

УДК 004.89

Т.В. Левашова, М.П. Пашкин

## Модель определения предпочтительной конфигурации продукта

Предложен подход к определению конфигурации продукта, являющейся для заказчика предпочтительной. В подходе использованы методы выбора на основе специфических для заказчика функций ценности и весовой значимости. Критерии выбора определяются на основании онтологической модели конфигурируемого продукта и результатов, полученных в ходе профилирования заказчика на предмет принятия им решений в процессе конфигурирования или приобретения различных продуктов. Для описания предпочтений заказчика используются отношения предпочтения, принятые в моделях принятия решений. Подход иллюстрируется на примере задачи определения предпочтительной конфигурации продукта оператора сотовой связи.

**Ключевые слова:** персонализированное конфигурирование продукта, предпочтительная конфигурация, онтологическая модель продукта, отношения предпочтения, продукт оператора сотовой связи.

**doi:** 10.21293/1818-0442-2018-21-2-60-67

Конфигурирование продукта – это процесс модификации продукта в соответствии с требованиями заказчика. Неформально конфигурирование может быть определено как особый вид проектирования, при котором создаваемый объект (продукт) собирается из различных компонентов, которые могут быть объединены в продукте таким образом, что продукт будет соответствовать заданным ограничениям. Решением задачи конфигурирования является набор компонентов, составляющих продукт, и при необходимости отношений между этими компонентами. Это решение называется конфигурацией продукта. Для создания конфигурации продукта используются различные механизмы конфигурирования, например, правил [1], удовлетворения ограничений [2–4], нейронных сетей [5], создания серийных программных продуктов [6, 7], концептуального моделирования [8–11] и др. Эти механизмы, как правило, предлагают в качестве решения несколько альтернативных конфигураций, из которых должна быть выбрана одна.

В основе теории принятия решений лежит предположение о том, что человек, поставленный перед проблемой выбора альтернативы, руководствуется своими предпочтениями [12–14]. Целью данной работы является автоматическое определение конфигурации, которая является предпочтительной для заказчика. Предпосылкой к разработке рассматриваемого в работе подхода служит ранее разработанный онтологический подход к конфигурированию нематериальных продуктов [15]. В результате онтологического подхода формировалось множество альтернативных конфигураций продукта, которое предлагалось заказчику на рассмотрение для выбора наиболее привлекательной с его точки зрения конфигурации.

В основе механизма конфигурирования в онтологическом подходе лежит концептуальное моделирование продукта средствами онтологий. Онтологическая модель представляет компоненты, образующие продукт, и их свойства, включая отношения между компонентами.

Подходы к выбору предпочтительной конфигурации используют генетические алгоритмы [16–18], механизмы управления вариabельными configura-

циями [19], теорию полезности [20, 21], методы выбора на основе специфических для пользователя функций ценности и весовой значимости [22, 23] и др.

Для определения предпочтительной конфигурации в данной работе используются методы выбора на основе специфических для заказчика функций ценности и весовой значимости. Изначально эти методы ориентировались на экспертов, которые попарно сравнивали альтернативы по заданным критериям, что является достаточно трудоемким процессом. Подход, предлагаемый в данной работе, для определения критериев заказчика использует результаты, полученные в ходе профилирования этого заказчика по итогам принятия им решений в процессе конфигурирования или приобретения различных продуктов. Для описания предпочтений заказчика используются отношения предпочтения [24], применяемые в моделях принятия решений. Эти отношения достаточно широко применяются в теории потребительского выбора [25, 26].

В онтологическом подходе к конфигурированию нематериальных продуктов рассматривалась задача конфигурирования продукта оператора сотовой связи [15]. Здесь этот пример будет продолжен, и будет определена конфигурация продукта оператора сотовой связи, являющаяся для абонента (заказчика) предпочтительной.

Обращение к проблемной области «мобильная связь» для демонстрации подхода представляется своевременным в силу современных требований со стороны цифровой экономики к телекоммуникационным технологиям. В соответствии с этими требованиями необходимо перейти к цифровому преобразованию операционной модели телекоммуникационного рынка и внедрению методов углубленной аналитики больших массивов данных [27].

### Персонализированное конфигурирование продукта

Общая схема подхода к персонализированному конфигурированию продукта представлена на рис. 1. Исходная информация поступает из онтологической модели продукта (или онтологии продукта) и профиля заказчика.

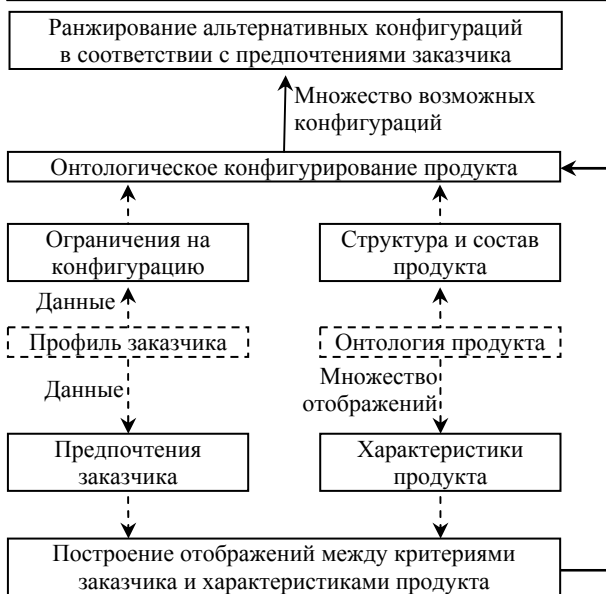


Рис. 1. Общая схема подхода к персонализированному конфигурированию продукта

Онтологическая модель описывает продукт через его компоненты, их характеристики (свойства) и отношения между компонентами. Эта модель дает полное представление о продукте, обо всех компонентах, которые может содержать этот продукт, их характеристиках и условиях, при которых компоненты могут быть включены в продукт.

Профиль заказчика является источником информации об ограничениях, накладываемых на создаваемую конфигурацию со стороны заказчика, но не связанных с его предпочтениями. В частности, при конфигурировании продукта оператора сотовой связи [15] таким ограничением была конфигурация мобильного устройства, к которому клиент хотел подключить новую услугу.

Результатом онтологического конфигурирования является множество возможных конфигураций продукта. Все конфигурации имеют онтологическое представление, т.е. каждая конфигурация – это онтологическая модель предлагаемого продукта.

Для того чтобы определить, какие характеристики продукта представляют интерес для заказчика, между критериями заказчика, представленными в его профиле, и характеристиками продукта, представленными в онтологии, устанавливаются отображения. В общем случае профиль заказчика содержит все критерии, которыми заказчик пользовался для оценки конфигурируемых или приобретаемых продуктов за всю историю профилирования. Отображения устанавливаются только для тех критериев, которые могут быть использованы для оценки конкретного конфигурируемого продукта. На текущий момент установка отображений осуществляется экспертами. Так как каждая конфигурация создана из онтологии продукта и по сути сама является онтологией, отображения позволяют выделить в каждой конфигурации характеристики, соответствующие критериям заказчика.

Множество возможных конфигураций ранжируется в соответствии с предпочтениями заказчика. Предпочтения включают в себя критерии оценки продукта, являющиеся для заказчика приоритетными, и дополнительные ограничения в виде отношений сравнимости (максимальный, минимальный, лучше, хуже, меньше, больше, равно и т.п.). Приоритетные критерии определяются на основании анализа истории выбора заказчиком конфигураций продуктов. Например, если заказчик всегда выбирает самую дешевую из предложенных конфигураций, то приоритетным критерием заказчика является цена, а ограничением – минимальная (цена).

Если приоритетный критерий один, то ранжирование осуществляется по этому критерию в соответствии с отношениями сравнимости. Если приоритетных критериев несколько, то ранжирование конфигураций осуществляется на основании весового предпочтения. Вес является функцией от частоты использования рассматриваемого критерия при выборе заказчиком различных конфигураций, «важности» данного критерия по сравнению с другими критериями и количества продуктов, рассмотренных заказчиком за всю историю профилирования.

#### Определение предпочтительной конфигурации продукта: подход

Целью подхода к определению предпочтительной конфигурации является получение ранжированного списка альтернативных конфигураций, в котором конфигурация, соответствующая предпочтениям заказчика, является крайним элементом (первым или последним).

Определение предпочтительной конфигурации начинается с определения критериев, на основании которых заказчик оценивает продукты. Для выявления критериев заказчика используется его профиль [28, 29]. Использование профиля заказчика вместо взаимодействия с заказчиком в процессе конфигурирования обусловлено рядом причин:

- выбор критериев и определение предпочтений в диалоге с заказчиком не всегда возможны или вызывают затруднения, например в случае удаленного конфигурирования;
- построение всех отображений в процессе диалога с заказчиком требует значительных временных затрат;
- цифровая экономика ориентируется на использование методов углубленной аналитики больших массивов данных.

Технология профилирования предлагает различные методы для выявления предпочтений заказчиков. Например, аналитическая обработка запросов заказчиков относительно интересующих их продуктов и характеристик; анализ отзывов заказчиков, отправленных ими продавцу продукта в форме обратной связи; анализ обсуждений заказчиками продуктов в социальных сетях и на форумах; анализ решений заказчика при покупке продукта и др. Данная работа ориентируется на выявление предпочтений заказчика посредством анализа решений, которые

были приняты заказчиком при конфигурировании или приобретении различных продуктов.

Для описания предпочтений заказчика предлагается использовать отношения предпочтения, принятые в теории потребительского выбора [25, 26]. В соответствии с этой теорией оценка предпочтений производится на множествах с одинаковыми наборами критериев, но с разными значениями в каждом множестве.

В рассматриваемом здесь подходе предлагается сравнивать множества, в которых встречается хотя бы один критерий из множества критериев заказчика ( $C$ ), с таким же критерием в других множествах. Множество, которое сравнивается с множеством  $C$ , является пересечением двух множеств. Таким образом, сравниваются множества  $C_k = C$  и  $C_m = C \cap X$ , где  $X$  – множество, содержащее критерии из множества  $C$ . Слабое предпочтение выражается как  $c \geq (C_k, C_m)$  и обозначает, что на паре множеств  $C_k$  и  $C_m$  для заказчика критерий  $c$  является предпочтительным. Строгое предпочтение критерия определяется по результатам сравнения множеств, в которых есть рассматриваемый критерий и для которых определены отношения слабого предпочтения. Критерий  $c$  считается строго предпочтительным  $c > C$

тогда и только тогда, когда  $c \geq (C_k, C_m)$  для всех пар  $(C_k, C_m)$ . Предложенный подход позволяет выявить предпочитаемые заказчиком критерии в результате анализа принятых им решений при приобретении или конфигурировании различных продуктов, для оценки которых могут применяться одинаковые критерии. Например, критерии надежности, стоимости и др. могут быть применены к любым видам продуктов, критерий «удобство использования» – к интерфейсу, методическим рекомендациям, некоторым видам услуг и т.п., но этот критерий неприменим к продукту как произведению искусства.

Между критериями, которые заказчик использует для оценки продукта, и характеристиками продукта, представленными в онтологии, устанавливаются отображения. Необходимость установки отображений вызвана тем, что словари профиля заказчика и онтологии, как правило, отличаются, т.е. критерии, представленные в профиле заказчика, могут не совпадать с названиями характеристик продукта в онтологии. Отображения позволяют определить критерии заказчика в терминах проблемной области.

Для установки отображений предлагается использовать алгоритм, приведенный на рис. 2.

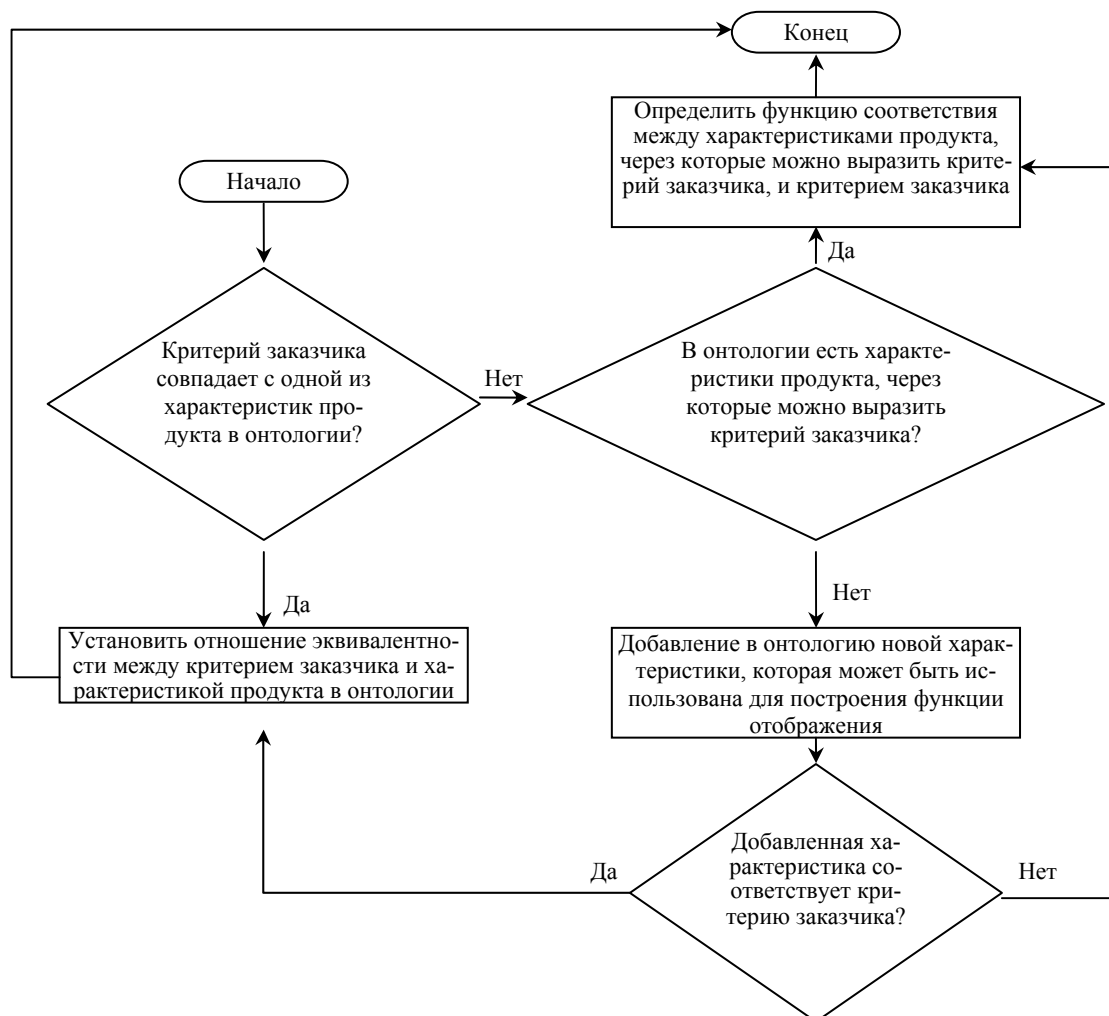


Рис. 2. Алгоритм установки отображений между критериями заказчика и онтологией продукта

В соответствии с этим алгоритмом вначале осуществляется анализ характеристик продукта, представленных в онтологии, на предмет возможности их использования в качестве критериев заказчика. Если в онтологии продукта (ОП) представлена характеристика  $p_p$ , точно соответствующая критерию заказчика  $p_c$ , то отображение между этими критерием и характеристикой моделируется при помощи отношения эквивалентности:  $ОП : p_p = ВС : p_c$ , где  $ВС$  – это словарь заказчика.

Например, если заказчик выбрал критерием стоимость конфигурации продукта, а в онтологии этот продукт характеризуется ценой, то между понятиями «стоимость» и «цена» устанавливается отношение эквивалентности:  $ОП : цена = ВС : стоимость$ .

Если точного соответствия не существует, то следующим шагом является попытка выразить критерий заказчика  $p_c$  как функцию от характеристик продукта, которые представлены в онтологии. Если в онтологии есть характеристики продукта, которые могут быть использованы для выражения критерия заказчика, то отображение между критерием и характеристиками имеет вид  $ОП : p_k \wedge ОП : p_m = ВС : p_c$ , где  $p_k$  и  $p_m$  – характеристики продукта в онтологии, которые могут быть использованы для выражения критерия заказчика.

Например, если заказчик выбрал критерием качество конфигурируемого продукта, а в онтологии эта характеристика явно не представлена, но известно, что на качество рассматриваемого заказчиком продукта влияют такие характеристики как доступность и универсальность, то отображение между интересующим заказчика критерием и онтологией выглядит как  $ОП : доступность \wedge ОП : универсальность = ВС : качество$ .

Если в онтологии продукта не существует характеристик для выражения критерия заказчика, то в онтологию добавляется новая характеристика, которая либо точно соответствует критерию заказчика, либо может быть использована в совокупности с представленными характеристиками для построения отображения.

После установки отображений для критериев, получивших отображения в виде, отличном от отношений эквивалентности, строятся агрегирующие функции, которые позволяют определить значение критерия пользователя по множеству значений характеристик. Результатом установки всех отображений является множество отображений ( $M$ ):  $M : C \rightarrow P$ , где  $P$  – множество характеристик продукта в онтологии  $ОП$ .

После анализа всех решений заказчика при конфигурировании или приобретении им различных продуктов имеем непересекающиеся множества, в каждом из которых один из критериев приоритетен.

В случае единственного множества (выявлен только один приоритетный критерий) ранжирование альтернативных конфигураций осуществляется по этому критерию в соответствии с отношениями сравнимости.

В случае нескольких приоритетных критериев ранжировать альтернативные конфигурации предлагается на основании весового предпочтения.

Вес предпочтения в  $i$ -м множестве ( $w_i$ ) предложено определять как

$$w_i = \frac{\|X\|_{\max} \cdot N_X}{N_S},$$

где  $\|X\|_{\max}$  – максимальная мощность множества  $X$ ;  $N_X$  – количество множеств  $X$ ;  $N_S$  – количество продуктов, для которых приняты решения.

Если после определения весов появились критерии, имеющие одинаковый вес (равнозначные критерии), то для каждого критерия формируется самостоятельный список конфигураций, ранжированный по этому критерию. Если аналитическое сравнение таких списков вызывает трудности со стороны заказчика или специалиста по конфигурированию, то для получения одного списка можно использовать, например, метод справедливого компромисса [30, 31] или другие методы многокритериального выбора [32]. В рамках данной работы вопрос оценки продукта по равнозначным критериям не рассматривается.

#### **Выбор предпочтительной конфигурации продукта оператора сотовой связи**

В работе используется пример конфигурирования продукта оператора сотовой связи (ОСС), который был рассмотрен в предыдущей статье [15]. Требованиям заказчика (абонента для проблемной области «мобильная связь») в этом примере являлось подключение на его номер услуги определения местоположения абонента с мобильных устройств. Задача конфигурирования заключалась в создании конфигурации продукта ОСС, расширяющей существующую конфигурацию новым компонентом.

Онтологическая модель продуктов ОСС, используемая в рассматриваемом примере, приведена на рис. 3, где показана только часть онтологии, релевантная для рассматриваемого примера. Для представления онтологии используются средства модели OWL (Web Ontology Language) [33]. На рисунке затененные прямоугольники соответствуют классам, затененные – индивидам (экземплярам классов). Отношения (родовидовые и «использует») представлены бинарными предикатами, свойства одного аргумента представлены унарными предикатами.

Как видно из рисунка, услуга определения местоположения является платной. Эта услуга характеризуется стоимостью. ОСС предлагает два варианта реализации запрашиваемой услуги: «Локатор» и «Спутник». «Локатор» определяет местоположение абонента при регистрации в сети. «Спутник» определяет местоположение абонента по GPS / ГЛОНАСС. Пользование услугой возможно, если на устройстве абонента установлено приложение «Smart Positioning», разработанное для операционной системы Android версий 4.4 и выше.

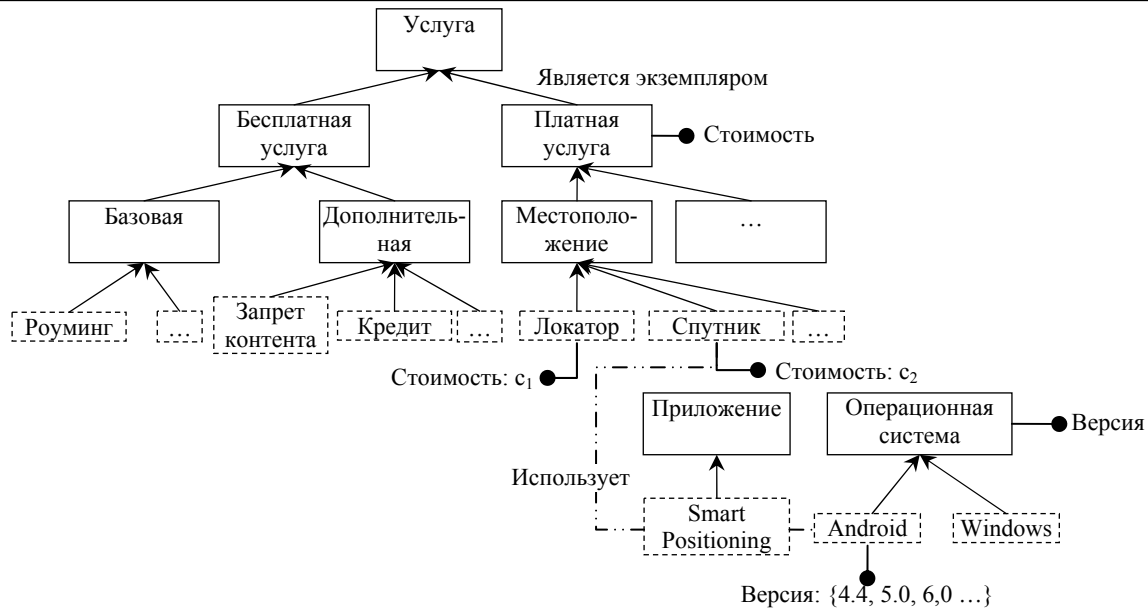


Рис. 3. Онтология продукта «услуги ОСС» (пример)

Из приведенной онтологии продукта «услуги ОСС» можно получить две альтернативные конфигурации требуемого продукта (таблица) (для краткости родовидовые отношения «является экземпляром» в таблице не показаны).

**Возможные конфигурации продукта  
«услуга определения местоположения»**

Класс	Свойство	Область значений свойства
Конфигурация <sub>1</sub>		
Платная услуга	Стоимость	
Местоположение	Стоимость	
Локатор		c <sub>1</sub>
Стоимость конфигурации 1		c <sub>1</sub>
Конфигурация <sub>2</sub>		
Платная услуга	Стоимость	
Местоположение	Стоимость	
Спутник	Стоимость	c <sub>2</sub>
Спутник	Использует	Приложение
Smart Positioning	Использует	Операционная система
Android	Версия	4.4 и выше
Стоимость конфигурации 2		c <sub>2</sub>

Компоненты, входящие в первую конфигурацию, характеризуются только стоимостью. В общем случае стоимость конфигурации не является простой суммой стоимости ее компонентов. Здесь, для простоты функция расчета конфигураций не рассматривается и считается, что стоимость конфигурации складывается из стоимости компонентов. Вторая конфигурация характеризуется видом приложения, видом операционной системы, версией операционной системы и стоимостью.

Определены следующие отображения между профилем заказчика (VC) и онтологией продукта (OP):

- 1) VC:цена = OP:Стоимость;
- 2) VC:OC = OP:Операционная система.

Оба отображения представлены отношениями эквивалентности.

Для класса приложение отображений не установлено, так как в профиле заказчика отсутствуют критерии, которые могли бы быть связаны с этой характеристикой.

Анализ профиля заказчика показал, что операционная система является единственным строго предпочтительным критерием. Дополнительное ограничение заказчика заключается в том, что он всегда выбирает приложения, работающие под системой Android. Это ограничение в виде отношения сравнимости выглядит следующим образом: Операционная система = Android. После ранжирования по этому отношению получаем, что в рассматриваемом примере предпочтительной конфигурацией является вторая.

### Заключение

В работе описан подход к определению конфигурации продукта, которая является для заказчика предпочтительной. Подход предполагает использование онтологической модели продукта. Эта модель лежит в основе ранее разработанного онтологического подхода к конфигурированию нематериальных продуктов. В рассмотренном в данной работе подходе онтологическая модель продукта используется для определения соответствий между критериями предпочтений заказчика и характеристиками конфигурируемого продукта, что позволяет выразить критерии заказчика в терминах проблемной области и соответственно приблизиться к представлению заказчика о продукте, если этот заказчик не является специалистом в данной области.

Для описания предпочтений заказчика предложено использовать отношения предпочтения, применяемые в моделях принятия решений и теории потребительского выбора. Выявление предпочтений заказчика осуществляется по результатам профилирования этого заказчика на предмет принятия им решений в процессе конфигурирования или приобретения им различных продуктов. Использование

профиля заказчика, во-первых, позволяет отказаться от трудоемкого процесса сравнения экспертами различных наборов продуктов, как это делается в теории потребительского выбора; во-вторых, предоставляет историю выбора заказчиком продуктов для расчета весовых коэффициентов критериев при возникновении проблемы многокритериального выбора; в-третьих, опирается на использование результатов анализа больших объемов данных, что является одним из ключевых требований со стороны цифровой экономики.

Критериями эффективности работы предложенных моделей персонализированного конфигурирования продукта, определения предпочтений заказчика и ранжирования альтернативных конфигураций продукта являются степень удовлетворенности заказчика и время, затрачиваемое на обслуживание заказчика. Модели позволяют повысить степень удовлетворенности заказчика и сократить время обслуживания.

Предложенный подход находится на этапе разработки. На текущий момент имеются следующие ограничения и недоработки. Установка отображений между словарем заказчика и онтологией продукта производится экспертами. В дальнейшем планируется автоматизировать эту процедуру. В частности, за счет использования механизмов отображения онтологий. Также в части установки отображений в данной работе рассмотрены только отображения между эквивалентными понятиями. В перспективе планируется разработать типовые функции, позволяющие строить отображения, являющиеся функциями нескольких понятий. Для проверки подхода на жизнеспособность и с целью получения представления о необходимости возможной доработки требуется тестирование подхода на больших наборах реальных данных.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 16-07-00375, 17-07-00247, 17-07-00248) и бюджетной темы № 0073-2018-0002.

#### Литература

1. Expert systems for configuration at Digital: XCON and beyond / V.E. Barker, D.E. O'Connor, J. Bachant, E. Soloway // Communications of the ACM. – 1989. – Vol. 32, No. 3. – PP. 298–318. – Doi: 10.1145/62065.62067.
2. Mittal S. Dynamic constraint satisfaction problems / S. Mittal, F. Frayman // Proceedings of the eighth National conference on Artificial intelligence. – AAAI, 1990. – Vol. 1. – PP. 25–32.
3. Xie H. Modelling and solving engineering product configuration problems by constraint satisfaction / H. Xie, P. Henderson, M. Kernahan // International Journal of Production Research. – 2005. – Vol. 43, No. 20. – PP. 4455–4469.
4. Wang L. Constraint satisfaction approach on product configuration with cost estimation / L. Wang, W.K. Ng, B. Song // Next-Generation Applied Intelligence. – Berlin etc.: Springer, 2009. – PP 731–740. – (Lecture Notes in Computer Science; Vol. 5579).
5. Wubneh A. Feature transformation from configuration of open-loop mechanisms into linkages with a case study / A. Wubneh, C.K. Au, Y.-S. Ma // Semantic Modeling and In-

teroperability in Product and Process Engineering / Ed. Y.-S. Ma. – London: Springer-Verlag, 2013. – PP. 275–302.

6. Bosch J. Design and use of software architectures: adopting and evolving a product-line approach. – New York: Addison-Wesley, 2000. – 354 p.

7. Automated analysis in feature modelling and product configuration / D. Benavides, A. Felfernig, J.A. Galindo, F. Reinfrank // Safe and Secure Software Reuse. – Berlin etc.: Springer, 2013. – PP. 160–175. – (Lecture Notes in Computer Science; Vol. 7925).

8. Towards a general ontology of configuration / T. Soiminen, J. Tiihonen, T. Männistö, R. Sulonen // Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing. – 1998. – Vol. 12, No. 4. – PP. 357–372. – Doi: 10.1017/S0890060498124083

9. Felfernig A. Conceptual modeling for configuration of mass-customizable products / A. Felfernig, G. Friedrich, D. Jannach // Artificial Intelligence in Engineering. – 2001. – Vol. 15, No. 2. – PP. 165–176.

10. Yang D. Development of a product configuration system with an ontology-based approach / D. Yang, M. Dong, R. Miao // Computer-Aided Design. – 2008. – Vol. 40, Is. 8. – PP. 863–878. – Doi: 10.1016/j.cad.2008.05.004

11. Lee H. Product configuration strategy based on product family similarity // International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering. – 2013. – Vol. 7, No. 8. – PP. 1709–1713.

12. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. – М.: Наука, 1987. – 144 с.

13. Петровский А.Б. Теория принятия решений: университетский учебник. – М.: Академия, 2009. – 400 с.

14. Осипов Г.С. Многокритериальный выбор альтернатив на основе нечеткого отношения предпочтения // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты. – 2016. – № 1. – С. 24–27.

15. Левашова Т.В. Онтологический подход к конфигурированию продуктов операторов сотовой связи для абонентов / Т.В. Левашова, М.П. Пашкин // Научный вестник НГТУ (Новосибирск). – 2016. – Вып. 63, № 2. – С. 99–114.

16. Yeh J.-Y. Parallel genetic algorithms for product configuration management on PC cluster systems / J.-Y. Yeh, T.-H. Wu, J. Chang // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2007. – Vol. 31, Is. 11–12. – PP. 1233–1242.

17. Che Z.-H. Using hybrid genetic algorithms for multi-period product configuration change planning // International Journal of Innovative Computing, Information & Control. – 2010. – Vol. 6, No. 6. – PP. 2781–2785.

18. Dou R. Multi-stage interactive genetic algorithm for collaborative product customization / R. Dou, C. Zong, G. Nan // Knowledge Based Systems. – 2016. – Vol. 92. – PP. 43–54.

19. Schuh G. Identifying preferable product variants using similarity analysis / G. Schuh, M. Riesener, S. Rudolf // Procedia CIRP. – 2014. – Vol. 20. – PP. 38–43.

20. Luce R.D. Games and decisions: introduction and critical surveys / R.D. Luce, R. Howard. – New York: Wiley, 1957. – 740 p.

21. Keeney R.L. Designing win-win financial loan products for consumers and businesses / R.L. Keeney, R.M. Oliver // Journal of the Operational Research Society. – 2005. – Vol. 56. – PP. 1030–1040.

22. Usability guidelines for product recommenders based on example critiquing research / P. Pu, B. Faltings, L. Chen, J. Zhang, P. Viappiani // Recommender systems handbook / Eds. F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, P.B. Kantor. Boston: Springer, 2011. – PP. 511–545.

23. A configuration-based recommender system for supporting e-commerce decisions / M. Scholz, V. Dorner, G. Schryen, A. Benlian // *European Journal of Operational Research*. – 2017. – Vol. 259, Is. 1. – PP. 205–215.

24. Шрейдер Ю.А. Равенство, сходство, порядок. – М.: Наука, 1971. – 256 с.

25. Вэриан Х.Р. Микроэкономика. Промежуточный уровень. Современный подход: учеб. для вузов: пер. с англ.; под ред. Н.Л. Фроловой. – М.: ЮНИТИ, 1997. – 767 с.

26. Чеканский А.Н. Микроэкономика: промежуточный уровень / А.Н. Чеканский, Н.Л. Фролова: учеб. – М.: ИНФРА, 2005. – 684 с.

27. Цифровая Россия: новая реальность / А. Аптеман, В. Калабин, В. Клинецов, Е. Кузнецова, В. Кулагин, И. Ясеновец: отчет. – Digital McKinsey. – 2017. – 134 с.

28. Silverman D. The adviser, Who Knows the Client Best, Wins [Electronic resource]: White Paper. – Capital Preferences Ltd. – 2017. Patent Pending. – Режим доступа: [https://www.onefpa.org/Membership/Documents/CapitalPreferences\\_whitepaper-Advisers-who-know-client-wins\\_Feb2017.pdf](https://www.onefpa.org/Membership/Documents/CapitalPreferences_whitepaper-Advisers-who-know-client-wins_Feb2017.pdf), свободный (дата обращения: 05.03.2018).

29. Рудская Е.Н. Профилирование цифрового клиента: новые форматы интеллектуального анализа данных / Е.Н. Рудская, Ю.Ю. Полтавская // *Молодой учёный*. – 2015. – № 21. – С. 464–471.

30. Батищев Д.И. Методы оптимального проектирования: учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1984. – 248 с.

31. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем / Ю.А. Дубов, С.И. Травкин, В.Н. Якимец. – М.: Наука, 1986. – 296 с.

32. Сафронов В.В. Сравнительная оценка методов «жесткого» ранжирования, справедливого компромисса и равномерной оптимальности в задаче гипервекторного ранжирования систем // *Информационно-управляющие системы*. – 2011. – Вып. 52, № 3. – С. 2–8.

33. OWL Web Ontology Language Overview / Eds. D.L. McGuinness, F. van Harmelen [Electronic resource]: W3C Recommendation. – 10 Feb. 2004. – Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/owl-features/>, свободный (дата обращения: 11.03.2018).

Levashova T., Pashkin M.

### Model for definition of preferred product configuration

The paper proposes an approach to define a product configuration preferred by the customer. The approach uses methods of choice that are based on customer-specific value functions and weight significance. The choice criteria are revealed based on the product ontology model and the results obtained by the customer profiling. These results provide information about the customer decisions in the processes of configuring or purchasing various products. Preference hypothesis accepted in decision making models are used to describe the customer preferences. The approach applicability is illustrated by the problem of a preferred configuration definition for a mobile operator product.

**Keywords:** customized product configuration, preferred configuration, ontology product model, preference hypothesis, mobile operator product.

**doi:** 10.21293/1818-0442-2018-21-2-60-67

### References

1. Barker V.E. O'Connor D.E., Bachant J. Expert systems for configuration at Digital: XCON and beyond. *Communications of the ACM*, 1989, vol. 32, no. 3, pp. 298–318. doi: 10.1145/62065.62067.
2. Mittal S., Frayman F. Dynamic constraint satisfaction problems. *Proceedings of the eighth National conference on Artificial Intelligence*, AAAI, 1990, vol. 1, pp. 25–32.
3. Xie H. Henderson P., Kernahan M. Modelling and solving engineering product configuration problems by constraint satisfaction. *International Journal of Production Research*, 2005, vol. 43, no. 20, pp. 4455–4469.
4. Wang L., Ng W.K., Song B. Constraint satisfaction approach on product configuration with cost estimation. *Next-Generation Applied Intelligence*, 2009. Lecture Notes in Computer Science, vol. 5579, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 731–740.
5. Wubneh A., Au C.K., Ma Y.-S. Feature transformation from configuration of open-loop mechanisms into linkages with a case study. *Semantic Modeling and Interoperability in Product and Process Engineering*, ed. by Y.-S. Ma. London, Springer-Verlag, 2013, pp. 275–302.
6. Bosch J. *Design and use of software architectures: adopting and evolving a product-line approach*. New York, Addison-Wesley, 2000, 354 p.
7. Benavides D., Felfernig A., Galindo J.A., Reinfrank F. Automated analysis in feature modelling and product configuration. *Safe and Secure Software Reuse*, 2013. Lecture Notes in Computer Science, vol. 7925. Berlin London Heidelberg, Springer, pp. 160–175.
8. Soinen T., Tiihonen J., Männistö T., Sulonen R. Towards a general ontology of configuration. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 1998, vol. 12, no. 4, pp. 357–372. doi: 10.1017/S0890060498124083.
9. Felfernig A., Friedrich G., Jannach D. Conceptual modeling for configuration of mass-customizable products. *Artificial Intelligence in Engineering*, 2001, vol. 15, no. 2, pp. 165–176.
10. Yang D., Dong M., Miao R. Development of a product configuration system with an ontology-based approach. *Computer-Aided Design*, 2008, Vol. 40, Is. 8, pp. 863–878. doi: 10.1016/j.cad.2008.05.004.
11. Lee H. Product configuration strategy based on product family similarity. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 2013, vol. 7, no. 8, pp. 1709–1713.

#### Левашова Татьяна Викторовна

Канд. техн. наук, с.н. с. лаб. интегрированных систем автоматизации Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН)

14-я линия, д. 39, г. Санкт-Петербург, Россия, 199178

Тел.: (812-3) 28-80-71, +7-911-708-10-14

Эл. почта: [tatiana.levashova@iiias.spb.su](mailto:tatiana.levashova@iiias.spb.su)

#### Пашкин Михаил Павлович

Канд. техн. наук, с.н.с. лаб. интегрированных систем автоматизации СПИИРАН

14-я линия, д. 39, г. Санкт-Петербург, Россия, 199178

Тел.: (812-3) 28-80-71

Эл. почта: [michaelpashkin@mail.ru](mailto:michaelpashkin@mail.ru)

12. Larichev O.I. *Ob'ektivnye modeli i sub'ektivnye resheniya* [Objective models and subjective decisions]. Moscow, Nauka Publ., 1987, 144 p. (In Russ).
13. Petrovskij A.B. *Teorija prinjatija reshenij* [Decision making theory]: university textbook. Moscow, Academia Publ., 2009, 400 p. (In Russ).
14. Osipov G.S. *Mnogokriterial'nyj vybor al'ternativ na osnove nechetkogo otnoshenija predpochtenija* [Multi-criteria choice of alternatives based on a fuzzy preference relation]. *Razvitie sovremennoj nauki: teoreticheskie i prikladnye aspekty* [Development of modern science: theoretical and applied aspects], 2016, no 1, pp. 24–27. (In Russ).
15. Levashova T.V., Pashkin M.P. [Ontology-based approach to configuring of mobile operator products]. [*Scientific Bulletin of NSTU*] (Novosibirsk), 2016, vol. 63, no 2, pp. 99–114. (In Russ).
16. Yeh J.-Y., Wu T.-H., Chang J. Parallel genetic algorithms for product configuration management on PC cluster systems. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2007, vol. 31, is. 11–12, pp. 1233–1242.
17. Che Z.-H. Using hybrid genetic algorithms for multi-period product configuration change planning. *International Journal of Innovative Computing, Information & Control*, 2010, vol. 6, no. 6, pp. 2781–2785.
18. Dou R., Zong C., Nan G. Multi-stage interactive genetic algorithm for collaborative product customization. *Knowledge Based Systems*, 2016, vol. 92, pp. 43–54.
19. Schuh G., Riesener M., Rudolf S. Identifying preferable product variants using similarity analysis. *Procedia CIRP*, 2014, vol. 20, pp. 38–43.
20. Luce R.D., Howard R. *Games and decisions: introduction and critical surveys*. New York, Wiley, 1957, 740 p.
21. Keeney R.L., Oliver R.M. Designing win-win financial loan products for consumers and businesses. *Journal of the Operational Research Society*, 2005, vol. 56, pp. 1030–1040.
22. Pu P., Faltings B., Chen L., Zhang J., Viappiani P. Usability guidelines for product recommenders based on example critiquing research. *Recommender systems handbook*, eds. by F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, P.B. Kantor. Boston, Springer, 2011, pp. 511–545.
23. Scholz M., Dorner V., Schryen G., Benlian A. A configuration-based recommender system for supporting e-commerce decisions. *European Journal of Operational Research*, 2017, vol. 259, is. 1, pp. 205–215.
24. Shreider Yu.A. *Ravenstvo, shodstvo, porjadok* [Equality, similarity, order]. Moscow, Nauka Publ., 1971, 256 p. (In Russ).
25. Varian H.R. *Intermediate microeconomics: a modern approach*. New York, London, W. W. Norton & Company, 1996 (Russ. ed.: N.L. Frolova. Moscow, UNITI Publ., 1997, 767 p.)
26. Chekanskij A.N., Frolova N.L. *Mikroekonomika: promezhutochnyj uroven* [Intermediate microeconomics]: textbook. Moscow, INFRA Publ., 2005, 684 p. (In Russ).
27. Aptekman A., Kalabin V., Klintsov V., Kuznetsova E., Kulagin V., Jasenovets I. *Tsifrovaja Rossija: novaja real'nost'* [Digital Russia: the new reality]: report. Digital McKinsey, 2017, 134 p. (In Russ).
28. Silverman D. The adviser who knows the client best, wins [Electronic resource]: White Paper. Capital Preferences Ltd., 2017. Patent Pending. Available at: [https://www.onefpa.org/Membership/Documents/CapitalPreferences whitepaper-Advisers-who-know-client-wins\\_Feb2017.pdf](https://www.onefpa.org/Membership/Documents/CapitalPreferences%20whitepaper-Advisers-who-know-client-wins_Feb2017.pdf) (accessed: 5 March 2018).
29. Rudskaja E.N., Poltavskaja Yu.Yu. Profiling of digital client: new formats for intelligent data analysis / E.N. Rudskaja. *Molodoj uchjonj* [Young Scientist], 2015, no. 21, pp. 464–471 (In Russ).
30. Batischev D.I. *Metody optimal'nogo proektirovanija* [Methods of optimal design]: tutorial for universities, Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1984, 248 p. (In Russ).
31. Dubov Yu.A., Travkin S.I., Jakimets V.N. *Mnogokriterial'nye modeli formirovanija i vybora variantov sistem* [Multi-criteria models for formation and selection of system variants], Moscow, Nauka Publ., 1986, 296 p. (In Russ).
32. Safronov V.V. A comparative assessment of the «rigid» ranking method, of the fair compromise, and the uniform optimality methods in the hyper-vector ranking of systems tasks. *Information and Control Systems*, 2011, vol. 52, No 3, pp. 2–8. (In Russ).
33. OWL Web Ontology Language Overview; eds. D.L. McGuinness, F. van Harmelen [Electronic resource]: W3C Recommendation. 10 Feb 2004. Available at: <https://www.w3.org/TR/owl-features/> (accessed: 11 March 2018).

---

**Tatiana V. Levashova**

PhD, Laboratory of computer aided system  
Saint-Petersburg Institute for Informatics and Automation of  
the Russian Academy of Sciences (SPIIRAS)  
39, 14<sup>th</sup> line, St. Petersburg, Russia, 199178  
Phone: (812-3) 28-80-71, +7-911-708-10-14  
Email: tatiana.levashova@iias.spb.su

**Michael P. Pashkin**

PhD, Laboratory of computer aided system SPIIRAS  
39, 14<sup>th</sup> line, St. Petersburg, Russia, 199178  
Phone: (812-3) 28-80-71  
Email: michaelpashkin@mail.ru