

Academy named after K.A. Timiryazev, e-mail: man6630@rgau-msha.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Russia, Moscow, e-mail: rector@rgau-msha.ru

Abstract: *This work shows the possibility of using industrial robots to automate the process of placing sausages in a thermoforming machine.*

Key words: *automation, industrial robot, laying.*

УДК 338.43:004

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПЕРЕРАБОТКЕ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

*Красуля Ольга Николаевна, профессор, д-р тех. наук, профессор кафедры
Технологии хранения и переработки продуктов животноводства,
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени
К. И. Тимирязева», e-mail: okrasulya@mail.ru*

*Казакова Екатерина Владимировна, доцент, канд. с.-х. наук, доцент кафедры
Технологии хранения и переработки продуктов животноводства,
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени
К. И. Тимирязева», e-mail: kazakova.ev@rgau-msha.ru*

*Токарев Алексей Викторович, канд. тех. наук., тех. директор ООО «ФудСофт»,
e-mail: info@foodsoft.org*

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет –

МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, Москва, e-mail: rector@rgau-msha.ru

Аннотация: в представленной статье раскрывается информация о новаторских автоматизированных гибридных экспертных системах, а именно «МультиМит Эксперт» и «МультиМилк Эксперт», разработанных впервые на территории России. Эти системы являются уникальными программными комплексами, специализированными на решении разнообразных технологических и учетных задач в мясной и молочной промышленности в реальном времени. Их использование приводит к автоматизации производственных процессов, управлению качеством продукции, снижению временных и финансовых затрат, а также оптимизации разработки новых продуктов.

Основой программных комплексов является «Базовый» модуль, дополненный несколькими инновационными модулями, такими как «Оптимизация и моделирование рецептур» и «Экспертная система диагностики и анализа качества». Эти модули обладают уникальным функционалом, который позволяет оптимизировать состав продуктов, выявлять проблемы на этапе моделирования технологических процессов и получать рекомендации для их

устранения. Важно отметить, что программные комплексы «МультиМит Эксперт» и «МультиМилк Эксперт» не имеют аналогов на рынке программного обеспечения, как в России, так и за рубежом.

Ключевые слова: мясо, молоко, экспертная система, оптимизация, моделирование, рецептура.

Искусственный интеллект, в частности экспертные системы, представляет собой одно из важных направлений в научной дисциплине искусственного интеллекта. Введение ЭС в практику началось в начале 80-х годов прошлого века и с тех пор активно развивается. Основным фокусом ЭС является работа с знаниями: их сбор, представление и использование [1].

Экспертные системы состоят из нескольких основных компонентов, включая базу данных, базу знаний, механизм логического вывода и интерфейс пользователя. Они работают по принципу условия "ЕСЛИ X, то Y", где X - условие, а Y - действие, выполняемое, если условие X истинно [2].

На российском рынке продукции животноводства присутствует информационная неопределенность, обусловленная различными факторами, такими как колебания цен и качества сырья, а также спроса на продукцию. Для решения этих проблем активно используются цифровые технологии, включая экспертные системы, которые позволяют координировать работу предприятий и оптимизировать производственные процессы.

Целью данной работы являлась разработка экспертных систем для цифровизации процессов проектирования рецептур и управления технологическим процессом в режиме реального времени на предприятиях мясной и молочной промышленности. Для достижения этой цели использовались методы целочисленного линейного и нелинейного программирования, а также алгоритмы пошагового построения решений [3].

В настоящее время на мясоперерабатывающих предприятиях России и странах ЕАЭС успешно эксплуатируется экспертная система «МультиМит Эксперт», разработанная совместно компанией "ФудСофт" и РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. За период своей долгой эксплуатации, данная система продемонстрировала высокую технологическую и экономическую эффективность. Дополнительную информацию о ее работе можно найти на сайте multimeat.ru, а также в монографиях и периодических изданиях [1-4].

В 2023 году была разработана еще одна инновационная экспертная система под названием «МультиМилк Эксперт», предназначенная для решения широкого спектра технологических и учетных задач на предприятиях молочной промышленности. Это программное обеспечение также создано компанией "ФудСофт", в сотрудничестве с РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и РТУ-МИРЭА.

Особенностью этих экспертных систем является их модульная концепция, обеспечивающая гибкую настройку интерфейса и функционала под требования каждого конкретного предприятия. Это позволяет адаптировать систему и вносить изменения в соответствии с потребностями заказчика. Кроме того,

функционал системы предоставляет возможность интеграции с различными управленческими и бухгалтерскими программами.

Обе системы, «МультиМит Эксперт» и «МультиМилк Эксперт», включают в себя «Базовый модуль» и дополнительные, предназначенные для решения конкретных задач. Например, в «МультиМит Эксперт» и «МультиМилк Эксперт» предусмотрены модули производственного задания и учета, оптимизации и моделирования рецептур, экспертной диагностики и анализа качества, а также интеграции с экспресс-анализаторами. В «МультиМит Эксперт» также доступны модули для убоя скота, обвалки и жиловки мяса. Более подробная информация об экспертных системах приведена на сайте: www.multimeat.ru [7].

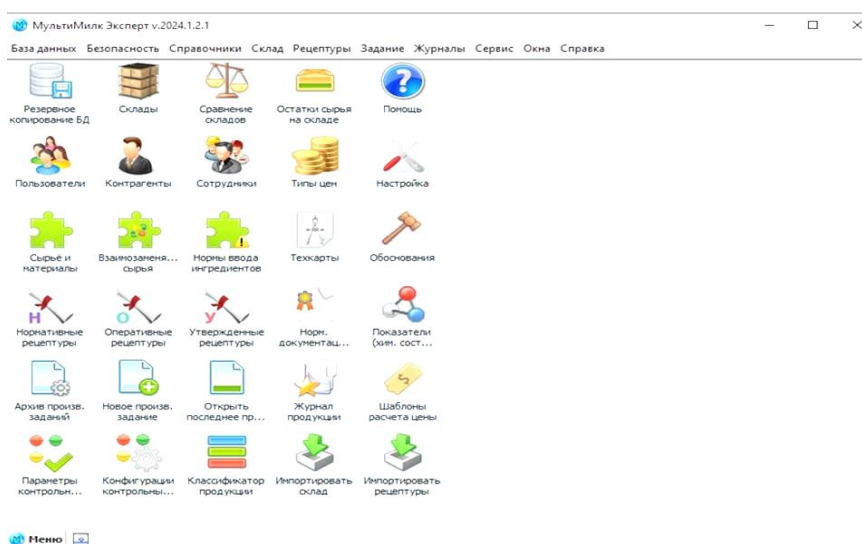


Рисунок 1 - Главное окно программного комплекса «МультиМилк Эксперт»

Эти инновационные решения представляют собой современные инструменты для решения сложных задач в мясной и молочной промышленности, способствуя автоматизации производственных процессов и оптимизации бизнеса в режиме реального времени.

Из представленной выше информации следует, что применение ЭС «МультиМит Эксперт» и «МультиМилк Эксперт» технологически и экономически целесообразно, так как они позволяют оптимизировать весь производственный цикл переработки мяса и молока в режиме реального времени.

Эти программные продукты обладают гибкостью и масштабируемостью, что позволяет их использование как на небольших предприятиях, так и на крупных производствах. Они совместимы с различными операционными системами, что упрощает их интеграцию и использование на различных платформах.

ЭС "МультиМит Эксперт" и "МультиМилк Эксперт" представляют собой инновационные инструменты, способствующие современной автоматизации и оптимизации производства в мясной и молочной промышленности. Их

внедрение может значительно повысить эффективность и конкурентоспособность предприятий данного сектора экономики.

Библиографический список

1. Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства. Теория и практика: учебное пособие/ О.Н. Красуля, А. В. Токарев, С.В. Николаева и др. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2015. - 320с.
2. Компьютерные технологии и цифровизация проектирования продуктов питания заданного качества: учебное пособие/ О.Н.Красуля, А.В.Токарев, Казакова Е.В. и др. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2022. -144с.
3. А.В. Токарев Система управления производством колбасных изделий заданного качества / А.В.Токарев. Вестник ВГУИТ- 2016, №1, С.63-69.
4. А.В.Токарев, О.Н.Красуля Оптимизация управляющих воздействий в рецептурах колбасных изделий при наличии технологических дефектов / А.В. Токарев, О.Н.Красуля. Вестник ВГУИТ- 2015, №4, С.66-71.
5. Лисин П.А. Компьютерное моделирование производственных процессов в пищевой промышленности / П.А. Лисин – СПб, Лань 2016,- 256 с.
6. Казакова Е.В.Инновационные тенденции производства пищевых продуктов / Е.В. Казакова – М.: Доклады ТСХА. - 2017. С. 75-77.
7. "МультиМит Эксперт" программный комплекс для решения технологических и учётных задач на предприятиях мясной и рыбной промышленности: официальный сайт – Воронеж, 2024.- URL: [http:// www.multimeat.ru](http://www.multimeat.ru) (дата обращения: 05.03.2024)
8. Патент № 2207186 С1 Российская Федерация, МПК В01F 7/26, В28С 5/16. Центробежный смеситель : № 2001130371/12 : заявл. 09.11.2001 : опубл. 27.06.2003 / В. Н. Иванец, И. А. Бакин, Д. М. Бородулин, В. П. Зверев ; заявитель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности.
9. Иванец, В. Н. Новые конструкции центробежных смесителей непрерывного действия для переработки дисперсных материалов / В. Н. Иванец, И. А. Бакин, Д. М. Бородулин // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2003. – № 4(275). – С. 94-97
10. Исследование процесса охмеления пивного сула с применением современного оборудования / Д. М. Бородулин, Е. А. Сафонова, М. В. Просин, И. О. Миленький // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 3(11). – С. 16-21
11. 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

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE PROCESSING OF LIVESTOCK PRODUCTS

Krasulya Olga Nikolaevna, professor, doctor of technical sciences. Sciences, Professor of the Department of Technologies for Storage and Processing of Livestock Products, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. I. Timiryazev, e-mail: okrasulya@mail.ru

Kazakova Ekaterina Vladimirovna, associate professor, candidate of agricultural sciences. Sciences, Associate Professor of the Department of Technologies for Storage and Processing of Livestock Products, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. I. Timiryazev, e-mail: kazakova.ev@rgau-msha.ru

Tokarev Alexey Viktorovich, Ph.D. tech. Sci. Director of Food Soft LLC, e-mail: multi-milk@mail.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Russia, Moscow, e-mail: rector@rgau-msha.ru

Abstract: *The article presents information about the automated hybrid expert systems "MultiMeatExpert" and "MultiMilkExpert" developed for the first time in the domestic practice, which are specialised software complexes designed to solve a wide range of technological and accounting tasks at the enterprises of meat and dairy industry in real time. Their application allows automating the process of production of meat and dairy products, to manage the technological process in order to obtain products of a given composition and properties, to reduce time and financial costs of the enterprise, as well as the cost of developing a new assortment.*

The programme complex consists of "Basic" and several additional modules. Technological modules "Optimisation and modelling of recipes" and "Expert system of diagnostics and analysis of quality" contain unique functionality, which allows to calculate the recipe of products of a given quality with minimum cost, to identify at the stage of modelling technological problems and to receive recommendations for their elimination. MultiMitExpert and MultiMilkExpert software systems have no analogues in the foreign and domestic software market.

Key words: *milk, meat, expert system, optimization, modelling, recipe.*
