МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*****

MATHEMATICAL MODELING AND INFORMATION TECHNOLOGIES

УДК 004.4

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

IMPORT SUBSTITUTION O SOFTWARE FOR TECHNOLOGICAL MODELING

Вдовина Кристина Вячеславовна
студентка,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Гилязетдинов Риназ Ислямович
студент,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Гайфуллин Дамир Сагитович
студент,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Гарифуллина Эльвира Валерьевна
доцент кафедры,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Бронская Вероника Владимировна
доцент кафедры,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Научный руководитель:

Гарифуллина Эльвира Валерьевна
кандидат технических наук,
доцент,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Аннотация. Статья посвящена проблеме импортозамещения программного обеспечения в области технологического моделирования процессов нефтегазопереработки. Рассмотрены сферы применения и преимущества различных программных продуктов для моделирования в нефтегазовой отрасли, основанные на цифровых моделях технологических установок. Приведены примеры иностранных и российских платформ, которые специализируются на моделировании процессов нефтегазопереработки. Отражены достоинства отечественных разработок.

Ключевые слова: импортозамещение программного обеспечения, технологическое моделирование, математическое моделирование, нефтегазопереработка, отечественные программы.

Vdovina Kristina Vyacheslavovna
Student,
Kazan National Research Technological University

Gilyazetdinov Rinaz Islyamovich
Student,
Kazan National Research Technological University

Gaifullin Damir Sagitovich
Student,
Kazan National Research Technological University

Garifullina Elvira Valerievna
Associate Professor of the Department,
Kazan National Research Technological University

Bronskaya Veronika Vladimirovna
Associate Professor of the Department,
Kazan National Research Technological University

Scientific supervisor:

Garifullina Elvira Valerievna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kazan National Research Technological University

Annotation. The article is devoted to the problem of import substitution of software in the field of technological modeling of oil and gas processing processes. The fields of application and advantages of various software products for modeling in the oil and gas industry based on digital models of technological installations are considered. Examples of foreign and Russian platforms that specialize in modeling oil and gas processing processes are given. The advantages of domestic developments are reflected.

Keywords: import substitution of software, technological modeling, mathematical modeling, oil and gas processing, domestic programs.

В период цифровой трансформации предприятия сталкиваются с новыми вызовами: растущая конкуренция, изменчивость рынков и необходимость оптимизации. Компаниям, чтобы оставаться конкурентоспособными требуется не только видеть оценивать процессы предприятия здесь и сейчас, но и предвидеть изменения интересующих показателей с помощью моделирования возможных сценариев развития событий. В связи с этим на первый план выходит технологическое моделирование – инструмент, который позволяет изменить подходы в управлении процессом, проектировании, а также спрогнозировать новые параметры при изменений одного из показателей.

Технологическое моделирование в нефтегазовом комплексе применяется при:

– Оценке и оптимизации месторождений;
– Улучшении процессов добычи и транспортировки;
– Повышении эффективности переработки и нефтегазохимии;
– Интегрированном управлении производством;
– Оптимизации логистики и управления рисками [1–4].

Рассмотрим популярные платформы для технологического моделирования в области нефтегазопереработки:

Aspen HYSYS – это программное обеспечение канадской компании AspenTech, предназначенное для стационарного моделирования, проектирования процессов, контроля производительности технического оборудования и ее оптимизации. Имеется возможность выполнять расчеты основных конструктивных характеристик сепарационного оборудования, емкостей, теплообменной аппаратуры, тарельчатых и насадочных ректификационных колонн и оценивать стоимость оборудования.

CHEMCAD – это программный пакет, разработанный фирмой ChemStations, Inc. Данный продукт позволяет оптимизировать повседневные инженерные задачи: статическое моделирование основных процессов, основанных на фазовых и химических превращениях, определение размеров оборудования, расчеты термодинамических и физических свойств, оценка стоимости оборудования. Программа имеет множество инструментов отчетности и визуализации, обладает удобным графическим интерфейсом и позволяет делиться результатами моделирования с другими пользователями в других источниках данных. Также имеется возможность интегрировать ChemCad с другими программами для улучшения: мониторинга производительности технологического процесса/установки, устранения неполадок, анализа безопасности систем [5].

DWSIM – это химический симулятор процессов для Windows, Linux и macOS. Его функционал включает в себя: термодинамические модели и расчеты, динамические симуляции, операции с блок-схемами и инструменты для характеристики нефти и создания гипотетических компонентов. DWSIM может моделировать равновесные процессы в состоянии равновесия между разными агрегатными состояниями, а также процессы в водных растворах электролитов [6]. Стоит также отметить, что данная программа имеет открытый для общего пользования исходный код и предоставляет возможность бесплатного пользования.

В связи с уходом многих иностранных компаний наиболее перспективной целью государства на данный момент является стремление поддерживать отечественных разработчиков. В связи с чем был издан приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ от 18 января 2023 г. № 21 «Об утверждении Методических рекомендаций по переходу на использование российского программного обеспечения…». Это позволило активно развиваться отечественным компаниям по разработке программного обеспечения для технологического моделирования.

Рассмотрим отечественные разработки для нефтегазового комплекса:

AEROSYM – программный комплекс, разработанный компанией «Аэрогаз» (резидент «Сколково»), и заменивший зарубежный аналог Aspen HYSYS. Комплекс предназначен для моделирования процессов в нефтегазодобыче, расчёта установок подготовки газа и конденсата, оптимизации технологических процессов и повышения эффективности работы газоперерабатывающих установок. Функционал имеет возможности: в режиме реального времени собирать данные с АСУТП и делать перерасчет модели, создавать цифровой двойник технологических процессов и управлять добычей на скважинах. Программа осуществляет деятельность на всех сборках Linux, Windows 10 и выше, прошла успешную проверку в Институте проблем нефти и газа РАН и активно используется в таких крупных компаниях, как Газпром, СИБУР, Лукойл [7].

GIBBS – программа, разработанная для моделирования технологических процессов в областях переработки и транспортировки природного и попутного газа, газового конденсата и нефти. Полная сборка данной программы позволяет описать свойства сырья и продуктов, изучить термодинамику процессов, массовый и объемный выходы, состав продуктов и их соответствие стандартам. Используемые теоретические методы предоставляет возможность проектировать процессы в широком диапазоне, и подробно анализировать проблемы, возникающие на производстве. Отличительной функцией данной программой является возможность создавать сложные многоуровневые модели производств [8].

RN-SIMTEP – программный комплекс специалистов Уфимского института «Роснефти» предназначен для моделирования процессов подготовки, транспортировки и первичной переработки

углеводородного сырья. Благодаря использованию самых современных математических алгоритмов и моделей, данный пакет предоставляет возможности: моделирования основных процессов подготовки газа, проведения прочностных расчётов трубопроводов, анализ рисков образования разных осложнений, в том числе солеотложения, гидратов и коррозии, адаптацию параметров систем к конкретным данным, организации экономическую составляющую проектов обустройства. **RN-SIMTEP** имеет легко настраиваемый интерфейс, возможность импорта моделей из стороннего ПО и включает ежемесячные сборки с обновлением функционала [9].

Для сравнения рассмотрим процесс аминовой очистки кислых газов в программных пакетах Aspen Hysys (Amine) и DWSIM (рис. 1, 2).

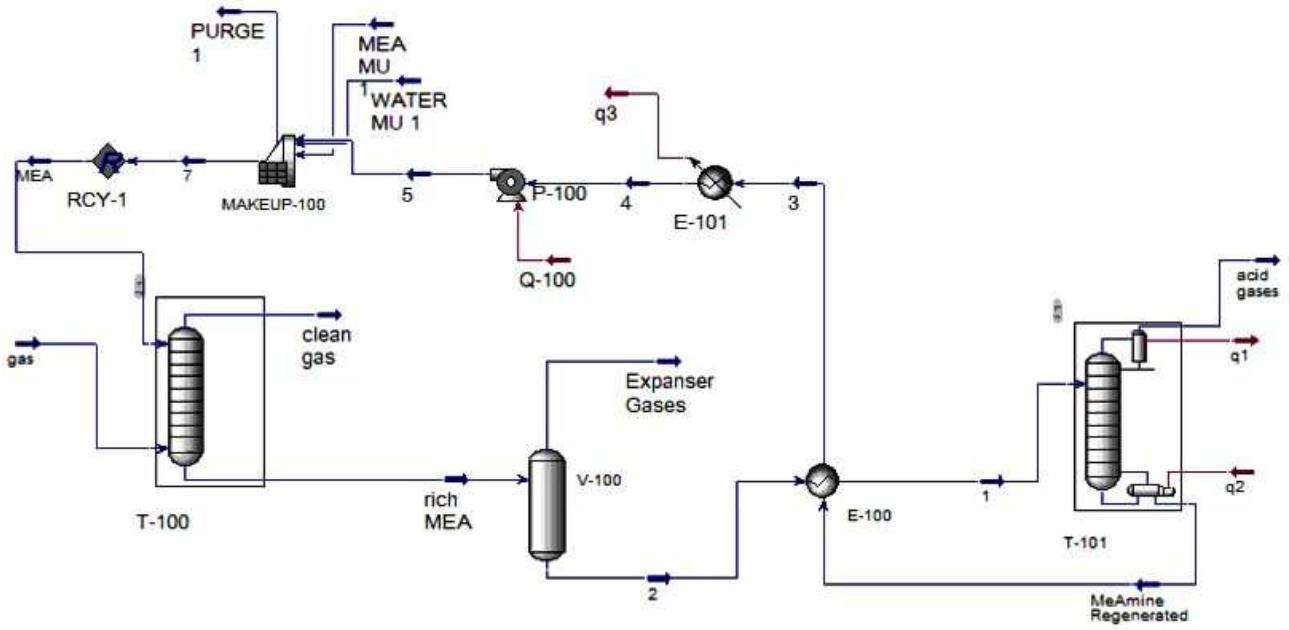

Рисунок 1 – Технологическая схема процесса аминовой очистки в Aspen Hysys

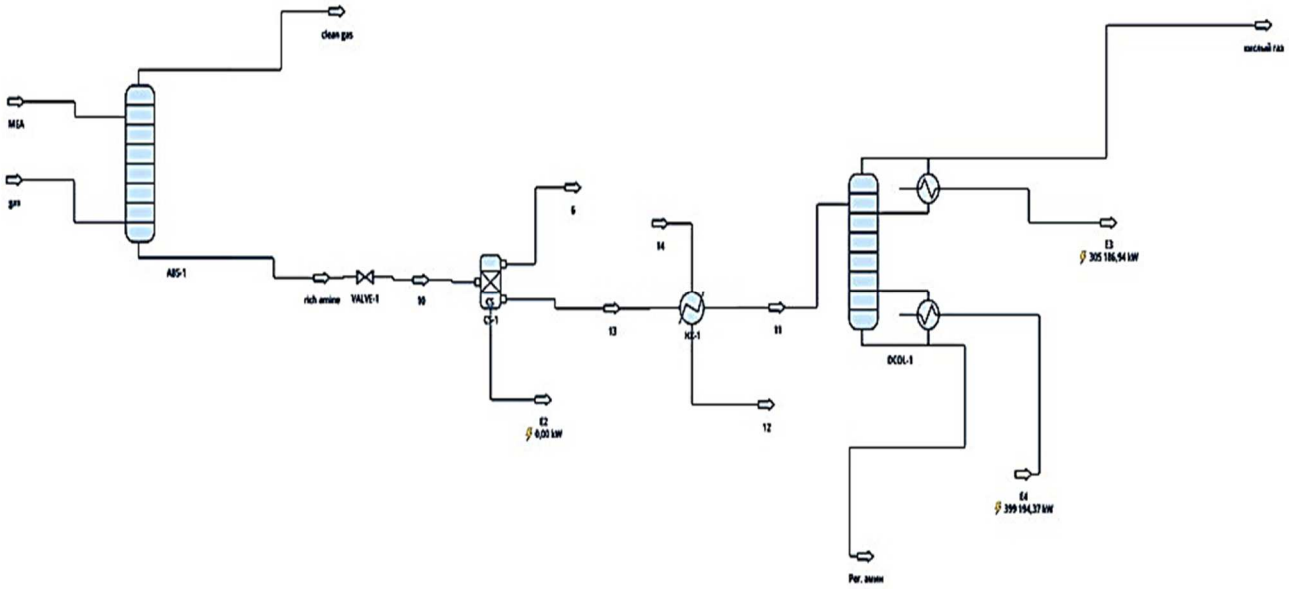

Рисунок 2 – Технологическая схема процесса аминовой очистки в DWSIM

Мольный состав газа, подаваемого на установку: метан – 0,85; этан – 0,04; пропан – 0,03; азот – 0,03; углекислый газ – 0,03 и сероводород – 0,02.

Очистка проводится 28% водным раствором моноэтаноламина (МЭА).

Сравним полученный очищенный газ после прохождения абсорбера на рисунке 3.

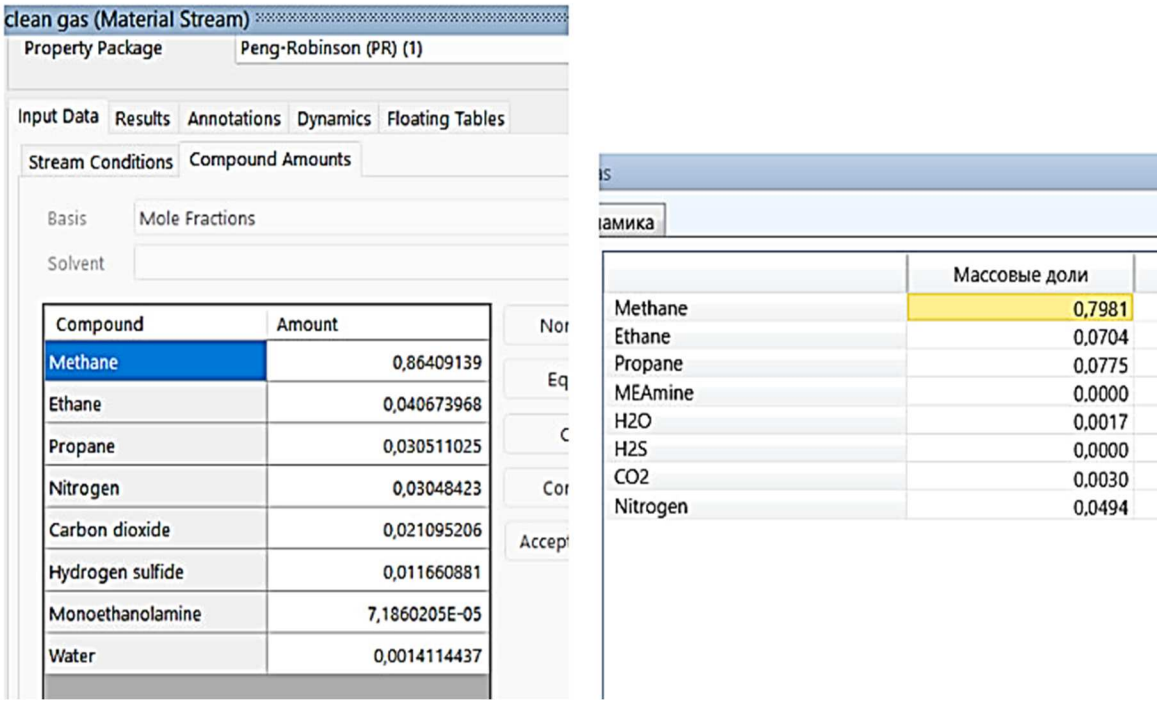

Рисунок 3 – Составы очищенного газа в программных пакетах DWSIM и Aspen Hysys

В результате полученных данных можно увидеть, что в программе Hysys получается газ с малым содержанием углекислого газа и сероводорода в отличии от программного продукта DWSIM, у которого содержание этих же продуктов на порядок выше, что свидетельствует о необходимости доочистки газа.

Интерфейс. Hysys отличается продуманным, интуитивно понятным интерфейсом, оптимизированным для инженерных расчетов в нефтегазовой отрасли. Его графические инструменты визуализации процессов и готовые шаблоны упрощают моделирование. DWSIM, напротив, требуют от пользователя глубокого понимания алгоритмов. Однако он позволяет гибко адаптировать среду под специфические задачи.

Полнота данных и расчетные модели. Hysys опирается на обширные промышленные базы данных по свойствам веществ, включая готовые пакеты для моделирования процессов очистки газа, ректификации и других. DWSIM обладает базовым набором термодинамических моделей (например, Peng-Robinson, SRK), но требует ручного ввода или корректировки параметров для сложных смесей.

Гибкость продукта. Основное преимущество DWSIM – его открытость и независимость от зарубежных лицензий. Если в Hysys пользователь ограничен рамками коммерческой версии, то DWSIM позволяет модифицировать код, добавлять новые уравнения состояний или алгоритмы оптимизации. Это делает его перспективным инструментом для научных исследований и разработки уникальных решений.

Заключение

Таким образом отечественные продукты уже сегодня в состоянии заменить иностранные программы в ряде базовых и средних по сложности задач. На данный момент основные ограничения – менее удобный интерфейс и необходимость ручного ввода в большинстве пунктов. Учитывая важность импортозамещения программных продуктов для технологического оборудования – это сложная и многогранная задача, требующая комплексного подхода, значительных инвестиций и тесного сотрудничества между государством, бизнесом и наукой. Успешное импортозамещение не только повышает безопасность и независимость, но и создает новые возможности для развития отечественной индустрии и повышения конкурентоспособности российской экономики. Это шанс для технологического прорыва.

Список литературы:

1. Определение октанового числа компаунд-бензинов с помощью искусственной нейронной сети / Э.И. Мустеева [и др.] // Научно-технический вестник Поволжья. – 2025. – № 1. – С. 98–100.

2. Сравнение гидравлических характеристик прямоточно-центробежных элементов сепараторов газоконденсатных месторождений / Р.Р. Шафиков [и др.] // Вестник Технологического университета. – 2024. – Т. 27. – № 8. – С. 104–108.

3. Математическое моделирование процесса синтеза каучука с учетом разветвленности полимера / Г.А. Аминова [и др.] // Сборник трудов XX Международная научная конференция «Математические методы в технике и технологиях» (ММТТ-20). – Ярославль, 2007. – Т. 5. – С. 129–131.

4. Моделирование гидродинамических процессов, протекающих внутри сепарационного оборудования, применяемых на газоконденсатных месторождениях / Р.Р. Шафиков [и др.] // Вестник Технологического университета. – 2023. – Т. 26. – № 12. – С. 124–128.

5. Chemical Engineering Simulation Software // Chemstations. – URL : https://chemstations.com/chemcad (date of application 17.02.2025).

6. Open-Source Chemical Process Simulator // DWSIM. – URL : https://dwsim.org (date of application 25.02.2025).

7. ПО Аэросим // AEROSYM. – URL: https://aerogas.ru/aerosym (дата обращения 21.02.2025).

8. Что такое GIBBS // GIBBS. – URL : http://www.gibbsim.ru/node/10 (дата обращения 23.03.2025).

9. Программный комплекс «РН – СИМТЕП» // RN DIGITAL. – URL: https://rn.digital/simtep (дата обращения 20.03.2025).

List of references:

1. Determination of the octane number of compound gasolines using an artificial neural network / E.I. Musteeva [et al.] // Scientific and Technical Bulletin of the Volga Region. – 2025. – № 1. – P. 98–100.

2. Comparison of hydraulic characteristics of straight-through centrifugal elements of separators of gas condensate fields / R.R. Shafikov [et al.] // Bulletin of the Technological University. – 2024. – Vol. 27. – № 8. – P. 104–108.

3. Mathematical modeling of the rubber synthesis process taking into account the polymer branching / G.A. Aminova [et al.] // Collection of works of the XX International scientific conference «Mathematical methods in engineering and technology» (MMTT-20). – Yaroslavl, 2007. – Vol. 5. – P. 129–131.

4. Modeling of hydrodynamic processes occurring inside separation equipment used in gas condensate fields / R.R. Shafikov [et al.] // Bulletin of the Technological University. – 2023. – Vol. 26. – № 12. – P. 124–128.

5. Chemical Engineering Simulation Software // Chemstations. – URL : https://chemstations.com/chemcad (date of application 17.02.2025).

6. Open-Source Chemical Process Simulator // DWSIM. – URL : https://dwsim.org (date of application 25.02.2025).

7. Aerosim software // AEROSYM. – URL : https://aerogas.ru/aerosym (date of application 21.02.2025).

8. What is GIBBS // GIBBS. – URL : http://www.gibbsim.ru/node/10 (date of application 23.03.2025).

9. RN – SIMTEP software package // RN DIGITAL. – URL: https://rn.digital/simtep (date of application 20.03.2025).