

УДК 004.94

<https://doi.org/10.36906/KSP-2023/67>

**Соловьев А.А.**

*ORCID: 0009-0007-9389-0004*

**Работягов Г.Б.**

*ORCID: 0009-0009-0840-3318*

**Некрасов А.В.**

*ORCID: 0000-0003-2589-0858, канд. экон. наук*

*Нижневартровский государственный университет*

*г. Нижневартовск, Россия*

**Волкова И.А.**

*ORCID: 0000-0002-2231-6351, д-р экон. наук*

*Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина*

*г. Омск, Россия*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CAE-ПРОГРАММ

**Аннотация.** Статья представляет собой обзор возможностей современных CAE-программ и их значимость для разработки, анализа и оптимизации систем нефтегазового производства, а также демонстрирует наработки кафедры нефтегазового дела Нижневартовского государственного университета в этой области. В частности, статья освещает проект создания виртуального учебного комплекса «Рабочее место технолога ЦДНГ (цеха добычи нефти и газа)», реализованного недавно нашим студентом совместно с преподавателями кафедры.

**Ключевые слова:** нефтегазовая промышленность; CAE-программы; моделирование; визуализация; разработка программного обеспечения.

**Soloviev A.A.**

*ORCID: 0009-0007-9389-0004*

**Rabotyagov G.B.**

*ORCID: 0009-0009-0840-3318*

**Nekrasov A.V.**

*ORCID: 0000-0003-2589-0858, Candidate of Economic Sciences*

*Nizhnevartovsk State University*

*Nizhnevartovsk, Russia*

**Volkova I.A.**

*ORCID: 0000-0002-2231-6351, Doctor of Economic Sciences*

*Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin*

*Omsk, Russia*

## MODELING AND VISUALIZATION OF OIL AND GAS PRODUCTION SYSTEMS AND PROCESSES USING CAE PROGRAMS

**Abstract.** The article provides an overview of the capabilities of modern CAE programs and their significance for the development, analysis and optimization of oil and gas production systems, and also demonstrates the developments of the Department of Oil and Gas Engineering at Nizhnevartovsk State University in this area. In particular, the article covers the project of creating a virtual educational complex “Workplace of a technologist of the Central Oil and Gas Production Shop (Oil and Gas Production Shop)”, recently implemented by our student together with the teachers of the department.

**Keywords:** oil and gas industry; CAE programs; modeling; visualization; software development.

Нефтегазовая промышленность играет ключевую роль в мировой экономике, обеспечивая энергией и сырьем множество отраслей. Она также является одной из отраслей, где инженерное моделирование и визуализация процессов имеют огромное значение. Современные САЕ-программы (Computer-Aided Engineering) стали важным инструментом для разработки, анализа и оптимизации систем и процессов нефтегазового производства. В данной статье мы рассмотрим, как САЕ-программы помогают улучшить эффективность и безопасность в этой отрасли. Цель данной статьи дать обзор особенностей применения данного вида программ с учетом специфики нефтегазовой отрасли и продемонстрировать наработки кафедры нефтегазового дела НВГУ в этом вопросе.

Анализ научных источников по данному направлению показал, что моделирование и визуализация систем и процессов нефтегазового производства с использованием САЕ-программ активно развиваются как с теоретической, так и с практической точек зрения. Количество и качество программных продуктов растет, и этот прогресс отражается и находит соответствующее теоретическое и методологическое обоснование в научной печати. Так Дмитриев В.М., Ганджа Т.В. рассмотрели общие принципы формирования многоуровневых компьютерных моделей SCADA-систем для управления сложными технологическими объектами [2]. Научная статья Медведева В.И. посвящена возможностям имитационного моделирования систем и процессов в системе Tecnomatix Plant Simulation [3]. Остальные из проанализированных источников концентрируют внимание на тех или иных практических аспектах использования потенциала программных продуктов. В статье Репях Л.П. речь идет о преимуществах, которые обеспечивают САЕ-программы для подготовки персонала к ситуациям, связанным с риском, что довольно часто происходит в нефтегазовом производстве [5]. Таким образом, персонал получает опыт в безопасных условиях виртуальной реальности, которые позволяют избежать ошибок в дальнейшем, а значит уменьшает производственные риски и травматизм. Также производственному обучению, но уже с помощью VR технологий посвящена публикация Вейса Ю.В., Алфимова Г.Д. [1]. Активно используются данные технологии и учебном процессе. Причем студенты не только выступают в роли пользователей, но и сами принимают участие в разработке данного программного обеспечения, как об этом говорится в статье Обухова А.Д., Чеботова Н.А., Вехтевой Н.А., Патугина К.И., Прокудиной [4]. На нашей кафедре также активно используются программы для моделирования, и визуализация систем и процессов нефтегазового производства и ведутся собственные разработки в данной области, о чем пойдет речь ниже. Пока же подытожим результаты анализа научной литературы по вопросам разработки и использования САЕ-программ в нефтегазовой промышленности. Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы:

1. САЕ-программ все больше входят в производственную и обучающую деятельность в нефтегазовой промышленности и приобретают в современных условиях очень важное значение для отрасли. Нефтегазовые предприятия подвергаются постоянным вызовам, таким как увеличение требований к безопасности, экологичности и экономической эффективности. САЕ-программы предоставляют инженерам и специалистам возможность создавать виртуальные модели и анализировать различные аспекты систем и процессов нефтегазового производства:

– *Моделирование оборудования.* CAE-программы позволяют создавать 3D-модели нефтегазового оборудования, такого как скважины, насосы, компрессоры и трубопроводы. Это помогает инженерам лучше понимать работу оборудования и оптимизировать его производительность.

– *Анализ течения жидкости и газа.* CAE-программы позволяют моделировать и анализировать течение нефти, газа и воды в трубопроводах и резервуарах. Это важно для оптимизации транспорта и обработки сырья.

– *Анализ прочности и безопасности.* Инженеры могут использовать CAE-программы для оценки прочности оборудования и трубопроводов при различных условиях эксплуатации. Это помогает предотвратить аварии и снизить риски для персонала.

– *Оптимизация процессов.* CAE-программы позволяют проводить симуляции различных сценариев работы систем и процессов, что позволяет оптимизировать производственные процессы и сократить издержки.

2. Существует множество CAE-программ, которые широко используются в нефтегазовой промышленности. Ниже приведены некоторые из них:

– *COMSOL Multiphysics* – это мощное программное обеспечение для моделирования физических процессов, таких как теплопередача, гидродинамика и химические реакции. Оно может использоваться для моделирования различных аспектов нефтегазовой добычи и обработки.

– *ANSYS* предоставляет инструменты для анализа прочности, теплообмена и динамики жидкости, что позволяет инженерам оптимизировать оборудование и процессы.

– *Aspen HYSYS* – это программное обеспечение специализируется на моделировании процессов в химической и нефтегазовой промышленности. Оно позволяет анализировать процессы дистилляции, химические реакции и т.д.

– *Autodesk Computational Fluid Dynamics (CFD)* предоставляет инструменты для моделирования течения жидкости и газа, что может быть полезно при проектировании трубопроводов и резервуаров.

3. Использование CAE-программ в нефтегазовой промышленности предоставляет следующие преимущества:

– *Снижение рисков.* Моделирование и анализ с помощью CAE-программ позволяют выявить потенциальные проблемы и риски до их возникновения, что способствует улучшению безопасности.

– *Экономия времени и ресурсов.* Инженеры могут проводить виртуальные тесты и оптимизировать процессы без необходимости строительства физических прототипов.

– *Увеличение производительности.* Оптимизация систем и процессов позволяет повысить производительность и снизить издержки.

– *Улучшение качества управления.* CAE-программы помогают отслеживать состояние и производительность оборудования, что позволяет лучше управлять оборудованием.

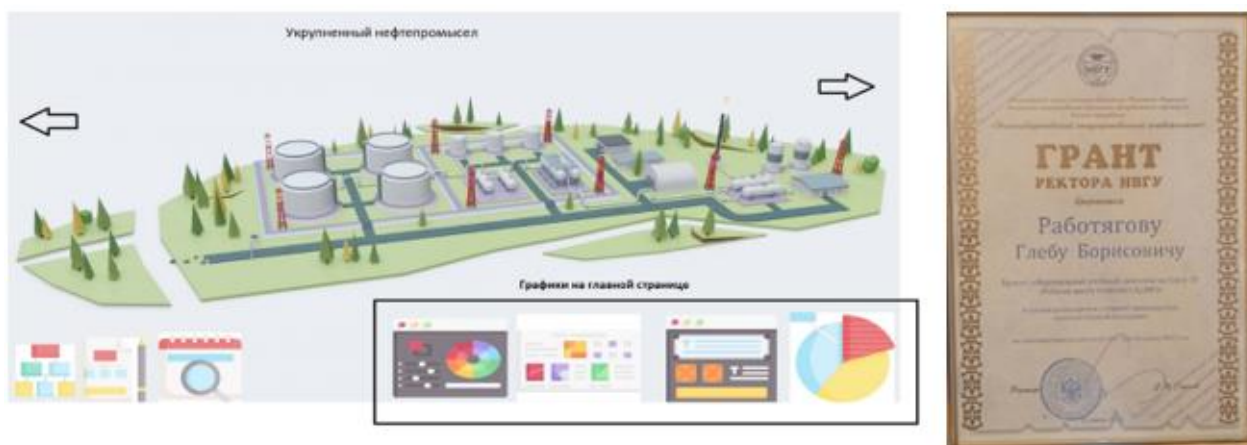
Как уже говорилось выше данное программное обеспечение позволяет также повысить эффективность обучения студентов. Огромное по размерам нефтегазовое оборудование невозможно разместить в аудиториях и тут на помощь приходят виртуальные лабораторные работы

и тренажеры, моделирующие и визуально наглядно отображающие работу оборудования. Пример, одного из них, используемого у нас на кафедре, приведен на рисунке 1 ниже.



**Рис. 1. Тренажер, облегчающий изучение машин и оборудования для добычи нефти и газа**

Также, хочется в качестве иллюстрации привести проект студента Работягова Г.Б., по созданию виртуального учебного комплекса «Рабочее место технолога ЦДНГ» для использования в учебном процессе. Проект получил грант ректора НВГУ, а в данный момент Работягов Г.Б. продолжает обучение на кафедре уже в качестве магистранта. На рисунке 2 показан эскиз главного окна приложения.



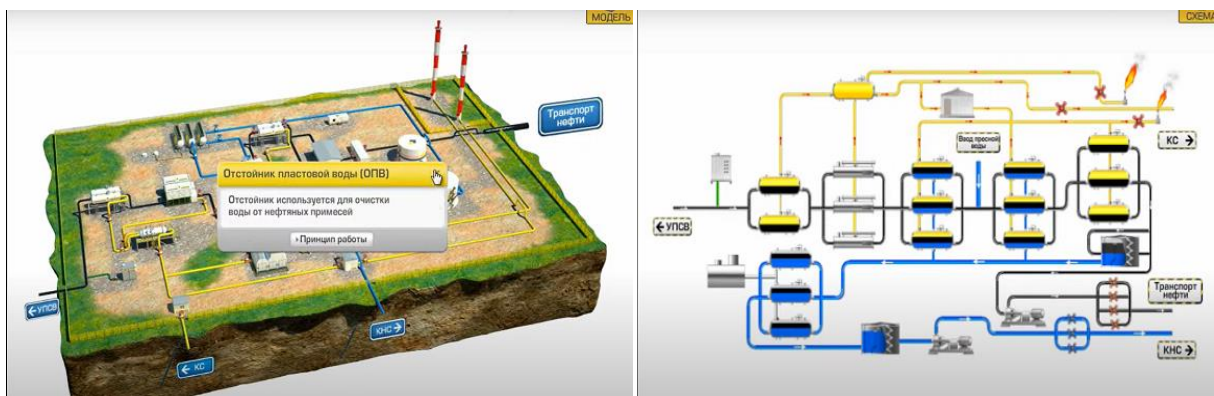
**Рис. 2. Рабочее место технолога. Главное окно программы**

Чтобы более наглядно продемонстрировать возможности программы, на рисунке 3 ниже показан эскиз начальной страницы рабочего экрана приложения.



**Рис. 3. Эскиз начальной страницы рабочего экрана приложения**

На этапе проектирования приложения были выполнены следующие задачи: создана стартовая страница приложения, разработан дизайн производственных объектов, внедрена система авторизации для пользователей, создан интерактивный видеоролик, который объясняет работу объекта и его назначение, а также разработана интерактивная карта центра дистрибуции и навигации по ЦДНГ. На рисунке 4 представлена более подробная информация о производственных объектах. Эта информация доступна для трех объектов, и она позволяет более подробно изучить процессы производства, просматривать оборудование и взаимодействовать с объектом для понимания его работы. Пользователь может выбрать объект на карте и получить более подробную информацию о его функционировании.



**Рис. 4. Детализация производственных объектов**

На рисунке 5 показан функционал просмотра оборудования нефтяного куста – ЭЦН, ШГН, АГЗУ, ТП, внутриплощадочные трубопроводы, где можно увидеть характеристики оборудования, установленного на скважине и на кусте.

Проект успешно завершен и его результаты сейчас внедряются в учебный процесс. Этот опыт вдохновил нас на поиск новых и интересных решений, и мы планируем продолжить развивать эту образовательную деятельность, привлекая новых заинтересованных студентов-нефтяников к проектам создания моделей работы нефтегазового оборудования и имитации производственных процессов с помощью CAE-программ.

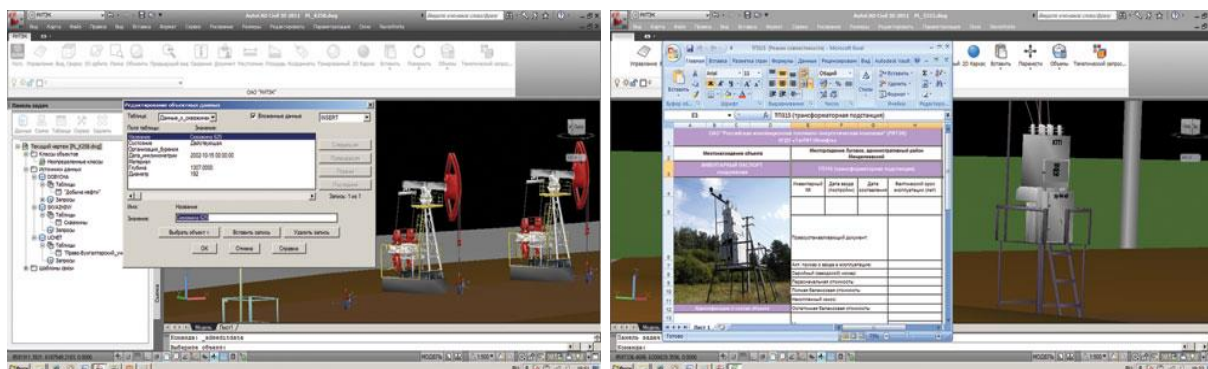


Рис. 5. Функционал просмотра оборудования нефтяного куста

Подведем итоги. Использование CAE-программ в нефтегазовой промышленности является неотъемлемой частью современных технологий. Они позволяют инженерам и специалистам создавать виртуальные модели, анализировать системы и процессы, и оптимизировать их для достижения лучших результатов. Благодаря этим инструментам, нефтегазовая промышленность может справляться с вызовами безопасности, эффективности и экологии, обеспечивая надежное и устойчивое производство. Активно используются данные программы и в обучении, в частности на нашей кафедре активно применяются тренажеры и виртуальные лабораторные работы, позволяющие сделать образовательный процесс более наглядным и эффективным, а также активно ведутся разработки собственного программного обеспечения в рамках научно-исследовательской деятельности преподавателей и проектного обучения студентов и магистрантов.

### Литература

1. Вейс Ю.В., Алфимов Г.Д. Влияние VR технологий на эффективность производства в нефтегазовом комплексе // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. № 5-1(99). С. 79-83.
2. Дмитриев В.М., Ганджа Т.В. Принцип формирования многоуровневых компьютерных моделей SCADA-систем для управления сложными технологическими объектами // Информатика и системы управления. 2013. № 2. С. 24-35.
3. Медведев В.И. Имитационное моделирование систем и процессов в системе Tecnomatix Plant Simulation // Имитационное моделирование. Теория и практика: Четвертая Всероссийская научно-практическая конференция: сб. докладов. СПб., 2009. С. 289-292.
4. Обухов А.Д., Чеботов Н.А., Вехтева Н.А., Патутин К.И., Прокудина Н. Разработка системы визуализации виртуальной установки для подготовки специалистов нефтегазовой отрасли // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2020. Т. 26. № 4. С. 571-580.
5. Репях Л.П. Моделирование и реализация подготовки персонала нефтегазовой отрасли к ситуациям производственного риска // Вестник Оренбургского государственного университета. 2020. № 1(224). С. 94-100.

© Соловьев А.А., Работягов Г.Б., Некрасов А.В., Волкова И.А., 2024