УДК 004.94:665.6

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС УСТАНОВКИ ЭЛОУ АВТ В RTSIM.КАРЬЕРА

COMPUTERIZED TRAINING COMPLEX FOR THE ELOU AVT INSTALLATION IN RTSIM.KARIERA

Хуриева Полина Олеговна
студент,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Гайфуллин Дамир Сагитович
магистрант,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Салякин Антон Евгеньевич
аспирант,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Гарифуллина Эльвира Валерьевна
доцент кафедры,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Khurieva Polina Olegovna
Student,
Kazan National Research Technological University

Gaifullin Damir Sagitovich
Master's degree,
Kazan National Research Technological University

Salyakin Anton Evgenievich
Postgraduate student,
Kazan National Research Technological University

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

Аннотация. В профессии оператора важнейшим аспектом является компетентное управление технологическим процессом, что включает в себя предоставление безопасной эксплуатации установок, поддержание параметров технологического режима. Основой любого нефтеперерабатывающего завода является установка ЭЛОУ-АВТ, которая определяет качество, ассортимент и экономическую эффективность всех последующих процессов. Поэтому особенно важно, чтобы данная установка функционировала бесперебойно и безопасно. Для обеспечения такой работы установки необходим обученный и квалифицированный персонал. Одним из эффективных инструментов обучения является тренажерный комплекс, разработанный для моделирования работы установки ЭЛОУ-АВТ в инженерной среде RTSIM компанией ООО «РТСИМ». Данный тренажёр представлен в образовательной платформе «РТСИМ.Карьера».

Ключевые слова: ЭЛОУ, цифровой тренажер, моделирование, нефть.

Annotation. The operator's profession is the most important aspect of the competent management of technological process, which includes providing safe operation of installations, maintaining parameters of technological regime. The basis of any oil refinery is the installation of ELOU AVT, which determines the quality, assortment and economic efficiency of all subsequent processes. Therefore, it is especially important that this installation function smoothly and safely. To ensure this work, the training and qualified staff is required. One of the effective training tools is a simulator complex designed to simulate the operation of the ELOU AVT installation in the engineering environment RTSIM company LLC. This simulator is presented in the educational platform «RTSIM.Career».

Keywords: ELOU, digital simulator, modeling, oil.

Нефте- и газоперерабатывающие заводы относятся к категории опасных производственных объектов, что связано с использованием в технологических процессах токсичных, легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ. Поэтому для обучения производственного персонала необходимо использовать специализированные цифровые тренажеры, способные отрабатывать основные аспекты эксплуатации, включая работу установки, нормальный пуск и останов, а также возможные аварийные ситуации [1].

Неотъемлемой частью переработки нефти является установка ЭЛОУ-АВТ. Она выполняет функцию технологического узла, формирующего сырьевую базу для вторичной переработки. Особенностью ведения технологического процесса является высокие температуры и большие перепады давлений, которые могут привести к тяжелым последствиям, например, разгерметизация оборудования, выброс опасных веществ, потеря контроля над параметрами, выход из строя насосов [2]. В связи с этим для данной установки актуальной задачей является разработка тренажера, обеспечивающего возможность моделирования различных режимов ведения технологического процесса, а также отработки практических навыков выполнения операций пуска, останова и действий при возникновении

аварийных ситуаций. Таким тренажером является тренажер от Российской компании ООО “РТСИМ”. В рамках моделирования работы установки ЭЛОУ-АВТ РТСИМ.Карьера обеспечивается детализированное воспроизведение функционирования всех элементов системы, включая: электродегидраторы, ректификационные колонны, теплообменное оборудование, трубчатые печи, сепарационные устройства, насосные агрегаты, системы автоматизированного управления и контроля [3, 4].

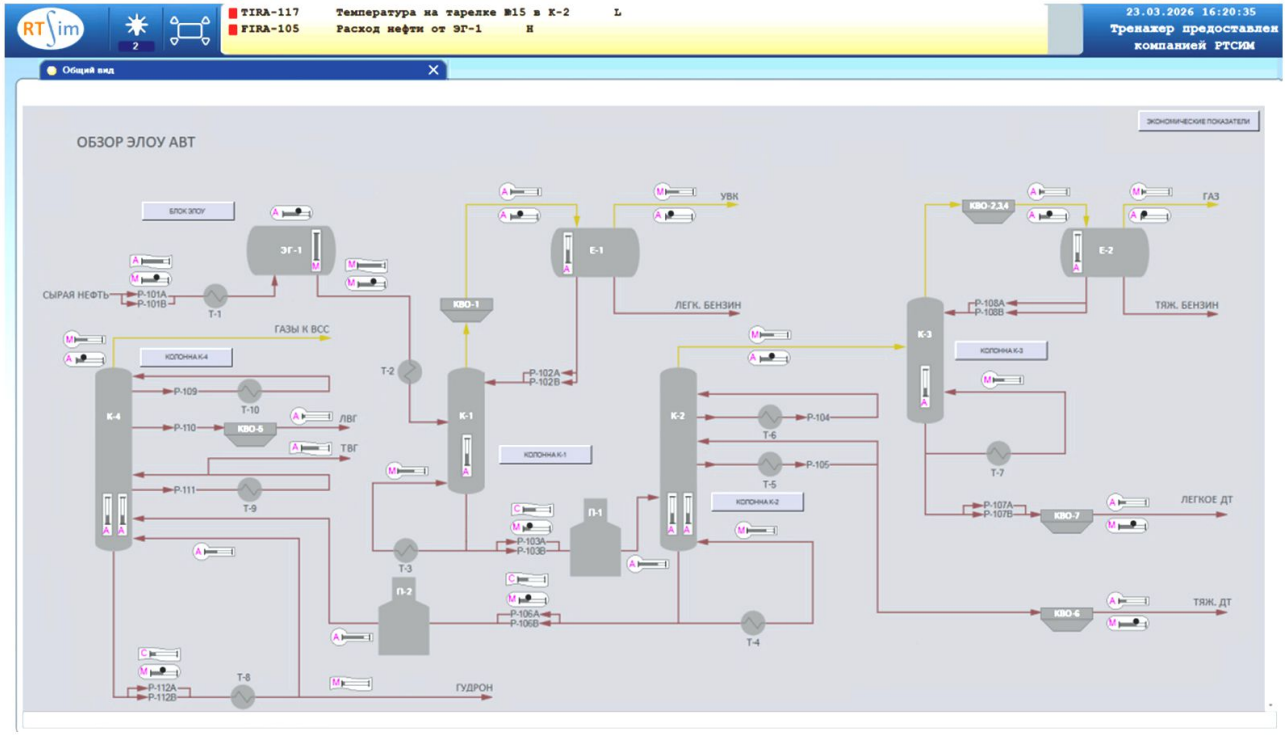


Рисунок 1 – Принципиальная схема ЭЛОУ-АВТ

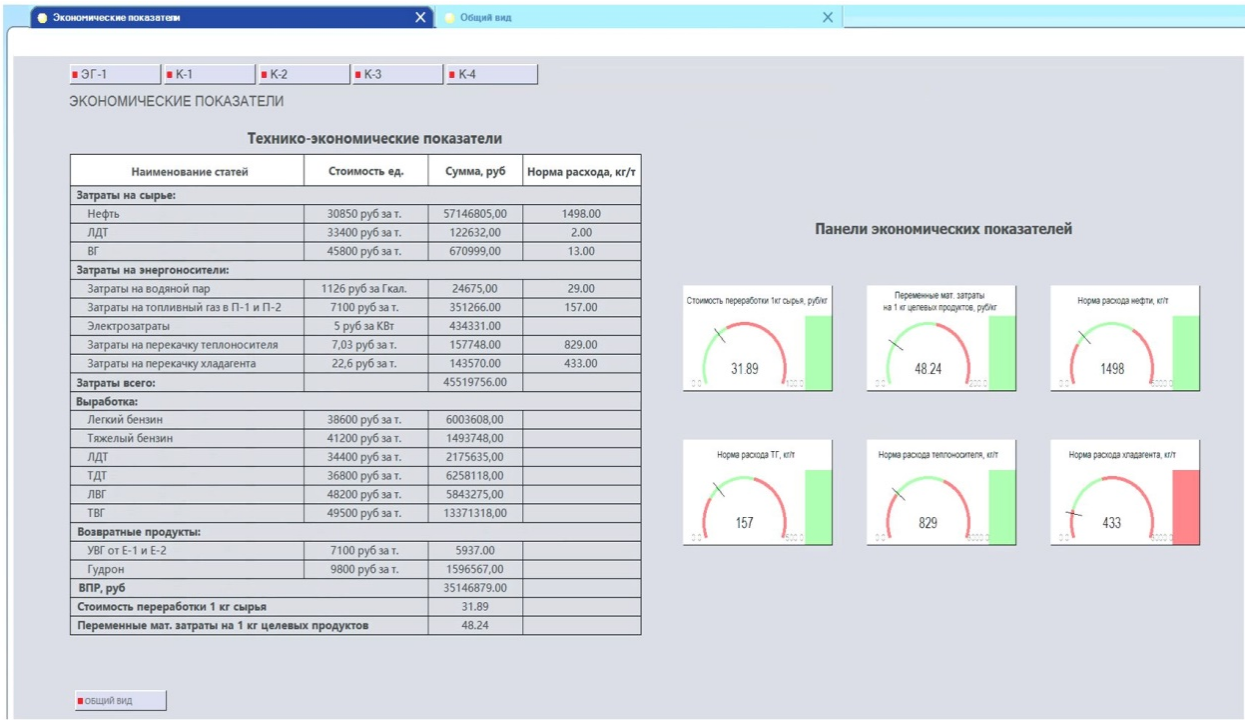
Одной из ключевых особенной цифрового тренажера является возможность моделирования установки с учетом нормального режима работы и противоаварийной защиты, которая автоматически срабатывает при некорректном ведении процесса.

Задача обучающегося – своевременно распознать предпосылки аварии, контролировать показания приборов и при необходимости корректировать технологический режим, не допуская срабатывания защиты. Такая отработка позволяет сформировать устойчивый алгоритм действий оператора в нештатной ситуации [5, 6].

Кроме этого в цифровые тренажеры РТСИМ.Карьера внедрен модуль «Экономические показатели», позволяющий анализировать влияние режима процесса на экономические показатели за счет расчета затрат на сырье, электроэнергию и энергоносители. Опираясь на полученные показатели, проводится расчет себестоимости полученной товарной продукции, от которой зависит рентабельность работы установки (рис. 2).

В рамках анализа экономической эффективности установки рассматривается оптимизация режимов переработки нефтяного сырья с учетом расхода энергоресурсов и материальных затрат. Ключевым параметром выступает себестоимость переработки, которая складывается из ребойлерной системы, системы подогрева потоков и печного хозяйства.

Таким образом, цифровые тренажеры РТСИМ.Карьера представляет собой надежный и эффективный инструмент для освоения эксплуатации технологических установок нефтегазовой отрасли. Их применение позволяет операторам и студентам безопасно отрабатывать практические навыки управления, вырабатывать порядок действий в нештатных ситуациях, не подвергая себя и окружающих реальным рискам, характерным для опасных производственных объектов. Тренажер способствует более глубокому усвоению теоретического материала, формированию устойчивых навыков управления технологическим процессом и, как следствие, значительно сокращает время адаптации молодых специалистов при трудоустройстве. Кроме того, встроенные экономические показатели позволяют определять наиболее экономически выгодный режим работы установки, что имеет важное значение для подготовки квалифицированных кадров, способных не только безопасно, но и эффективно управлять производством.



Наименование статей	Стоимость ед.	Сумма, руб	Норма расхода, кг/т
Затраты на сырье:			
Нефть	30850 руб за т.	57146805,00	1498.00
ЛДТ	33400 руб за т.	122632,00	2.00
ВГ	45800 руб за т.	670999,00	13.00
Затраты на энергоносители:			
Затраты на водяной пар	1126 руб за Гкал.	24675,00	29.00
Затраты на топливный газ в П-1 и П-2	7100 руб за т.	351266.00	157.00
Электрозатраты	5 руб за КВт	434331.00	
Затраты на перекачку теплоносителя	7,03 руб за т.	157748.00	829.00
Затраты на перекачку хладагента	22,6 руб за т.	143570.00	433.00
Затраты всего:		45519756.00	
Выработка:			
Легкий бензин	38600 руб за т.	6003608,00	
Тяжелый бензин	41200 руб за т.	1493748,00	
ЛДТ	34400 руб за т.	2175635,00	
ТДТ	36800 руб за т.	6258118,00	
ЛВГ	48200 руб за т.	5843275,00	
ТВГ	49500 руб за т.	13371318,00	
Возвратные продукты:			
УВГ от Е-1 и Е-2	7100 руб за т.	5937.00	
Гудрон	9800 руб за т.	1596567,00	
ВПР, руб		35146879.00	
Стоимость переработки 1 кг сырья		31.89	
Переменные мат. затраты на 1 кг целевых продуктов		48.24	

Рисунок 2 – Технико-экономические показатели

Список литературы:

1. Цифровые тренажеры технологических процессов РТСИМ.Карьера для обеспечения безопасности в нефтехимическом комплексе / Р.Р. Габдрахманов, Э.В. Гарифуллина, В.В. Бронская [и др.] // Наука, технологии, общество: Экологический инжиниринг в интересах устойчивого развития территорий : сборник научных статей. – Красноярск, 2023. – С. 131–135.
2. Салякин А.Е., Бронская В.В., Гарифуллина Э.В. Модернизация системы управления установки первичной переработки нефти с использованием виртуальной модели для повышения качества продукции // Сборник статей IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов. – Пенза, 2025. – С. 774–777.
3. Деева В.С. Компьютерное моделирование в нефтегазовом деле. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2018. – 86 с.
4. Ильина И.Л., Козина А.А. Модернизация системы автоматизации установки ЭЛОУ+авт-6 // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2019. – Т. 1. – С. 140–141.
5. Сравнение гидравлических характеристик прямоточно-центробежных элементов сепараторов газоконденсатных месторождений / Р.Р. Шафиков, Л.Н. Шагаев, Э.В. Гарифуллина [и др.] // Вестник Технологического университета. – 2024. – Т. 27. – № 8. – С. 104–108.
6. Геймификация как обязательный компонент современного инженерного образования / А.К. Маркелов, Э.В. Гарифуллина, В.В. Бронская [и др.] // Казанская наука. – 2025. – № 4. – С. 216–219.

List of references:

1. Digital simulators of technological processes RTSIM. Career for ensuring safety in the petrochemical complex / R.R. Gabdrakhmanov, E.V. Garifullina, V.V. Bronskaya [et al.] // Science, technology, society: Environmental engineering for the interests of sustainable development of territories: collection of scientific articles. – Krasnoyarsk, 2023. – P. 131–135.
2. Salyakin A.E., Bronskaya V.V., Garifullina E.V. Modernization of the control system of the primary oil refining unit using a virtual model to improve product quality // Collection of articles of the IX All-Russian scientific and practical conference of young scientists and students. – Penza, 2025. – P. 774–777.
3. Deeva V.S. Computer modeling in the oil and gas industry. – Tomsk : Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2018. – 86 p.
4. Ilyina I.L., Kozina A.A. Modernization of the automation system of the ELOU+avt-6 unit // Modern technologies and scientific and technical progress. – 2019. – Vol. 1. – P. 140–141.
5. Comparison of hydraulic characteristics of straight-through centrifugal elements of gas condensate field separators / R.R. Shafikov, L.N. Shagaev, E.V. Garifullina [et al.] // Bulletin of the Technological University. – 2024. – Vol. 27. – № 8. – P. 104–108.
6. Gamification as a mandatory component of modern engineering education / A.K. Markelov, E.V. Garifullina, V.V. Bronskaya [et al.] // Kazan Science. – 2025. – № 4. – P. 216–219.