

# Оптимизация газопровода с помощью программного обеспечения для моделирования

**А. СИДОРЕНКО** – менеджер по продажам Atmos International в России и странах СНГ

Трубопроводы природного газа имеют решающее значение для энергоснабжения, обеспечивая тепло в домах, освещения и работу газового оборудования повсюду. Безопасная и надежная прокладка газопроводов важна как для населения, так и для каждого трубопроводного оператора. Удовлетворение спроса, управление загрузкой, минимизация эксплуатационных расходов и реагирование на незапланированные отключения – это повседневные задачи, с которыми можно справиться с помощью инструментов моделирования. Поскольку природный газ продолжает пользоваться высоким спросом и переход к более экологичному газу уже не за горами, операторы, использующие программное обеспечение для моделирования трубопроводов, могут управлять сложными сетями в нескольких регионах. В данной статье рассматриваются преимущества программного обеспечения для моделирования трубопроводов и его свойства для газотранспортных операторов. Автор рассматривает предысторию моделирования, проблемы, с которыми сталкиваются операторы, и потенциальные приложения.

## КЛЮЧЕВЫЕ ОБЛАСТИ:

- **Оптимизация:** минимизация затрат и сокращение выбросов, соблюдение ежедневных номинаций, управление качеством газа, если газ не соответствует спецификациям.
- **Безопасность:** обнаружение и локализация утечек, управление давлением в трубопроводе.

## Что такое моделирование трубопровода?

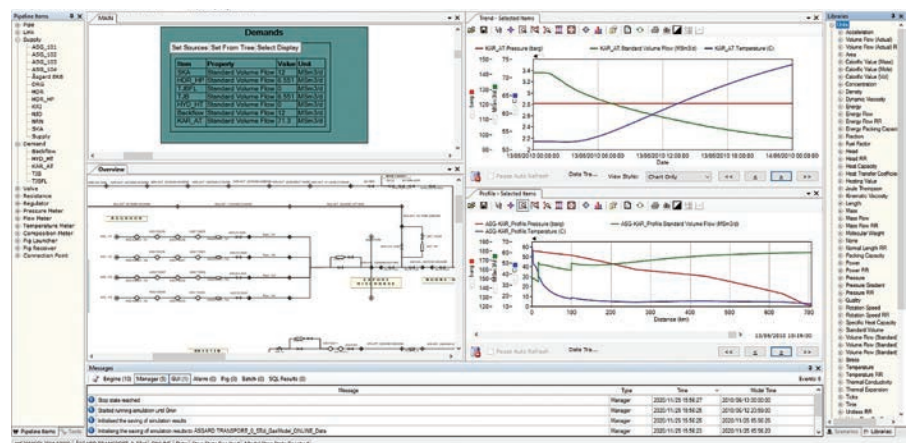
Программное обеспечение для моделирования, такое как Atmos SIM, обеспечивает мощную поддержку принятия решений в зависимости от того, что происходит в трубопроводе или сети трубопроводов сейчас и что произойдет в будущем. От первоначального проектирования до разработки философии эксплуатации и обучения операторов и эксплуатации в реальных условиях и обеспечения оптимальной эксплуатации газопровода. Atmos SIM можно использовать для проектирования новых трубопроводов или проведения исследований по расширению существующих объектов. Пропускная способность трубопровода, размеры компрессоров и компрессорных станций и даже конструкция системы управления – все это располагается в одном инструменте. Сам пакет моделирования разделен на множество функций, которые можно получить либо в одном пакете, либо частями.

## Моделирование офлайн

**Atmos SIM offline** – это усовершенствованный и точный инструмент моделирования трубопроводов как для жидкости, так и для газа, который можно использовать для следующих целей:

- Проектирование трубопроводов;
- Подбор оборудования;
- Технично-экономические обоснования;
- Инженерный дизайн;
- Исследования мощности;
- Устранение узких мест;
- Гидравлический анализ;
- Детальное моделирование оборудования;
- Анализ на слабые места сети (точки превышения MAOP, либо разряжения);
- Обеспечение потока.

**Atmos SIM offline** – идеальный инструмент для инженера по трубопроводам для проектирования новых трубопроводов или тестирования новых операций на существующих трубопроводах до их внедрения. Atmos SIM предоставляет широкий выбор стандартных отраслевых уравнений потока и уравнений состояния. Для разных участков трубопровода в рамках одной модели доступны разные уравнения потока. Располагается программное обеспечение на гигабайте дискового пространства плюс расчетные базы данных.



**Рис. 1. Рабочий графический интерфейс Atmos SIM (доступен в том числе и на русском языке)**

## Автономное обучение операторов

Обучение может занять много времени и является затратным. Вместо того, чтобы срывать с места опытного диспетчера(ов) в течение многих месяцев, готовить дополнительное оборудование, Atmos SIM предоставляет инструмент имитации работы трубопровода, который во время подготовки подвергает тренируемых диспетчеров незапланированным событиям и автоматически оценивает их ответы. Это достигается в автономной среде, которая не влияет на фактические операции физического трубопровода и за гораздо более короткое время. Atmos SIM Trainer состоит из экземпляра имитатора переходных процессов Atmos SIM, подключенного к системе SCADA на одной или нескольких рабочих станциях, либо с использованием встроенного графического интерфейса.

Atmos SIM моделирует сценарий трубопровода, выбранный для сеанса обучения, и обеспечивает соответствующий гидравлический ответ на различные команды от тренируемого оператора трубопровода. Если программное обеспечение Atmos SIM online уже установлено на производстве, то оператор может воспользоваться уникальной функцией переноса текущих рабочих сценариев в тренажер за несколько минут. В этом случае ваш тренажер никогда не устареет, предоставляя для обучения актуальные данные измерителей, которые сегодня отображаются в диспетчерской.

## Онлайн поддержка принятия решений

Программное обеспечение для моделирования помогает операторам трубопроводов быстро реагировать на текущие изменения спроса и предложения или доступности оборудования. В ненормальных условиях эксплуатации действия оператора сети могут иметь решающее значение для безопасной и надежной работы трубопроводов. Использование программного обеспечения для моделирования позволяет оператору быть уверенным в том, что эксплуатационные решения являются правильными, а надежность поставок поддерживается на максимальном уровне.

Программное обеспечение для моделирования газа точно моделирует гидравлическое поведение газопроводов или сетей. Программное обеспечение можно использовать в режиме онлайн для операций в режиме реального времени и планирования будущего дня перекачки газа или в автономном режиме для прогнозного анализа и долгосрочного планирования. Дополнительные преимущества включают обнаружение и локализацию утечек на основе моделей, отслеживание скребок, отслеживание состава продукта, содержащегося в трубе, планирование будущих операций, например, выдачу номинаций во время простоя компрессора. Вся эта информация представлена через современный веб-интерфейс с поддержкой нескольких языков и наборов единиц измерения.

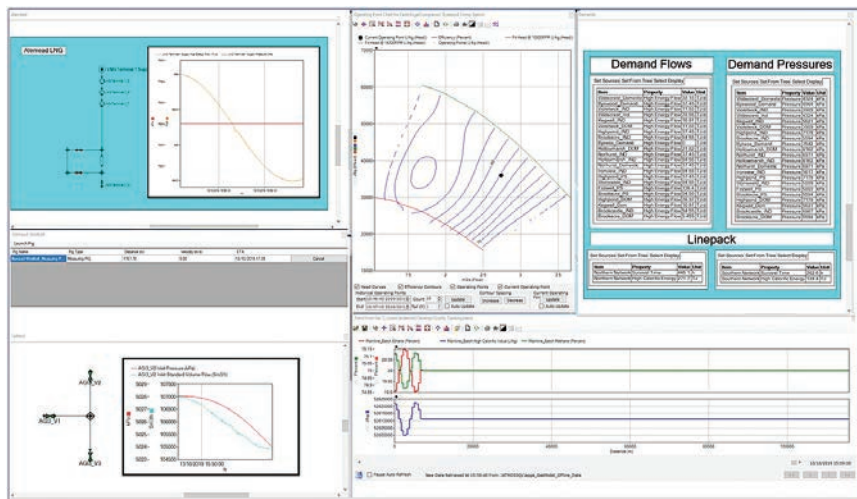


Рис. 2. Расчеты Atmos SIM

## Зачем использовать систему моделирования?

### ■ Доступ к неизмеренным областям

Трубопроводы с большими неизмеренными областями, такие как подводные сети, полагаются на систему моделирования для отслеживания поведения трубопровода. Большинство подводных трубопроводов не имеют промежуточных измерений из-за высокой стоимости установки и обслуживания измерительного оборудования. Кроме того, все установленные инструменты постоянно контролируются на предмет точности и отклонения. На конференции по кибернетике и диспетчеризации трубопроводов API 2021 года TVG Бразилия подчеркнула эту функциональность как одно из ключевых преимуществ использования Atmos SIM. На приведенном ниже графике показана ошибка, оцененная Atmos SIM для всех измерителей давления, вы можете видеть, что оранжевая линия показывает один прибор с явной ошибкой, связанной с ним.

### ■ Возможность прогнозирования

Анализ рентабельности системы Atmos SIM online на одном из наших крупных проектов показал экономию в размере 7,5 млн долларов США в год в результате выполнения нескольких симуляций операционных сценариев.

### ■ Сокращение выбросов

Программное обеспечение для моделирования может помочь диспетчерам эффективно управлять сетями газопроводов, сводя к минимуму использование топлива или газа, используемого компрессорами, при соблюдении плановых номинаций. Быстрое обнаружение и точное определение места утечки также уменьшит потери газа, что поможет снизить выбросы, тем самым способствуя достижению долгосрочной цели нулевого уровня.



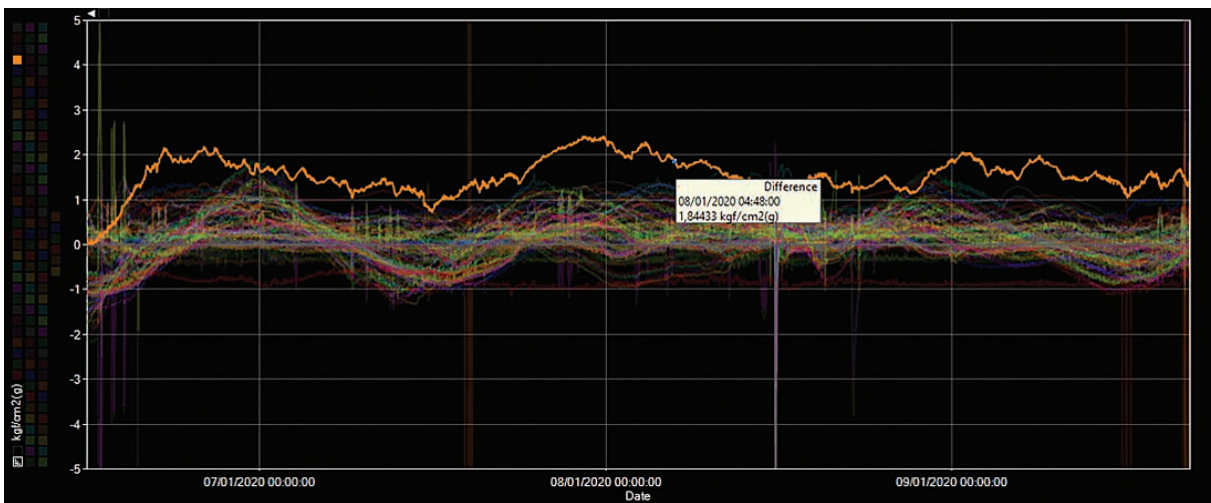


Рис. 3. Ошибка данных измерителя на графике

## Преимущества моделирования газовой сети

### ■ Поддержка принятия решений в реальном времени

Системы моделирования Atmos используют оценку состояния максимального правдоподобия (MLSE), чтобы минимизировать влияние различного качества измерений. Он отличает измерения качественных приборов от менее точных, а это означает, что результаты моделирования будут не хуже ваших лучших измерений. Кроме того, уникальное регулируемое состояние между узлами Atmos SIM в сочетании с лучшим в отрасли набором уравнений состояния означает, что основное ядро моделирования SIM может работать с высокой скоростью и подходить для любого типа газа или даже жидкостей.

Модуль моделирования реального времени (RTM) обеспечивает отображение информации о трубопроводе в реальном времени.

Наряду с моделированием в реальном времени ключевой особенностью системы являются возможности прогнозирования. Они используют текущее состояние как отправную точку для анализа того, что произойдет в будущем.

## Особенности моделирования газа Atmos SIM

- Моделирование любого газа, например, природного газа, чистого водорода и его смесей, этилена низкого давления.
- Актуальные составы газа из газохранилищ можно назначать на разные входы и отслеживать по всей сети.
- Максимальное использование мощностей за счет прогнозного моделирования.
- Увеличение краткосрочных продаж с помощью прогнозного моделирования.
- Уведомление о поставках, не соответствующих спецификации (если состав газа не соответствует контрактной спецификации).
- Обнаружение утечек на основе модели и локализация утечек.
- Управление загрузкой трубопровода.
- Виртуальная измерительная аппаратура (более 30 параметров доступны).
- Отслеживание качества/состава.
- Отслеживание внутритрубных устройств.
- Анализ времени выживания (время выгрузки трубопроводной сети без притока).

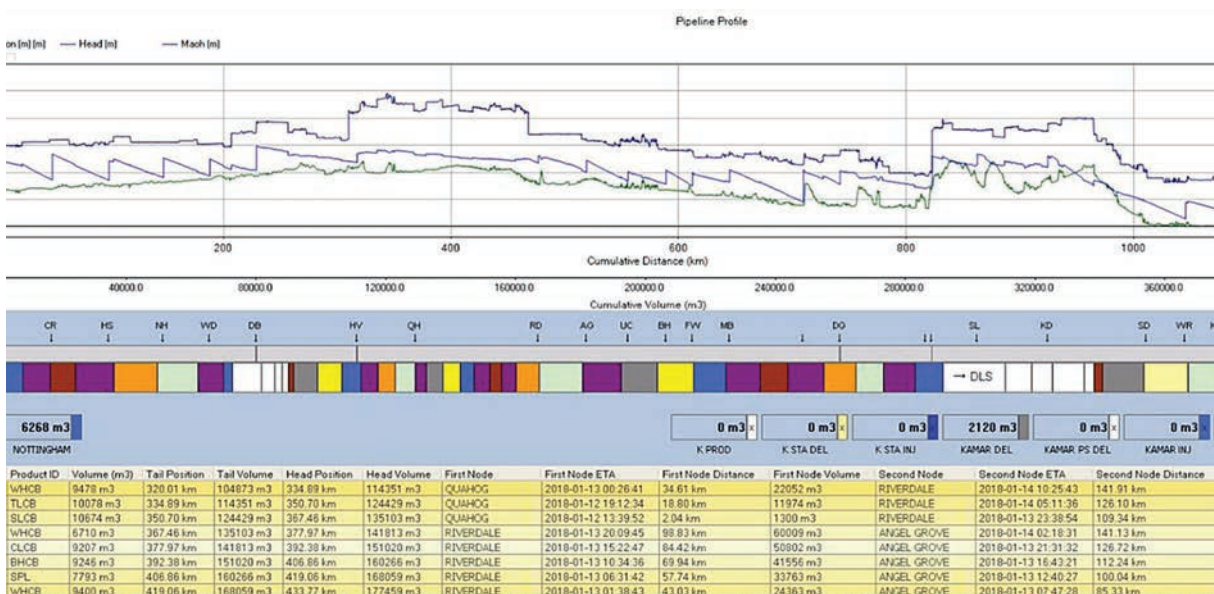


Рис. 4. Отслеживание состава различных продуктов на протяжении всего трубопровода

## Программное обеспечение для моделирования Atmos

Atmos SIM имеет 100% графический интерфейс, что делает его интуитивно понятным в использовании. В таблице ниже представлены функции, которые Atmos SIM предоставляет по сравнению с другими программными продуктами моделирования трубопроводов.

Свойство	SIM	Другие	Преимущества
Импорт из ГИС систем	X	○	Быстрое построение модели
Полная графическая настройка	X	○	Уменьшение времени на подготовку персонала
Изменяемое расстояние между узлами	X	○	Лучше скорость, выше точность
Ассистент настройки	X	○	Экономия времени, отсутствие связанной с предположениями работы
Модуль анализа перегрузок сети	X	○	Экономия времени, автоматические отчеты
Библиотека компонентов модели	X	○	Уменьшение ошибок, экономия времени
Калькулятор термопереноса	X	○	Уменьшение ошибок, экономия времени
Импорт моделей сторонних производителей	X	○	Быстрое построение модели
Множество сценариев в одной модели	X	○	Простота управления моделями
Одна конфигурация для всех модулей	X	○	Уменьшает ошибки, экономит время

## Обнаружение утечек на газопроводах

Модуль обнаружения утечек Atmos SIM непрерывно рассчитывает баланс объема. Этот баланс объема получается путем расчета общего потока, входящего в систему за вычетом общего потока, выходящего из системы, скорректированного изменениями запасов. Баланс объема статистически анализируется с помощью теста отношения последовательных вероятностей (SPRT), который вычисляет отношение вероятности утечки к вероятности отсутствия утечки. Затем это соотношение проверяется на соответствие определенным пороговым значениям для выдачи предупреждений/ сигналов тревоги об утечках. Пороговое значение обычно устанавливается таким образом, чтобы вероятность ложной тревоги была ниже 1%.

Atmos SIM также отслеживает расхождения между измеренными и расчетными значениями давления и расхода. Эти несоответствия обрабатываются последовательным тестом отношения вероятностей для генерации надежных аварийных сигналов утечки.

Обнаружение утечек Atmos SIM основано на более чем двадцатипятилетнем опыте предоставления эффективных систем обнаружения утечек для многих крупных трубопроводов мира.

## Программное обеспечение Atmos в действии

Atmos SIM Online используется более чем в 15 странах, включая Европу, Австралию, Ближний Восток и Юго-Восточную Азию. Одна из крупнейших систем моделирования – это сеть норвежских трубопроводов Gassco, охватывающие более 8000 км подводной сети газопроводов. Программное обеспечение также включает использование модулей системы обнаружения утечек, прогнозного моделирования, отслеживание пиков (аномалий состава газа) и отслеживание скребок.



Рис. 5. Графический интерфейс программы моделирования, распределенный на несколько экранов



## Будущее моделирования

Искусственный интеллект и Интернет вещей (IoT), вероятно, будут играть важную роль в развитии моделирования. Добавление масштабируемой облачной обработки, искусственного интеллекта и машинного обучения позволит быстро доставлять оперативные планы в диспетчерские. Переход на более экологичный газ требует адаптации существующих газовых сетей для включения водорода. Моделирование будет играть важную роль в этом переходе.

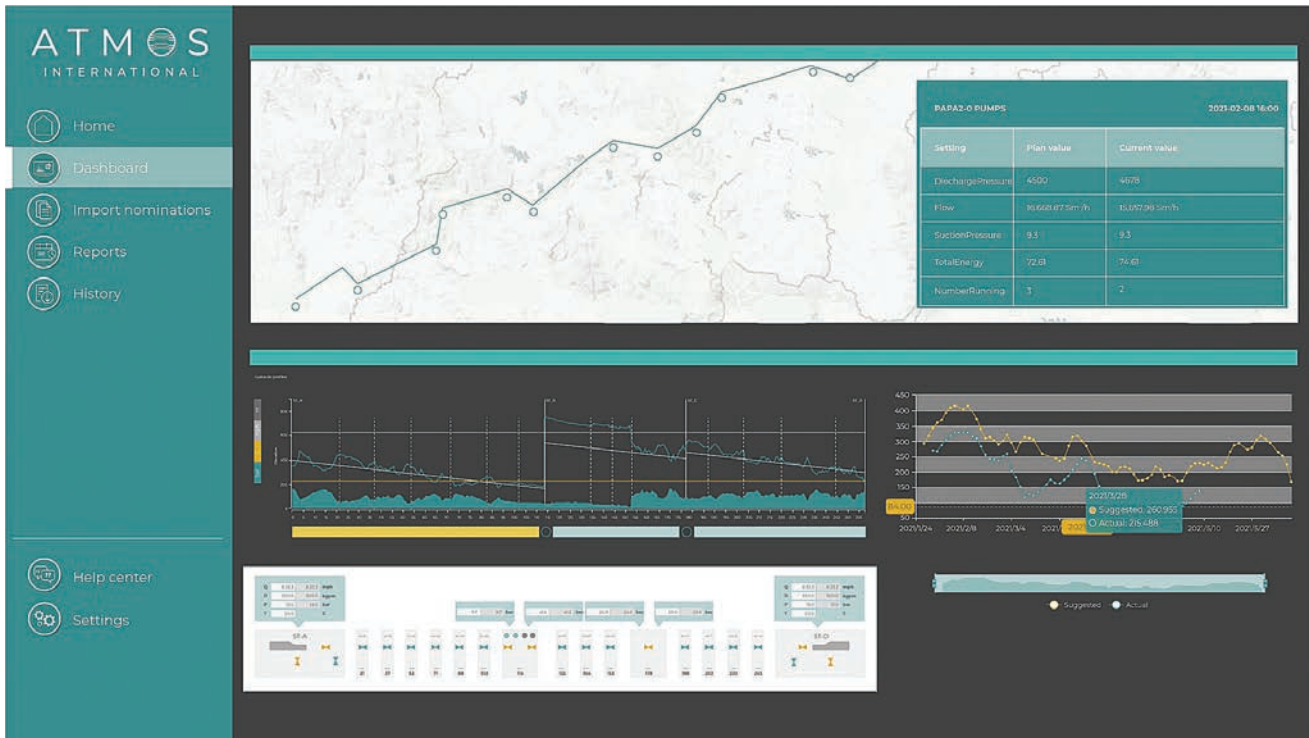


Рис. 6. Web графический интерфейс. Информация удаленного ядра

Уже сейчас многие российские и иностранные компании занимаются внедрением облачных решений и красивых экранов для привлечения больших заказчиков. В реальности за красивыми экранами должно стоять проработанное до мелочей, проверенное временем вычислительное ядро, которое обеспечивает следующие функции:

- Точный гидравлический расчет трубопроводных сетей;
- Адаптируемый к различным средам и условиям (качество КИПа, различные уравнения состояния);
- Способность к изменениям – ядро выполнено на современных языках программирования, открытое для изменений;
- Масштабируемость – с увеличением сложности задач, возникает необходимость переноса расчета на дополнительные вычислительные узлы (ЦОД);
- Резервирование – выживаемость системы зависит от резервирования ядра и его данных.

**Данные функции и идеология уже работают в нашем пакете моделирования Atmos SIM. Для нас завтра уже наступило.**

**Что нужно учитывать при выборе продукта:**

- Каковы цели?
- Потребности vs желания.
- Какой бюджет вы заложили (соотношение затрат и выгоды)?
- Учет капитальных или операционных затрат бюджета.
- Оценка и эксплуатационные испытания.
- Выбор правильного партнера.

**Чтобы узнать больше о решениях Atmos для моделирования и их пригодности для газовой эксплуатации, свяжитесь с представителем компании.**

**ATMOS**  
INTERNATIONAL

**Atmos International Ltd.**  
тел. (495) 369-5248  
e-mail: [andrejs.sidorenko@atmosi.com](mailto:andrejs.sidorenko@atmosi.com)  
[www.atmosi.com/ru](http://www.atmosi.com/ru)