



**РОСНЕФТЬ**

**РН-СИМТЕП – ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ  
МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
НА ОБЪЕКТАХ ПОВЕРХНОСТНОГО ОБУСТРОЙСТВА  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

### Описание

RH-СИМТЕП - программный комплекс для моделирования технологических процессов в области транспортировки, подготовки и первичной переработки скважинной продукции. Инструмент предназначен для решения задач на этапах проектирования и эксплуатации месторождений



СОВМЕСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ СБОРА, ПОДГОТОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ

### Преимущества

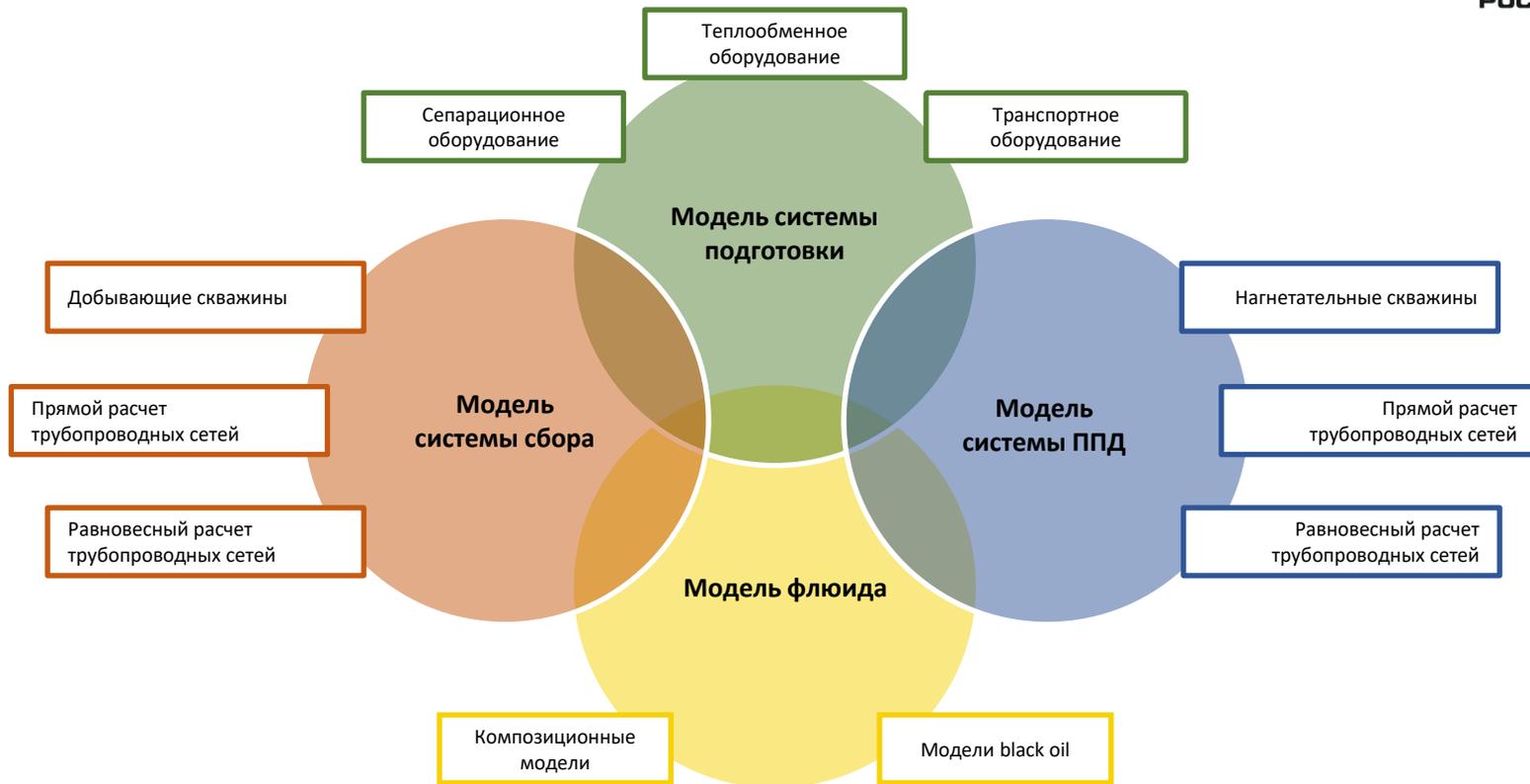
Математические модели симулятора RH-СИМТЕП базируются на передовых и наиболее точных методиках и включают в себя:

- Определение PVT-свойств на основе композиционной модели и модели нелетучей нефти (black oil)
- Модели фазового равновесия «нефть-газ-вода» для учета растворимости газа в воде и содержания капельной жидкости в газе
- Расчет параметров многофазного потока в трубопроводных сетях
- Моделирование объектов подготовки нефти и газа (сепарационное, теплообменное, транспортное оборудование)
- Совместный расчет процессов в системах сбора, подготовки и транспортировки
- Моделирование в стационарном и квазидинамическом режимах
- Анализ рисков при эксплуатации объектов поверхностного обустройства: коррозии, солеотложений, АСПО, гидратообразования
- Оптимизация режимов работы систем поверхностного обустройства

### Планы

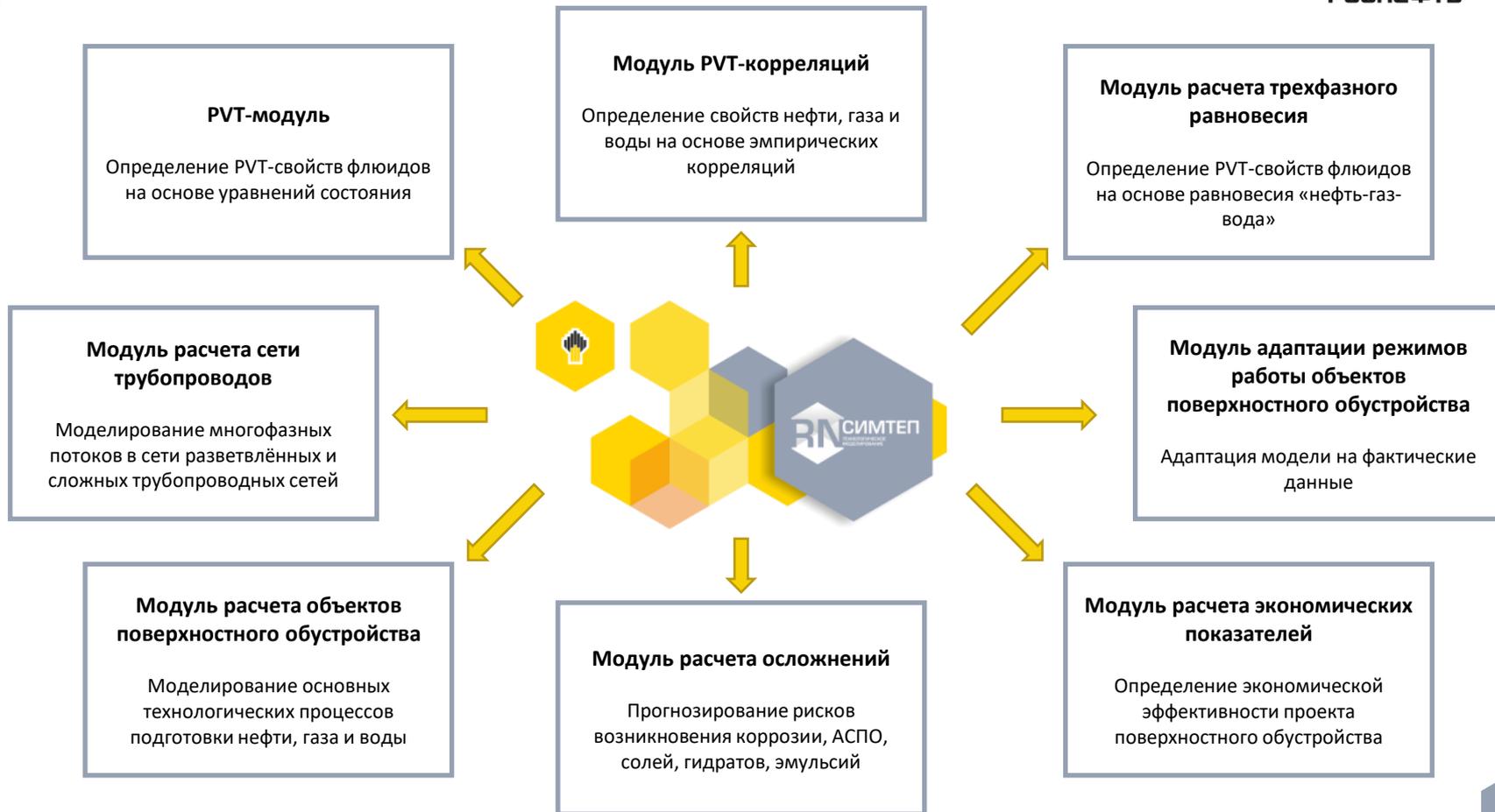
- Расчет абсорбции, адсорбции, аминовой очистки
- Расчет отстойников, трубных водоотделителей
- Расчет процессов ингибирования

# ИЕРАРХИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РН-СИМТЕП



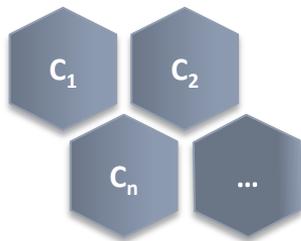
РН-СИМТЕП – программный комплекс для моделирования технологических процессов, охватывающий все аспекты моделей от забоя скважин до точки сбыта

# РАСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ РН-СИМТЕП



# РАСШИРЕННЫЙ PVT-МОДУЛЬ

## Композиционная модель флюида



- Базы данных свойств компонентов (более 200 компонентов)
- Задание флюида с остатком
- Разбивка остатка на фракции
- Использование более 5 уравнений состояния
- Расчет двухфазного и трехфазного равновесия
- Моделирование PVT-экспериментов
- Адаптация модели флюида на фактические данные

## Модель флюида black oil



- Задание модели флюида на основе минимального количества данных
- Широкий выбор корреляций PVT-свойств нефти, газа и воды
- Настройка корреляций для соответствия экспериментальным данным

## Преимущества

- Создание композиционной модели и модели нелетучей нефти (black oil)
- Расчет PVT-свойств при различных термобарических условиях
- Возможность разбивки остатка на фракции
- Моделирование трехфазного равновесия для учета растворимости газа в воде и содержания капельной жидкости в газе
- Настройка модели флюида в соответствии с лабораторными данными



# ТИПЫ ОБОРУДОВАНИЯ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ В PH-СИМТЕП

## Сепарационное



### Сепарационные

-  Сепаратор
-  Сепаратор (ЗФ)
-  Резервуар
-  Буферная емкость
-  Сумматор потока
-  Делитель
-  Сатуратор

## Транспортное



### Транспортное

-  Труба
-  Насос
-  Компрессор
-  Детандер
-  Штуцер
-  Регулирующий клапан

## Теплообменное



### Теплообменное

-  Нагреватель
-  Холодильник
-  АВО
-  Теплообменник
-  Трубчатая печь

## Прочее



### Потоки

-  Источник
-  Сток

### Скважины

-  Добывающая скважина
-  Нагнетательная скважина

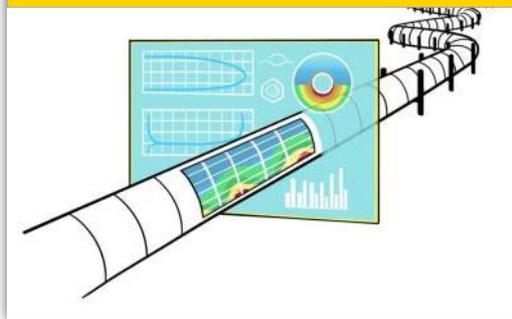
### Составное

-  Система сбора
-  Система ППД
-  Разделитель КС потока
-  Зацикл
-  Бустерная установка

- Создание и использование пользовательских подсхем, состоящих из нескольких объектов
- Систематическое расширение функционала и количества моделируемого оборудования

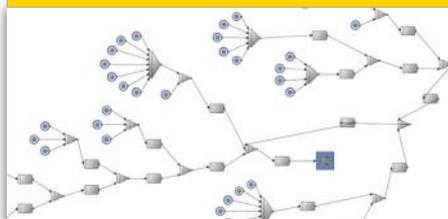
# МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВЕТВЛЕННЫХ И СЛОЖНЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

## Расчет многофазного потока

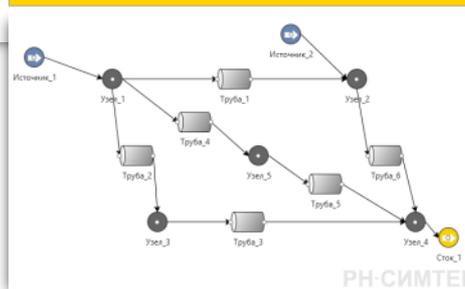


- Использование передовых механистических моделей расчета многофазного потока с учетом различных профилей трассы
- Расчет теплопередачи в заглубленных и частично заглубленных трубах
- Учет эффектов проскальзывания и режимов течения
- Расчет параметров осложнений: высоковязких эмульсий, коррозии, АСПО, гидратов, солей, гидродинамических пробок

## Расчет разветвленных сетей

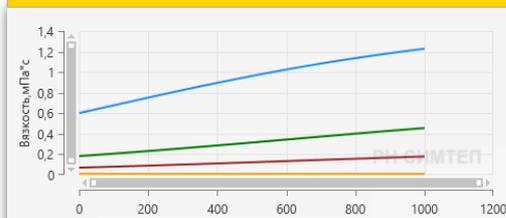


## Расчет закольцованных сетей



- Проектирование трубопроводных систем сложной конструкции (закольцованные, с перетоками, с наличием лупингов)
- Оптимизация режимов эксплуатации трубопроводных сетей сбора и закачки
- Совместный анализ системы сбора, подготовки и ППД
- Обеспечение бесперебойности потока
- Расчет в квазидинамическом режиме

## Отслеживание параметров вдоль трубы



## Расширенные настройки расчета

Методы расчета многофазного потока

Методика расчета горизонтального потока: Beggs and Brill

Методика расчета вертикального потока: Aziz

Угол переключения между методиками расчета: 45

Эмульсии

Метод расчета вязкости нефтяной эмульсии: Woelflin (1942)

Критическая обводненность, %:  Рассчитать  Задать

0,00

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСЛОЖНЕНИЙ

## Эмульсии

Эмульсии

Метод расчета вязкости нефтяной эмульсии: Вязкость эмульсии рассчитыва...

Критическая обводненность, %:  Рассчитать  Задать

60,000

**Вязкость эмульсии рассчитывается согласно**

- Woelflin (1942)
- Brinkman (1952)
- Vand (1948)
- Richardson (1958)
- Leviton & Leighton (1936)
- Woelflin Loose
- Woelflin Medium
- Woelflin Tight

- Реализованные методики позволяют получить наилучшее согласование с фактическими данными

## Соли

- Реализован расчет как индекса насыщения, так и скорости солеотложения в г/сут

## АСПО и гидраты

АСПО

Рассчитывать АСПО:

Расчет температуры парафинизации: УФАНИПнефть

Время моделирования, сут: ВНИИнефть

- Реализованы апробированные методики и механистические модели для расчета параметров АСПО



- Цветовая индикация осложнений на технологической схеме
- Просмотр численных значений параметров осложнений

## Коррозия

Коррозия

Рассчитывать коррозию:

Прогнозирование коррозии: Норсок

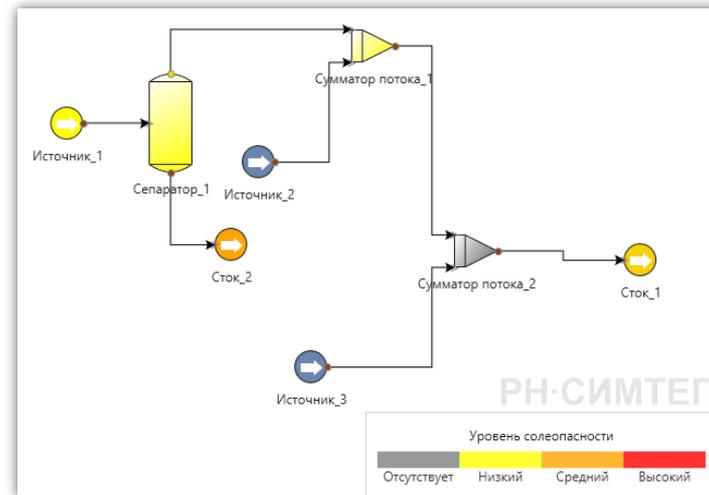
Поправочные коэффициенты:

Тип исполнения трубы/оборудования	Значение поправочного коэффициента
Нет	1
Коррозионностойкое оборудование	0,4
Полимерные трубы	0

**Норсок**

- Де-Ваард-Лотц-Дагстад
- Де-Ваард-Лотц
- FREECORP 1.0
- Де-Ваард-1995-Pipesim

- При расчете параметров коррозии использованы апробированные методики и учтена коррозионная стойкость оборудования



РН-СИМТЕП

# ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ФУНКЦИОНАЛ

### Многовариантные расчеты

Входные/выходные данные | Результаты расчета

Варируемые параметры

Добавить варьируемый параметр  Удалить варьируемый параметр  Добавить исходные данные из файла

№	Объект	Параметр	Единицы измерения	Значения
1	Источник_1	Давление	Бар	15;20;25
2	Источник_1	Температура	* C	10;20;30

Выходные параметры

Выбранные устройства

Сумматор потока\_2  
 Сумматор потока\_1  
 Сепаратор\_1  
 Сток\_2

Выбранные параметры

Условия  
 Свойства  
 Z-фактор  
 Влажность газа, гр/м3

Расчет

 Начать расчет Выполнено 9 из 9

### Адаптация параметров объектов

Входные/выходные данные | Параметры | Таблица | 2D график | Результат адаптации

Варируемые параметры

Добавить варьируемый параметр  Удалить варьируемый параметр  Добавить исходные данные из файла

№	Объект	Параметр	Ед. изм.	Тек. зн.	Мин	Макс	Шаг
1	Источник_1	Давление	Бар	25,000	10	40	1
2	Источник_1	Температура	* C	30,000	5	60	1

Целевые параметры

Добавить целевой параметр  Удалить целевой параметр

№	Объект	Фаза потока	Параметр	Ед. изм.	Тек. зн.	Цел. зн.
1	Сепаратор_1	...	Мольная доля газа	напр. Бар	0,12901	0,2
2	Поток_4	Смесь	Давление	Бар	25,000	15

Расчет

 Начать расчет Выполнено 1 из 1

- Выбор одного или нескольких варьируемых параметров
- Анализ результатов расчета в табличном и в графическом виде
- Экспорт результатов расчета
- Автоматическая оценка полученного результата адаптации

### Настройки расчета

Входные/выходные данные | Результаты расчета

Таблица  График

Источник_1 - Давление, Бар	Источник_1 - Температура, * C	Сепаратор_1 - Входящий - Z-фактор	Сепаратор_1 - Входящий - Влажность газа, гр/м3	Сепаратор_1 - Входящий - Газосодержание, м3/м3	Сепаратор_1 - Максимальное влажосодержание газа, гр/м3
15	10	0.2117951	0.7198087	62.17244	0.7198087
15	20	0.2214975	1.34084	58.31997	1.34084
15	30	0.2326968	2.396034	54.24246	2.396034
20	10	0.2123838	0.5577957	68.78254	0.5577957
20	20	0.2196144	1.03452	65.36579	1.03452
20	30	0.2279846	1.842117	61.78136	1.842117
25	10	0.2176159	0.4605879	74.02598	0.4605879
25	20	0.2230648	0.8507284	70.88662	0.8507284
25	30	0.2294462	1.509767	67.61962	1.509767

Экспорт в Excel

### Адаптация модел

Входные/выходные данные | Параметры | Таблица | 2D график | Результат адаптации

До процедуры адаптации

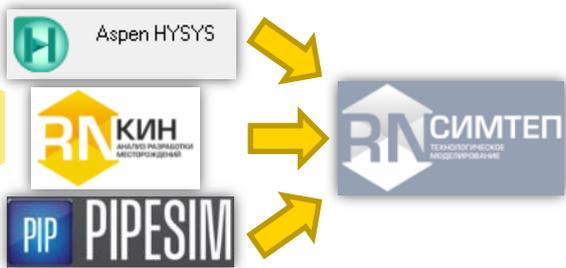
Объект	Целевой параметр	Фактическое (целевое) значение	Расчетное значение	Абсолютное отклонение	Относительное отклонение, %
Сепаратор_1	Мольная доля газа,	0,2	0,1290083	0,07099	35,496
Поток_4	Давление, Бар	15	25	10,000	66,667

После процедуры адаптации

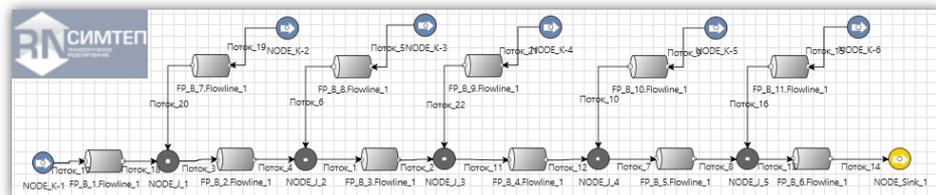
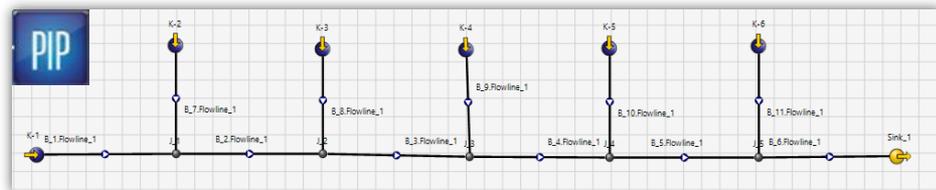
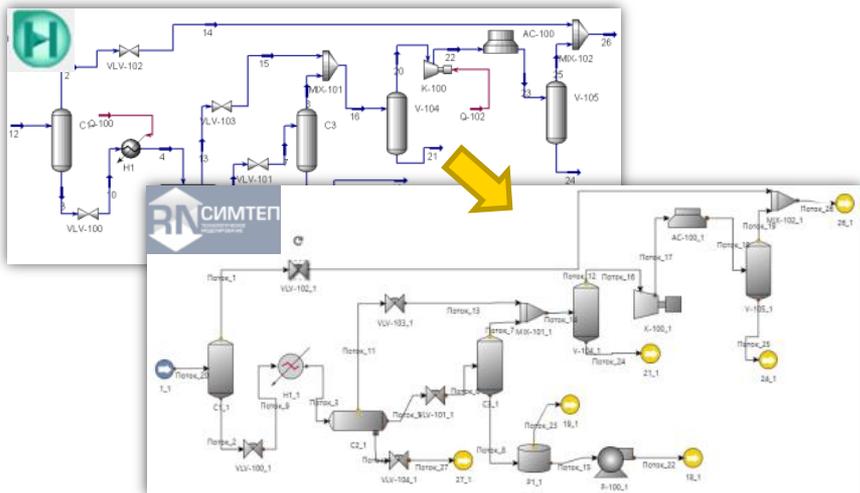
Объект	Целевой параметр	Фактическое (целевое) значение	Расчетное значение	Абсолютное отклонение	Относительное отклонение, %
Сепаратор_1	Мольная доля газа,	0,2	0,1999922	0,000008	0,003900
Поток_4	Давление, Бар	15	14,99963	0,000370	0,002467

Применить результаты адаптации

# ИМПОРТ МОДЕЛЕЙ

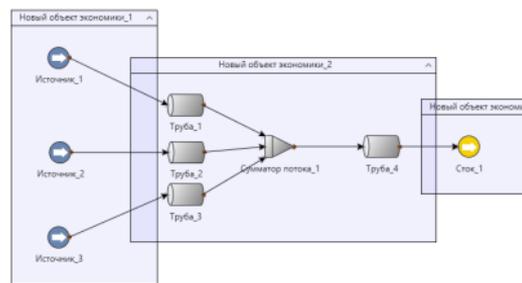


	HYSYS	PIPESIM	РН-КИН
Импорт флюида	+	+	+
Импорт объектов	+	+	+
Импортируемый файл	*.xml	*.opi	Напрямую
Пояснение	Файл проекта *.hsc необходимо сохранить в формате *.xml	Используется встроенная утилита «PIPESIM to OLGA Converter»	



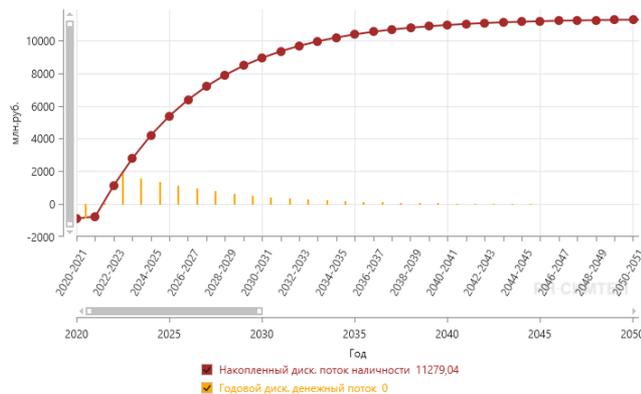
# РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Технологический режим



Капитальные вложения

## Экономические показатели



Макропараметры

### МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

(ВВЕДИТЕ НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА НА ЛИСТЕ ПАСПОРТА)

№		Ед. изм.	1	2
			2021	2022
<b>1.</b>	<b>Цена на углеводородную продукцию и курс доллара</b>			
	Цена нефти Brent	\$/барр	60,2	58,8
	Цена нефти Urals	\$/барр	57,9	56,4
	Цена природного газа (без учета индекса цен)	руб/тыс.м3	3 890	3 888
	Цена попутного газа (без учета индекса цен)	руб/тыс.м3	4 033	4 287
	Цена конденсата	руб/т	24 532	23 994
	Обменный курс (RUR/USD)	руб/\$	64,0	64,7
	Ставка дисконтирования	%	20,0%	20,0%
<b>2.</b>	<b>Индексы цен</b>			
	СРР РФ	%	100,0%	100,0%
	СРР США	%	100,0%	100,0%

Операционные затраты

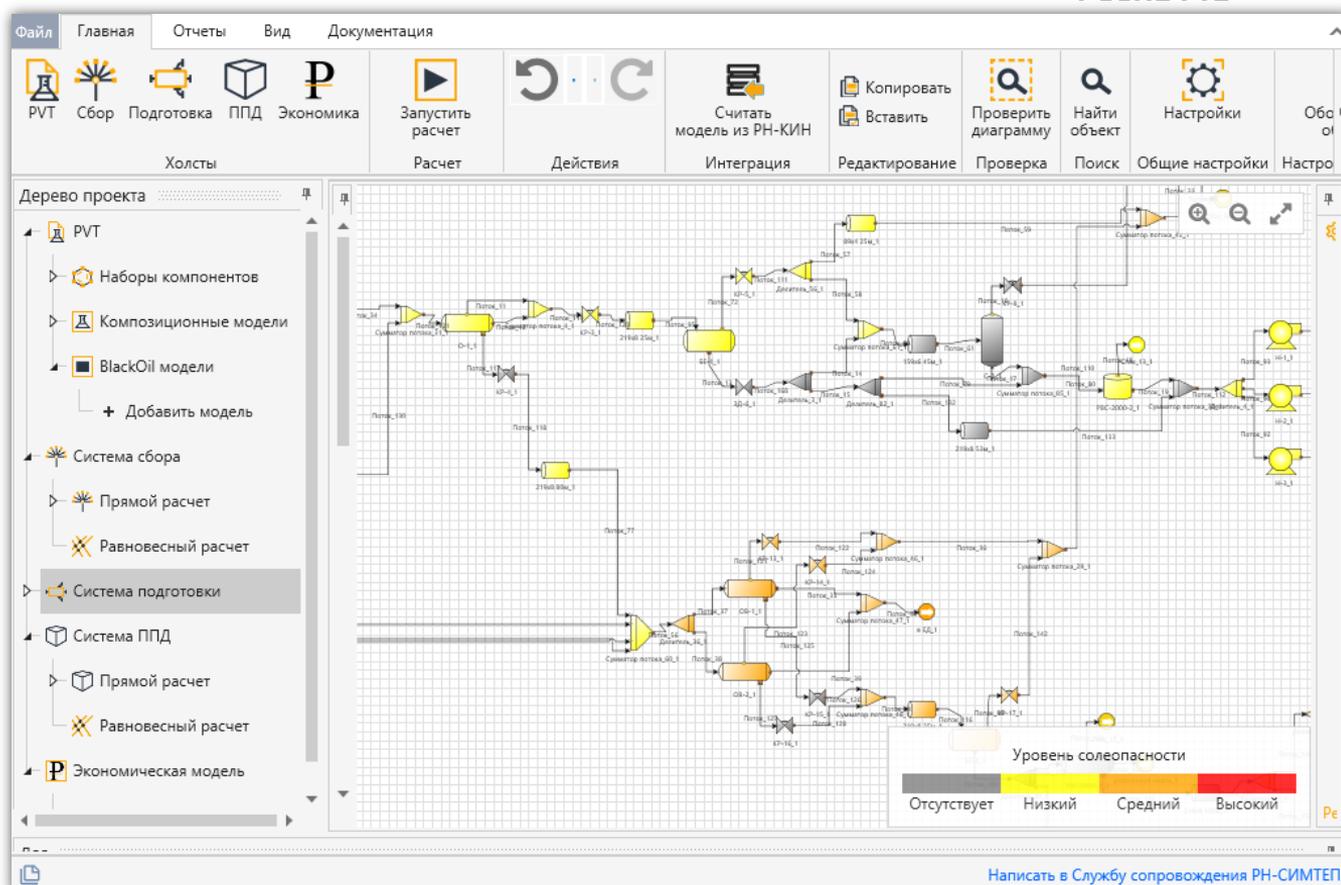
## Модуль расчета экономических показателей

- Экономическая оценка проекта поверхностного обустройства месторождений
- Формирование планов инвестиций при строительстве систем поверхностного обустройства
- Анализ чувствительности экономических показателей проекта к изменению внешних факторов
- Сравнение проектов поверхностного обустройства месторождений с точки зрения экономической эффективности

# КРАТКО О ПРОЕКТЕ



- Разработана первая промышленная версия симулятора для моделирования технологических процессов «РН-СИМТЕП 1.0»
- В рамках развития проекта планируется расширение функциональных возможностей симулятора: расчет инфраструктуры газовых, газоконденсатных месторождений



# ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ТЕКУЩЕЙ ВЕРСИИ PH-SIMTEP



Блок расчетов	Функциональные возможности	HYSYS	PIPESIM	PH-SIMTEP		
				Прототип (2019)	v1.0 (2021)	v2.0 (2024)
PVT расчеты	Расчеты PVT-свойств с использованием корреляционных зависимостей					
	Расчет двухфазного равновесия «нефть-газ»					
	Расчет трехфазного равновесия «нефть-газ-вода»					
	Расчет PVT-свойств флюидов на основе уравнений состояния					
	Смешение потоков с разными PVT моделями					
	Настройка и адаптация модели флюида на эксперимент					
Гидравлические расчеты	Расчет системы сбора скважинной продукции, системы ППД					
	Расчет пробок (объем пробок, частота образования и т.д.)					
	Расчет системы газосбора					
Расчет объектов подготовки	Расчет основных объектов поверхностного обустройства					
	Расчет установок подготовки газа (компрессор, детандер, абсорбер, адсорбер)		++-	++-	++-	
	Расчет установок подготовки воды: трубных водоотделителей с учетом геометрии					
	Расчет факельных систем					
	Учет геометрических и конструкционных параметров оборудования					
	Расчет процессов аминовой очистки					
	Расчет схемы регулирования технологических процессов (КИПиА)					
Осложнения	Анализ рисков образования осложнений (солеотложения, АСПО, гидратообразование, коррозия)	---	---			
	Расчет ингибирования процессов гидратообразования, коррозии и солеотложений					
Дополнительный функционал	Параметрические расчеты, анализ чувствительности, адаптация					
	Оптимизация параметров готовой продукции					
	Оптимизация режимов работы объектов поверхностного обустройства					
	Оценка капитальных вложений и экономических показателей					
	Использование вложенных технологических схем					
	Возможность расширения расчетной библиотеки по объектам поверхностного обустройства					
	Использование базы типовых моделей + Интеграция с базой моделей СТПК					
Динамика	Динамический расчет объектов обустройства					
Нефтепереработка	Расчет объектов нефтепереработки					



**РОСНЕФТЬ**



<https://rn.digital/simtep/>