

## ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ СОСТАВА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Заневская М. Ю.<sup>1</sup>, Мазинг М.С.<sup>2</sup>, Чередникова А.А.<sup>2,3</sup>, Зайцева А.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>2</sup>) Институт аналитического приборостроения РАН, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>3</sup>) Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация  
E-mail: mnevskaya1@gmail.com

## EXPRESS ANALYSIS OF THE COMPOSITION OF DAIRY PRODUCTS USING INFRARED SPECTROSCOPY METHODS

Zanevskaya M.Y.<sup>1</sup>, Mazing M.S.<sup>2</sup>, Cherednikova A.A.<sup>2,3</sup>, Zaitceva A.Y.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>) Institute of Analytical Instrumentation, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup>) Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

An advanced spectrum analyzer was developed to solve the problem of express quality assessment of dairy products. Machine learning methods were used to process the results. The result of processing was a digital image of the sample and a graph in the space of principal components.

Молочная продукция – продукт ежедневного спроса, ее современное производство требует эксплуатации точных и быстрых методов контроля свойств и показателей состава выпускаемой продукции [1]. Для качественной и количественной оценки отдельных компонентов состава применяются следующие способы: фотометрические, ультразвуковые, кондуктометрические, ИК-спектроскопия и другие [2]. Широкое распространение получила именно ИК-спектроскопия благодаря тому, что за короткий промежуток времени позволяет зарегистрировать неповторимый ИК-спектр всех химических соединений в составе исследуемого образца [3].

В процессе работы были изучены 18 образцов молока, среди которых 10 – промышленного производства, 8 – индивидуальных фермерских хозяйств. Исследование было проведено с использованием разработанного современного многоканального анализатора спектров, имеющего массив из 18 быстродействующих фоточувствительных элементов, работающих на длинах волн от 410 до 940 нм, и 3-х источников излучения, время анализа одного образца составляет 10 секунд [4]. Для проведения анализа каждый образец предварительно заливался в специально изготовленную емкость черного цвета.

В результате последующего многомерного статистического анализа данных были получены индивидуальные воспроизводимые «цифровые образы» каждого образца в виде комбинации показателей оптических сенсоров. Применение метода главных компонент для изучения структуры данных и поиска взаимосвязи между образцами выявило тенденцию к кластеризации образцов молока промышленного производства и их явное отличие от образцов молочной продукции индивидуальных фермерских хозяйств.

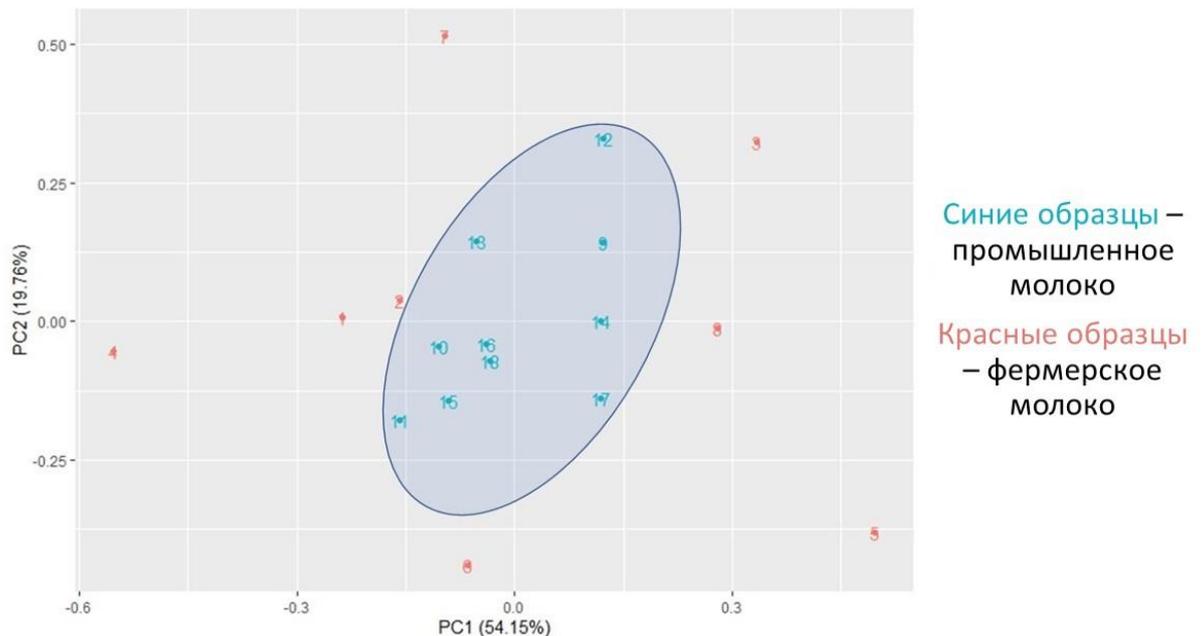


Рис. 1. Результат визуализации многомерных данных, полученных с помощью оптических датчиков, в пространстве двух первых главных компонент, где образцы, обозначенные синим цветом – промышленная молочная продукция; красным – молочная продукция индивидуальных фермерских хозяйств.

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности разработанной оптической системы для качественной оценки состава молочной продукции. Использование предлагаемого метода не требует наличия высококвалифицированных специалистов и специальных химических реактивов. Способ позволяет быстро и объективно выявлять отклонения в составе продукции. Оптическая система может быть рекомендована к использованию в качестве экспресс-метода для производственного контроля качества и безопасности выпускаемой продукции.

1. Калач А. В., Рудакова Л. В., Полянский К. К. Экспресс-контроль качества молочных продуктов с применением пьезосенсоров // Молочная промышленность. (2009. – №. 1, С. 56-57.)

2. Кругова Л. Л., Бондарь Н. Ф. Высокоэффективные методы контроля качества молока и молочных продуктов с применением инфракрасной спектроскопии (ИК-спектроскопии). – (2010.)
3. Петько В. Г. и др. Анализ и оценка способов и устройств для определения жирности молока //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. (2021. – №. 1 (87), С. 163-167.)
4. Кондаков Н.С., Зайцева А.Ю., Мазинг М.С. Контроль кислородного статуса тканей с использованием мультисенсорной оптической системы // Известия Российской Военно- медицинской академии. (2021 Т. 40, № S1-3, С. 147-151.)