DOI <https://doi.org/10.18551/rjoas.2017-04.02>

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ
ИННОВАЦИОННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ ЗНАНИЙ**
ECONOMIC ASPECTS OF FORMING THE SKILLS OF INNOVATIVE APPLICATION
OF ACQUIRED KNOWLEDGE

Зотова Т.Б., научный сотрудник
Zotova T.B., Researcher

Сидненко Т.И.*, доктор педагогических наук, профессор
Sidnenko T.I., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

**Институт внешних экономических связей, экономики и права,
Санкт-Петербург, Россия**

Institute of Foreign Economic Relations, Economics and Law, Saint-Petersburg, Russia

Егорова Г.Н., кандидат педагогических наук, доцент
Egorova G.N., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Харитонов Д.В., студент
Kharitonov D.V., Student

**Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Воронеж, Россия**

Voronezh State University of Engineering Technology, Voronezh, Russia

*E-mail: sidnenko@list.ru

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены два подхода к моделированию рецептур экструдированных пищевых продуктов – традиционный и инновационный. Результаты, полученные на основе инновационного подхода, связанного с моделированием с помощью аппарата нечеткой логики сравниваются с традиционным моделированием методами математической статистики. Для реализации предлагаемых методик используются пакеты Excel и MathCAD, с представлением результатов моделирования в графическом виде.

ABSTRACT

The article considers two approaches to the modeling of extruded food recipes - traditional and innovative. The results obtained on the basis of the innovative approach associated with modeling with the help of the fuzzy logic apparatus are compared with traditional modeling by methods of mathematical statistics. To implement the proposed methods, Excel and MathCAD packages are used, with the presentation of simulation results in a graphical form.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Математическое моделирование, нечеткая логика, корреляция, диффузионный анализ, уравнение регрессии, пищевые продукты.

KEY WORDS

Mathematical modeling, fuzzy logic, correlation, diffusion analysis, regression equation, food products.

Реальные сектора экономики требуют сегодня, особенно в условиях обеспечения импортозамещения, инновационного применения знаний и креативного мышления выпускников высших учебных заведений. Рынок экструдированных пищевых продуктов в Российской Федерации является самым быстро развивающимся и растущим в Восточной Европе. Однако специфика данного вида продукта обуславливает целый комплекс проблем, с которым в настоящее время приходится

сталкиваться производителям. Наиболее значимыми проблемами являются: низкий уровень развития сырьевой базы, отсутствие модернизации отрасли и обновления основных производственных фондов, неполное использование производственных мощностей, финансовая неустойчивость, нехватка собственных средств и сложность привлечения инвестиций, дефицит квалифицированных кадров.

Проблемы ограничения информационного обеспечения, неполного использования производственных мощностей, дефицита сырья с постоянными качественными показателями традиционно могут быть решены при помощи такого средства, как математическое моделирование. Математическое моделирование может базироваться на минимальном количестве эмпирических опытов, что ведет к снижению материальных и временных затрат. Также математическое моделирование дает более точные результаты, по сравнению с эмпирическими методами моделирования, что позволяет повысить качество продукции, усовершенствовать процессы производства и контроля на различных этапах [1-3].

Нестабильные качественные показатели сырья затрудняют построение полной математической модели. Поэтому предпочтительно строить математическую модель, основанную на нечетком логическом выводе.

В качестве креативной альтернативы известных методов могут быть использованы, изучаемые в рамках вариативной части учебного плана, основы нечеткой логики, которые были заложены в конце 60-х лет в работах известного американского математика Латфи Заде. Он же дал и название для новой области науки - "fuzzy logic" (fuzzy - нечеткий, размытый, мягкий). Дальнейшие работы профессора Латфи Заде и его последователей заложили фундамент новой теории и создали предпосылки для внедрения методов нечеткого управления в инженерную практику.

Аппарат теории нечетких множеств, продемонстрировав ряд многообещающих возможностей применения, оказался вместе с тем сложным для воплощения [4-6].

Свое второе рождение теория нечеткой логики пережила в начале восьмидесятых годов, когда несколько групп исследователей (в основном в США и Японии) всерьез занялись созданием электронных систем различного применения, использующих нечеткие управляющие алгоритмы. Теоретические основы для этого были заложены в ранних работах Коско и других ученых.

Смещение центра исследований нечетких систем в сторону практических применений привело к постановке целого ряда проблем, в частности: новые архитектуры компьютеров для нечетких вычислений; элементная база нечетких компьютеров и контроллеров; инженерные методы расчета и разработки нечетких систем управления; инструментальные средства разработки и т.п.

Использование методов нечеткой логики при моделировании процессов в пищевой промышленности является новым, активно развивающимся направлением.

Данный метод моделирования позволяет проводить анализ, в условиях субъективной оценки эмпирических данных и отсутствии явной числовой формы результата, что характерно при разработке новых видов пищевых продуктов. Особенно ярко преимущества этих систем проявляются при проектировании многокомпонентных пищевых продуктов, где велика неопределенность входных и выходных параметров, а качество оценивается по результатам сенсорного анализа.

Также достоинством модели является, возможность ее получения при выборе минимального набора закономерностей. Вследствие отсутствия необходимости ввода точных данных, время, требуемое для моделирования, резко сокращается.

Применение аппарата нечеткой логики позволяет улучшить качество управления объектами, определить оптимальное соотношение рецептурных компонентов при проектировании новых многокомпонентных видов продуктов и сократить количество производственных опытов. Дополнительно он дает возможность повысить качество управления производством и контролем готового продукта в условиях информационной неопределенности, которая характерна для реального производства в отраслях пищевой промышленности [7-8].

Ранее на основании методов нечеткой логики была разработана математическая модель рецептуры многокомпонентных кормов для непродуктивных животных, подтвержденная экспериментальными исследованиями. Достоверность и обоснованность полученных результатов определяются корректным применением аппарата нечеткой логики, а выводы и предложения не противоречили известным практическим результатам, содержащимся в трудах специалистов по вопросам математического моделирования рецептур, в том числе моделирования рецептур экструдированных пищевых продуктов [9].

Разработанная в настоящей статье математическая модель рецептуры многокомпонентных пищевых продуктов строится на классических методах математической статистики и базируется на эмпирических данных.

Таблица 1 – Статистические данные традиционной математической модели

y	x ₁	x ₂	x ₃
0,2	7,5	12	55
0,5	6,06	14	65
0,8	6,26	18	77
0,1	6,29	13	53
0,7	6,2	10	65
0,6	6,27	11	65
0,4	6,14	8	55
0,3	6,21	13,5	58
1	6,11	14,5	70
0,9	6,23	18	90

Таблица 2 – Корреляционная матрица

-	y	x ₁	x ₂	x ₃
y	1	-	-	-
x ₁	-0,43257	1	-	-
x ₂	0,46462	-0,10071	1	-
x ₃	0,835957	-0,29847	0,751556	1

Выполнив регрессионный и дисперсионный анализ в пакете Excel, получили зависимости отраженные в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Регрессионная статистика

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,884119
R-квадрат	0,781667
Нормированный R-квадрат	0,6725
Стандартная ошибка	0,173265

Таблица 4 – Дисперсионный анализ

-	df	SS	MS	F
Регрессия	3	0,644875	0,214958	7,160309
Остаток	6	0,180125	0,030021	-
Итого	9	0,825	-	-
-	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение
Y-пересечение	-0,1109	1,092108	-0,10155	0,922424
x ₁	-0,11278	0,147403	-0,76509	0,473227
x ₂	-0,0314	0,027912	-1,12496	0,303585
x ₃	0,027395	0,008108	3,37887	0,014879

Построенная математическая модель, отражает зависимость потребления экструдированных пищевых продуктов (y) от pH среды (x₁), влажности готового продукта (x₂) и концентрации белковых компонентов рецептурной смеси (x₃).

Построение системы показателей проводилось в пакете Excel при помощи функции анализ данных. Статистические данные по переменным приведены в таблице 1.

Построим матрицу коэффициентов парной корреляции (табл. 2), из которой следует, что потребление продукта имеет наиболее тесную связь с концентрацией белковых компонентов рецептурной смеси, а влияние влажности готового продукта и pH среды рецептурной смеси менее существенны. Взаимного влияния рассматриваемых факторов не выявлено, слабых связей факторов математической модели на потребление также не выявлено, поэтому все факторы будут учтены при построении математической модели.

Уравнение регрессии зависимости потребления экструдированных пищевых продуктов от pH среды и влажности продукт, концентрации белковых компонентов, имеет вид:

$$y = -0,111 - 0,113X_1 - 0,031X_2 + 0,027X_3$$

В первую очередь рассмотрим зависимости квадратичного вида. Наиболее значимыми переменными в модели являются влажность продукта и концентрация белковой составляющей. Составим соответствующее уравнение регрессии для этих двух факторов при помощи пакета MatCAD [10]. Новое уравнение регрессии имеет вид:

$$y = -0,018x_2^2 - 0,04x_2 - 1,561 \cdot 10^{-3}x_3^2 + 0,147x_3 + 7,183 \cdot 10^{-3}x_3x_2 - 4,79$$

F, (X, Y, Z)

Рисунок 1 – Функция зависимости потребления экструдированных пищевых продуктов от влажности и концентрации белковой составляющей

В пакете MatCAD представим построенную зависимость потребления продукта от влажности готового продукта и концентрации белковых компонентов графически [10-12]. Из графика зависимости представленного на рисунке 1 видно, что функция имеет экстремум.

Воспользовавшись критерием Сильвестра найдем критические точки, поскольку наличие экстремума функции вытекает из графика и соответствующего значения квадратичной формы. Обозначив через x - концентрацию белковых компонентов, а y – влажность рецептурной смеси:

$$d/dy(0,147x - 0,00156x^2 + 0,007183xy - 0,00y - 0,018y^2 - 4,79) = 0$$

$$d/dx(0,147x - 0,00156x^2 + 0,007183xy - 0,00y - 0,018y^2 - 4,79) = 0$$

и представляя полученные уравнения для матричного метода в виде:

$$M := \begin{pmatrix} -0.00312 & 0.007183 \\ 0.007183 & -0.036 \end{pmatrix} \quad v := \begin{pmatrix} -0.147 \\ 0.04 \end{pmatrix}$$

в MatCAD, получим учитывая соответствующие матрицы следующее решение:

$$\text{Isolve}(M, v) = \begin{pmatrix} 82.416 \\ 15.333 \end{pmatrix}$$

Из полученного решения, можно сделать вывод о том, что наилучшее потребление экструдированных пищевых продуктов будет при концентрации белковых компонентов 82,4% и влажности 15%.

Моделирование методами нечеткой логики показало наилучшее потребление экструдированных пищевых продуктов при влажности 9% и концентрации белковых составляющих 90%. Расхождение результатов по отношению к концентрации можно признать незначительным. Некоторое несоответствие результатов по влажности можно объяснить тем, что построенная методами математической статистики модель не учитывает влияния других характеристик, например Ph,

Учитывая близость полученных результатов моделирования можно рекомендовать для взрослых потребителей модели, полученные методами математической статистики, как наиболее простые, а моделирование продуктов для более молодых возрастов производить методами нечеткой логики.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Зотова Т.Б., Сидненко Т.И. Реформа образования в науковедческой традиции либеральной историографии рубежа XIX-XX вв. / Т.Б.Зотова, Т.И. Сидненко // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. Ежеквартальный научный журнал. - 2015-№39-с.439-443
2. Алексеев Г.В. и др. Выбор баланса дисциплин в образовательной программе для успешного формирования необходимых компетенций выпускника. Журнал правовых и экономических исследований. 2015. №1. С. 213-218.
3. Алексеев Г.В., Пальчиков А.Н., Боровков М.И. Оценка конкурентоспособности университета с помощью математического моделирования. В сборнике: Современные технологии и управление Сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции. Филиал ФГБОУ ВПО Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского в р. п. Светлый Яр Волгоградской области. 2014. С. 95-102.
4. Алексеев Г.В., Боровков М.И., Бريدено И.И. Повышение эффективности дистанционного обучения для политехнических университетов. В сборнике: Роль и место информационных технологий в современной науке Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2016. С. 3-5.
5. Андреев С.И. и др. Методологические подходы к совершенствованию образовательных программ для инклюзивного образования. В сборнике: Научно-методологические и социальные аспекты психологии и педагогики. 2016. С. 4-7.
6. Алексеев Г.В. и др. Применение сегментного анализа для разработки стратегии развития образовательного учреждения. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. №3 (65). С. 224-227.
7. Алексеев Г.В., Боровков М.И., Холявин И.И. Анализ изменений структуры учебных программ при совершенствовании требований ФГОС. Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2015. №3. С. 115-117.

8. Алексеев Г.В. и др. Возможности повышения эффективности научно-исследовательской работы в образовательном учреждении. Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2016. Т. 20. №3. С. 62-67.
9. Боровков М.И. и др. Системный подход и организация образовательного процесса. Новая наука: От идеи к результату. 2016. №3-2 (72). С. 108-110.
10. Зотова Т.Б. и др. Интероперабельная система энергоэффективности учебного заведения // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2015. №2(10). С. 118-124
11. Short review on applition of artificial nueral network in meat industry / Seyyed O.R.M., Mitra P., Mehdi K., Mohammad A.S. // Биотика. 2015. Т. 6. №5. С. 3-4.
12. Ветеринарно-санитарная оценка рыбных пресервов различных торговых марок реализуемых в торговых точках города Москва / Зверьков Д.А. // Биотика. 2015. Т. 7. №6. С. 51-58.
13. Технология производства плавленных сыров с использованием растительного сырья / Абаев В.Т., Кокоева А.Т. // Агробизнес и экология. 2015. Т. 2. №2. С. 136-138.
14. Разработка рецептуры мясо-растительного паштета функциональной направленности / Абаева К.М., Маргиева Ф.Т. // Агробизнес и экология. 2015. Т. 2. №2. С. 139-140.
15. Хлебопекарные качества зерна озимой пшеницы, выращенной в различных почвенно-климатических условиях / Царукаева К.В., Тохтиева Л.Х. // Агробизнес и экология. 2015. Т. 2. №2. С. 151-153. 0
16. Использование растительного сырья для улучшения качества хлеба / Джиева Д.О., Цугкиева В.Б., Дзантиева Л.Б. // Агробизнес и экология. 2015. Т. 2. №2. С. 154-155.
17. Determination of relationship between food habits and serum lipids level in diabetics / Homeyra N.R. // Агробизнес и экология. 2015. Т. 2. №2. С. 256.
18. Математика и информационные технологии в биологии / Шаймарданова Л.К. // Агробизнес и экология. 2016. Т. 3. №1. С. 43-48.