

## Список использованных источников

1. Halavach, T.M. et.al. (2021). Antimutagenic and antibacterial activity of  $\beta$ -cyclodextrin clathrates with extensive hydrolysates of colostrum and whey / Biointerface Research in Applied Chemistry, 11(2), pp. 8626–8638.
2. Halavach, T.M. et.al. (2020). Biologically active properties of hydrolysed and fermented milk proteins / The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 9(4), pp. 714–720.
3. Görgüç, A., Gençdağ, E., Yılmaz M. (2020). Bioactive peptides derived from plant origin by-products: biological activities and technological utilizations in food developments – a review / Food Research International, 136(109504), pp. 1–45.

УДК 621.798

**А.Д. Скридлевская, П.С. Кулинич**

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

## **УМНАЯ УПАКОВКА. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ И УЛУЧШЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ОПЫТА**

***Аннотация.** В данной работе рассмотрена роль введения умной упаковки на рынок. Выполнен анализ различных технологий для повышения конкурентоспособности. Подробно рассмотрены виды индикаторов вскрытия упаковки, а также путём опроса выявлен наиболее эффективный и удобный вариант контроля вскрытия умной упаковки.*

**A.D. Skridlevskaya, P.S. Kulinich**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

## **SMART PACKAGING. USING INNOVATIVE TECHNOLOGIES TO INCREASE COMPETITIVENESS AND IMPROVE USER EXPERIENCE**

***Abstract.** This article examines the role of introducing smart packaging to the market is considered. The analysis of various technologies to increase competitiveness is carried out. The types of packages opening indicators are considered in detail, and the most effective and convenient option for controlling the opening of smart packaging is identified through a survey.*

В современном мире, в условиях растущей конкуренции, компании вынуждены искать новые способы не только улучшить качество своей продукции, но и повысить удобство и безопасность для конечного потребителя. Одним из таких решений становится внедрение инновационной умной упаковки. Умная упаковка – это тип упаковки, который контролирует некоторые характеристики содержимого пищевых продуктов и предоставляет информацию производителю, розничному продавцу и потребителю в процессе хранения и передачи продуктов питания [1]. В более точном определении интеллектуальная упаковка относится к системе, которая способна создавать, получать, записывать и обмениваться данными между продуктом и потребителем [1]. Это не просто очередной маркетинговый ход, а необходимость для производителей, стремящихся поддерживать свою конкурентоспособность в условиях цифровизации и устойчивого потребления. Интеллектуальная упаковка значительно улучшает качество взаимодействия с потребителями, предоставляя дополнительные возможности, начиная от мониторинга состояния продукта и заканчивая оптимизацией логистики и дальнейшей персонализацией. В условиях современного рынка, где потребитель ценит не только качество товара, но и комфорт, инновации в упаковке становятся ключевым фактором, который способен повысить лояльность и доверие к бренду, а также улучшить общую эффективность бизнес-процессов [1].

Неотъемлемую часть стратегии компаний, которые стремятся повысить свою конкурентоспособность, составляет использование технологий. Например, IoT (Интернет вещей), QR-коды, RFID (радиочастотная идентификация) и т.д. открывают новые возможности для улучшения качества продукции, мониторинга состояния товаров и взаимодействия с потребителями. Все эти инновации делают упаковку не просто средством для транспортировки, а высокотехнологичным инструментом для улучшения потребительского опыта и управления цепочкой поставок.

Мониторинг состояния продукции — это одна из ключевых функций умной упаковки, которая позволяет не только улучшить качество хранения товаров, но и повысить безопасность, снизить риски для здоровья потребителей и улучшить потребительский опыт. С

помощью новейших технологий упаковка может «отслеживать» важные параметры, такие как срок годности, вскрытие упаковки или изменения внешней среды (температура, влажность), и своевременно уведомлять как производителя, так и конечного пользователя о потенциальных рисках.

Интернет вещей (Internet of Things, IoT) позволяет интегрировать сенсоры и устройства, которые могут отслеживать различные параметры продукта в реальном времени. Такие технологии обеспечивают мониторинг состояния товара на всех этапах – от производства до конечного потребителя. IoT включает в себя температурный контроль, уровень влажности, трекер местоположения. Эти данные могут быть переданы напрямую потребителю через мобильные приложения или системой мониторинга для специалистов, что позволяет повысить уровень безопасности и доверия к бренду.

RFID (радиочастотная идентификация) используется для автоматического считывания информации с упаковки с помощью радиоволн, что помогает ускорить процессы инвентаризации, транспортировки и доставки товаров. В системе записи RFID индикатор получает данные из сигнала RFID, излучаемого радиоволнами, которые затем передаются на компьютер для анализа [1]. В отличие от QR-кодов, RFID-метки могут быть считаны без прямого визуального контакта, что улучшает скорость и точность логистики.

Совсем недавно появились упаковочные решения в виде интерактивных индикаторов состояния, которые меняют внешний вид и используют мобильные приложения или цифровые экраны для отображения информации о состоянии продукта. Это позволяет производителям и потребителям получать более детализированную информацию о состоянии товара. С использованием интерактивных гибких OLED-экранов или других технологий, упаковка может отображать дополнительную информацию о продукте в реальном времени. Например, экран может показывать данные о сроках хранения, температуре или других условиях, важных для потребителя. Благодаря QR-кодам и NFC-меткам потребители могут сканировать упаковку с помощью своих мобильных устройств, чтобы получить информацию о состоянии продукта, сроках годности, а также данные о том, был ли товар подвергнут неправильному хранению.

Один из наиболее интересных и практичных примеров умной упаковки — это технологии, которые позволяют изменять цвет упаковки или самого продукта в зависимости от времени или состояния товара. Особенно это актуально для продуктов с ограниченным сроком

хранения, таких как мясо, рыба, молочные продукты или фармацевтические препараты.

Индикаторы (ТТИ, индикаторы свежести или утечки) предоставляют информацию о свежести, микробиологическом качестве, безопасности, температурном статусе и сроке хранения пищевых продуктов [1].

Индикаторы технология времени (Time-Temperature Indicator, ТТИ) используют химические реакции, которые происходят при воздействии температуры на упаковку. Индикатор, встроенный в упаковку, постепенно изменяет цвет с течением времени, показывая, насколько долго продукт был подвержен воздействию определенных температурных условий. Например, упаковка молока может начать менять цвет через несколько дней после вскрытия, сигнализируя о приближении к истечению срока годности.

Упаковка может содержать индикатор срока годности. В упаковке может быть интегрирован сенсор или специальный индикатор, который реагирует на время, прошедшее с момента производства, или на влияние окружающих факторов (например, температуры). Такой индикатор может менять цвет по мере приближения к истечению срока годности товара.

Температурные датчики на упаковке изменяют цвет или отображают графическую информацию в случае, если температура выходит за пределы заданного диапазона. Например, упаковка может стать красной, если продукт находился в слишком теплых условиях, что может повлиять на его безопасность или качество. Для определенных типов продуктов, таких как текстиль или электроника, избыточная влажность может стать причиной повреждения товара. Умная упаковка с сенсорами влажности помогает отслеживать такие изменения и может уведомить потребителя или производителя о потенциальных рисках.

Еще один вид индикаторов на умной упаковке – индикатор pH. В большинстве исследований используются пленки природного происхождения, содержащие индикаторы pH, цвет которых может изменяться при разном pH. Композитная пленка с экстрактом зеленого чая/фурцелларана/желатина как образец интеллектуальных упаковок с индикатором pH обладает антиоксидантными и антимикробными свойствами [1]. Эта пленка показывает pH, меняет цвет в кислых и щелочных условиях, используется для умной упаковки и имеет способность предотвращать порчу упакованных пищевых продуктов [1].

Еще одной важной функцией умной упаковки могут являться индикаторы вскрытия. Они позволяют отслеживать, было ли вскрыто упаковочное средство. Эта технология особенно важна для таких продуктов, как упаковка пищи, лекарства или косметики, где вскрытие упаковки может повлиять на качество и безопасность продукции.

Индикаторы цвета, используемые для отслеживания вскрытия – специальные датчики или метки, которые меняют свой цвет, когда упаковка была повреждена или вскрыта. Эти устройства меняют цвет при воздействии внешних факторов, таких как кислород, свет, температура или давление. Например, индикатор, реагирующий на изменение температуры, может изменить цвет, если упаковка была вскрыта или нарушена, что поможет пользователю выявить факт вскрытия.

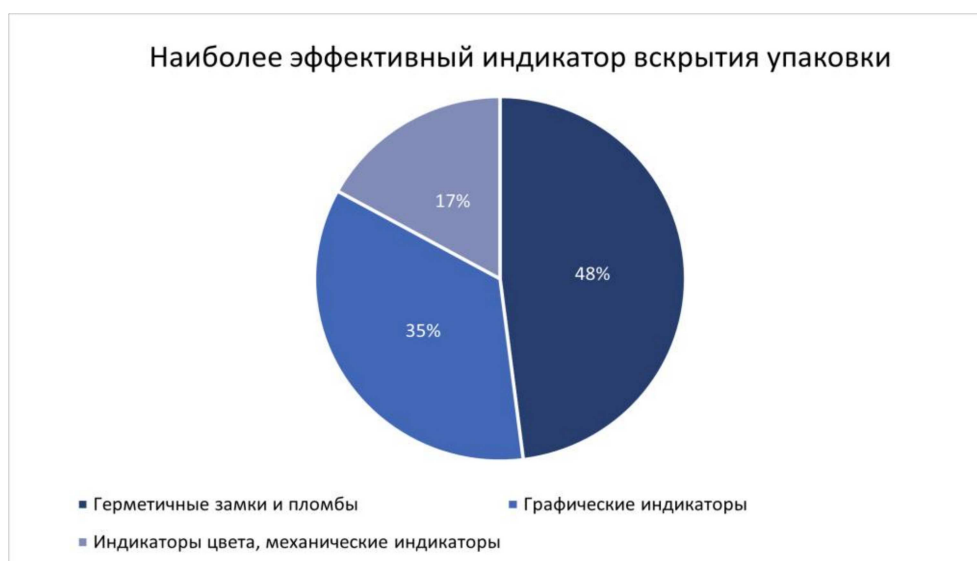
Механические индикаторы вскрытия могут изменять форму или структуру упаковки в случае вскрытия. Это может быть, например, пластиковая наклейка, которая при попытке открыть упаковку разрывается или оставляет видимый след.

Также могут быть использованы графические индикаторы – специальные печатные метки или изображения, которые при нарушении упаковки становятся видимыми или изменяются. Например, могут быть использованы невидимые чернила, которые проявляются только при повреждении упаковки.

Для некоторых типов упаковки, например, для косметики или лекарств, может быть использована технология, при которой на упаковке будут интегрированы герметичные замки или пломбы. При попытке вскрытия упаковки они либо повреждаются, изменяя форму, либо оставляют видимые следы, что позволяет точно определить факт вскрытия.

В ходе научного исследования был проведен опрос среди студентов и преподавателей БНТУ о том, какой из четырёх типов индикаторов вскрытия упаковки (индикаторы цвета, механические индикаторы, графические индикаторы, герметичные замки и пломбы) они считают наиболее эффективным и удобным в использовании. Результаты показали, что большинство человек, а именно 48%, выбрали герметичные замки и пломбы как самый надёжный и эффективный способ защиты упаковки. Большинство аргументировали свой выбор высокой степенью безопасности и ясностью в определении вскрытия. Около 35% голосов отдали за графические индикаторы, объяснив это тем, что такой вид индикаторов вскрытия упаковки не требует усилий при её открытии и обеспечивают наглядную проверку целостности, не нарушая при этом её эстетический вид. Около 17%

выбрали индикаторы цвета и механические индикаторы. Все значения и данные графически отображены на рис.1.



**Рис. 1 - Диаграмма индикаторов вскрытия упаковки**

Интеллектуальная упаковка значительно улучшает качество взаимодействия с потребителями, предоставляя дополнительные возможности, начиная от мониторинга состояния продукта и заканчивая оптимизацией логистики и дальнейшей персонализацией. На современном рынке, где потребители ценят не только качество, но и удобство, инновации в упаковке становятся решающим фактором, который может повысить доверие и лояльность к бренду, а также повысить общую эффективность бизнес-процессов.

#### **Список использованных источников**

1. Датчики цвета в «интеллектуальной упаковке» пищевых продуктов / Р. В. Крюк [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52. № 2. С. 321–333.