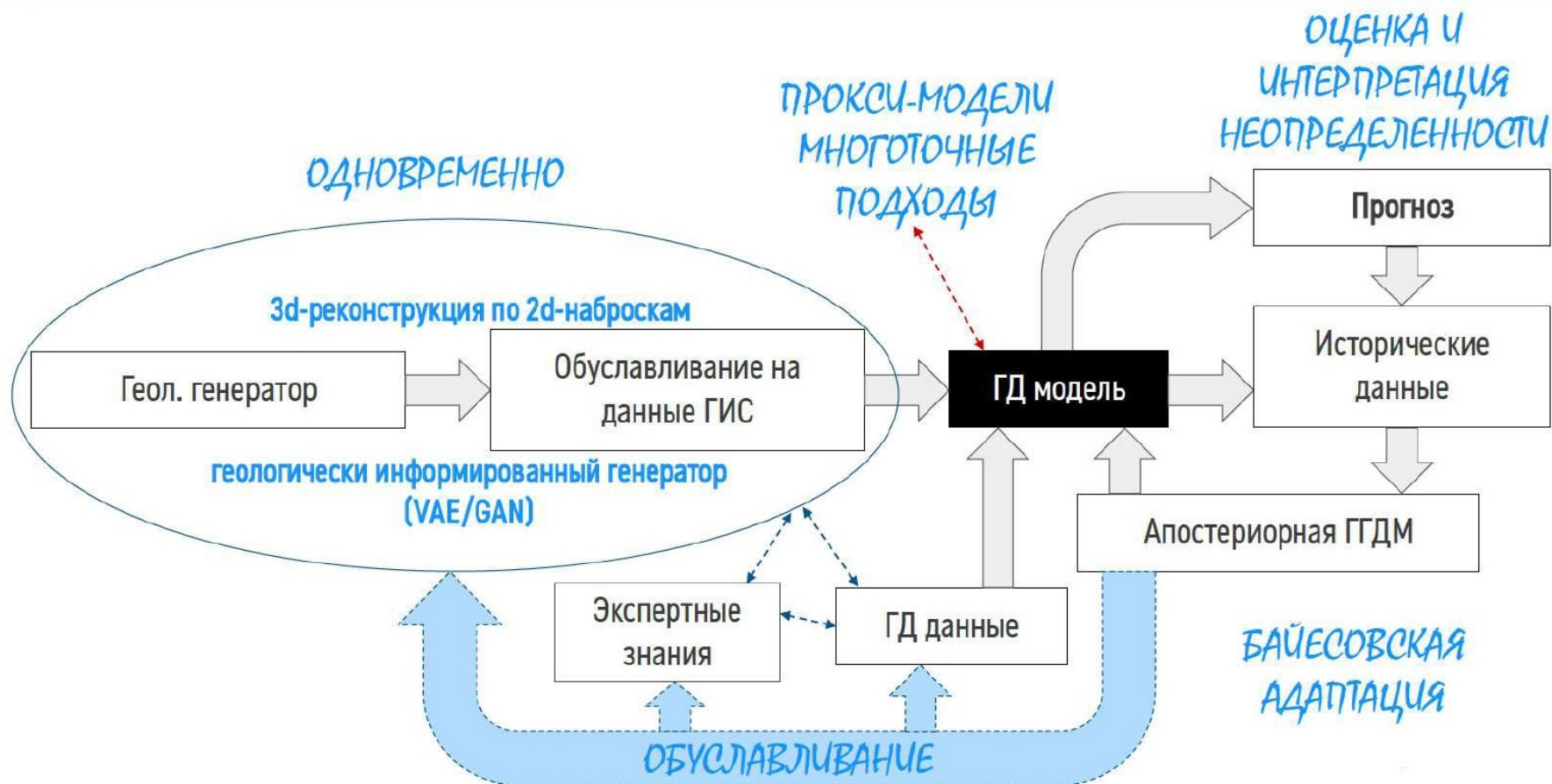
УПРАВЛЕНИЕ ИЕРАРХИЕЙ ПОРТФЕЛЕЙ ПРОЕКТОВ



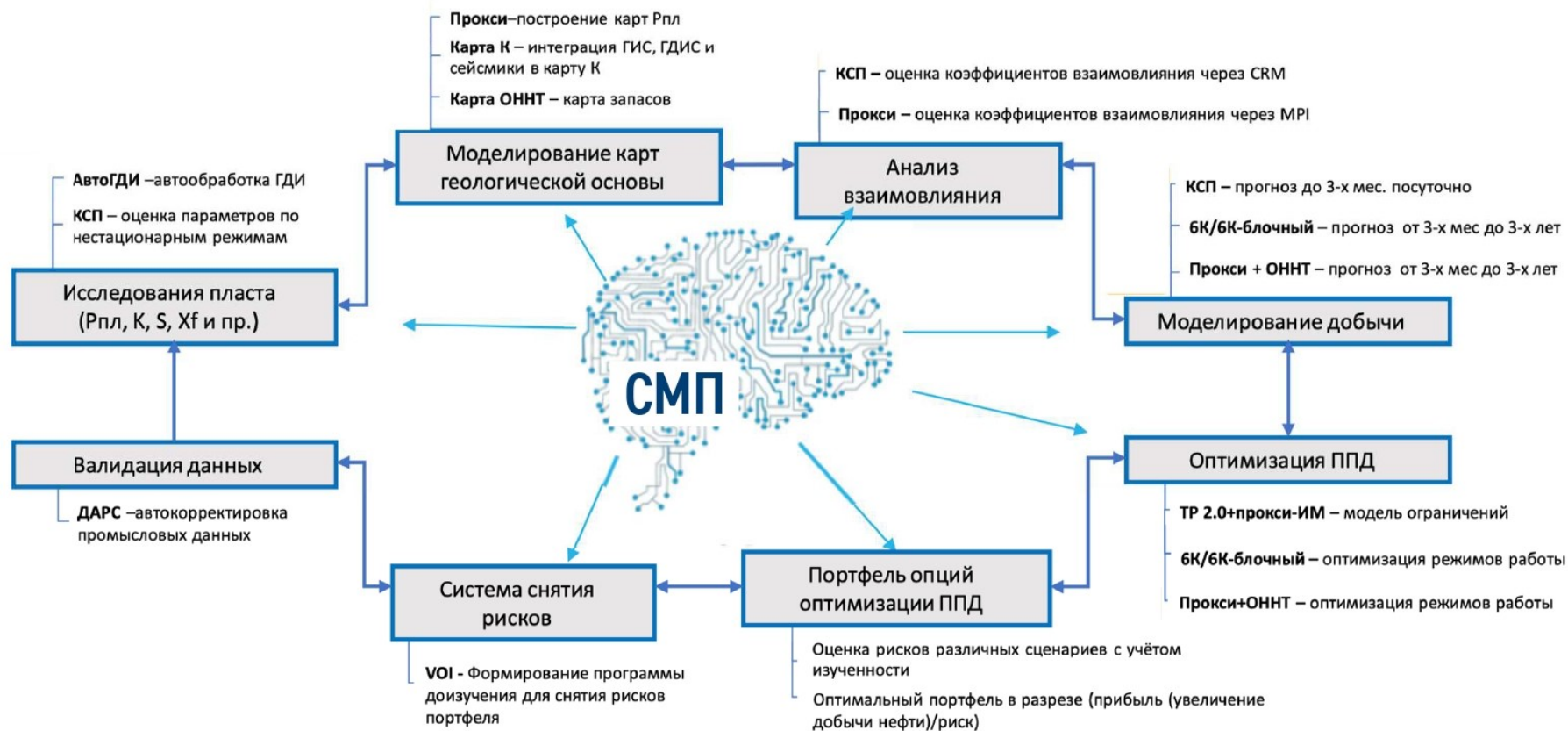
ЗАДАЧИ:

- » Многокритериальная оптимизация в условиях неопределенности
- » Самостоятельное достижение Больших Целей («Составить 3-летний бизнес-план компании»)
- » Оперативный анализ и коррекция

ПРОЕКТ AGI.E: КОНЦЕПТ САМООБУЧАЮЩЕЙСЯ МОДЕЛИ ПЛАСТА (СМП)



СМП КАК ОРКЕСТРАТОР В АНСАМБЛЕ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ГАЗПРОМНЕФТИ



ПРОЕКТ AGI.E: КОНЦЕПТ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

