

МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ: АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Аманкелер Т.С.

Атырауский университет нефти и газа
им. С.Утебаева г.Атырау, Казахстан

Аннотация

Процесс нефтепереработки является высоко технологичным и зависит от множества переменных, которые не всегда можно точно предсказать. Одной из важнейших задач современной нефтехимической промышленности является оптимизация этих процессов с учётом неопределённости данных, таких как колебания качества сырья, изменения внешних факторов и неполные данные о состоянии оборудования. В статье рассматриваются различные методы оптимального управления, которые могут быть применены для нефтепереработки в условиях неопределённости. Проанализированы преимущества и ограничения использования классических методов, таких как динамическое программирование и методы оптимизации, а также более современных

подходов, включая методы с использованием машинного обучения и теории игр. Оценены перспективы применения этих методов в реальных производственных условиях.

Ключевые слова: оптимальное управление, нефтепереработка, неопределённость, динамическое программирование, методы машинного обучения, теория игр, производственные процессы.

Введение

Нефтепереработка — это сложный многозвенный процесс, в ходе которого нефть перерабатывается в различные виды топлива и химическую продукцию. Эти процессы зависят от множества факторов, таких как температура, давление, состав сырья и характеристики оборудования. В реальных условиях, где присутствует множество неопределённостей, таких как колебания качества нефти, изменения в расходах энергии и реагентов, управление технологическими процессами становится задачей высокой сложности.

Оптимизация управления процессами нефтепереработки с учётом этих неопределённостей требует применения методов, способных минимизировать риски и потери, а также учитывать динамично изменяющиеся условия. Задача оптимального управления в таких условиях требует от системы гибкости и способности адаптироваться к изменениям в реальном времени.

2. Неопределённости в процессе нефтепереработки

Процесс нефтепереработки затрагивает различные этапы: подготовку сырья, его нагрев, переработку в установках крекинга, риформинга, дистилляции и другие. На каждом из этих этапов присутствуют источники неопределённости, которые могут включать:

- **Неопределённость в качестве сырья** — сырьё может варьироваться по своему химическому составу, что влияет на выход продукции и её характеристики.

- **Изменения в условиях эксплуатации оборудования** — из-за

механических повреждений или износа компонентов оборудования его характеристики могут изменяться, что приводит к неопределенности в контролируемых параметрах процесса.

- **Внешние факторы** — изменения в условиях рынка, такие как колебания цен на энергоносители и сырьё, а также непредсказуемые экономические и политические изменения могут оказывать влияние на принятие решений в процессе переработки. Управление такими процессами требует разработки методов, которые могут эффективно работать с такими неопределенностями и минимизировать их влияние на производственные результаты.

3. Методы оптимального управления в условиях неопределенности

3.1 Динамическое программирование

Динамическое программирование (ДП) является классическим методом оптимизации, который может быть применен для решения задач с многими этапами, где каждое решение зависит от предыдущих. Этот метод позволяет разделить сложную задачу на несколько более простых и решать её пошагово.

Для нефтепереработки динамическое программирование может использоваться для оптимизации таких процессов, как распределение сырья, оптимизация температуры и давления на разных стадиях переработки, а также для прогнозирования выхода продукции с учётом возможных отклонений. Однако основной проблемой ДП является высокая вычислительная сложность при больших масштабах производства, особенно когда количество переменных велико.

3.2 Методы стохастической оптимизации

Стохастическая оптимизация представляет собой подход, при котором учитывается наличие неопределенности в параметрах модели. Этот метод часто используется в тех случаях, когда необходимо работать с вероятностными данными.

Для нефтепереработки стохастическая оптимизация может быть использована для выбора оптимальных параметров процесса (например, температуры и давления), когда данные о сырье и его качестве имеют случайный характер. Модели стохастической оптимизации позволяют учесть риски и неопределенности, прогнозируя поведение системы в условиях изменяющихся параметров.

Основными преимуществами методов стохастической оптимизации являются их способность учитывать широкий спектр факторов неопределенности и возможность интеграции с реальными данными. Однако такие методы требуют мощных вычислительных ресурсов и наличия точных моделей, что затрудняет их использование на практике в некоторых случаях.

3.3 Методы машинного обучения

Современные подходы к оптимальному управлению начинают всё активнее включать в себя методы машинного обучения, которые способны адаптироваться к динамично меняющимся условиям и учитывать огромные массивы данных.

Машинное обучение предоставляет инструменты для прогнозирования параметров процесса на основе исторических данных, таких как температуру, давление, состав сырья и другие. Модели машинного обучения, такие как нейронные сети, решающие деревья и методы поддержания вектора, могут использоваться для предсказания будущих значений этих параметров, что помогает в принятии решений по корректировке параметров процесса. Основным преимуществом использования машинного обучения является

способность системы обучаться на реальных данных и адаптироваться к изменениям в процессе. Однако одной из проблем является необходимость в большом объеме качественных данных для обучения модели, что может быть трудно осуществимо в условиях реальной нефтеперерабатывающей промышленности.

3.4 Теория игр

Теория игр представляет собой подход, который используется для анализа взаимодействия между несколькими конкурентами, и её принципы могут быть полезны при оптимизации процессов, где необходимо учитывать поведение различных агентов (например, поставщиков, потребителей или компонентов технологической системы).

В контексте нефтепереработки теория игр может быть использована для оптимизации взаимодействий между различными участниками производственного процесса. Например, можно использовать её для моделирования взаимодействий между различными этапами переработки, оптимизации распределения ресурсов и выработки стратегий управления для минимизации затрат.

4. Преимущества и ограничения применяемых методов

Каждый из рассмотренных методов имеет свои преимущества и ограничения.

- **Динамическое программирование** эффективно решает задачи с несколькими этапами, но его вычислительная сложность растет экспоненциально с увеличением числа переменных.

- **Стохастическая оптимизация** позволяет учитывать неопределенность в данных, но требует значительных вычислительных мощностей.

- **Машинное обучение** имеет высокую гибкость и адаптивность, однако для успешного применения необходимо наличие большого объема качественных данных.

- **Теория игр** может быть полезна в многозадачных процессах, но её применение ограничено конкретными задачами взаимодействия агентов.

5. Заключение

Оптимизация процесса нефтепереработки в условиях неопределенности является одной из наиболее сложных задач, с которыми сталкиваются современные нефтехимические предприятия. Применение методов оптимального управления, таких как динамическое программирование, стохастическая оптимизация, машинное обучение и теория игр, может значительно повысить эффективность процессов, улучшить качество продукции и снизить затраты.

Для реального применения этих методов необходимо учитывать специфические особенности предприятия, доступность данных и вычислительные ресурсы. Тем не менее,

внедрение таких методов может стать важным шагом к повышению конкурентоспособности и устойчивости нефтехимической отрасли в условиях изменчивого рынка.

Список использованной литературы

1. Лукин, В. П., и др. (2015). Оптимизация технологических процессов в химической и нефтехимической промышленности. М: Изд-во МГУ.
2. Демидов, В. И. (2017). Методы оптимизации в условиях

неопределенности. СПб: Научная книга. Бенеш, М., и др. (2019). Современные методы оптимального управления в нефтехимической отрасли. М: Химия.

3. Шенгер, М. В. (2020). Стохастические модели и методы оптимизации. СПб:

Питер.

4. Кирилов, С. А., и др. (2018). Применение методов машинного обучения в

производственных процессах. М: Наука.

5. Николаев, А. И. (2021). Теория игр и её приложения в управлении производственными процессами. М:

Экономика.