

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ГБОУ ВО «Альметьевский
государственный нефтяной институт»,
доктор технических наук, доцент

Д.С. Реченко/

« 24 »

2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт»
на диссертацию Караневской Татьяны Николаевны
«Оптимизация и управление при проектировании и эксплуатации
автоматизированных установок промышленной подготовки нефти
на основе экономических критериев эффективности»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами

Актуальность темы диссертации

Извлекаемая из скважин сырая нефть представляет собой сложную смесь, которая содержит попутный нефтяной газ, воду и механические примеси. Она не может транспортироваться в таком состоянии, так как вода представляет собой балласт, перекачка которого приводит к дополнительным затратам. Наличие газа в транспортируемой нефти может стать причиной высокого давления в трубопроводе из-за образования газовых шапок, а наличие механических примесей ускоряет процесс износа трубопровода и его элементов.

Для устранения всех вышеуказанных ограничений на промысле широко применяются установки подготовки нефти, в которых осуществляется подготовка сырой нефти до товарного качества, сепарация попутно-добываемого газа, отделение и очистка попутно-добываемой воды. Эффективность проведения процессов подготовки нефти определяется составом и технологическими режимами работы оборудования установок. Поэтому весьма актуальной является поставленная в диссертации цель повышения эффективности процессов проектирования и эксплуатации автоматизированных установок промышленной подготовки нефти. Проведенные Караневской Т.Н. исследования и разработанные в

диссертационной работе методы, модели, алгоритмы направлены на эффективное решение задач оптимизации и управления при проектировании и эксплуатации установок подготовки нефти, так как позволяют обеспечить их эффективное функционирование и спланировать инвестиции в развитие технологических объектов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Представленная автором диссертационная работа обладает высокой степенью обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Сформулированные в работе результаты, выводы и положения основаны на известных научных подходах и методах, а также экспериментальных данных, полученных при лабораторных исследованиях и эксплуатации объектов подготовки нефти.

Научная новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

К основным научным результатам, полученным в диссертации, следует отнести следующее:

1. Разработаны экспериментально-аналитические модели стадий, отличающиеся тем, что для их построения и идентификации используются данные измерений с действующих установок промышленной подготовки нефти и информация из отраслевых нормативных документов. Это позволяет прогнозировать по моделям режимы работы установок на этапах проектирования и эксплуатации.

2. Разработаны метод и алгоритм оперативной параметрической идентификации моделей, основанные на построении нейронных сетей для определения параметров моделей по измеренным значениям входных и выходных переменных стадий, что позволяет повысить оперативность идентификации моделей.

3. Разработан алгоритм решения задачи оптимизации многостадийного технологического процесса подготовки нефти, основанный на принципе оптимальности Беллмана, с экономическими критериями оптимальности, что позволяет производить декомпозицию задач оптимизации как для проектирования объекта, так и для управления технологическим режимом действующей установки.

4. Предложены методы определения и коррекции оптимальных значений управляющих переменных, отличающиеся тем, что зависимости, связывающие значения управляющих и входных переменных стадий, представляются в виде нейросетевых моделей, что позволяет повысить оперативность определения и реализации оптимальных значений управляющих переменных в зависимости от значений входных переменных стадий.

Значимость результатов для науки

В диссертационной работе рассмотрены новые подходы к задачам идентификации моделей и оптимизации управляющих переменных при подготовке нефти. Новый подход к идентификации моделей предполагает построение нейронных сетей, связывающих параметры модели со значениями входных, выходных и управляющих переменных стадий. Новый подход к задаче оптимизации предполагает расчет массива оптимальных значений управляющих переменных на основе математической модели технологического процесса, и последующее обучение нейронных сетей. Метод нейросетевой аппроксимации позволяет автоматически, эффективно и с высокой точностью производить адаптацию моделей и определять оптимальные значения управляющих переменных при изменяющихся входных условиях.

Практическая значимость полученных автором диссертации результатов

Новый метод решения задачи оптимизации и управления ускоряет и повышает точность поиска оптимального режима многостадийного технологического процесса подготовки нефти при эксплуатации и подбора оптимальных характеристик оборудования при проектировании. При внедрении данного метода достигается экономический эффект за счет снижения затрат при эксплуатации и повышения эффективности проектных решений.

Полученные в диссертации результаты прежде всего ориентированы на их практическое применение в проектных и нефтедобывающих организациях, эксплуатирующих установки подготовки нефти.

В производственной деятельности Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг «ПермНИПИнефть» в г. Перми апробированы и внедрены разработанные методы, модели, алгоритмы оптимизации и управления при

проектировании автоматизированной установки промышленной подготовки нефти. Разработанная для решения задач проектирования программа выбора оптимального состава технологического оборудования «Choice equipment» позволяет повысить оперативность поиска информации по оборудованию для выполнения проектов строительства объектов на 42%, повышает точность прогнозирования расчетов в технико-экономическом обосновании по отношению к технико-экономическому показателю реализованного объекта в среднем в 3 раза. Применение методов, моделей и алгоритмов оптимизации в системе управления действующей установки подготовки нефти позволит сократить до 15% суммарных затрат на подготовку нефти, сократить время, затрачиваемое на определение параметров технологического режима работы оборудования установки, на 35-40%.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений

Обоснованность результатов исследований базируется на корректном использовании методов теории управления, математического моделирования и оптимизации, теории массо- и теплообмена, экономического анализа и статистической обработки информации.

Достоверность результатов подтверждается сравнением и совпадением теоретических и практических результатов исследований, не противоречащих результатам, полученным другими авторами, и отраслевым нормативным документам.

Достоверность положений и выводов диссертации подтверждена положительными результатами внедрения разработок в проектной, производственной и учебной деятельности, что подтверждается соответствующими актами внедрения.

Результаты диссертационного исследования были апробированы на конференциях различного уровня. Опубликованные работы в полном объеме отражают содержание диссертации.

Оценка содержания диссертации и автореферата

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 113 наименований, и 12 приложений. Работа изложена на 208 листах машинописного текста, содержит 48 рисунков и 17 таблиц.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи работы, раскрыты научная новизна и практическая значимость результатов диссертации, отмечены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе на основе анализа основных схем и технологий подготовки нефти определены основные структурные составляющие и узлы технологического процесса подготовки нефти. Выполнен топологический анализ и представлена в виде характеристического потокового графа и соответствующей ему матрицы смежности схема подготовки нефти, позволяющие упростить алгоритмизацию расчета материального и теплового балансов многостадийного технологического процесса. На основе модульного подхода к представлению и расчету основных процессов подготовки нефти автором поставлена задача минимизации затрат на аппаратурно-технологическое оформление процесса и эксплуатационных затрат установки промышленной подготовки нефти. Итогом первой главы является сформулированная концепция совместного (параллельного) проектирования и управления технологическим процессом промышленной подготовки нефти с применением методов математического моделирования.

Вторая глава посвящена моделированию процессов промышленной подготовки нефти. Разработанные диссертантом математические модели основных процессов промышленной подготовки нефти предназначены для применения в алгоритмах оптимизации и управления при проектировании и эксплуатации установок промышленной подготовки нефти. Значительное внимание уделено разработке регрессионной и нейросетевой моделей процесса обезвоживания, что позволяет применять их для оперативного прогнозирования параметров технологического процесса по стадиям подготовки нефти конкретной установки, учитывая при этом показатели расхода и эффективности применяемых деэмульгаторов.

Третья глава посвящена разработке критериев оптимальности и модели оптимизации (алгоритмов) при эксплуатации и проектировании установки промышленной подготовки нефти. Наиболее значимыми здесь являются предложенные автором экономические критерии эффективности – критерий «показатель приведенных затрат» при проектировании установок промышленной подготовки нефти, критерий «прибыль от реализации товарной нефти» при эксплуатации действующей автоматизированной установки, а также алгоритм решения задачи определения оптимальных параметров технологического режима установки, основанный на принципе

оптимальности Беллмана для многостадийных процессов. Представленный в диссертационной работе метод связи оптимальных значений управляющих переменных и входных переменных стадий с использованием технологии нейронных сетей позволяет повысить оперативность решения задачи оптимизации.

Четвертая глава диссертации посвящена параметрической идентификации моделей процессов стадий подготовки нефти и результатам решения задач оптимизации технологического процесса при проектировании и эксплуатации установки промышленной подготовки нефти. Разработанные метод и алгоритм оперативной параметрической коррекции математических моделей процессов стадий к текущему режиму эксплуатации установки основан на построении нейросетевых моделей связи коэффициентов моделей с измеренными входными, выходными и управляющими переменными процессов стадий. Значительное внимание здесь уделено предложенной автором концепции коррекции оптимальных значений управляющих переменных по стадиям процесса действующей установки подготовки нефти.

В пятой главе представлено практическое применение разработанных методов, моделей, алгоритмов оптимизации и управления технологическими процессами промышленной подготовки нефти. Предложена структурная модель автоматизированной системы оптимизации и оперативного управления технологическим режимом работы оборудования, предназначенной для реализации в АСУ ТП установки подготовки нефти. Результаты внедрения разработок диссертации: повышение оперативности поиска информации по характеристикам оборудования для проектов строительства на 42%; повышение точности прогнозирования расчетов в ТЭО по отношению к ТЭП реализованного объекта в среднем в 3 раза; сокращение до 15% суммарных затрат на подготовку нефти; сокращение времени на определение параметров технологического режима работы оборудования установки на 35-40%.

В заключении соискателем приведены и проанализированы результаты диссертационного исследования. Выводы полностью отображают основные научные достижения автора.

Приложения содержат результаты расчета коэффициентов регрессионных моделей, последовательность разработки нейросетевых моделей, выбора конфигурации и результаты обучения нейронных сетей, экспериментальные данные, листинг и описание разработанного

программного продукта для выбора состава технологического оборудования по заданным параметрам, копию акта внедрения.

Автореферат в полной мере отражает основные положения, содержание и выводы диссертации, которые опубликованы в 14 публикациях автора, из них 1 статья индексирована в международной базе цитирования Web of Science, 4 статьи индексированы в журналах из списка ВАК (по направлению), 8 – в материалах других изданий, получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Соответствие диссертационной работы паспорту специальности

Область диссертационного исследования соответствует п.п. 4, 8, 9 паспорта научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами: п. 4 «Теоретические основы и методы моделирования, формализованного описания, оптимального проектирования и управления технологическими процессами и производствами», п. 8 «Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления и их цифровых двойников», п. 9 «Методы совместного проектирования организационно-технологических централизованных и распределенных комплексов и систем управления ими».

Замечания

1. В работе не акцентировано внимание на различиях и особенностях решения задач оптимизации при эксплуатации и при проектировании. В частности, при эксплуатации характеристики оборудования (размеры, площадь поверхности нагрева и др.) являются неизменными параметрами. В то время, как при проектировании и выборе оптимального состава оборудования характеристики оборудования могут выступать переменными величинами. Поэтому массивы оптимальных значений управляющих переменных при решении задач проектирования могут иметь другое строение, чем при решении задач эксплуатации (гл. 3 диссертации, выражения (3)-(4) автореферата).

2. В работе не отражено влияние конъюнктуры рынка, влияние динамики цен на энергоресурсы и материальные ресурсы. Значение критериев «прибыль» и «приведенные затраты» зависят от уровня цен на рынке. Для более достоверного поиска оптимальных параметров

рекомендуется учитывать меняющийся уровень цен в качестве переменного параметра (гл. 3 диссертации, выражения (3)-(4) автореферата).

3. Не ясно, как получены представленные в п. 5.4 диссертации экспериментальная и аналитическая передаточные функции объекта? Что означает показанный на рис. 5.16 график сравнительной оценки экспериментальной и аналитической переходных характеристик?

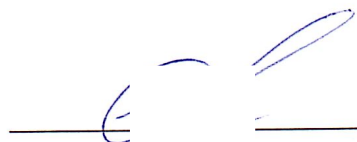
Указанные выше замечания не снижают научной и практической ценности диссертации и не влияют на ее общую положительную оценку.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Таким образом, диссертационная работа Караневской Т.Н. является законченным и самостоятельным научным исследованием, направленным на решение задачи повышения эффективности процессов проектирования и эксплуатации автоматизированных установок промышленной подготовки нефти. Полученные в диссертации результаты вносят существенный вклад в развитие систем управления технологическими процессами подготовки нефти, что соответствует указанной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами и требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, а ее автор, Караневская Татьяна Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

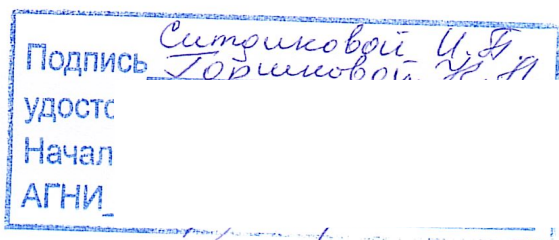
Диссертационная работа, автореферат и отзыв ведущей организации рассмотрены и одобрены на заседании кафедры автоматизации и информационных технологий ГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт». Протокол № 1 от «23» августа 2023 г.

Заведующая кафедрой
автоматизации и информационных
технологий,
кандидат технических наук, доцент

 _____ И.П. Ситдикова

Доцент кафедры автоматизации
и информационных технологий,
кандидат технических наук, доцент

 _____ К.Л. Горшкова



Сведения о ведущей организации:

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Альметьевский государственный нефтяной институт»,
423462, Республика Татарстан, г. Альметьевск, ул. Ленина, д. 2.

Телефон: (8553) 31-00-04, (8553) 43-88-35

E-mail: alni@rambler.ru, info@agni-rt.ru

Web-сайт: <https://agni-rt.ru/>