

**Abstract:** *The perception of products is a multisensory sensation that combines taste, smell, chemical irritation or tactile effects. Creating a database of flavoring additives makes the process of searching for new compounds fast and cheap. In silico tools based on legends and structures contribute to the creation of new tools for controlling the intensity of the taste of the molecule*

**Keywords:** *taste receptors, umami, machine learning, in silico, database.*

---

УДК 664.3.033

### СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА МАЙОНЕЗА ПЕРИОДИЧЕСКИМ СПОСОБОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ

*Демичев Владимир Васильевич, аспирант Технологического института, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: [demi4ev.volodymyr@yandex.ru](mailto:demi4ev.volodymyr@yandex.ru)*

*Назарова Анастасия Павловна, аспирант Технологического института, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: [nazarova.ap@rgau-msha.ru](mailto:nazarova.ap@rgau-msha.ru)*

*Андреев Владимир Николаевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: [v.andreev@rgau-msha.ru](mailto:v.andreev@rgau-msha.ru)*

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, Москва, e-mail: [rector@rgau-msha.ru](mailto:rector@rgau-msha.ru)

**Аннотация:** с помощью программы для ЭВМ и модели черного ящика было выявлено узкое место линии производства майонеза периодическим способом. Для усовершенствования линии производства майонеза была разработана принципиально новая установка для гомогенизации грубой майонезной эмульсии.

**Ключевые слова:** майонез, сонохимическая обработка, программа для ЭВМ, черный ящик, системный анализ.

Майонез – продукт является эмульсией по типу «вода в масле». Содержание жировой фазы в майонезах начинается от 35%. Технология майонеза периодическим способом заключается в следующих основных этапах: образование горчичной пасты, то есть смесь горчичного порошка и воды в смесителе. Затем горчичная паста нагревается с помощью рубашки смесителя;

следующим этапом производства майонезной продукции является добавление в горчичную пасту сухого молока, сахар и соду. Так же, как и в предыдущем этапе полученную смесь подогревают; заключительным этапом технологии производства майонеза является добавление яичного порошка, 10% уксусной кислоты и растительного масла. Полученная грубая майонезная эмульсия пропускается через диспергатор для получения тонкой майонезной эмульсии. Готовый продукт отправляется на фасовку.

Построена операторная модель линии производства майонеза периодическим способом и определены основные подсистемы:

А - подсистема образования готового продукта с заданными показателями качества; В - подсистема образования полуфабриката с заданными показателями качества; С – подсистема образования промежуточного полуфабриката.

Центральная подсистема В линии производства майонезной продукции периодическим способом содержит следующие основные операторы:

I – оператор хранения тонкой майонезной продукции; II – оператор получения тонкой майонезной эмульсии; III – оператор температурной обработки грубой майонезной эмульсии; IV – оператор сборки грубой майонезной эмульсии; V – оператор образования уксусно-солевого раствора; VI – оператор формирования полуфабриката.

Модель черного ящика, как один из методов системного анализа [1] — это концепция, применяемая во многих областях, таких как маркетинге, управлении, пищевой инженерии и др. Используется для описания связи между входными и выходными параметрами подсистемы или системы в целом. При использовании модели черного ящика отсутствует необходимость знать внутреннюю структуру или механизм работы системы так как основной целью модели является определение реакции системы на внешнее воздействие.

Модель черного ящика позволяет упростить анализ и предсказание работы системы, сосредотачивая внимание на ее основных функциях и свойствах.

Применимо к пищевой промышленности, линию производства того или иного продукта можно представить в виде модели черного ящика. Целесообразно использовать модель черного ящика относительно каждой подсистемы. Применимо к линии производства майонезной продукции периодическим способом модель черного ящика относительно центральной подсистемы содержит 4 вида параметров. К возмущающим параметрам относятся: концентрация яично-молочной смеси, температура воды при образовании горчичной пасты, срок созревания горчичной пасты. К управляющим же параметрам относят гомогенизацию грубой майонезной эмульсии, время пастеризации, температуру пастеризации, дисперстность майонезной продукции. Наблюдаемые параметры включают в себя органолептические показатели полуфабриката. Управляемые параметры включают в себя бактериологическую обсеменённость и гомогенность полуфабриката.

Как можно определить из модели черного ящика для подсистемы В основными факторами являются: гомогенизация грубой майонезной эмульсии; время пастеризации; температура пастеризации; жирность майонезной

продукции; время хранения готовой майонезной продукции.

Как известно, существует несколько методов системного анализа [2] для диагностики систем. Наиболее известным и применяемым в наше время методом системного анализа является априорное ранжирование факторов. Метод априорного ранжирования позволяет определить степень влияния фактора на систему или на подсистему. В качестве системы в пищевой промышленности выступает линия производства той или иной продукции. Данный метод может применяться не только применительно к системе, но и к ее части (подсистеме).

Априорное ранжирование факторов заключается в оценке факторов экспертами. Затем происходит расчет влияние каждого фактора на подсистему. Фактор с наибольшей степенью влияния имеет оценку первого ранга. Остальные факторы соответственно имеют меньшую степень влияния и расставляются в порядке возрастания. Обработка экспертных оценок осуществляется при помощи программы для ЭВМ [4].

Исходя из расчетов программы для ЭВМ матрица рангов будет иметь следующий вид (рисунок 1):

Фактор/эксперт	Номера экспертов				Сумма рангов	Максимальный ранг	Минимальный ранг	Средняя сумма рангов	Отклонение суммы рангов	Квадрат отклонения суммы рангов	Занимаемое место	Вес фактора	
	1	2	3	4									
	Ранги оценки, в юм												
N1 Дисперсность тонкой майонезной эмульсии	4	4	5	4	5	22	5	4	30	-8	64	5	0.067
N2 Время пастеризации	5	3	4	5	4	21	5	3	30	-9	81	4	0.133
N3 Температурная пастеризации	3	5	2	3	3	16	5	2	30	-14	196	3	0.2
N4 Жирность майонезной продукции	1	2	3	1	2	9	3	1	30	-21	441	2	0.267
N5 Время хранения готовой майонезной продукции	2	1	1	2	1	7	2	1	30	-23	529	1	0.333

Рисунок 1 – Матрица рангов опроса специалистов

Априорная диаграмма рангов, построенная автоматически программой, исходя из матрицы рангов строится на базе суммы рангов будет иметь вид как показано на рисунке (рисунок 2).

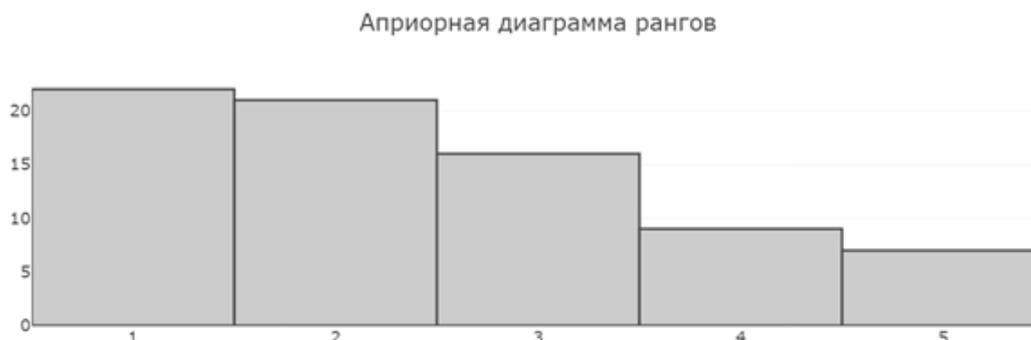


Рисунок 2 – Диаграмма априорного ранжирования факторов

Таким образом, наиболее существенные факторы, влияющие на процесс образования тонкодисперсной майонезной эмульсии: «Гомогенизация

майонезного полуфабриката для получения тонкой майонезной эмульсии» и «Время пастеризации полуфабриката».

Для получения тонкой эмульсии используют механические гомогенизаторы высокого давления и роторные диспергаторы. Основным недостатком известных устройств является относительно небольшая пропускная способность обрабатываемой среды до 10 м<sup>3</sup>/час.

По ранее созданному устройству для обработки пищевых жидких сред [3] было разработано устройство для сонохимической обработки пищевых жидких сред. Устройство для сонохимической обработки жидких пищевых сред состоит из следующих основных частей (рисунок 3): 1- корпус; 2- патрубок подачи обрабатываемой жидкой среды; 3-пластинчатый гидродинамический излучатель; 4-точки крепления гидродинамического излучателя; 5-магнитострикционный излучатель ультразвуковых колебаний; 6, 9 - боковые стенки корпуса; 7- патрубок отвода обрабатываемой жидкой среды; 8-реакционная камера.

Через патрубок устройства в корпус устройства попадает поток жидкой пищевой среды. Обрабатываемая жидкая среда с большой скоростью проходит через прямоугольное щелевое сопло разделенного на две части патрубка. На гидродинамический излучатель, изготовленный в форме пластины, заострённый по в сторону струи, попадает пищевой продукт. Из-за возникающих колебаний на пластинах, в следствии попадания на нее струи пищевого продукта возникает первичная кавитация в пищевом продукте.

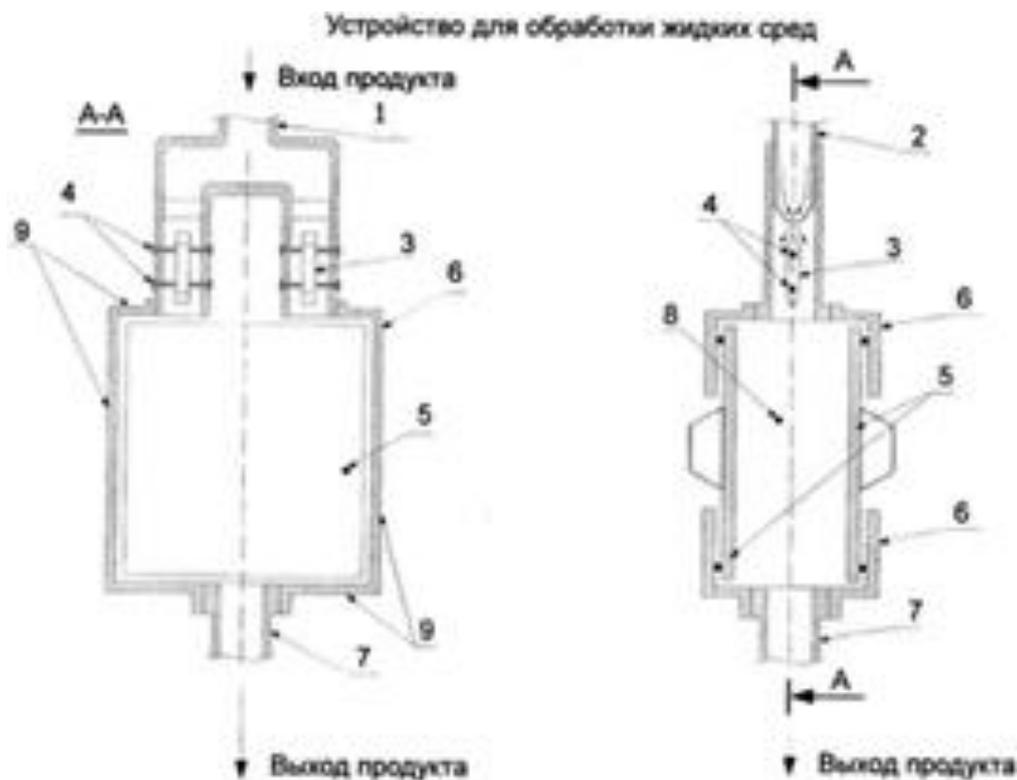


Рисунок 3 – Схема устройства для сонохимического воздействия на продукт

После первичной кавитации продукта возникает вторая кавитация при вхождении в реакционную камеру, под воздействием ультразвука. Воздействие ультразвуком осуществляется с помощью двух магнитно-стрикционных излучателей, находящихся в контакте с плоскими поверхностями, которые расположены напротив друг друга и соединенные с генератором ультразвука. После обработки полученная гомогенная, жидкая пищевая среда удаляется из устройства через патрубок.

Технические характеристики устройства для сонохимической обработки пищевых жидких сред: максимальная мощность 5 кВт; частота ультразвуковых колебаний 18-22кГц; число пластин в гидродинамическом излучателе 20шт; габариты 340мм x 340мм x 450мм.

Устройство для сонохимического воздействия на продукт предназначено для диспергации эмульсий во многих отраслях промышленности. Компактность данной установки, низкая металлоёмкость, простота в эксплуатации и высокая производительность позволяет использовать данную устройство на базе различных по производительности пищевых предприятиях. Данная модель может применяться как аналог традиционных гомогенизаторов.

В результате исследования выявлено узкое место линии производства майонеза и предложено решение по улучшению производительности линии и качества выпускаемой продукции.

### **Библиографический список**

1. Андреев, В. Н., Мартеха, А. Н., Демичев, В. В. Системные исследования процесса производства маргариновой продукции / В. Н. Андреев, А. Н. Мартеха, В. В. Демичев [Текст] // Сборник тезисов X Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Том 2.. — Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. — С. 56-57.

2. Андреев, В. Н., Демичев, В. В. Исследования процесса производства майонеза непрерывным способом с использованием системного анализа / В. Н. Андреев, В. В. Демичев [Текст] // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. — Краснодар:Кубанского ГАУ, 2023. — С. 364-368.

3. Патент № RU2650269C1 Российская Федерация, МПК В06В 1/18 (2006.01). Устройство для обработки пищевых жидких сред : № 2017120061 : заявл. 08.06.2017 : опубл. 11.04.2018 / Березовский Юрий Михайлович, Дергачев Петр Петрович, Сиамашвили Теймураз Самсонович, Андреев Владимир Николаевич, Никишин Юрий Николаевич, Гаврикин Александр Сергеевич – 6 с.

4. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2024616369 Российская Федерация. Расчет параметров системного анализа пищевых производств : № 2024614889 : заявл. 11.03.2024 : опубл. 19 .03.2024 / Демичев В.В. Андреев В.Н. Бредихин С.А. – 3 с.

5. Патент № 2545298 С1 Российская Федерация, МПК В01F 7/26. Центробежный смеситель с направляющим диффузором : № 2013146116/05 : заявл. 15.10.2013 : опубл. 27.03.2015 / Д. М. Бородулин, С. А. Ратников, Д. В.

Сухоруков ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кемеровский технологический институт пищевой промышленности.

6. The use of Soxhlet extractor for the production of tinctures from plant raw materials / D. Borodulin, M. Prosin, I. Bakin [et al.] // E3S Web of Conferences : 13, Rostovon-Don, 26–28 февраля 2020 года. – Rostovon-Don, 2020. – P. 08010. – DOI 10.1051/e3sconf/202017508010

7. Патент № 2574681 С1 Российская Федерация, МПК А23L 1/212, А23L 2/385. Способ получения экстрактов из сушеного плодово-ягодного сырья : № 2014141857/13 : заявл. 16.10.2014 : опубл. 10.02.2016 / П. П. Иванов, Т. Ф. Киселева, А. С. Ушакова, В. Г. Ляховский ; заявитель ФГБОУ ВПО "Кемеровский технологический институт пищевой промышленности"

8. Ушакова, А. С. Разработка комплексной технологии переработки сушеного плодово-ягодного сырья : специальность 05.18.15 "Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ушакова Анастасия Сергеевна, 2017. – 153 с

## SYSTEM ANALYSIS OF THE MAYONNAISE PRODUCTION LINE IN A PERIODIC MANNER USING A COMPUTER PROGRAM

*Demichev Vladimir Vasilievich, graduate student of the Technological Institute, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, e-mail: [demi4ev.volodymyr@yandex.ru](mailto:demi4ev.volodymyr@yandex.ru)*

*Nazarova Anastasia Pavlovna, graduate student of the Technological Institute, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, e-mail: [nazarova.ap@rgau-msha.ru](mailto:nazarova.ap@rgau-msha.ru)*

*Andreev Vladimir Nikolaevich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Processes and Equipment of Processing Industries, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, e-mail: [v.andreev@rgau-msha.ru](mailto:v.andreev@rgau-msha.ru)*

Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Russia, Moscow, e-mail: [rector@rgau-msha.ru](mailto:rector@rgau-msha.ru)

**Abstract:** *using a computer program and a black box model, a bottleneck of the mayonnaise production line was identified in a periodic manner. To improve the mayonnaise production line, a fundamentally new plant for the homogenization of coarse mayonnaise emulsion has been developed.*

**Keywords:** *mayonnaise, sonochemical processing, computer program, black box, system analysis.*