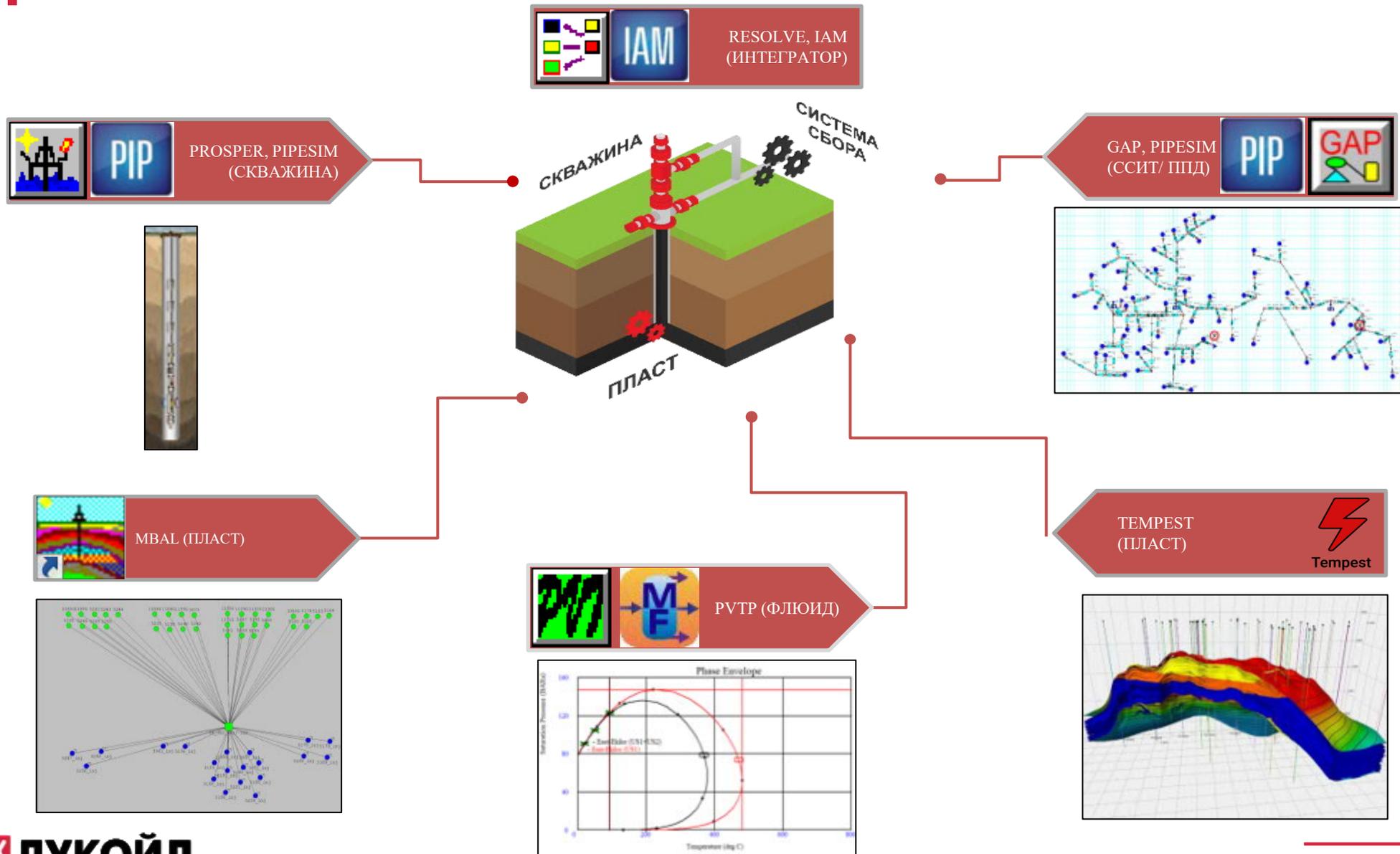


Применение средств автоматизации при построении интегрированных моделей месторождений Западной Сибири (на примере процесса создания упрощенных моделей пласта)

Сергей Самохин

Инженер 1 категории отдела интегрированного моделирования
Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени

Структура интегрированной модели (ИМ)

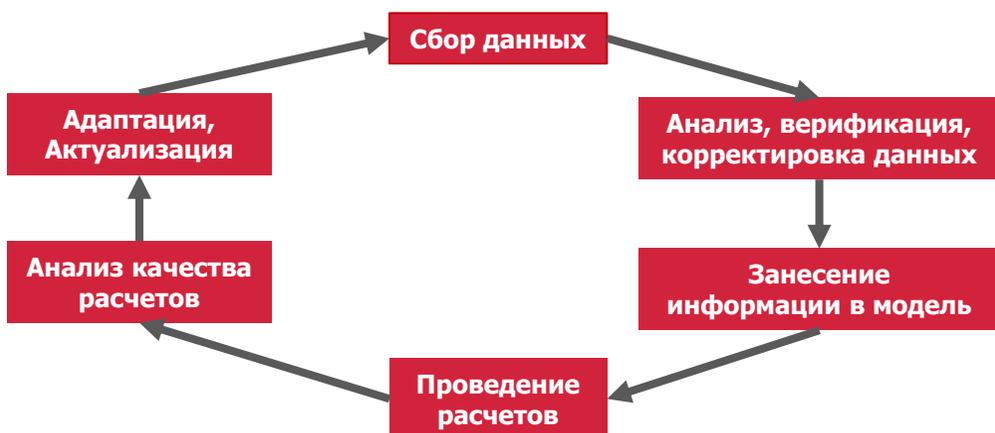


Актуальность вопроса автоматизации производственных процессов

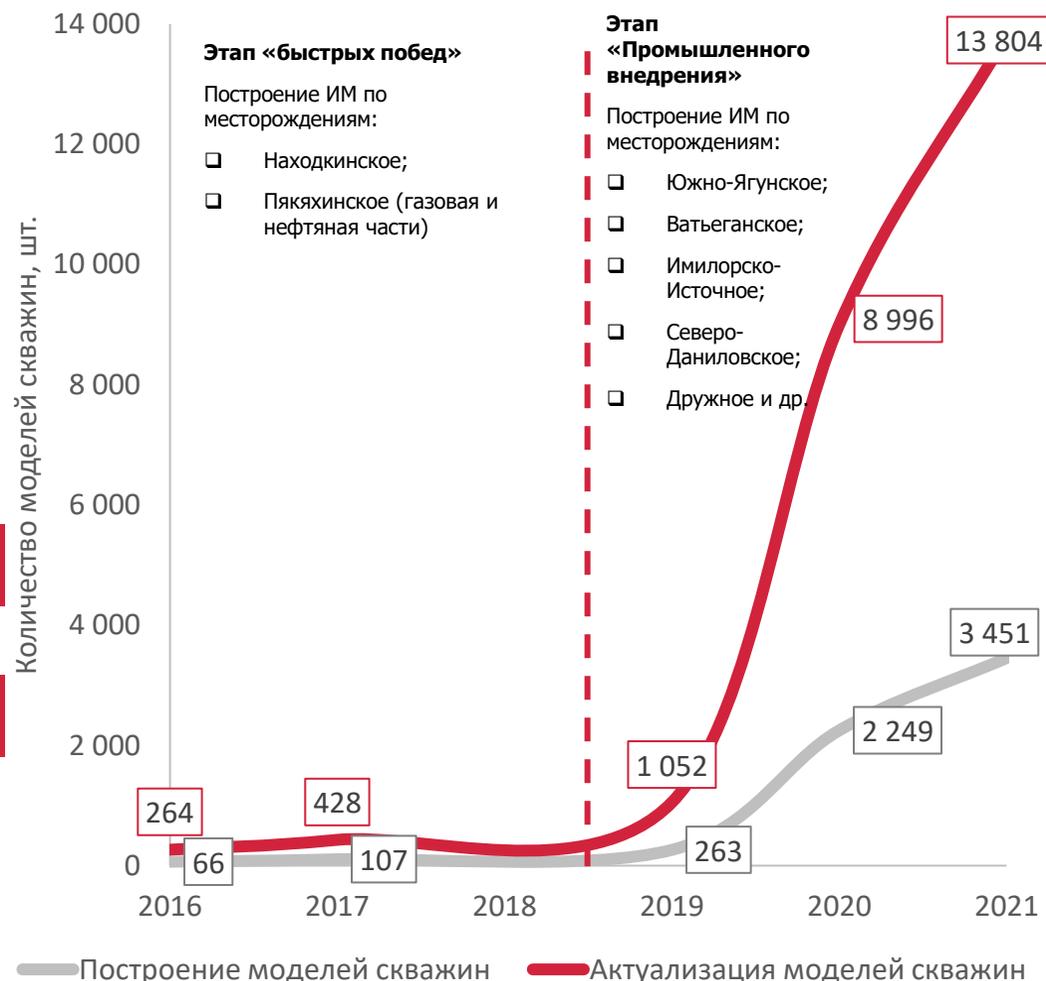
Оценка масштаба работ по построению ИМ (среднестатистические данные на примере одного месторождения Западно-Сибирского региона):

-  ~ 5-15 моделей пласта
-  ~ 500-2000 моделей скважин
-  ~ 1-2 моделей системы сбора

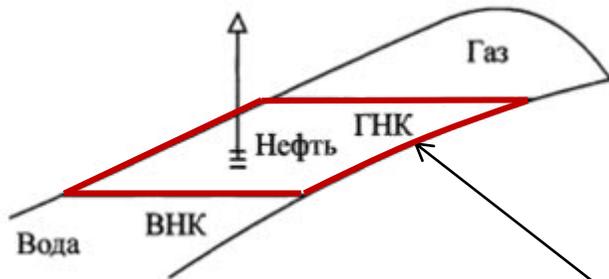
Основные этапы работ по построению компонентов ИМ:



Динамика количества операций по построению и актуализации моделей скважин по месторождениям ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»



Концепция модели материального баланса



Материальный баланс — простейшая форма динамической модели нефтяного или газового месторождения, подчиняющаяся закону сохранения масс, согласно которому извлечённый объём равен сумме изменения первоначального и привнесённого объёмов за всю историю разработки.

В инженерной практике ИМ моделируемый объём называют «танком», от английского «tank» - бак, цистерна, резервуар, хранилище.

$$V_{\text{извлечённый}} = \Delta V_{\text{первоначальный}} + V_{\text{привнесённый}}$$

$$N_p[B_o + (R_p - R_s)B_g] + W_p B_w = N[(B_o - B_{oi}) + (R_{si} - R_s)B_g] + mNB_{oi}\left(\frac{B_g}{B_{gi}} - 1\right) + \frac{(1 + m)NB_{oi}(c_w S_w + c_f)\Delta p}{1 - S_{wc}} + W_e B_w.$$

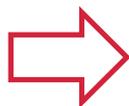
Перечень исходных данных

Перечень исходных данных, необходимых для создания упрощенных моделей пласта на основе метода материального баланса



Модель материального баланса

- Общие сведения
- Карты текущих и накопленных отборов
- Гидродинамическая модель
- База ГДИ
- Эксплуатационные карточки нефтяных и нагнетательных скважин



Источники данных



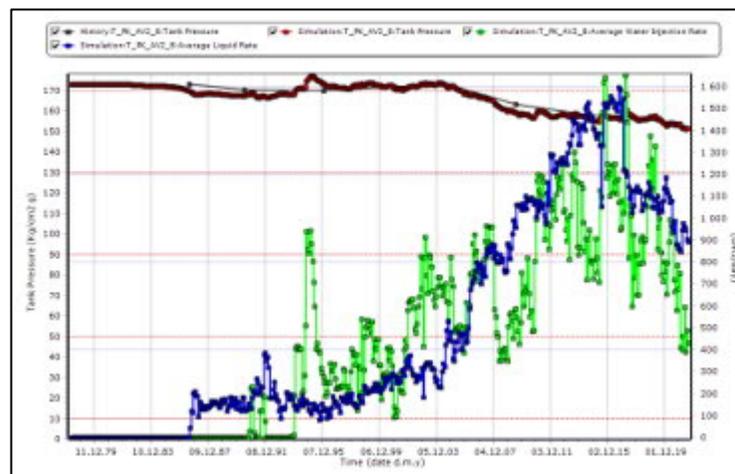
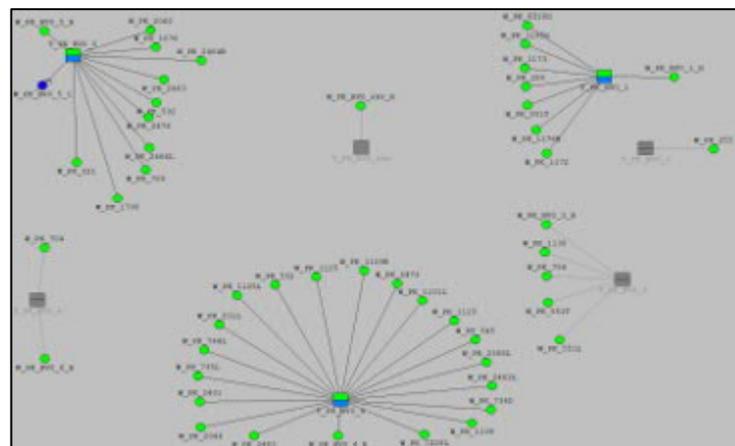
IAC WellInfo



OIS+



Промысловая информация

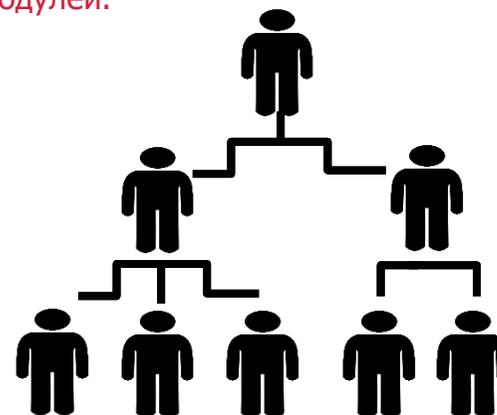


Фрагмент кода модуля «Функция построения истории»

```
def build(self):
    """
    Функция построения истории
    """
    print("model_id:", self.model_component_script.modelcomponent.model_id,"stratus_id:", self.model_component_script.modelcomponent.stratus_id)
    script = sa_reflect.session.query(sa_reflect.Script).get(su.ScriptType.sbal_build_history)
    scriptsteps = sa_reflect.get_script_steps(script.id)
    for step in scriptsteps:
        if self.status_id == su.Status.success or self.status_id == su.Status.warning:
            with traceback_with_variables.printing_exc(file=_traceback_with_variables.LoggerAsFile(self.logger)):
                try:
                    print(step.code)
                    self.step_name = step.name
                    self.step_id = step.id
                    self.my_log.step_id = self.step_id
                    self.logger.info('\n-----\n START BUILD HISTORY \n -----\n')
                    if step.code == 'BUILD':
                        self.check_load_settings()
                        self.check_sbal_file()
                        self.check_sbal()
                        self.get_sbal_matching_stratus_ids()
                        if self.sbal_load_data.sbal_use_file_as_source:
                            self.check_well_bind()
                            self.read_well_bind()
                        else:
                            self.read_sbal_well_group()
                            self.sbal_get_tank_names()
                            self.get_sbal_wells_name()
                            self.sort_bind_wells()
                            if self.sbal_load_data.delete_old_wells:
                                self.delete_old_wells()
                            if self.sbal_load_data.create_new_wells:
                                self.create_new_wells()
                            self.build_prod_wells()
                            self.build_inj_wells()
                            if self.sbal_load_data.prod_model_type == 1 or self.sbal_load_data.inj_model_type == 1:
                                self.load_tank_only()
                            else:
                                self.sbal_load_tank_from_wells()
```



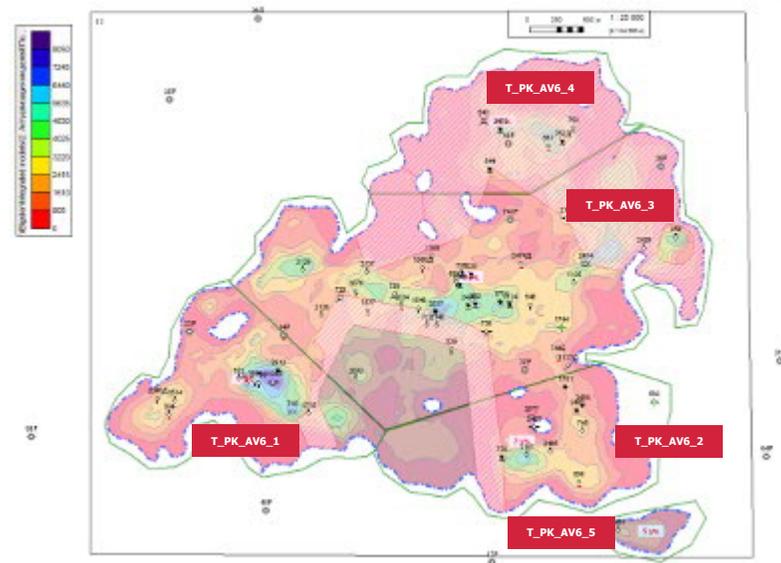
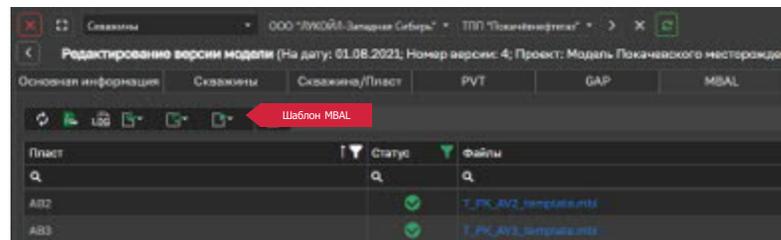
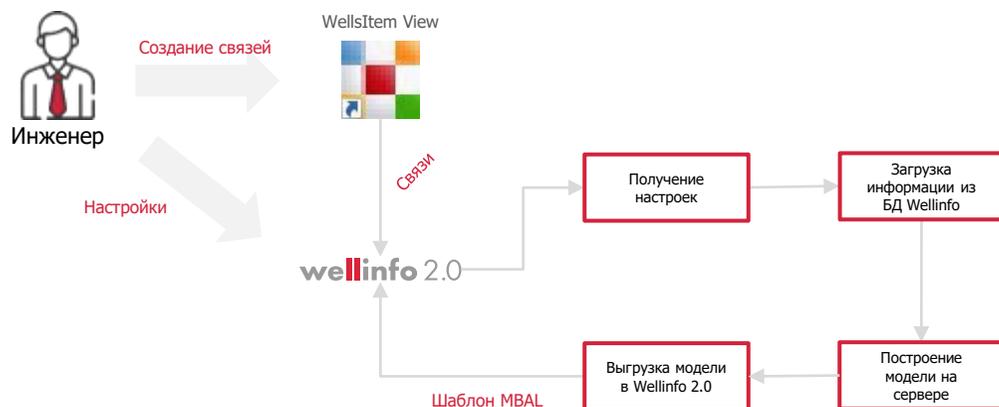
Стоит отметить, что язык Python имеет низкий порог вхождения, что способствует развитию направления и привлечению новых специалистов для разработки и совершенствования модулей.



Основные предпосылки для выбора кода

- Распространяется по лицензии Python Software Foundation License (PSFL), что позволяет использовать его в исследовательских и коммерческих проектах;
- Вокруг языка есть активное сообщество, которое развивает большое число свободно распространяемых модулей, в том числе для проведения научных расчетов;
- Является кроссплатформенным;
- Поддерживает объектно-ориентированный стиль программирования.

Инструмент для автоматического построения шаблонов моделей материального баланса в ПО «MBAL» с возможностью «отрисовки» контуров «танков» и создания связей «объект-танк-скважина» в «WellsItem View».

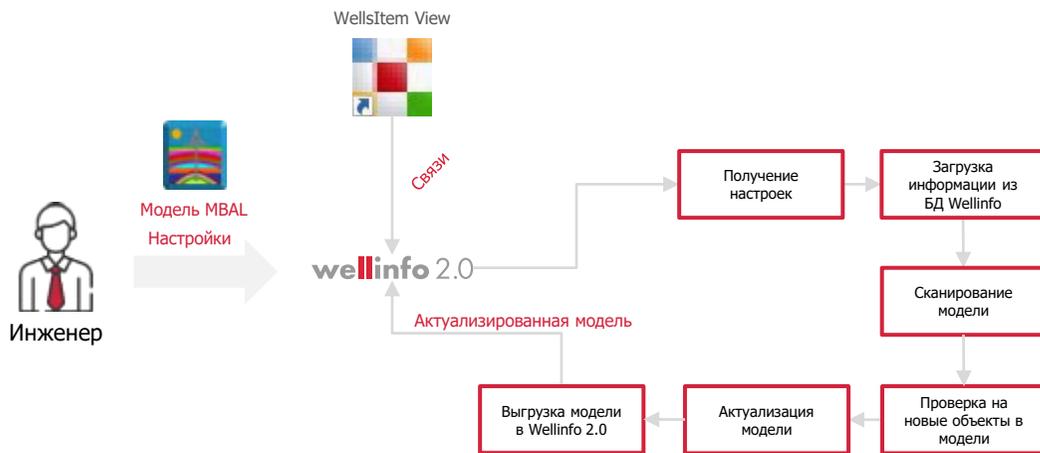


Результаты работ:

- Бесшовное построение (отсутствие промежуточных скриптов, выгрузок, форм).
- Автоматическая «отрисовка» контуров участка объекта разработки с использованием пользовательских или встроенных карт в WellsItem View.
- **Автоматическое ежемесячное обновление связей в WellsItemView.**
- Автоматическая загрузка связей в БД WellInfo.
- Хранение модели на ресурсе Единое Информационное Пространство (ЕИП) с возможностью доступа для всех пользователей модуля.

Загрузка исторических данных в модель пласта MBAL

Инструмент для автоматического расчета и загрузки в модель «исторической» информации на основе связей «объект-танк-скважина» в «WellsItem View» или в списке Excel.



Истории	Статус	Файлы
AB1/3	✓	t_pyk_av1itog.mbi
AB2	✓	av2.mbi
AB3	✓	av3.mbi
AB4	✓	av4.mbi

Результаты тестирования инструмента автоматизации:

- ✓ Реализована функция выбора источника связей:
 - WellsItemView
 - Файл Excel установленной формы
- ✓ Возможность автоматического обновления объектов модели (удаление, добавление, переводы скважин).
- ✓ Вынесен функционал по адаптации ОФП для GAP в отдельный скрипт.
- ✓ Инструмент прошел первичное тестирование, исправлены ошибки.

Результаты работ:

- Бесшовное построение (отсутствие промежуточных скриптов, выгрузок, форм).
- Автоматическая ежемесячная актуализация данных.
- **Автоматическое обновление объектов модели (скважин, танков).**
- Хранение модели на ресурсе ЕИП с возможностью доступа для всех пользователей модуля.

Трудозатраты на создание MBAL до/после автоматизации

Название этапа построения	Количество часов до автоматизации	Количество часов после автоматизации
Сбор и анализ исходных данных	6	Исключается
Выделение участков для создания «танков»	5	5
Непосредственно создание танков и скважин в модели	2	Исключается
Внесение исходных данных	6	Исключается
Осреднение пластовых давлений	3	3
Настройка модели пласта	6	6
Итого	28	14



Реализованные подходы:

- Реализован алгоритм автоматизированного создания объектов представления скважин в модели пласта, построенной на основе метода материального баланса;
- Реализован алгоритм автоматизированной загрузки «исторических» данных в модели пласта, созданных на основе метода материального баланса;
- Разработанный модуль протестирован и внедрен в производственную практику (апробирован при построении интегрированных моделей Покачевского и Красноленинского месторождений)

Полученные результаты:

- Оптимизирован производственный цикл работ по созданию упрощенных моделей пласта;
- Исключены ошибки в расчетах и при подготовке данных;
- Сокращены трудозатраты специалистов, задействованных в выполнении работ по построению и актуализации упрощенных моделей пласта.



Всегда в движении!