



Цифровые решения для снижения обводненности и себестоимости добычи нефти на основе математического моделирования и искусственного интеллекта

Программное обеспечение для проектирования геолого-технических мероприятий

СИМУЛЯТОР ремонтно-изоляционных работ

Роман Касливцев
Директор
contact@rirpro.ru
+79613669711

Михаил Кочеков
Научрук, к.т.н.
kochekoff@yandex.ru
+79811534721

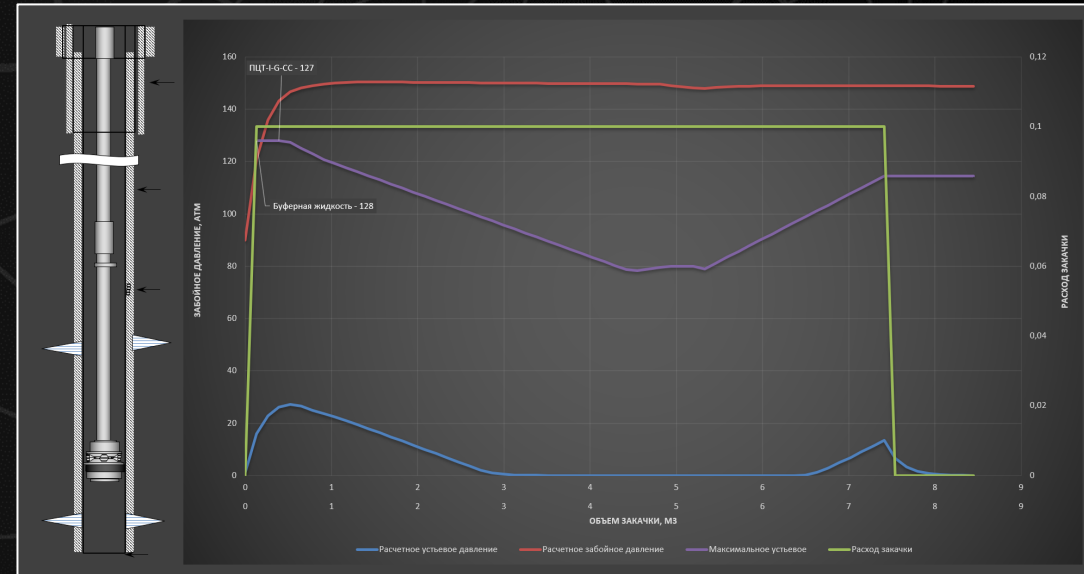
2021 г.

Цифровой симулятор ремонтно-изоляционных работ (РИР)

Симулятор РИР - программное обеспечение для планирования, проектирования, оптимизации ключевых параметров ремонтно-изоляционных работ в нефтяных скважинах с возможностью анализа технико-экономической эффективности.

Основные функциональные возможности Симулятора:

- Подбор скважин-кандидатов для проведения ГТМ, с использованием искусственного интеллекта.
- Выбор оптимальных составов и расчет их объемов для проведения мероприятий по снижению обводнённости.
- Расчёт технологических параметров проведения мероприятий по снижению обводнённости.
- Моделирование закачки реагентов с учетом разнообразных геолого-физических и технических условий скважин.
- Расчёт динамики распределения жидкости в пласте и давлений в процессе обработки.
- Прогноз эксплуатационных параметров скважины после мероприятий по снижению обводнённости.
- Расчет экономической эффективности ГТМ на основе базовых входных технико-экономических показателей.



Внедрение Симулятора РИР позволит:

- ✓ Повысить технико-экономическую эффективность.
- ✓ Создать корпоративную базу данных технологий.
- ✓ Сформировать цифровую библиотеку результатов ЛИ.
- ✓ Проводить мониторинг и анализ добычи после ГТМ.
- ✓ Оптимизировать логистику цифровых данных.

Техническое описание и преимущества

Реализовано:

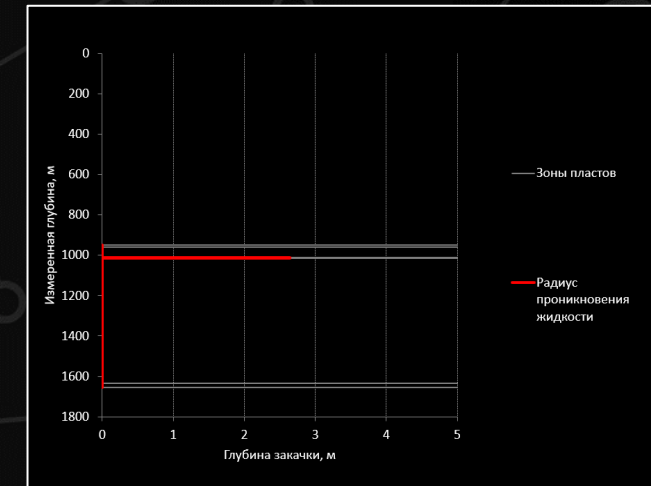
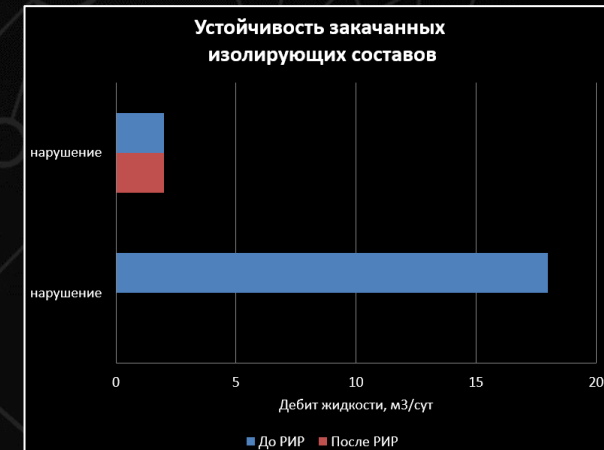
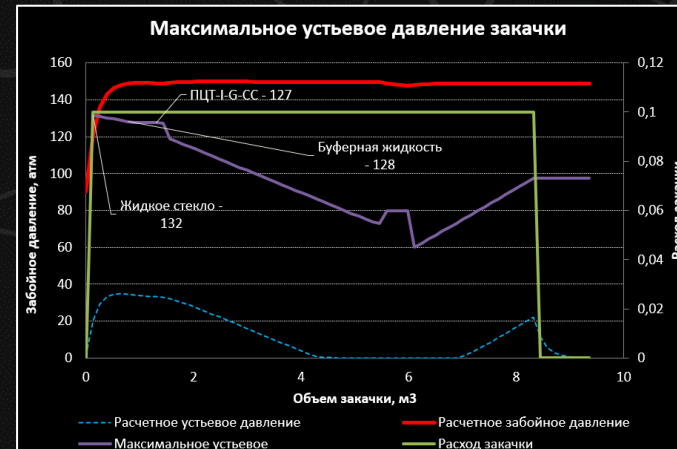
- 2D-модель (3D - осесимметричная) закачки нелинейно-вязких жидкостей в слоисто-неоднородный пласт – позволяет имитировать закачку реагентов различной природы с учетом межколонных и межпластовых перетоков
- Интегрированная математическая модель прочности и устойчивости водоизолирующих составов.
- Прогноз запусковых параметров добычи после мероприятия.
- Возможность калибровки математической модели по результатам лабораторных и натурных экспериментов позволит повысить точность моделей и адаптировать их к геолого-физическим условиям месторождений.

В разработке:

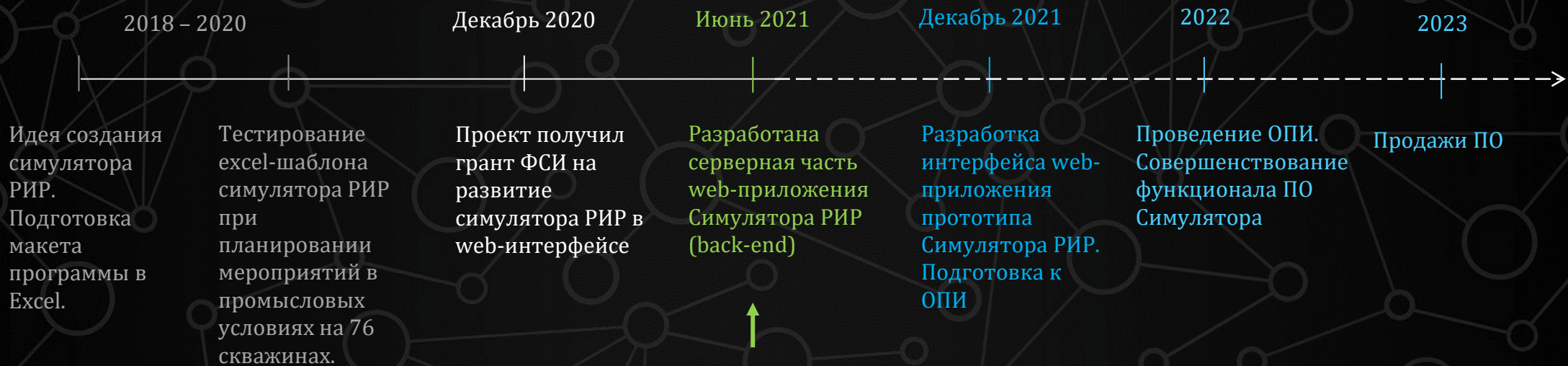
- ✓ Автоматизация проектирования различных видов мероприятий по снижению обводнённости продукции нефтяных скважин.
- ✓ Подбор реагентов и изолирующих составов, расчет их объемов.
- ✓ Предотвращение технологических рисков при проведении мероприятий путем расчета динамики устьевого и забойного давлений.
- ✓ Автоматизация создания отчетной документации результатов проведенных расчетов.

① Основной план закачки				
№	Тип стадии	Состав стадии	Скорость закачки, м ³ /мин	Объем стадии, м ³
1	Нейтральная	Буферная жидкость	0,10	1,5
2	Изолирующий состав	Жидкое стекло	0,10	4,0
3	Нейтральная	Буферная жидкость	0,10	0,5
4	Тампонажный состав	ПЦТ-I-G-CC	0,10	4,0
5	Нейтральная	Буферная жидкость	0,10	0,5
6	Нейтральная	Технологическая жидкость	0,10	2,5

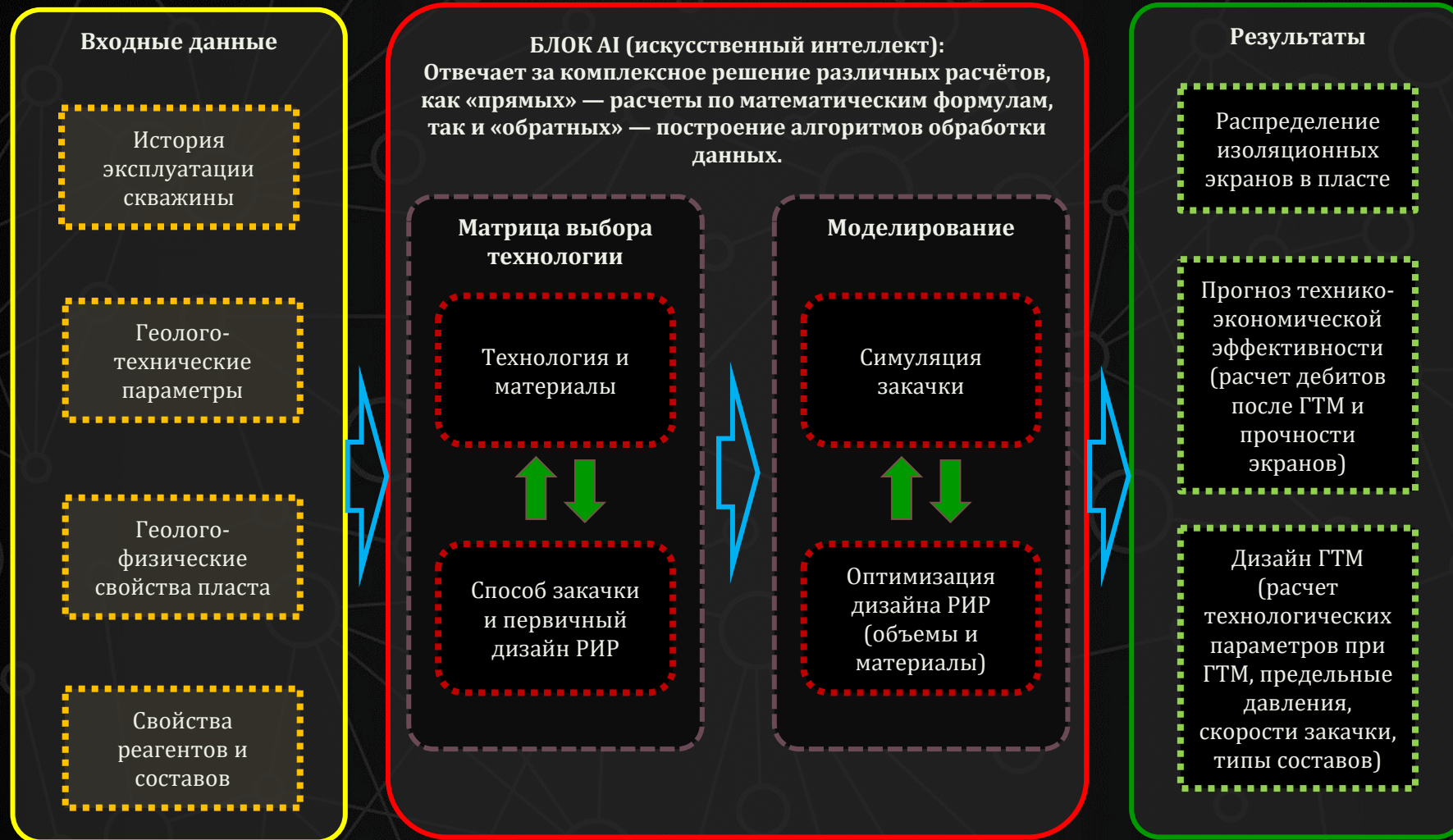
Расчет РИР



Уровень развития технологии

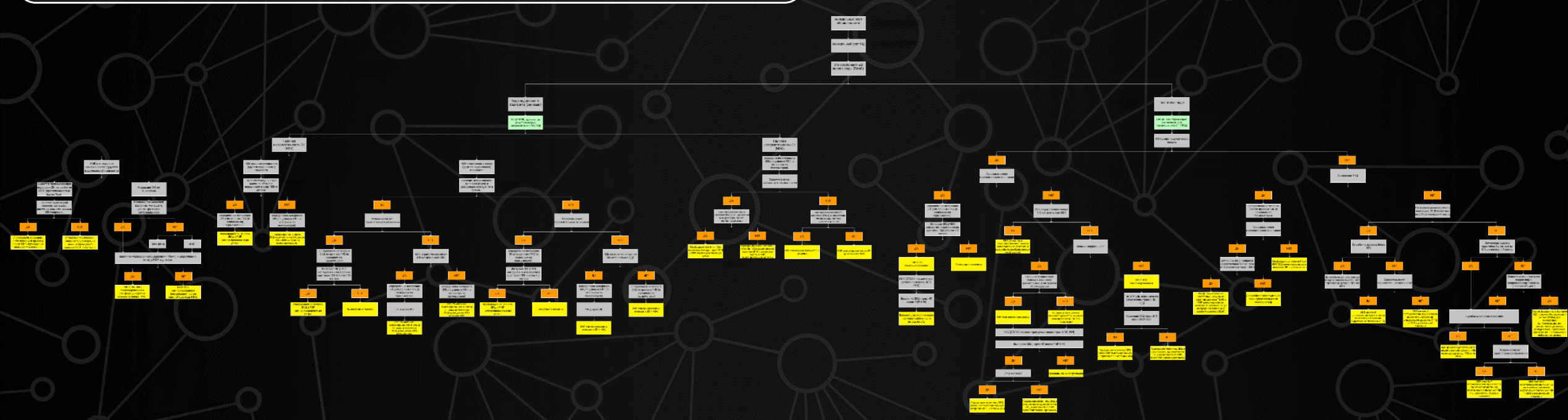


Принцип работы Симулятора РИР. Общая схема



Принцип работы Симулятора РИР. Блок AI

Командой проекта были обработаны и сведены в единую систему наиболее распространенные причинно-следственные связи, возникающие при планировании ремонтно-изоляционных работ



Сформирован шаблон экспертной системы принятия решений при проектировании ремонтно-изоляционных работ. При дальнейшей программной реализации разработанных математических моделей и расчетных алгоритмов данная экспертная система будет внедрена в Симулятор как модуль принятия решений по выбору и оптимизации технологий ремонтно-изоляционных работ.

Потенциальный сценарий использования Симулятора



Сравнение Симулятора РИР с аналогами

Характеристики ПО	«QuikLook» (Halliburton)	«Дизайн РИР» (Роснефть)	Симулятор РИР (РИРПРО)
Расчет потерь давления в стволе скважины и перфорационных отв. для однофазных жидкостей	✓	✓	✓
Мат. модель для расчета закачки и устойчивости пачек изолирующих составов (для случая геолого-технического мероприятия (ГТМ) по селективной изоляции)	✓	✓	✓
Мат. модель для расчета закачки и устойчивости изолирующих/тампонирующих составов	✗	✓	✓
Мат. модель закачки и устойчивости различных изолирующих/тампонирующих экранов при обработке для случая заколонной циркуляции	✗	✓	✓
Учет слоистой неоднородности пласта	✓	✗	✓
Учет горизонтальной геометрии ствола скважин	✓	✗	✓
Учет термодинамических эффектов в пласте	✓	✗	✓
Учет термодинамических эффектов в стволе скважины	✓	✗	✓
Влияние адгезии/адсорбции загущенных составов к породе	✗	✗	✓
Учет естественной трещиноватости породы	✗	✗	✓
Методика выявления интервалов, источников обводнения на основе промысловых данных и результатов промысловых исследований	✗	✗	✓
Экономическая оценка результатов ГТМ	✗	✗	✓
Наличие алгоритма численной оптимизации	✗	✗	✓
Экспертная и аналитическая система для проектирования дизайна и выбора технологий ГТМ	✗	✗	✓
Анализ добычи из скважины до и после ГТМ с учетом динамики обводнения и падения продуктивности	✗	✗	✓

Варианты распространения симулятора РИР

НИОКР

Выполнение НИОКР по созданию Симулятора РИР для условий компании-Заказчика

- ✓ РИД – остается у Заказчика
- ✓ Права на продажу ПО – ООО «РИРПРО»
- ✓ Обучение / тех. поддержка
- ✓ Оперативная модернизация ПО

Возможность расширения функционала и развитие интерфейса Симулятора под задачи и требования Заказчика

Подписка по SaaS

Доступ к ПО по модели SaaS (доступ по подписке)

- ✓ Гибкий защищенный доступ к облачному серверу для выполнения расчетов через web-интерфейс
- ✓ Обучение / тех. поддержка
- ✓ Оперативная модернизация ПО

Использование Симулятора РИР как прикладного ПО для проектирования РИР

Интеграция в корпоративное ПО

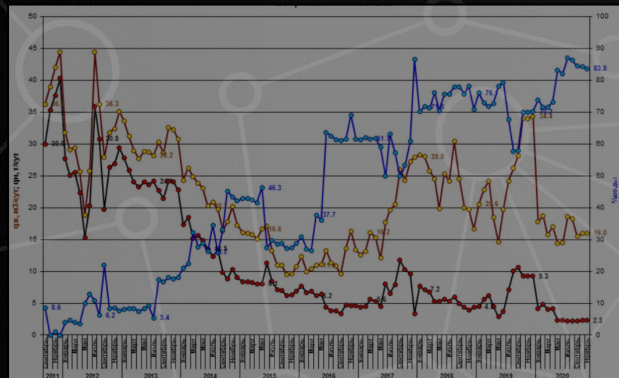
Договор оказания возмездных услуг по интеграции Симулятора

- ✓ Проведение ЛИ
- ✓ Развертывание серверных компонентов в сети Заказчика
- ✓ Обучение / тех. поддержка
- ✓ Оперативная модернизация ПО

Включение Симулятора РИР в набор корпоративных расчётных инструментов.

Опыт применения симулятора РИР

Численные модели, применяемые в прототипе Симулятора, тестировались в промышленных условиях месторождений Волго-Урала и Восточной Сибири в рамках планирования мероприятий по снижению обводненности нефтяных скважин (76 скважин).



1. Конструкция скважины

Наименование коловыла	Диаметр ствола, мм	Интервал установки, мм		Диаметр, мм	Толщина, мм	Центр	
		верх	ниж			верх	ниж
Направление	393,7	0,0	50,0	324,0	9,5	0,1	8,0
Кондуктор	295,3	0,0	300,0	245,0	8,9	8,0	16,0
Эксплуатационная коловыла	215,9	0,0	1288,0	146,0	7,7	47,0	39,0

2. Данные о перфорации

Интервал перфорации, м	Тип перфоратора		Количество отверстий, шт/м	Горизонт, курс	Пласт
	верх	ниж			
964,50 - 967,00	ПС-112	5,43		С башк	Сбш
979,2 - 979,2	известно	известно		С пров	Спр

Схема

Искусственный забой 1276,0 м Текущий забой 1273,0 м
 Составные забой

Технологическая вязкость плотности 1160 кг/м³
 Действительное давление на пласты 3,0 МПа
 Действительное давление на эксплуатационную коловыла 3,0 МПа
 Эксплуатационная коловыла обрессована в интервале 31.01.2019 3,0 МПа

Наименование	Интервал	Q, м ³ /сут	P, МПа	q, м ³ /сут	Отдача, м ³ /мч
Пласты	979,20 - 979,20	0,0	9,0	0,00	

введение давления с 9,0 до 7,7 МПа за 30 минут

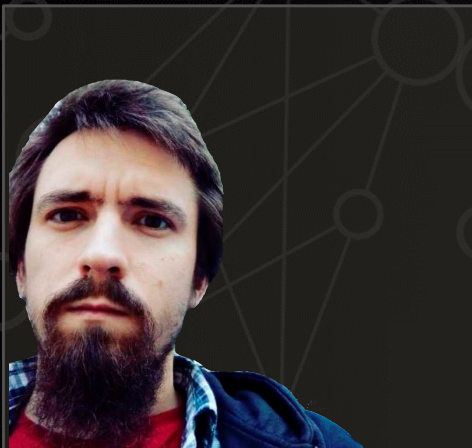
Списокное оборудование

НКТ диаметром	73 мм	из глубины	960,7 м		
Обрессована на	25,0 МПа	на	31.01.2019		
НКТ диаметром	мм	из глубины	м	м	
Обрессована на	МПа				
Башмак НКТ	переворота	на глубине	960,7 м		
Пакер	вставлен на	глубине	м		
Планировочный интервал	среди	подложившего материала	972,0 м		
Планировочный интервал	толстого	моста	977,0 м		

Работы производить в присутствии ответственного представителя Заказчика.
Внимание! Перед СПО инструмента необходимо открывать пластины пренентора, при завершении СПО закрывать.

№	Состав работ	Кол-во материала	сл.
1	Посадить пакер согласно руководству по эксплуатации.		
2	Определить приёмистость, наличие (отсутствие) сообщения между пластами. Осевым перемещением инструмента открыть циркуляционное отверстие, вызвать циркуляцию прямой промывкой.		
3	При открытой затрубной задвижке закачать в НКТ: Вода	3,00	м ³
4	Осевым перемещением инструмента закрыть циркуляционное отверстие (разгрузка не более 4т), создать давление в затрубном пространстве не более 9,0МПа		
5	Закачать в НКТ: ВНП АК619	3,00	м ³
	Вода	0,50	м ³
	ПЦТ-Г-СС	1,60	м ³
	Вода	5,00	м ³
6	Открыть трубные пластины пренентора, извлечь ПИ из пакера, закрыть пластины пренентора		
7	Произвести срезу обратной промывкой с расжиганием инструмента, после выхода излишков проциркулировать в объеме:	8,33	м ³

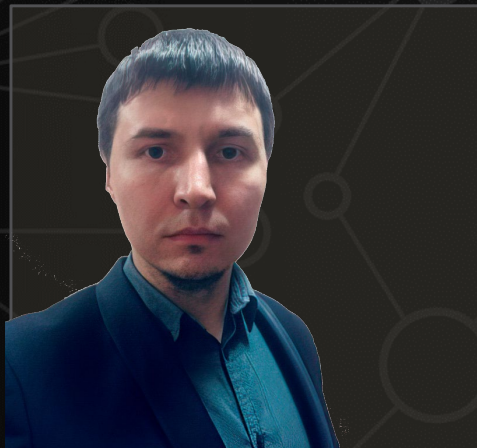
Команда проекта



Роман Касливцев

Директор

Научно-производственный стаж – 6 лет.
Разработал и обосновал дизайн более 50 мероприятий по снижению обводнённости добываемой продукции нефтяных скважин с NPV более 1 млрд. руб.



Михаил Кочеков

Научный руководитель, к.т.н

К.т.н. по специальности 25.00.17 –
Предпринимательский опыт – 4 года
Производственный стаж – 10 лет
С 2006 по 2019 гг. опубликовано 11 научных работ, в том числе 3 статьи в журналах из перечня ВАК, получено 4 патента РФ.



Дмитрий Кучеренко

Главный технолог

Производственный практик по проведению ремонтно-изоляционных работ.
Общий стаж работы в сфере – более 20 лет, из них на руководящей должности – 11 лет.
Предпринимательский опыт – 5 лет



Булат Вахитов

Программист-разработчик

Опыт работы - 15 лет. Программирование на C#, javascript, typescript, разработка баз данных и работа с БД Oracle, postgre, разработка веб-приложений на angular, верстка HTML+CSS, Docker, docker-compose



Цифровые решения для снижения обводненности и себестоимости добычи нефти на основе математического моделирования и искусственного интеллекта.

www.rirpro.ru

contact@rirpro.ru