

Формализация и развитие научно-технических основ ПО для численного моделирования технологических процессов

Н.Н. Андреева¹, д.т.н
Л.А. Айгунов¹

¹РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Адрес для связи: andreevan.n@mail.ru

Ключевые слова: научно-техническое сопровождение, численное моделирование, топливно-энергетический комплекс, программное обеспечение

Formalization and development of scientific and technical foundations of software for numerical modeling of technological processes

N.N. Andreeva¹
L.A. Aygunov¹

¹Gubkin University, RF, Moscow

E-mail: andreevan.n@mail.ru

Keywords: scientific and technical support, numerical modeling, fuel and energy complex, software

Введение

Научно-техническое сопровождение численных моделей технологических процессов в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) представляет собой важнейший элемент обеспечения надёжности, безопасности и экономической целесообразности производственных объектов. Использование численных методов позволяет прогнозировать поведение сложных технических систем, выявлять ключевые факторы, влияющие на эффективность производственного процесса, и принимать взвешенные управленческие решения на основании полученных результатов.

Все этапы производства, касающиеся нефтегазовой отрасли, включая добычу сырья, транспортировку и переработку, требуют применения численных методов моделирования на стадии проектирования отдельных узлов, систем или целых комплексов. Научно-техническое сопровождение численного моделирования технологических процессов включает в себя несколько видов работ. Во-первых, проводятся научно-исследовательские работы, направленные на идентификацию и изучение реальных физических процессов, происходящих на промысле. После это необходима проверка функционала ПО на возможность выполнения требуемых расчетов.

Проектировщики или службы эксплуатации. Используя результаты моделирования специалисты могут создать чек-лист соответствия программного обеспечения (ПО) существующим процессам. Развитие методического сопровождения заключается в создании инструкций и методических материалов для пользователей, а также написании утилит, направленных на решение узких задач. При невозможности разработки утилит следует пользоваться табличными и справочными данными, вводя их в ручном режиме.. Дополнительно осуществляются контрольные и информационно-аналитические работы, такие как тестирование, отладка и мониторинг производительности ПО.

Обеспечение научно-технического сопровождения численного моделирования технологических процессов подразумевает выполнение нескольких важных этапов, образуя комплексный подход. Прежде всего, проводится анализ и верификация результатов, где сравниваются результаты моделирования с экспериментальными данными или известными решениями для проверки точности модели. Также формулируется концепция развития программного обеспечения, исходя из целей моделирования и ожидаемых результатов. Важно четко идентифицировать особенности моделируемых процессов, будь то гидродинамика, теплопередача или химические реакции, чтобы выбрать подходящее программное обеспечение. В конечном счете, процесс сопровождения должен быть сведен к обеспечению поддержки баз данных, содержащих физико-химические свойства материалов, геометрические параметры объектов и условия их эксплуатации.

Для преодоления «узких мест» численного моделирования в ТЭК необходим системный подход, включающий ревизию и корректировку норм технологического проектирования, формирование требований к точности расчетов, а также разработку системы тестов для проверки функционала ПО. Необходимо отметить, что испытания ПО в натурных условиях могут быть проведены, однако пока ни разработчики ПО, ни пользователи не создали единых площадок на референтных производственных объектах.

В текущей работе в качестве примера была рассмотрена принципиальная схема сбора, подготовки и транспортировки нефти, выявившая на камеральном уровне две значимые уязвимости. Первая связана с процессом разгазирования подтоварной воды, где при выполнении технологических расчетов игнорируются исследования

качественных и количественных характеристик состава водорастворенных газов, что вызвано отсутствием исследований глубинных и поверхностных проб минерализованной воды. Это приводит по факту к инцидентам с насосными блоками, не контролируемым выбросам углеводородных газов в атмосферу, некорректному представлению общего материально-теплого баланса, погрешностям в учете растворенного газа. Вторая уязвимость обусловлена наличием окклюдированного газа в нефти, где резервуары служат последней ступенью сепарации. Для её устранения предлагаются программы промысловых исследований с измерениями содержания газа в нефти и его компонентного состава, что позволит установить количество и качество газ, поступившего в технологический резервуар. Результаты помогут скорректировать работу установок подготовки нефти и уменьшить вероятность аварийных ситуаций. В конечном счете, мероприятия, связанные с нивелированием вышеописанных проблем, напрямую влияют на «восстановление» реальной картины для управления процессом подготовки нефти.

В результате исследования выявлено, что основные требования к программному обеспечению (ПО) для численного моделирования технологических процессов в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) должны быть закреплены в нормах технологического проектирования. Приоритетами научно-технического сопровождения являются поддержка баз данных и точная идентификация особенностей моделируемых процессов, таких как гидродинамика, теплопередача и химические реакции. Высшей формой подтверждения достоверности расчетов является проведение натурных испытаний на специализированных площадках.