

DOI: 10.33184/dokbsu-2020.4.3

## **Разработка базы данных для хранения и анализа промышленных данных нефтеперерабатывающего производства**

М. А. Алекторова<sup>1</sup>, К. Ф. Коледина<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Уфимский государственный нефтяной технический университет  
Россия, Республика Башкортостан, 450064 г. Уфа, улица Космонавтов, 1.

<sup>2</sup>Институт нефтехимии и катализа УФИЦ РАН  
Россия, Республика Башкортостан, 450075 г. Уфа, проспект Октября, 141.

\*Email: koledinakamila@mail.ru

В работе исследуется промышленный процесс каталитического риформинга бензина. Разработана база данных для удобного хранения информации данных промышленного процесса каталитического риформинга бензина. Проведен анализ данных и построена линейная зависимость между промышленными данными.

**Ключевые слова:** каталитический риформинг, промышленный процесс, анализ данных, линейная регрессия, база данных.

### **Введение**

Сложные промышленные процессы характеризуются большим количеством данных, содержащих информацию о технологических режимах, выходах продуктов в каждую смену и др. В данной работе исследуется промышленный процесс каталитического риформинга бензина. Каталитический риформинг – это процесс, в котором перерабатывают бензиновые фракции для получения ароматических углеводородов, бензина для автомобилей [1, 2]. Для удобного хранения информации по процессу предлагается разработать базу данных и провести анализ на основе алгоритмов анализа данных.

### **Хранение данных**

Исходными данными каталитического риформинга бензина является информация по групповым углеводородам с значениями термодинамических параметров и изменение концентраций компонентов в ходе процесса.

При разработке базы данных нефтеперерабатывающих процессов выделены следующие сущности:

- 1) Компоненты. Предназначена для хранения информации о компонентах, которые нужны для каталитического риформинга. Атрибутами являются: наименование – химическое наименование компонента, химическая формула, молярная масса и температура кипения.
- 2) Установка. Предназначена для хранения информации об установках, на которых происходит переработка фракций. Атрибутами являются: наименование установки, год открытия, местоположение, мощность установки, рабочее давление, пределы кипения.
- 3) Операторы. Предназначена для хранения информации об операторах, совершающих технологический процесс. Атрибутами являются: ФИО оператора, дата рождения, паспортные данные и его обязанности.
- 4) Термодинамические характеристики. Предназначена для хранения информации о термодинамических характеристиках компонентов. Атрибутами являются: обозначение, наименование, энтальпия образованная при 298К, энтропия при 298К, теплоемкость при постоянном давлении при 298К.
- 5) Промышленные данные. Предназначена для хранения информации о промышленных данных. Атрибуты: масса катализатора, концентрации компонентов бензина.

Разработана логическая модель базы данных нефтеперерабатывающих процессов (рис. 1) [3]. Связь между сущностями «Установка» и «Компоненты» – многие ко многим: в каждой установке может быть несколько компонентов и каждый компонент участвует в нескольких установках. Связь «Установка» и «Оператор» – многие к одному: например, в Уфимском НПЗ на одной установке работает несколько операторов, но каждый оператор работает только на одной установке. Связь «Компонент» и «Термодинамические характеристики» – один ко многим: у каждого компонента несколько термодинамических параметров. Связь «Компонент» и «Промышленные данные» один ко многим: по каждому компоненту задается множество промышленных данных (в сутки, в час и т.д.)

В базе данных организовано хранение данных, считывание из Excel.

### **Анализ данных**

Обработку промышленных данных каталитического риформинга бензина производили в среде языка R [4, 5]. Данный продукт часто применяется при анализе ввиду реализации в нем большого числа алгоритмов анализа больших данных.

На начальном этапе построена линейная регрессия зависимости концентрации пропана от времени контакта реакционной смеси с катализатором.

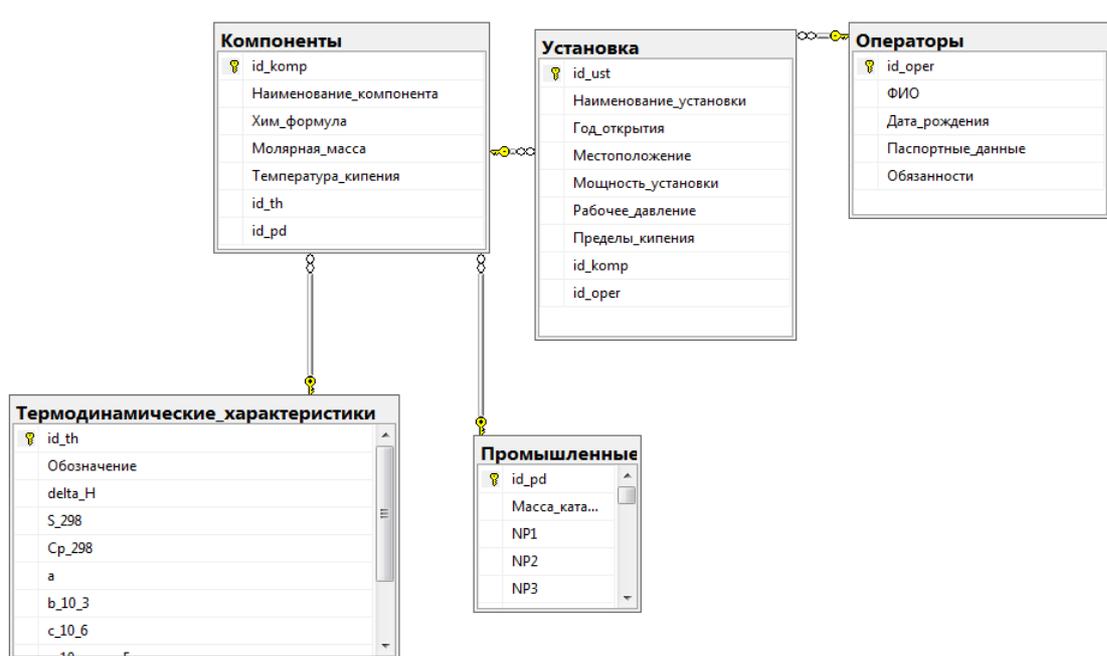


Рис. 1. Логическая модель базы данных нефтеперерабатывающих процессов.

Для работы взяли данные для профиля концентраций. В нем представлены органические соединения, масса катализатора и их условное время контакта смеси с катализатором.

Первоначально строится облако точек (рис. 2), которое отражает зависимость между массой и временем реакции для пропана.

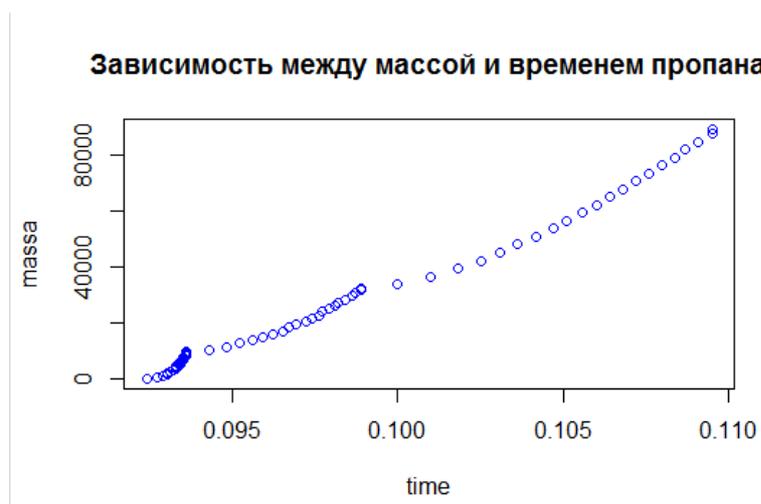


Рис. 2. Облако точек между массой и временем пропана.

2 этап – нахождение уравнения регрессии.

Далее, на основании имеющихся данных строится линейная однофакторная регрессия с применением функции, отражающей значение функции в нуле (рис. 3).

```
> myregress=lm(formula=massa ~ time)
> myregress

Call:
lm(formula = massa ~ time)

Coefficients:
(Intercept)      time
   -442400      4781814
```

Рис. 3. Уравнение регрессии.

Таким образом, уравнение регрессии имеет вид:  $-442400x+4781814=y$ , где  $x$  – значение линейной функции в нуле,  $y$  – коэффициент при переменной «time»(т.е. угол наклона прямой).

На рис. 4 представлено соответствие расчетной линии регрессии и промышленных данных.

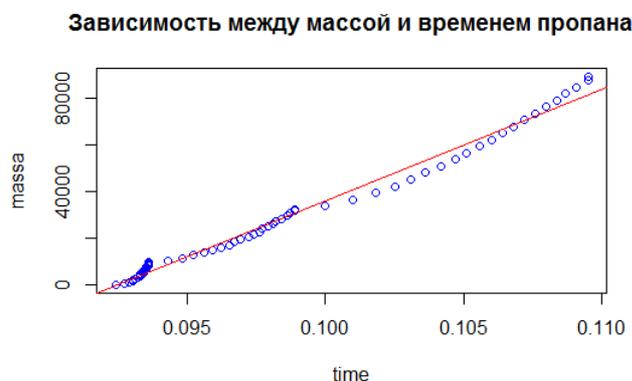


Рис. 4. Зависимость между массой и временем пропана.

Выводы относительно зависимости исследуемых признаков (на основе визуального анализа облака точек и результатов проверки гипотезы о равенстве нулю коэффициента корреляции между фактором и переменной отклика): Визуальный анализ: зависимость массы и времени пропана – линейная, а при увеличении массы пропана условное время контакта смеси с катализатором увеличивается.

Результаты проверки гипотезы о том, что признаки (в нашем случае это – масса от времени) независимы, т.е. коэффициент корреляции  $\rho$  между этими признаками равен 0. Для проверки этой гипотезы используется критерий Стьюдента.

Значение критерия Стьюдента равно нулю, следовательно, гипотеза об отсутствии зависимости между признаками не подтвердилась, а значит, линейная зависимость существует.

### Заключение

Был проведен анализ данных и построена линейная зависимость между промышленными данными. Разработана база данных для удобного хранения информации данных промышленного процесса каталитического риформинга бензина.

### Литература

1. Р. З. Зайнуллин, К. Ф. Коледина, А. Ф. Ахметов, И. М. Губайдуллин Кинетика каталитического риформинга бензина // Кинетика и катализ. 2017. том 58. №3. с. 292–303.
2. Зайнуллин Р. З., Коледина К. Ф., Ахметов А. Ф., Губайдуллин И. М. Возможные пути модернизации реакторного блока каталитического риформинга на основе кинетической модели // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2018. №6. С. 78–97
3. И. М. Губайдуллин, К. Ф. Коледина, Р. Р. Фасхутдинов, А. Т. Гильмутдинов База данных кинетических моделей сложных реакций металлокомплексного катализа: учебное пособие. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. 61 с. ISBN 978–5-7831–1737–4.
4. Роберт И. Кабаков. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / пер. с англ. Полины А. Волковой. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 588 с.
5. Зарядов И. С.(2010) Введение в статистический пакет R: типы переменных, структуры данных, чтение и запись информации, графика. Учебно-методическое пособие, РУДН, 2010.

Статья рекомендована к печати кафедрой технологии нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета (д-р.физ.-мат. наук, проф. И. М. Губайдуллин)

---

## Development of a database for storing and analyzing industrial data of oil refining production

M. A. Alektorova<sup>1</sup>, K. F. Koledina<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>*Ufa state petroleum technical university*

*1 Kosmonavtov Street, 450064 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.*

<sup>2</sup>*Institute of Petrochemistry and Catalysis of RAS*

*141 Oktyabtya Prospect, 450075 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.*

\*Email: koledinakamila@mail.ru

The work examines the industrial process of catalytic reforming of gasoline. A database has been developed for convenient storage of data on the industrial process of catalytic reforming of gasoline. Data analysis was carried out and a linear relationship between industrial data was built.

**Keywords:** catalytic reforming, industrial process, data analysis, linear regression, database.