EPIC EXCELLENT PLANT INTELLIGENT CONTROL

Искусство эффективного производства: Интеллект и Управление

radik.shaikhutdinov@epic-kzn.ru +7 917-393-41-71
https://epic-kzn.ru/

Система глобальной динамической оптимизации: новая парадигма управления нефтеперерабатывающим производством

Радик Шайхутдинов, к.т.н., генеральный директор ООО «ЭПИК»

Нефтепереработка на пороге новой эффективности

Современный нефтеперерабатывающий завод представляет собой сложнейшую совокупность взаимосвязанных процессов, эффективность которых напрямую определяет конкурентоспособность предприятия. За последние десятилетия отрасль прошла значительный путь цифровизации: от внедрения базовых систем автоматизации (АСУТП) до использования систем усовершенствованного управления (СУУТП), обеспечивающих локальную оптимизацию установок.

Однако по мере роста требований к маржинальности и гибкости производства становится очевидно: потенциал локальных улучшений постепенно исчерпывается. Даже высокоэффективные СУУТП, оперирующие сложными многопараметрическими моделями, остаются ограниченными рамками отдельных технологических объектов и не учитывают общезаводские цели в режиме реального времени. В этих условиях ключевым вектором развития становятся системы нового класса – глобальной динамической оптимизации (СГДО), обеспечивающим синхронизацию производственных решений с бизнес-целями предприятия.

Проблема «ручной ямы» между планом и исполнением

На большинстве современных НПЗ системы СУУТП успешно решают локальные задачи: стабилизируют технологические режимы, повышают выход целевых продуктов и снижают энергопотребление на конкретных установках. Это проверенный инструмент с понятной экономикой. Тем не менее, при такой организации автоматизации возникает эффект «локального оптимума»: каждая система стремится к своим целям, не имея полной информации о текущих экономических приоритетах завода и состоянии смежных переделов.

Оптимизатор установки не «видит» теневых цен продуктов и загрузку соседних секций, поэтому не может оценить, насколько его текущий режим выгоден предприятию в данный конкретный час. В результате между уровнем календарного планирования и уровнем исполнения сохраняется так называемая «ручная яма». Операторы получают задания и корректируют их исходя из своего опыта, а планировщики пересчитывают план при изменениях. Именно в этом разрыве накапливаются потери потенциальной прибыли, которые невозможно устранить локальными улучшениями.

СГДО: концепция цифрового связующего звена

Ответом на указанные вызовы стала концепция глобальной динамической оптимизации, разработанная и впервые реализованная в промышленном масштабе в России компанией ООО «ЭПИК» (г. Казань).

СГДО представляет собой верхнеуровневую систему управления, которая решает следующие задачи:

- интегрирует СУУТП всех технологических установок завода;
- связывает уровень управления с системами планирования, такими как RPMS, PIMS или локализованные ПО;
- формирует единое оптимизационное пространство предприятия;

- позволяет структурированно визуализировать целевые значения всех ключевых параметров технологических процессов в реальном времени, посредством которых решается задача повышения эффективности эксплуатации активов.

Важная особенность СГДО – динамический характер оптимизации. В отличие от статических подходов, система непрерывно корректирует целевые значения параметров, учитывает изменения производственного плана, реагируя на ограничения и возмущения в реальном времени.

Фактически СГДО выполняет роль глобальной функции оптимизации, транслируя стратегические цели предприятия в конкретные задания для СУУТП.

Архитектура: интеграция всех уровней управления

Современная архитектура цифрового НПЗ представляет собой иерархию, включающую следующие классы систем: АСУТП, СУУТП, СГДО, MES (оперативное и календарное планирование) и ERP (управление ресурсами и бизнес-процессами).

В этой структуре СГДО занимает ключевую позицию связующего звена между стратегией и технологией (рис. 1).

Рис. 1. Пирамида информационно-управляющих систем (зеленым выделены уровни экспертизы ООО «ЭПИК»)

Система выполняет следующие функции:

- управление качеством и объемами продукции,
- оптимизация рецептур смешения,
- координация работы всех СУУТП,
- учет производственных и экономических ограничений,
- контроль исполнения производственного плана.

Алгоритмически управление реализуется по каскадному принципу: СГДО формирует целевые значения для контролируемых параметров (CV) в СУУТП, которые, в свою очередь, алгоритмами прогнозирующего управления по моделям (MPC) обеспечивают достижение этих целей на уровне технологического процесса. На рис. 2 приведен блочный пример реализации СГДО. Очевидно, что компетенции специалистов СГДО выходят за рамки базовой автоматизации (АСУТП) и СУУТП на уровень экономики предприятия и технологического виденья современного комплекса производств нефтепереработки и нефтехимии. Обычно СУУТП внедряется без учета возможной интеграции систем верхнего уровня. Поэтому специалисты СГДО должны иметь большой опыт внедрения СУУТП для оперативной ее актуализации и модернизации либо разработки с нуля в процессе внедрения СГДО.

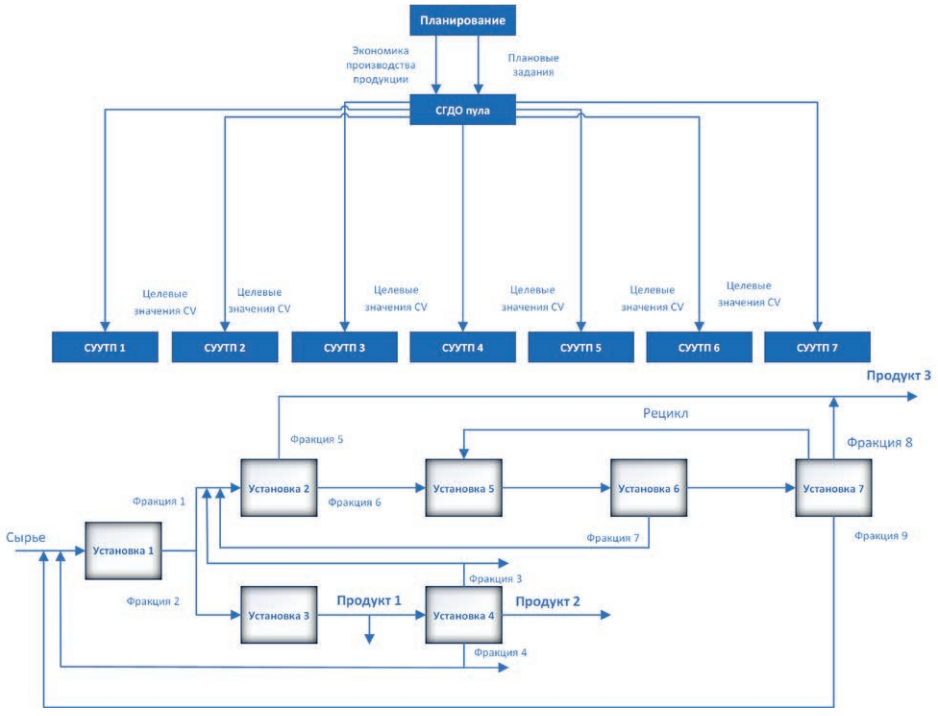

Рис. 2. Блок-схема взаимодействия систем посредством СГДО

Принцип работы: управление через «качество–количество»

В основе СГДО лежит принцип управления через взаимосвязь параметров «качество–количество» и «загрузка–выход продукции». На входе контроллеров СГДО следующие данные:

- план производства и теневые цены продуктов из систем планирования;
- текущие технологические ограничения и состояния процессов;
- фактические показатели работы смежных переделов.

Задачи управления для СГДО можно сформулировать в виде поиска оптимальных целевых значений качества продуктов и/или перераспределения загрузки установок. Таким образом, поддержание требуемого объема продукции достигается через гибкое управление качеством в допустимых диапазонах.

Внедренная концепция позволяет увеличивать выход наиболее маржинальных продуктов путем снижения «запаса по качеству». В целом, программно-аппаратный комплекс связки систем управления (СУУТП-СГДО) с оптимизационным планированием безусловно позволяет адаптироваться к изменениям рынка в реальном времени.

Практика внедрения: первый промышленный опыт в России

ООО «ЭПИК» обладает многолетним опытом и компетенциями в области промышленной автоматизации. На сегодняшний день усилиями компании автоматизированы СУУТП более двадцати производственных объектов нефтегазохимической и нефтеперерабатывающей отраслей РФ. Спектр решаемых задач охватывает как специфические высокосложные процессы (полимеризация, окисление, производство синтез-газа и аммиака), так и крупнотоннажные установки нефтепереработки, включая атмосферно-вакуумную перегонку (АВТ), гидрокрекинг, каталитический крекинг, каталитический риформинг и изомеризацию.

В части базовой автоматизации предприятие выполняет полный цикл пусконаладочных и сервисных работ для современных АСУТП. Инжиниринг АСУТП реализуется сертифицированными инженерами по системам Реглаб и Yokogawa, включая поставку импортного оборудования, не имеющего отечественных аналогов. В числе ключевых проектов с участием команды ООО «ЭПИК» – Амурский ГПЗ (ПАО «Газпром») и комплекс ЭП-600 (ПАО «Нижнекамскнефтехим»).

Обобщая изложенный опыт, можно заключить, что накопленные компетенции и отработанная методология позволяют ООО «ЭПИК» успешно решать задачи автоматизации и оптимизации технологических процессов вне зависимости от степени их сложности, включая нестандартные и высокотехнологичные производства.

ООО «ЭПИК» – первая в России компания, внедрившая систему СГДО в промышленную эксплуатацию на нефтеперерабатывающем заводе. Проект затронул бензиновые и дизельные пулы Уфимского НПЗ и Новойл (ПАО АНК «Башнефть»).

СГДО была реализована как связующее звено между СУУТП, системой календарного планирования и системой расчета рецептур смешения. Результатом стало формирование единой цифровой вертикали управления – от планирования до технологического исполнения.

В числе существенных составляющих данного опыта следует выделить:

1. **Комплексный подход на всех уровнях автоматизации.** Наличие сквозных компетенций – от уровня АСУТП до задач верхнеуровневой оптимизации – обеспечило целостное видение проекта, а не отдельных фрагментов.

2. **Методологическая подготовка.** Внедрению предшествовало детальное обследование бизнес-процессов и технологий, после которого были разработаны модели и выполнено имитационное тестирование.

3. **Работа в условиях неготовой операционной модели.** Алгоритмы настраивались в плотном взаимодействии с производственными службами заказчика, с учётом реальных практик, существующих ограничений и продолжительного процесса определения круга конечных пользователей.

Накопленный опыт позволяет ООО «ЭПИК» тиражировать решение с предсказуемыми сроками и результатами на основе отработанной методологии и извлечённых уроков. Такая экспертиза является наиболее ценной для последующих внедрений систем этого класса. Задача облегчается наличием специалистов широкого охвата – от АСУТП до планирования.

Экономический эффект: от процентов к миллионам

Практика внедрения СУУТП показывает, что даже локальные оптимизации дают ощутимые результаты:

- увеличение выхода продукции (до долей процента от сырья);
- снижение энергопотребления (тысячи тонн пара в год);
- стабилизация технологических параметров (снижение дисперсии до 60%).

Однако на уровне СГДО эффект приобретает системный характер:

- минимизация отклонений «план–факт» календарных планов;
- повышение маржинальности продуктовой корзины;
- снижение потерь от несогласованности установок;
- сокращение влияния человеческого фактора;
- повышение общей устойчивости производства.

Экономический эффект возрастает в условиях высокой изменчивости рынка, когда системы усовершенствованного управления снижают свою эффективность.

ООО «ЭПИК»: компетенции, подтвержденные практикой

Компания специализируется на разработке и внедрении систем промышленной автоматизации полного цикла – от АСУТП до СГДО. На рис. 3 представлены ключевые вехи развития компании.

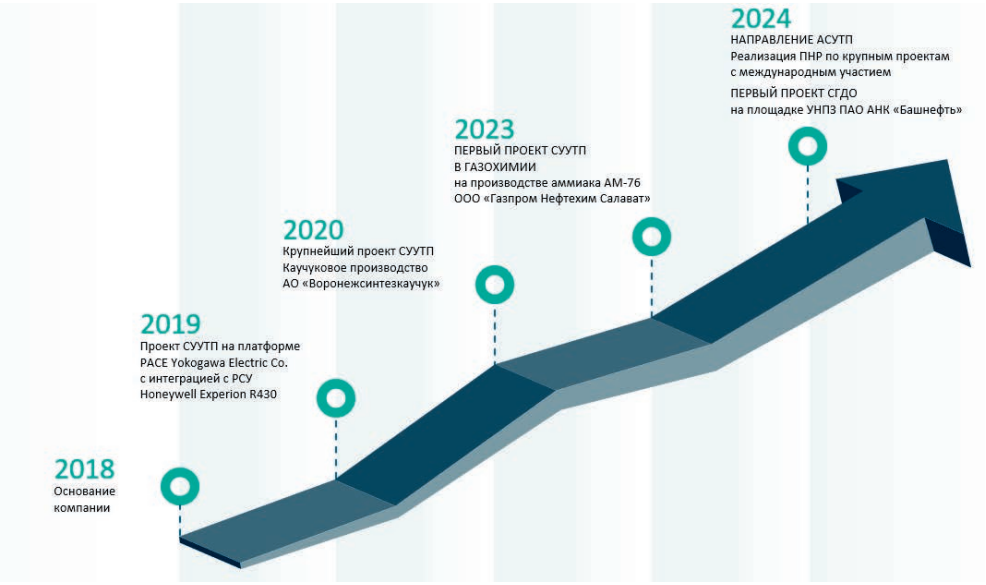

Рис. 3. Ключевые вехи развития компании ЭПИК

Ключевые факты:

- более 30 реализованных проектов;
- участие в пусконаладке крупных проектов АСУТП;
- более 20 внедрений СУУТП;
- первый в России промышленный проект СГДО;
- экспертиза в мультисистемной интеграции всех уровней автоматизации;
- один из самых широких опытов внедрения локализованного программного обеспечения СУУТП в России;
- опыт реализации систем на доверенных программно-аппаратных комплексах с учетом нормативных требований РФ в области информационной безопасности.

Основу команды составляют инженеры-технологи и специалисты по автоматизации с многолетним опытом в нефтехимии и нефтепереработке, кандидаты наук с производственным опытом и внедрением систем в международных проектах. Все специалисты имеют специализированные сертификаты в области АСУТП, СУУТП, ПИД-настройке.

Компания выполняет проекты «под ключ», включая:

- проведение экспертизы, разработку концептуальных решений, консалтинг,
- проектирование,

- разработку прикладного программного обеспечения,
- внедрение,
- сопровождение и развитие систем.

ООО «ЭПИК» является мультивендорным интегратором систем автоматизации отечественного и импортного производства. Наша универсальная гибкость в платформах внедрения распространяется и на расширение функционала платформ СУУТП в область применения алгоритмов ИИ.

Будущее отрасли: интеллектуальное управление производством

Развитие цифровых технологий в нефтепереработке неизбежно ведет к переходу от автоматизации отдельных процессов к интеллектуальному управлению производством в целом.

Системы глобальной динамической оптимизации становятся ключевым элементом этой трансформации, обеспечивая:

- синхронизацию всех уровней управления,
- адаптацию к рыночным условиям,
- максимизацию экономического эффекта.

Фактически речь идет о формировании «цифрового мозга» предприятия, способного принимать оптимальные решения в режиме реального времени.

Заключение

Внедрение СГДО – это не просто следующий шаг автоматизации, а качественный переход к новому уровню управления промышленным производством. Опыт ООО «ЭПИК» демонстрирует, что такие решения уже сегодня имеют потенциал реализации с экономическим эффектом и способны стать стандартом для отрасли, в особенности при оптимизации работы цепочек установок НПЗ под управлением современных поддерживаемых СУУТП.

С научно-технической точки зрения, первый опыт реализации проекта СГДО в российской нефтепереработке на нефтеперерабатывающих предприятиях ПАО АНК «Башнефть» позволил начать формирование методологических основ внедрения этого класса систем.

Компании, которые еще не закончили или не начали внедрение СУУТП могут пойти сразу по пути комплексной автоматизации с учетом предлагаемого нами подхода на единой программной платформе с современной адаптацией к задачам СГДО и получить стратегическое преимущество – не только в эффективности, но и в способности быстро адаптироваться к меняющемуся рынку, что особенно актуально в текущих условиях.

Имея за плечами работающий промышленный референс и отработанную методологию, мы открыты к профессиональному диалогу и готовы делиться опытом с коллегами по отрасли. Если тема сквозной оптимизации актуальна для вашего предприятия – будем рады сотрудничеству.