

Прокофьева Лейсан Салаватовна, магистрант кафедры ХТПНГ
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань

e-mail: prokofevaleysan@gmail.com

ЦЕЛЬ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩУЮ ЛАБОРАТОРИЮ

Аннотация. В современном мире предприятия нефтегазоперерабатывающей отрасли представляют собой сложные производственные системы, в которых интегрировано множество высокотехнологичных процессов, постоянно развивающихся и совершенствующихся. Конкурентные преимущества предприятий заключаются в получении новых знаний о процессах, что позволяет им непрерывно улучшать производственный процесс. В последние годы наблюдается значительный прогресс в области искусственного интеллекта и машинного обучения, что открывает новые возможности для их применения в различных отраслях промышленности. Одной из таких отраслей является нефтегазовая, где точные и быстрые методы анализа играют ключевую роль [1,2].

Для обучения виртуального ассистента были использованы результаты газохроматографического анализа. Газохроматографический анализ является важным инструментальным методом исследования состава легкокипящих фракций углеводородов, определяющих их чистоту и содержание примесей. В статье рассматривается создание виртуального ассистента, который использует модель машинного обучения для анализа газохроматографических данных и предсказания физико-химических свойств легкокипящих фракций углеводородов, функционирующего на основе искусственной нейронной сети, что в свою очередь позволяет автоматизировать процессы в нефтехимической лаборатории.

Создание виртуального ассистента на основе данных газохроматографического анализа открывает новые возможности для автоматизации и оптимизации процессов в нефтегазовой отрасли.

Annotation. In the modern world, oil and gas processing enterprises are complex production systems that integrate many high-tech processes that are constantly developing and improving. The competitive advantage of enterprises lies in gaining new knowledge about processes, which allows them to continuously improve the production process. In recent years, there has been significant progress in the field of artificial intelligence and machine learning, which opens up new opportunities for various industries. One of these industries is the oil and gas industry, where accurate and fast analysis methods play a key role.

To train the virtual assistant, the results of gas chromatographic data analysis were used. Gas chromatographic analysis is an important instrumental method for studying the composition of low-boiling hydrocarbon fractions, which determine their purity and impurity content. The article discusses the creation of a virtual assistant that uses a machine learning model to analyze gas chromatographic data and predict the physical and chemical properties of low-boiling hydrocarbon fractions, operating on the basis of an artificial neural network, which is designed to automate processes in a petrochemical laboratory.

Creating a virtual assistant based on gas chromatographic analysis data opens up new horizons for automating and optimizing processes in the oil and gas industry.

Ключевые слова: Виртуальный ассистент, искусственная нейронная сеть, газовая хроматография, модель линейной регрессии, октановое число, давление насыщенных паров, молекулярная масса, плотность.

Keywords: Virtual assistant, artificial neural network, gas chromatography, linear regression model, octane number, saturated vapor pressure, molecular weight, gas density.

Современное нефтеперерабатывающее предприятие – это сложный производственный комплекс, где осуществляется переработка сырой нефти с целью получения моторного и энергетического топлива, углеродных

материалов, нефтехимического сырья и других ценных нефтепродуктов. Особенностью этих предприятий является многоступенчатость процессов и тесная связь всех этапов производства. Практически каждый продукт может использоваться для дальнейшей переработки и получения целого ряда новых веществ. Поэтому даже незначительные отклонения от нормы ведут к нарушению технологических процессов. В результате снижается качество получаемых нефтепродуктов, а это – существенные убытки для предприятия.

Чтобы получать продукты, соответствующие ГОСТ, необходимо контролировать физические параметры и химический состав нефти, а также всех фракций её переработки. Проведением такого рода исследований занимаются специальные лаборатории, являющиеся структурными подразделениями нефтеперерабатывающих заводов [4].

Задачи по возможности максимальной автоматизации рабочих процессов стоят одинаково остро на повестке дня не только в крупных лабораториях с большой численностью персонала, круглосуточной занятостью, длинным перечнем самых разнообразных видов и методов анализа, обширным парком оборудования, но также и в небольших, где количество сотрудников составляет 2-3 человека, имеются всего несколько типов приборов и достаточно короткий список анализируемых веществ.

И там и там ведется и ежедневно заполняется большое количество различных бумажных форм. Одни и те же лабораторные данные переписываются и переходят из одного журнала в другой, собираются воедино для каких-либо статистических отчетов или наоборот, выполняются разнообразные выборки для предоставления тем или иным заинтересованным службам. Таким образом, на эти процессы любая лаборатория тратит большой процент своего рабочего времени [6].

И эта одна из тех областей деятельности химико-аналитических лабораторий, которые можно максимально автоматизировать, что позволит значительно сэкономить необходимое для данной работы время, избежать элементарных ошибок при неоднократном переписывании и передаче данных,

обеспечить максимальную сохранность полученных аналитических данных, сделать возможным их автоматический подсчет и обработку, упорядочить хранение, что максимально облегчит их последующий поиск, централизует и регламентирует доступ к полученной лабораторной информации и даст возможность её использования в режиме реального времени. А также сведет до минимума необходимость использования любых бумажных форм в лаборатории.

Как же можно автоматизировать лабораторные процессы с помощью программного обеспечения?

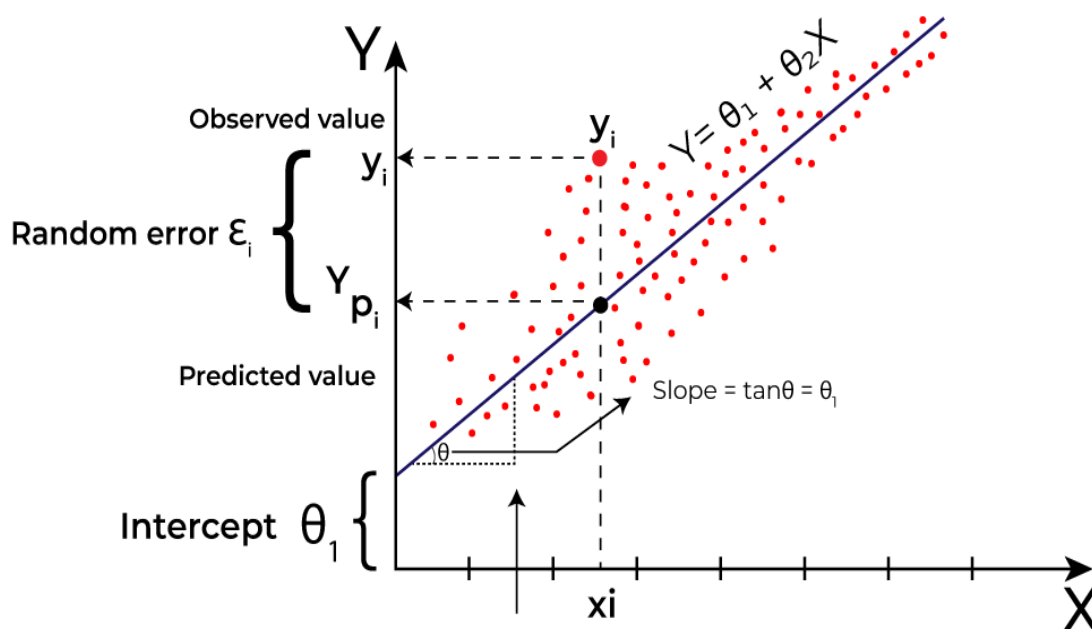
Цель виртуального помощника — оптимизировать работу лаборатории, используя искусственный интеллект для анализа данных и автоматизации рутинных процессов, что позволит ускорить обработку данных, повысить точность анализа и снизить нагрузку на персонал.

Для создания виртуального ассистента были использованы данные, полученные в ходе газохроматографического анализа образцов бензинов разного состава. Данные были получены на газовом хроматографе «Shimadzu GC 2010» (Япония), анализ проводился в соответствии с ГОСТ Р 52714 Бензины автомобильные. Определение индивидуального и группового углеводородного состава методом капиллярной газовой хроматографии. Определение октанового числа бензинов проводилось в соответствии с ГОСТ 32339, плотности по ГОСТ Р 51069, давления насыщенных паров по ГОСТ 1756, фракционного состава по ГОСТ 2177 [11]. Исходные данные для обучения являются выходные данные газохроматографического анализа и фактические показатели физико-химических свойств определенные по действующим стандартам ГОСТ.

В качестве алгоритма машинного обучения искусственной нейронной сети была выбрана модель линейной регрессии. Линейная регрессия является типом алгоритма машинного обучения, который обучается на маркированных наборах данных и сопоставляет точки данных с наиболее оптимизированными линейными функциями, которые могут использоваться для прогнозирования

на новых наборах данных. Он вычисляет линейную связь между зависимой переменной и одним или несколькими независимыми признаками [5]. Линейная регрессия использует все сведения о каждом компоненте в составе бензина для прогнозирования заданного свойства, поскольку она учитывает линейную связь между всеми этими характеристиками и значением заданного параметра.

Цель линейной регрессии — найти прямую линию, которая минимизирует ошибку (разницу) между наблюдаемыми точками данных и прогнозируемыми значениями. Эта линия помогает нам предсказать зависимую переменную для новых, невиданных данных [15].



Линейная регрессия

В результате обучения модели линейной регрессии получены следующие показатели качества модели:

- среднеквадратическая ошибка - 0,171 %;

- средняя абсолютная погрешность - 0,164 %.

Расчет экономического эффекта от результата НИР

Абсолютный экономический эффект от повышения производительности лаборатории рассчитывается как: (Отрицательная экономия на обслуживании оборудования + экономический эффект от увеличения количества анализов + отрицательное увеличение себестоимости за счет роста производительности. То есть абсолютный экономический эффект равен:

$$(-300\,000 + 15\,587\,702 - 7\,793\,851) = 7\,493\,851 \text{ руб/год по проекту}$$

Таким образом, использование виртуального ассистента на базе искусственной нейронной сети для анализа данных газохроматографического анализа является эффективным способом получения точных и надёжных данных о физико-химических свойствах легкокипящих фракций углеводородов.

Литература

1. S. M. Petrov et al., Processes, 9, 2, 256 (2021).
2. Р. Х. Муслимов и др., Всероссийский экономический журнал ЭКО 1 (451), 35-40 (2012).
3. А. И. Хамидуллина и др., Вестник Казанского технологического университета 18, 9, 124-128 (2015).
4. И. М. Абдрафикова и др., Экспозиция Нефть Газ 5 (30), 27-33 (2013).
5. Г. П. Каюкова и др., Вестник Казанского технологического университета 17, 21, 318-323 (2014).
6. Д.А. Халикова, С. М. Петров, Н. Ю. Башкирцева, Вестник Казанского технологического университета 16, 3, 217-221 (2013).

7. I. N. Zaidullin et al., *Chemistry and Technology of Fuels and Oils* 54, 550-556 (2018).
8. A. I. Lakhova et al., *Processes* 9, 3, 553 (2021).
9. S. M. Petrov et al. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils* 52, 619-625 (2016).
10. A. V. Vakhin et al. *Processes*, 9, 1, 158 (2021).
11. S. M. Petrov et al., *Processes* 9, 11, 1893 (2021).
12. E. G. Moiseeva et al., *Chemistry and Technology of Fuels and Oils* 57, 746-752 (2021).
13. S. M. Petrov et al., *Petroleum Chemistry* 56, 21-26 (2016).
14. S. M. Petrov et al., *Journal of Petroleum Science and Engineering* 159, 497-505 (2017).
15. Линейная регрессия в машинном обучении [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.geeksforgeeks.org/ml-linear-regression/> (дата обращения 01.12.2024)