

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТОМ В СИСТЕМЕ «ПРОИЗВОДИТЕЛЬ - ПОТРЕБИТЕЛЬ»: РОССИЙСКИЕ ОСОБЕННОСТИ**

**Павлов Н.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет», Санкт-Петербург, Россия (195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29), e-mail: pavlov@kafedrapik.ru*

---

Показана необходимость рассмотрения производителя и потребителя как единой системы, важность развития взаимоотношений «потребитель - производитель» в современных высокودинамичных российских условиях, что позволит через повышение качества продукции обеспечить развитие отечественной промышленности. Приведена структура программных средств управления жизненным циклом продукта. Сделан вывод о недостаточной интеграции в этот инструментарий средств решения маркетинговых задач. Выявлена необходимость интеллектуализации маркетинговой деятельности, в частности – управления продуктом. Проанализирована возможность применения различных средств интеллектуализации: нейронных сетей, деревьев классификации, алгоритмов ограниченного перебора, структурных уравнений и экспертных систем. Рассмотрены проявления положительных и отрицательных сторон этих средств при решении поставленной задачи. Показана целесообразность использования экспертной системы поддержки принятия решений по управлению продуктом. Выявлены особенности применения экспертной системы: необходимость матричного представления, работы с нечеткой и неполной информацией, учет субъективного фактора, интерактивность, адаптивность. Предложены механизмы, позволяющие преодолеть возникающие сложности. Результаты подтверждаются внедренной разработкой подобной системы.

---

Ключевые слова: управление продуктом, экспертная система, интеллектуализация, принятие решений.

## **PRODUCT MANAGEMENT INTELLECTUALIZATION IN THE SYSTEM «PRODUCER – CONSUMER»: RUSSIAN SPECIFICS**

**Pavlov N.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Sankt-Petersburg State Polytechnical University, Sankt-Petersburg, Russia (195251, St. Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29), e-mail: pavlov@kafedrapik.ru*

---

The necessity of considering producer and consumer as a joined system is shown as well as the importance of relations development between producer and consumer. This is especially important in nowadays dynamically changing Russian economic conditions. This will increase the quality of Russian products and hence – lead to development of Russian industry. The structure of computer aided lifecycle support software is shown. It is revealed that instrumentation for solving marketing tasks is not sufficiently integrated in it. The necessity of marketing functions intellectualization and especially – product management is discussed. Several approaches to this problem are considered: neural networks, classification trees, structural equations, restricted search algorithms, structural equations and expert systems. The perceptiveness of expert systems is shown for decision support in product management. Specific features of its implementation are discussed: matrix representation, fuzzy and not full information, subjective factor, interactivity, adaptability. Mechanisms are suggested that help to overcome the difficulties discussed. Results are confirmed by implementation of an expert system built according to the results discussed.

---

Keywords: product management, expert system, intellectualization, decision making

В последние годы, когда преодолеваются последствия кризиса, на первый план вновь выходят проблемы развития отечественного производственного сектора. К сожалению, еще имеется слишком много примеров низкого качества отечественных продуктов. Одна из причин этого – недостаточное использование достижений современного маркетинга.

Многие российские производители еще не могут справиться с удовлетворением возросших требований потребительского рынка. Вступление в ВТО, расширяющее присутствие импортных продуктов, лишь усложняет ситуацию. Помощь государства, как

это уже не раз демонстрировала история, не решает возникших проблем, так что пути успешного развития должны искать сами российские организации.

Современный российский потребитель находится в переходной стадии от дефицита и низкого качества закрытого отечественного рынка к широкому выбору товаров самого разнообразного качества и цен. И та и другая крайности имеют свои минусы. Широта выбора, по мнению ряда авторов, например [2], приводит к снижению удовлетворенности потребителей, которые считают, что выбрали не самое лучшее. Таким образом, в настоящее время ситуация нестабильна, причем состояние потребителей отнюдь не стремится к полному удовлетворению.

Данная статья посвящена особенностям применения интеллектуальных технологий при разработке новых продуктов отечественного производства.

Для лучшего понимания ситуации в рыночном секторе экономики потребителя и производителя следует рассматривать как единую систему. Именно этот подход используется в маркетинге, который, согласно распространенному определению, представляет собой прибыльное для организации удовлетворение потребностей потребителей. В данной статье будет рассматриваться такая система на уровне организации.

Необходимость рассматривать производителя и потребителя как систему обусловлена тем, что благодаря современным информационным технологиям взаимосвязь между потребителем и производителем становится все более тесной. Это уже не только анкетирование или наблюдение покупательского поведения в рамках традиционных маркетинговых исследований. Речь идет сейчас о телекоммуникационном маркетинге, подразумевающим обратную связь от потребителя к производителю, диалог между производителем и потребителем, между покупателем и продавцом.

Сейчас распространено мнение, что маркетинговый подход как изучение системы «производитель - потребитель» появился в России при переходе от социализма к капитализму. Однако еще в советское время в ГОСТ на разработку товаров народного потребления имелось требование соответствия этих товаров потребностям потребителей. К сожалению, тогда не было ни реально действующих механизмов установления такого соответствия, ни механизмов его проверки в выпускаемых продуктах. И тут, действительно, необходимо воспользоваться достижениями зарубежного маркетинга в области управления продуктом.

В настоящее время существует целый спектр программных средств поддержки управления жизненным циклом продукта. Они объединяются термином PLM (Product

Lifecycle Management). В [24] представлена их обобщенная структура, на основе которой сформирована таблица 1.

Таблица 1

Структура программных средств по стадиям жизненного цикла продукта

Стадии жизненного цикла продукта	Система	Тип системы
Маркетинговые исследования	CRM (Customer Relationship Management, система управления взаимоотношений с клиентами)	ERP (Enterprise Resource Planning, планирование и управление ресурсами предприятия)
Проектирование	CAE (Computer Aided Engineering, системы инженерного анализа)	
	CAD (Computer Aided Design, системы автоматизации проектирования)	
Подготовка производства	CAM (Computer Aided Manufacturing, системы автоматизации производства)	
	CAPP (Computer Aided Production Planning, разработка технологических процессов)	
Производство	MPM (Manufacturing Process Management, моделирование и анализ производства изделия)	
	MES (Manufacturing Execution System, исполнительная система производства)	
	SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition, система диспетчерского управления и сбора данных)	
	CNC (Computer Numerical Control, числовое программное управление)	
Эксплуатация	IETM (Interactive Electronic Technical Manual, интерактивные электронные технические руководства)	
Утилизация		

Кроме указанных в таблице 1 средств, существует также ряд вспомогательных систем, представителем которых можно назвать PDM – (Product Data Management, систему управления данными об изделии). Иногда к PLM-средствам добавляются системы электронного документооборота и т.п.

Из приведенной таблицы видно, что основное внимание уделяется производству: его подготовке, технологии, обеспечению, контролю. Маркетинговые исследования, эксплуатация и утилизация поддерживаются как вспомогательные функции. Но для успешной работы в рыночных условиях требуется еще ряд функций.

Управление продуктом по стадиям его жизненного цикла с учетом маркетинговой деятельности, согласно [9], состоит из следующих этапов: определение возможностей разработки нового продукта (исследование внешней и внутренней среды организации; изучение потребителей); разработка идей нового продукта (генерация альтернатив, их оценка и выбор решения); научно-исследовательские работы, заканчивающиеся определением требований к принципам работы нового продукта и технологии его изготовления; разработка концепции нового продукта, главная часть которой – четкая формулировка потребительских выгод; опытно-конструкторские работы, дающие в результате точные характеристики продукта и технологии его изготовления; опытное производство, параллельно с которым проводится тестовый маркетинг; освоение

коммерческого производства; реализация продукта (планирование и осуществление комплекса маркетинга); модификация продукта; его элиминация.

Разнообразие решаемых на каждой стадии задач обуславливает и большое разнообразие используемого инструментария. Более того, даже в рамках отдельно взятой задачи существует целый спектр методов. Их обобщенный перечень приведен в [19]. Во-первых, используются методы наук, изучающих человеческое поведение: психологии, социологии. Во-вторых, используются разнообразные, подчас весьма сложные и специально разработанные для исследований в системе «производитель - потребитель» математические методы. К их числу можно отнести и факторный анализ, и методы измерения отношения, и метод объединенных измерений (совместного анализа), и многомерное шкалирование, и метод структурных уравнений, и целый ряд других методов [5]. В-третьих, большое развитие получили методы искусственного интеллекта. Наконец, используются неформализуемые креативные и экспертные методы. Все эти методы требуют достаточно высокой квалификации исполнителей для их реализации. Причем это обусловлено не только сложностью собственно самого метода, но и, пожалуй, самым важным этапом – выбором метода, адекватного конкретной задаче в конкретной ситуации [9].

В литературе обычно сначала описывается некоторый метод, а потом его применения иллюстрируются примерами. А в обычной деятельности ситуация практически всегда обратна: имеется реальная ситуация, требующая принятия управленческого решения, для которой необходимо выбрать метод разработки этого решения.

И тут оказывается, что практически для решения каждой реальной задачи можно применить целый ряд различных методов, а зачастую – даже различных подходов. Результат будет достигнут с большими или меньшими усилиями. Он будет более или менее близок к оптимальному. Например, идею нового продукта можно создать как интуитивно-творческими методами, такими как метод мозговой атаки или мозгового штурма, метод У. Диснея, более детализированный метод шляп де Боно и т.п., так и логико-систематическими, к числу которых относятся метод анкетирования потребителей о свойствах и характеристиках товара, методы, основанные на морфологическом подходе (морфологический ящик, метод отрицания и конструирования). Описано множество примеров удачного применения каждого из этих методов. В каждой реальной ситуации можно применить практически любой из них. Перечень методов, применяемых при решении различных типовых задач управления продуктом, приведен в [19].

Среди критериев применимости различных методов, безусловно, присутствует субъективный элемент: личные предпочтения и квалификация исполнителей.

Наконец, практически всегда полной информации о ситуации нет. Часто даже непонятно, какая информация нужна для выбора метода принятия решения. Когда метод уже выбран, ситуация до некоторой степени проясняется, так как большинство методов хорошо разработаны и имеется обширная литература по их применению.

Таким образом, выбор метода принятия управленческих решений в системе «производитель - потребитель» – отдельная сложная задача. Она имеет следующие особенности:

- слабая структурированность, то есть невозможность решения задачи по схеме «дано, требуется, метод решения, решение, результат»;
- отсутствие полной информации о ситуации;
- зачастую – неясность того, какая информация нужна;
- неединственность решения;
- различная степень сложности и результативности применения различных методов;
- динамичность объекта исследования: потребителя, производителя и их взаимоотношений;
- влияние субъективного фактора.

Российская специфика данной области состоит еще и в том, что имеется нехватка специалистов достаточной квалификации. Речь здесь идет не о выпускниках вузов, пусть даже получивших обширный багаж знаний, а о работниках, имеющих большой практический опыт. Между тем перечисленные выше типы задач возникают практически в каждой отечественной организации, занимающейся разработкой и производством товаров. Поэтому воспользоваться всем арсеналом достижений мировой науки и практики оказывается практически невозможно в широком масштабе без обобщения и систематизации арсенала современных методов исследований и принятия решений и его адаптации к современным российским условиям. Особенно это касается малых и средних предприятий, не имеющих ни большого штата маркетологов, ни больших средств для заказа исследований и разработок.

Итак, задача состоит в том, чтобы разработать некоторый механизм, который с учетом параметров ситуации и системы предпочтений исполнителей способен осуществить ранжирование методов решения задачи в системе «производитель – потребитель» на основе оценки предпочтительности применения конкретного метода в конкретной ситуации.

Сложность этой задачи такова, что для ее решения следует использовать средства искусственного интеллекта.

Довольно полное перечисление всех методов и средств искусственного интеллекта можно найти в [14]. Среди этих средств наибольшей мощностью, универсальностью и глубиной проработки обладают следующие.

Нейронные сети [10]. Плюсы метода в том, что он основан на обучении. Среди методов обучения более результативен метод обучения «с учителем». Для рассматриваемой системы он состоит в том, что на вход некоторой структуры искусственных нейронов (нейронной сети) поступают значения параметров ситуации. Сеть генерирует решение: меру предпочтительности каждого метода решения возникшей задачи. Наличие «учителя» означает, что для каждой ситуации имеется правильное решение. Если сгенерированное сетью решение не совпадает с правильным, сеть перестраивается по определенным правилам. Постепенно параметры сети делаются таковыми, чтобы все имеющиеся ситуации давали правильное решение. После этого сеть применяют для выработки решений в новых ситуациях.

«За» применение данного метода говорит то, что примеры ситуаций имеются в изобилии. Правильное решение обычно становится очевидным не только при успешном преодолении возникшей проблемы, но и после неудачи. Эти примеры следует лишь обобщить в виде <значения параметров ситуации>→<правильное решение>. Главный плюс здесь в том, что точно знать действительно важные для выбора решения параметры не требуется. Собирают всю имеющуюся информацию, делая допущение, что ее достаточно для принятия правильного решения, хотя способ получения этого решения неизвестен. После обучения нейросеть сама определит важные параметры и их влияние на решение. Пользователю не обязательно знать структуру этого влияния – он лишь получает готовое решение.

С технической точки зрения уровень проработанности метода также высок. В современных программных средствах, например в пакете Statistica, в нескольких последних версиях используются усовершенствованные алгоритмы, позволяющие преодолеть многие сложности, возникающие в процессе обучения сети. Например, изменение параметров происходит не по каждому примеру, а по всей совокупности ситуаций, что делает процесс обучения значительно более стабильным. К тому же современные компьютеры обладают достаточной вычислительной мощностью, чтобы реализовать многослойные сети с большим количеством нейронов, допускающие учет сложности взаимосвязей между переменными. Такие сети обеспечивают гибкую настройку, причем присущая этим сетям нелинейность [10] дает возможность моделировать весьма гибкие и сложные ситуации принятия решений.

«Против» можно привести следующие аргументы. Обучение все-таки не всегда стабильно, требует ряда тонких настроек, опробования различных вариантов построения сетей и способов функционирования нейронов. Методы автоматизации предотвращения остановки в локальных экстремумах, например путем случайного изменения настроек сети,

решают проблему лишь отчасти. Особенно это касается не простейших двоичных решений вида да/нет, а сложных векторных оценок, как для данного случая. Проверить ход получения решения на содержательном уровне практически невозможно. Главный же минус состоит в том, что сеть настраивается на имеющиеся ситуации, и ее поведение в новых ситуациях оказывается плохо предсказуемым. Причем чем лучше сеть настроена на имеющиеся ситуации, тем, как правило, хуже оказывается решение для новых ситуаций. Это объясняется тем, что при выработке решения, с одной стороны, задействованы как важные, так и маловажные параметры, а с другой – решение содержит некоторый элемент случайности и неоднозначности. В результате при так называемой «перетренировке» малозначимые факторы включаются в алгоритм получения решений, что только ухудшает его. В литературе очень часто приводятся примеры предсказания курсов валют, акций и даже побед в соревнованиях. Если при обучении сети учесть все возможные, даже малозначимые параметры, сеть идеально настроится на имеющиеся ситуации, будет различать их правильно. Но благодаря тому, что малозначимые факторы используются для объяснения случайных флуктуаций, решение для новых ситуаций окажется далеко не лучшим. Эта проблема использования нейронных сетей до сих пор не решена, и приходится экспериментальным путем принудительно останавливать обучение, пока в действие не включились малозначимые факторы (следует напомнить, что то, какие факторы значимы, а какие – нет, пользователю заранее неизвестно).

То, что обучение происходит очень медленно (набор ситуаций обычно приходится предъявлять десятки тысяч (!) раз), не столь уж серьезный недостаток, так как настройка сети не является задачей, решаемой в реальном времени.

Деревья классификации [11]. Это метод, который определяет «если - то» правила отнесения ситуации к определенному классу по набору значений измеренных параметров. Например, в типовом случае можно определить, какая группа клиентов банка имеет максимальную вероятность отдать кредит без проблем, а какая – минимальную. Для рассматриваемой системы «производитель - потребитель» придется строить такие деревья для каждого метода, определяя правило максимального предпочтения его использования.

Аргументы «за» аналогичны предыдущему случаю.

«Против» говорит сложность применения метода для ранжирования большого числа альтернативных решений.

Однако метод хорошо работает в целом ряде конкретных задач, например, он очень полезен при сегментировании потребителей нового или существующего товара.

Алгоритмы ограниченного перебора [20] также по своей сути предназначены в первую очередь для дихотомических решений. Их суть заключается в подборе путем перебора

более или менее простых правил, по которым можно классифицировать ситуацию. Метод не получил широкого применения.

Структурные уравнения [23]. Метод позволяет построить линейную модель сложных взаимосвязей между переменными. По замыслу, ожидалось, например, построение статистической модели поведения потребителей, которая могла бы определить на основе данных опросов и тестирования психологических атрибутов потребителей через модель, включающую внутренние ментальные переменные, реальное поведение при покупке. Добавляемый корреляционный и дисперсионный анализ позволяет оценить точность получаемого решения, силу влияния неучтенных факторов. Для применения метода имеется инструментарий, например в статистических пакетах (Statistica 6 и более поздние версии). Однако метод довольно сложен: он требует глубоких знаний статистических расчетов, освоения специального языка. Главный же аргумент против его использования – малое число положительных примеров его применения, даже в системах помощи статистических пакетов, где объясняются его особенности. Для ранжирования методов получения решения маркетинговых задач он малопригоден.

Экспертные системы [12]. Этот метод, с одной стороны, наиболее мощный, а с другой – наиболее субъективный. Для применения экспертных систем должна иметься база фактов. Для проблемы, рассматриваемой в данной работе, это значения параметров ситуации. Например, факт 1: решаемая задача = генерация идеи нового продукта; факт 2: применяемый метод = анкетирование. Кроме этого, имеется база правил, которые в простейшем случае имеют вид «Если факт 1, то факт 2». В более сложном случае факты в если-части правила объединяются с помощью логической операции И. Работа системы заключается в том, что для каждого правила проверяются условия его применения. Так, если имеется факт а, может «сработать» приведенное выше правило, и в базу фактов поступит новый факт: факт b. Затем проверка продолжается на тот случай, если имеется правило, содержащее в правой части факт b. В результате база фактов пополняется новыми фактами. Получаемые факты далеко не всегда очевидны при анализе исходных данных, поэтому можно говорить даже о получении новых знаний.

При такой концептуальной простоте экспертные системы – достаточно мощный инструмент, позволяющий решить задачи довольно большой сложности: поиск неисправности автомобиля, диагностика заболеваний и т.д.

Плюсы таких систем для поставленной проблемы состоят в следующем:

- они воплощают систему человеческих знаний – знаний экспертов;
- они позволяют просматривать используемые при рассуждениях правила, что делает их работу понятной;



- они позволяют вести работу в обратном порядке, от следствия к причине, что позволяет узнать, какая информация нужна для принятия решения;
- в них нетрудно ввести количественные меры, например меру достоверности фактов или предпочтительности альтернатив решений.

На подобные системы возлагались большие надежды, но оптимизм по поводу применения экспертных систем в настоящее время несколько уменьшился.

При реализации подобных систем имеются следующие сложности:

- для реальных применений число правил получается очень большим, и сделать систему правил непротиворечивой сложно: эта система должна быть полной и непротиворечивой;
- такие системы сложно отлаживать, решение о том, что система работоспособна, принимается человеком-экспертом.

Это обусловило некоторое снижение популярности данного метода в последние годы, что обнаруживается при поиске информации на данную тему в информационно-поисковых системах. Видно, что работ последних лет по данной тематике не так уж много. Публикуются сведения о некоторых специальных применениях, например сведения о применении экспертных систем в сельском хозяйстве даны на сайте <http://www.akn-agro.ru>.

Тем не менее с учетом положительных сторон экспертных систем для решения задачи выбора метода управления продуктом предлагается использовать именно экспертные системы. Для уменьшения влияния их отрицательных свойств такие системы должны обладать следующими особенностями.

1. В них должны использоваться нечеткие величины возможности фактов. Например, вышеприведенный факт 2 получит оценку возможности в диапазоне от 0 (невозможно) до 1 (точно имеет место). Возможность исходных фактов отражает неуверенность в имеющейся информации. Для результата работы экспертной системы нечеткие величины возможностей могут быть использованы как мера предпочтительности применения каждого метода к анализируемой ситуации. Это позволяет использовать во всех расчетах единый широко распространенный инструментальный преобразования нечетких величин.

2. Для преодоления сложностей, возникающих из-за большой размерности задачи, предлагается использовать матричное представление правил. Например, правило, позволяющее для конкретной решаемой задачи (определение параметров для анализа внешней среды; генерация идей нового продукта; выбор целевого сегмента и т.д.) выбрать способ получения данных (вторичные данные, опрос, наблюдение и т.д.), также содержит значения возможностей. Они интерпретируются как оценки предпочтительности применения каждого способа сбора данных для каждой из задач. Набор возможностей

представляет собой матрицу, строки которой соответствуют задаче, а столбцы – методам сбора данных.

Начальные значения матриц-правил могут быть сформированы исходя из анализа литературы. Например, в качестве способа получения исходной информации для генерации идей предпочтителен опрос, наблюдения полезны в меньшей степени, а вторичные данные малопригодны. Исходя из этого и задаются соответствующие возможности для способов получения исходных данных для генерации идей: 1, 0,5 и 0,1. Аналогичным образом определяется требуемая точность получения исходных данных. Для начального этапа выбора стратегической зоны хозяйствования или сегмента высокой точности исходных данных не требуется, в отличие от прогноза выпуска продукта при планировании производственных мощностей.

Экспертная система может работать в режиме сбора данных. В этом режиме оператор вводит все известные ему данные в ответ на вопросы системы о значениях всех исходных данных и промежуточных результатах. Работа может осуществляться в пошаговом режиме, что позволяет корректировать работу на этапе настройки. Вводится степень уверенности в значениях каждого параметра. Возможен и ответ «не знаю».

Результат работы – столбец оценок предпочтительности каждого из методов для принятия решения в анализируемой ситуации. Лицо, принимающее решение, делает выбор метода. Это решение может учитываться в изменениях значений матриц преобразований, что приведет к адаптации системы под реальных специалистов реальной организации.

Таким образом, для выбора метода принятия решений по управлению продуктом предлагается использовать нечеткую матричную экспертную систему с возможностью самообучения. Такая система программно реализована и подробно описана в [19].

### Список литературы

1. Галицкая Е.Г., Галицкий Е.Б. Деревья классификации // СоцИс. — 2013. — № 3. — С. 84-88.
2. Галушкин А.И. Нейронные сети. Основы теории. — М. : Горячая линия-Телеком, 2010. — 480 с.
3. Малюх В. PLM для средних и малых предприятий: ниша открыта // isicad.ru: портал САПР, PLM и ERP. — URL: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=15076](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15076).
4. Павлов Н.В. Методы маркетинговых исследований. — СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2011. — 344 с.
5. Остапенко Р.И. Основы структурного моделирования в психологии и педагогике. — Воронеж : ВГПУ, 2012. — 128 с.

6. Павлов Н.В. Содержание и этапы маркетингового управления продуктом // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2009. — № 3. — С. 319-325.
7. Павлов Н.В. Методы и модели маркетинго-ориентированного управления жизненным циклом продукта. — СПб. : Издательство СПбГПУ. — 2011. — 206 с.
8. Рутковский Л. Методы и технологии искусственного интеллекта. — М. : Горячая Линия – Телеком, 2010. — 520 с.
9. Технологии анализа данных : Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. — СПб. : БХВ – Петербург, 2008. — 384 с.
10. Шварц Б. Парадокс выбора. Почему больше значит меньше. — М. : Добрая книга, 2005. — 288 с.

**Рецензенты:**

Кочинев Ю.Ю., д.э.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, г. Санкт-Петербург.

Юрьев В.Н., д.э.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, г. Санкт-Петербург.