

УДК 338.33

DOI 10.26118/2782-4586.2025.75.71.028

**Мурсалов Игорь Джамалович**

Научно-образовательный институт медицинских технологий им. С.Н. Федорова

Российский университет медицины

**Чаруйская Марианна Александровна**

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

### **Анализ подходов к разработке промышленных изделий**

**Аннотация.** В статье рассматриваются подходы к разработке новых промышленных изделий. Проводится анализ моделей разработки продукции. Рассмотрены наиболее эффективные подходы кансей-инжиниринг и система конфигурации продукта. Кансей-инжиниринг позволяет выявить требования к изделию, но описание продукта осуществляется в текстовом формате. В основе системы конфигурирования продукта лежит концепция модульного проектирования продукта, что позволяет создавать ассортимент, удовлетворяющий требованиям потребителей при минимальных затратах. В статье представлены несколько способов реализации системы конфигурации продуктов: на основе правил, моделей, прецедентов и онтологий. Рассмотрены инструменты совместной разработки продукции – производителя и потребителя, которые могут быть реализованы или с помощью подхода онлайн-PCS, или как продукт с встроенной гибкостью. Проведен анализ концепции пользовательского опыта, наиболее часто используемому в России для разработки программных продуктов.

**Ключевые слова:** проектирование изделия, инжиниринг продукта, система конфигурации продукта, модульное проектирование, UX-дизайн

**Mursalov Igor Jamalovich**

Scientific and Educational Institute of Medical Technologies

named after S.N. Fedorov

Russian University of Medicine

**Charuyskaya Marianna Alexandrovna**

Moscow State Technological University «STANKIN»

### **Analysis of approaches to industrial product development**

**Annotation.** The article discusses approaches to the development of new industrial products. An analysis of product development models is carried out. The most effective approaches are kansei engineering and a product configuration system. Kansei engineering allows you to identify product requirements, but the product description is carried out in text format. The product configuration system is based on the concept of modular product design, which allows you to create an assortment that meets consumer requirements at minimal cost. The article presents several ways to implement a product configuration system: based on rules, models, precedents and ontologies. The tools for joint product development - manufacturer and consumer, which can be implemented either using the online PCS approach or as a product with built-in flexibility, are considered. An analysis of the user experience concept, most often used in Russia for software product development, is carried out.

**Key words:** product design, product engineering, product configuration system, modular design, UX design

На данный момент процесс разработки промышленных изделий в отечественных предприятиях осуществляется с учетом различных подходов, которые зависят от размера компании и стадии её развития. Для малых и средних предприятий наиболее характерным является реинжиниринг зарубежных аналогов. В крупных компаниях модели разработки

продукции определяются рыночной направленностью и внедрением принципов бережливого производства [1].

Предприятия, ориентированные на производство продукции для рынка, чаще всего применяют кансей-инжиниринг, выявление скрытых потребностей потребителей и PCS.

На предприятиях, имеющих историю с советских времен, также используются системы функционально-стоимостного анализа и инструменты ТРИЗ [15].

Кансей-инжиниринг был впервые предложен Нагамачи [14] и определен как «технология перевода ощущений потребителей от продукта в элементы промышленного дизайна». Этот подход стал широко популярным и включает методы разработки продукции, ориентированные на потребителя. Он основывается на сборе аффективных данных в реальном времени, что позволяет преобразовывать их в требования к продукту для максимального удовлетворения потребностей клиентов [5]. Кроме того, понимание индивидуальных требований пользователей является ключом к успешному проектированию [11]. Однако недостатком кансей-инжиниринга является то, что при разработке продукта его архитектура строится на словесных выражениях чувств потребителей, что может быть ненадежным методом для решения задач промышленного дизайна [26].

Система конфигурации продукта (Product Configuration System, PCS) представляет собой систему, которая разрабатывает адаптированные продукты для удовлетворения потребностей пользователей с минимальными сроками вывода на рынок [18]. Подход PCS основан на модульном принципе формирования продукта с использованием правил, условий и ограничений, что позволяет создавать ассортимент, удовлетворяющий требования потребителей при оптимальных затратах (рис. 1).

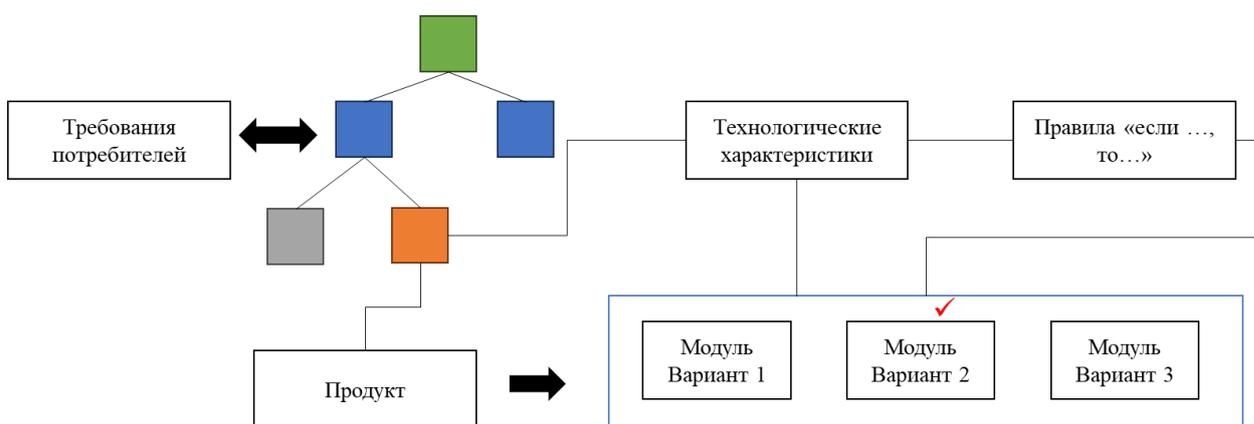


Рис. 1. Система конфигурации продукта

Системы конфигурации продуктов могут быть реализованы четырьмя способами: на основе правил, моделей, прецедентов и онтологий [24]. Наиболее широко используется первая версия PCS, основанная на правилах и ограничениях. Этот подход включает проектирование продукта на основе установленных правил и их проверку с помощью сценарного планирования по принципу «если ..., то...». Преимуществом данной системы является высокая гибкость архитектуры и функциональности продукта. Однако её недостатком является высокая трудоемкость и сложность планирования из-за отсутствия четкого разграничения между функциональными требованиями и требованиями промышленного дизайна [25].

Второй тип PCS использует модели для формирования продукта. Он заключается в выборе значений для каждой переменной технических характеристик и проверке их соответствия заданным ограничениям [13]. Выбранные значения характеристик позволяют оптимизировать архитектуру продукта, чтобы она соответствовала требованиям потребителей [21].

Б.М. Ли и С.К. Се [12] предложили метод управления ассортиментом продукции на основе прецедентов, разработав алгоритм выбора наилучшей конфигурации продукта с использованием линейных векторов и расчета расстояний.

Последний тип системы конфигурации продуктов — на основе онтологий — предполагает планирование продукта с использованием правил и ограничений, представленных на языке онтологий [9]. Строгая семантика онтологий позволяет эффективно повторно использовать модели конфигурации и обмениваться знаниями при изменении потребностей пользователей. Основное преимущество PCS, основанной на онтологиях, заключается в высокой способности работы с конкретными компонентами и конфигурациями продуктов [8]. Однако этот подход во многом зависит от точных знаний о продукте со стороны потребителей (например, характеристик и функций). В результате инновационные функции или компоненты могут быть восприняты потребителями с недоумением или привести к неудовлетворенности [10]. Кроме того, PCS в этом случае обычно ориентируется только на функции и физические компоненты и не учитывает выявление требований целевой аудитории или промышленного дизайна [21].

В последнее время также набрал популярность подход совместной разработки продукта, вовлекающий как потребителей, так и производителей [20]. Такой совместный процесс проектирования позволяет глубже понять потребности пользователей и способности производителя удовлетворить эти потребности экономически эффективным способом. Таким образом, успешное вовлечение потребителя в процесс разработки продукта является ключевой задачей при реализации персонализации продукции [2].

В литературе выделяют два основных способа эффективной совместной разработки продукта. Первый — это онлайн-PCS (например, продукты NikeiD и Dell), который позволяет предложить адаптированные продукты с минимальными сроками вывода на рынок [18]. Онлайн-PCS предоставляет потребителям возможность выбирать конфигурацию изделия из набора предустановленных атрибутов с ограничениями (правилами) в рамках семейства продуктов [23]. Такой подход работает по модели «конфигурация на заказ», при которой спецификации потребителя используются как входные данные, а система генерирует продукт, соответствующий этим характеристикам, удовлетворяя потребности пользователя. Это устраняет разрыв между требованиями пользователя и конечным продуктом [21], а также позволяет предприятию повторно использовать уже разработанные решения для создания различных вариантов продуктов в рамках семейства [22].

Трентин и коллеги [19] выделили основные функции набора инструментов для разработки продукта (рис. 2): 1) знакомство потребителя с предложениями продукции; 2) предоставление информации в реальном времени, такой как цена, сроки поставки и характеристики продукции; 3) проверка комплектности и возможности изготовления варианта продукта; 4) создание спецификации материалов на основе выбора пользователя. Первые две функции выполняет конфигуратор продаж, а последние две — технический конфигуратор [6]. Оба конфигуратора используют логические структуры, моделирующие архитектуру продукта.

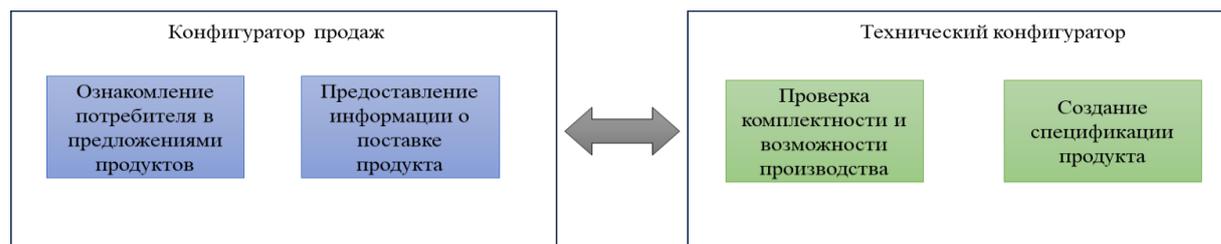


Рис. 2. Инструменты для разработки продукта

Второй подход — это продукт с встроенной гибкостью (открытый набор инструментов) для совместного проектирования с пользователем [16]. Этот метод

позволяет пользователю участвовать в процессе проектирования, выбирая модули и технические характеристики продукта. Такая модель стала возможной благодаря встроенному в архитектуру продукта открытому набору инструментов, который позволяет вносить изменения в реальном времени в процессе эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла продукта через адаптируемый интерфейс [17]. В исследованиях Ф. Пиллера [17] и У. Гросса [7] указано, что адаптируемый интерфейс должен включать: модульную конструкцию продукта, правила комбинирования характеристик и компонентов для разных вариантов продукта, а также пользовательский интерфейс, который позволяет потребителю самостоятельно модифицировать продукт в зависимости от его требований.

Одним из наиболее распространенных подходов в России для программных продуктов является использование концепции пользовательского опыта (User Experience, UX). Этот подход активно применяется за рубежом и для промышленных продуктов, где важна не только функциональность, но и удовлетворение потребностей пользователя на всех этапах взаимодействия с продуктом.

UX (пользовательский опыт) представляет собой разработку продукта, основанную на описании того, как пользователь взаимодействует с продуктом в процессе его использования [3]. Преимуществом этого подхода является четкое определение функциональных требований потребителя, что позволяет точнее учитывать его ожидания и потребности. Однако могут возникнуть ситуации, когда требования потребителей ведут к ухудшению производительности продукта или даже делают его производство невозможным. Это связано с тем, что потребители в первую очередь ориентируются на персонализированную ценность и полезность, а не на функциональность или дизайн продукта [4]. Еще одним недостатком подхода UX является сложность в определении опыта использования продукта пользователем. Поэтому при применении UX в процессе планирования продукта разработчикам следует сосредоточиться на точной проработке сценариев персонализированного использования, чтобы учесть все особенности взаимодействия с продуктом.

Подводя итог, можно отметить, что все рассмотренные подходы к планированию продукта дополняют друг друга и могут быть эффективно использованы на разных этапах жизненного цикла изделия. Такой комплексный подход повышает шансы на успех продукта на рынке.

#### **Список источников**

1. Чумичев Д. В. Организация научно-исследовательских работ как основа научно-технической политики РФ / Д. В. Чумичев, М. А. Чаруйская // Трансформация российской науки в эпоху информационного общества : Материалы VII Международной научно-практической конференции, Москва, 17 июня 2024 года. – Москва: Издательство "Экономическое образование", 2024. – С. 156-165.
2. Berry, C., H. Wang, and Hu, S. J. Product architecting for personalization. *Journal of Manufacturing Systems*, 2013. 32(3): p. 404-411.
3. Djajadiningrat, J. P., Gaver, W. W., and Fres, J., Interaction relabelling and extreme characters: methods for exploring aesthetic interactions. in *Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*. 2000. ACM.
4. *Ergonomics of human system interaction-Part 210: Human-centred design for interactive systems*. International Standardization Organization (ISO). Switzerland, 2009
5. Fairclough, S. H., *Fundamentals of physiological computing. Interacting with computers*, 2009. 21(1): p. 133-145.
6. Forza, C., and Salvador, F., *Product information management for mass customization*. 2007: Palgrave Macmillan New York.
7. Gross, U., and Antons, D., Embedded open toolkits for user innovation: Postponing New Product Development Decisions into the Customer Domain. in *Wirtschaftsinformatik (1)*. 2009.
8. Helo, P. T., *Product configuration analysis with design structure matrix*. *Industrial Management & Data Systems*, 2006. 106(7): p. 997-1011.

9. Horrocks, I., Patel-Schneider, P. F., Boley, H., Tabet, S., Grosz, B., and Dean, M., SWRL: A semantic web rule language combining OWL and RuleML. W3C Member submission, 2004. 21: p. 79.
10. Huffman, C. and Kahn, B.E., Variety for sale: Mass customization or mass confusion? Journal of retailing, 1998. 74(4): p. 491-513
11. Khalid, H. M., Embracing diversity in user needs for affective design. Applied Ergonomics, 2006. 37(4): p. 409-418.
12. Li, B.M. and Xie, S.Q., Product similarity assessment for conceptual one-of-a-kind product design: A weight distribution approach. Computers in Industry, 2013. 64(6): p. 720-731.
13. Mittal, S. and Frayman, F., Towards a generic model of configuraton tasks, in Proceedings of the 11th international joint conference on Artificial intelligence - Volume 2. 1989, Morgan Kaufmann Publishers Inc.: Detroit, Michigan. p. 1395- 1401
14. Nagamachi, M., Kansei engineering: a new ergonomic consumer-oriented technology for product development. International Journal of industrial ergonomics, 1995. 15(1): p. 3-11.
15. Nezhmetdinov, R. A. Enterprise Development Planning and AI-Based Technological Forecasting / R. A. Nezhmetdinov, M. A. Charuiskaya, I. A. Kovalev // Russian Engineering Research. – 2023. – Vol. 43, No. 10. – P. 1284-1288. – DOI 10.3103/S1068798X23100234. – EDN HDDKCJ.
16. Piller, F., Ihl, C., and Steiner, F., Embedded toolkits for user co-design: a Technology acceptance study of product adaptability in the usage stage, in 43rd Hawaii International Conference on Systems Sciences Vols 1-5. 2010. p. 164-173
17. Piller, F., Ihl, C. and F. Steiner. Embedded toolkits for user co-design: A technology acceptance study of product adaptability in the usage stage. in System Sciences (HICSS), 2010 43rd Hawaii International Conference on. 2010. IEEE.
18. Salvador, F. and C. Forza, Configuring products to address the customization responsiveness squeeze: A survey of management issues and opportunities. International Journal of Production Economics, 2004. 91(3): p. 273-291
19. Trentin, A., Perin, E., and Forza, C., Product configurator impact on product quality. International Journal of Production Economics, 2012. 135(2): p. 850-859.
20. Tseng, M.M., Jiao, R. J., and Wang, C., Design for mass personalization. Cirp Annals-Manufacturing Technology, 2010. 59(1): p. 175-178
21. Wang, Y. and Tseng, M. M., A Naïve Bayes approach to map customer requirements to product variants. Journal of Intelligent Manufacturing, 2013. 26(3): p. 501-509.
22. Wang, Y. and Tseng M. M., Attribute selection for product configurator design based on Gini index. International Journal of Production Research, 2014. 52(20): p. 6136-6145
23. Xie, H., Henderson, P., and Kernahan, M., Modelling and solving engineering product configuration problems by constraint satisfaction. International Journal of Production Research, 2005. 43(20): p. 4455-4469.
24. Yang, D., Dong, M., and Miao, R., Development of a product configuration system with an ontology-based approach. Computer-Aided Design, 2008. 40(8): p. 863-878
25. Yu, B. and Skovgaard, H.J., A configuration tool to increase product competitiveness. IEEE Intelligent Systems, 1998(4): p. 34-41.
26. Zhou, F., Ji, Y., and Jiao, R.J., Affective and cognitive design for mass personalization: status and prospect. Journal of Intelligent Manufacturing, 2013. 24(5): p. 1047-1069.

#### **Сведения об авторах**

**Мурсалов Игорь Джамалович**, директор научно-образовательного института медицинских технологий им. С.Н. Федорова, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины», г. Москва, Россия

**Чаруйская Марианна Александровна**, к.э.н., доцент, кафедра финансового менеджмента, ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», г. Москва, Россия

### **Information about the authors**

**Mursalov Igor Jamalovich**, Director of the Scientific and Educational Institute of Medical Technologies named after S.N. Fedorov, Russian University of Medicine Moscow, Russia

**Charuyskaya Marianna Alexandrovna**, Associate Professor, Department of Financial Management, Moscow State Technological University “STANKIN”, Moscow, Russia