

УДК 330.45

ОЦЕНКА УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ БИЗНЕС-ОРГАНИЗАЦИЙ НА ОСНОВЕ ЛОГИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА КЛАССИФИКАЦИИ

Ариничев И.В.*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: iarinichev@gmail.com*

В настоящей статье предлагается оригинальный подход к оценке глобальной удовлетворенности потребителей бизнес-организаций на основе многокритериального анализа. В основу подхода положен механизм машинного обучения, который включает два этапа: обучение и тестирование. Учитывая качественный характер исходной информации был выбран логический алгоритм машинного обучения, основанный на построении классифицирующих бинарных решающих деревьев и позволяющий восстанавливать нелинейные зависимости между целевой переменной и признаками. Логический алгоритм позволяет 1) отнести произвольного потребителя к одному из классов удовлетворенности, предопределенных заранее в зависимости от предпочтений руководства компании; 2) измерить вес/важность каждого критерия и проранжировать их в порядке возрастания значимости; 3) построить диаграмму действий, демонстрирующую сильные и слабые стороны компании по каждому критерию. Предложенная методика доведена до конкретных шагов и проиллюстрирована на численном примере.

Ключевые слова: удовлетворенность клиентов, решающее дерево, алгоритм классификации, машинное обучение

SATISFACTION CONSUMPTION EVALUATION STUDY BUSINESS ORGANIZATION BASED ON THE LOGICAL CLASSIFICATION ALGORITHM

Arinichev I.V.*Kuban State University, Krasnodar, e-mail: iarinichev@gmail.com*

This article presents the original approach to the assessment of global customer satisfaction business organizations on the basis of multi-criteria analysis. The basis of the approach is the mechanism of machine learning, which includes two phases: training and testing. Given the qualitative nature of the initial information has been selected logical machine learning algorithm, based on the construction the classifying binary decision trees and allows to interpolate the non-linear relationship between the target variable and features. Logic algorithm allows 1) include random customer satisfaction to one of the classes predefined in advance, depending on the preferences of the company's management; 2) measure the weight / importance of each criterion and rank them in order of importance; 3) to construct an action diagram of the strengths and weaknesses of the company for each criterion. The proposed method reduced to specific steps and illustrated by a numerical example.

Keywords: satisfaction consumption, decision tree, classification algorithm, machine learning

Измерение удовлетворенности клиентов является одним из наиболее важных вопросов, касающихся коммерческих организаций всех видов. Философия клиентоориентированности современных бизнес-организаций и реализации основных принципов непрерывного совершенствования оправдывает важность оценки и анализа удовлетворенности клиентов. В настоящее время удовлетворенность рассматривается в качестве наиболее надежной характеристики обратной связи потребителя, принимая во внимание, что она эффективно, содержательно и объективно отражает предпочтения и ожидания клиентов. Таким образом, удовлетворенность клиента сегодня может рассматриваться как возможный стандарт качества для любых коммерческих компаний. В то же время невозможно постоянно мотивировать сотрудников компании нематериальными и абстрактными понятиями. По этой причине удовлетворенность должна быть переведена в ряд измеряемых па-

раметров, непосредственно связанных с работой людей, т.е. в фактор, который можно понять и на который можно повлиять. Кроме того, измерение обеспечивает чувство достижения и выполнения цели для всех сотрудников, участвующих в любой стадии процесса обслуживания клиентов, а применение системы измерения поможет выявить потенциальные различия в восприятии качества обслуживания между потребителем и руководством организации бизнеса.

Не останавливаясь подробно на классификации определений, отметим, что существует два основных подхода к потребительской удовлетворенности – как результат и как процесс [1, 6]:

1) первый подход определяет удовлетворенность как конечный результат или состояние в результате опыта потребления продукта или услуги;

2) второй подход подчеркивает восприятие, оценку и психологический процесс, который способствует удовлетворению.



Рис. 1. Иерархическая структура критериев удовлетворенности в магазине быстрого питания

Обширные исследования в рассматриваемой области определили несколько альтернативных подходов к оценке и анализу удовлетворенности с самых разных точек зрения. Эти подходы включают в себя как простейшие количественные инструменты, такие как арифметические средние оценок клиентов по шкале Лайкерта, некоторые виды статистического анализа, включая регрессионный и факторный анализ, модели причинно-следственной связи, поведенческие модели потребителей и другие, так и более продвинутые: такие как мультиномиальная и порядковая регрессия, MUSA-метод [2, 7]. Тем не менее на практике исследователь встречается с рядом ограничений, препятствующих их успешному использованию. Так, некоторые из методов не учитывают качественный характер суждений клиентов, что является исходной информацией для расчетов. Чаще всего опрос клиентов компании производится в виде обычной анкеты, в которой его просят высказать свое суждение по тому или иному критерию (сервис, персонал, расположение организации и т.д.), и оценка может выставляться по качественной порядковой шкале, например от «ужасно» до «великолепно». Другой проблемой является неинтерпретируемость результатов моделирования, т.к. ввиду сложности и громоздкости вычислений в некоторых

методах коэффициенты на выходе становятся непрозрачными и не содержат в себе ясного экономического смысла. Таким образом, успешно справляясь с задачей измерения в одних экономических условиях, данный аналитический метод становится совершенно непригодным для оценки качества в других.

Цель данной работы – предложить способ оценки глобальной удовлетворенности клиентов компании на основе их частных суждений по нескольким критериям, оценить вклад каждого критерия в результат.

Отметим, что количество частных критериев может быть произвольным и определяется на каждом предприятии индивидуально. В рамках данной работы нами были выбраны четыре критерия (персонал, продукт, сервис и доступность) для магазинов «быстрого питания» (рис. 1).

Прежде всего формализуем поставленную задачу. Объектом x из множества всех объектов X в данной задаче будем считать клиента/респондента, пришедшего для обслуживания в данную компанию. Чтобы задать объект, введем его признаковое описание $f_j : x_i \rightarrow D_j$, где $f_j(x_i)$ – удовлетворенность i -го клиента x по j -му частному критерию, $j = 1, 4$. Тогда вектор $(f_1(x), f_2(x), f_3(x), f_4(x))$ задает полное признаковое описание объекта. Степень удовлетворенности будем рассматривать по

следующей порядковой шкале $D = \{\text{«Очень доволен»}, \text{«Доволен»}, \text{«Нейтрален»}, \text{«Недоволен»}, \text{«Очень недоволен»}\}$. Ответы y , которые характеризуют нам глобальную удовлетворенность потребителя и которые, согласно поставленной цели, подлежат определению, будем также считать принадлежащими множеству $Y = D$. В действительности, данная шкала не освобождена от критики и выбрана нами для конкретизации проводимого исследования. В общем случае она может быть выбрана произвольной в соответствии с пожеланиями руководства организации. Например, рассматривая в качестве множества ответов $Y = \{-1, 1\}$ мы получаем задачу классификации, решая которую, можно ответить на вопрос: вернется ли данный клиент еще раз в компанию ($y = 1$) или уже нет ($y = -1$). В нашем примере мы имеем также задачу классификации, но на пять непересекающихся классов.

Чтобы успешно определять глобальную удовлетворенность произвольно выбранного клиента, необходимо рассмотреть два этапа [3, 4].

1. Этап обучения – это этап, на котором по обучающей выборке X^l (выборка признаков описаний объектов для которых заранее известны ответы Y^l) на основе не-

которого метода μ строится алгоритм классификации $a = \mu(X^l \times Y^l)$.

2. Этап применения, на котором построенный на первом этапе алгоритм a классифицирует произвольные объекты, которые не входили в обучающую выборку

Учитывая специфику задачи и качественный характер суждений клиентов, был выбран логический алгоритм классификации степени потребительской удовлетворенности, который представляет собой бинарное дерево (ациклический граф), каждой внутренней вершине $v \in V_{\text{внутр}}$ которого приписан предикат $\beta_v : X \rightarrow \{0, 1\}$, а каждой листовой (терминальной) вершине $v \in V_{\text{лист}}$ – метка класса $c_v \in Y$. В настоящей работе были использованы одномерные предикаты вида $\beta_v(x) = \{x_j \leq \theta_j\}$, где θ_j – некоторое пороговое значение j -го признака объекта.

Бинарный решающий алгоритм стартует из корневой вершины v_0 и вычисляет значение предиката β_{v_0} . Если оно равно нулю, то алгоритм переходит в левую дочернюю вершину, иначе в правую, вычисляет значение предиката в новой вершине и делает переход или влево, или вправо. Процесс продолжается, пока не будет достигнута листовая вершина; алгоритм возвращает тот класс, который приписан этой вершине.

1.	ПРОЦЕДУРА $LearnID3 (S \subseteq X^l)$	
2.	ЕСЛИ $\forall s \in S \Rightarrow y_s = c \in Y$	<i>если все объекты подвыборки лежат в одном классе;</i>
3.	ВЕРНУТЬ $v, c_v = c$	<i>вернуть новую листовую вершину и присвоить ей метку класса;</i>
4.	$\beta = \arg \max_{\beta} I(\beta, S)$	<i>найти предикат с максимальной информативностью;</i>
5.	$S_0 = \{x \in S : \beta(x) = 0\}$ $S_1 = \{x \in S : \beta(x) = 1\}$	<i>разбить выборку на две подвыборки $S = S_0 \cup S_1$ по предикату максимальной информативности β;</i>
6.	ЕСЛИ $S_0 = \emptyset$ ИЛИ $S_1 = \emptyset$	<i>если разбиения не произошло;</i>
7.	ВЕРНУТЬ $v, c_v = c$	<i>вернуть новую листовую вершину, присвоить метку того класса объектов которого больше в подвыборке;</i>
8.	$v : \beta_v = \beta$ $L_v = LearnID3(S_0)$ $R_v = LearnID3(S_1)$	<i>создать новую внутреннюю вершину и поместить в нее предикат; построить левое поддерево; построить правое поддерево;</i>
9.	ВЕРНУТЬ v ;	<i>вернуть решающее дерево;</i>

Рис. 2. Рекурсивная процедура построения решающего бинарного дерева

Для построения решающего дерева в настоящей работе была использована рекурсивная процедура Induction of Decision 3 (LearnID3), псевдокод которой представлен на рис. 2.

Наиболее важным шагом рассмотренного выше алгоритма является поиск предиката с максимальной информативностью. При определении предиката, который бы максимально хорошо выделял бы какую-то группу классов от всех остальных классов, в зависимости от выбора критерия ветвления, возникает большое разнообразие методов построения решающих деревьев.

В настоящей работе был использован наиболее распространённый и часто используемый критерий Джини, показывающий, сколь-

ко пар объектов, лежащих в одном и том же классе, одновременно попадут либо в левую, либо в правую дочернюю вершину дерева (значения предиката на них совпадают):

$$I(\beta, X^l) = \#\{(x_i, x_j) : y_i = y_j, \beta(x_i) = \beta(x_j)\}.$$

Рассмотрим численный пример, демонстрирующий процесс отнесения клиента к одному из классов глобальной удовлетворенности на основании частных критериев (рис. 1). В таблице представлен фрагмент обучающей выборки.

В результате применения процедуры ID3 было построено бинарное решающее дерево (рис. 4), двигаясь из начальной вершины которого любой объект будет отнесён к одному из пяти классов удовлетворенности.

Обучающая выборка для численного эксперимента

Потребитель	Глобальная удовлетворенность	Персонал	Продукт	Сервис	Доступность
1	Очень недоволен	Не доволен	Очень недоволен	Очень недоволен	Очень недоволен
2	Очень недоволен	Очень недоволен	Недоволен	Очень недоволен	Недоволен
3	Недоволен	Недоволен	Недоволен	Недоволен	Очень недоволен
4	Недоволен	Нейтрален	Нейтрален	Недоволен	Недоволен
5	Нейтрален	Нейтрален	Нейтрален	Нейтрален	Нейтрален
6	Доволен	Доволен	Нейтрален	Очень доволен	Доволен
8	Доволен	Недоволен	Очень доволен	Доволен	Доволен
9	Очень доволен	Очень доволен	Доволен	Очень доволен	Доволен
10	Очень доволен	Недоволен	Очень доволен	Очень доволен	Очень доволен

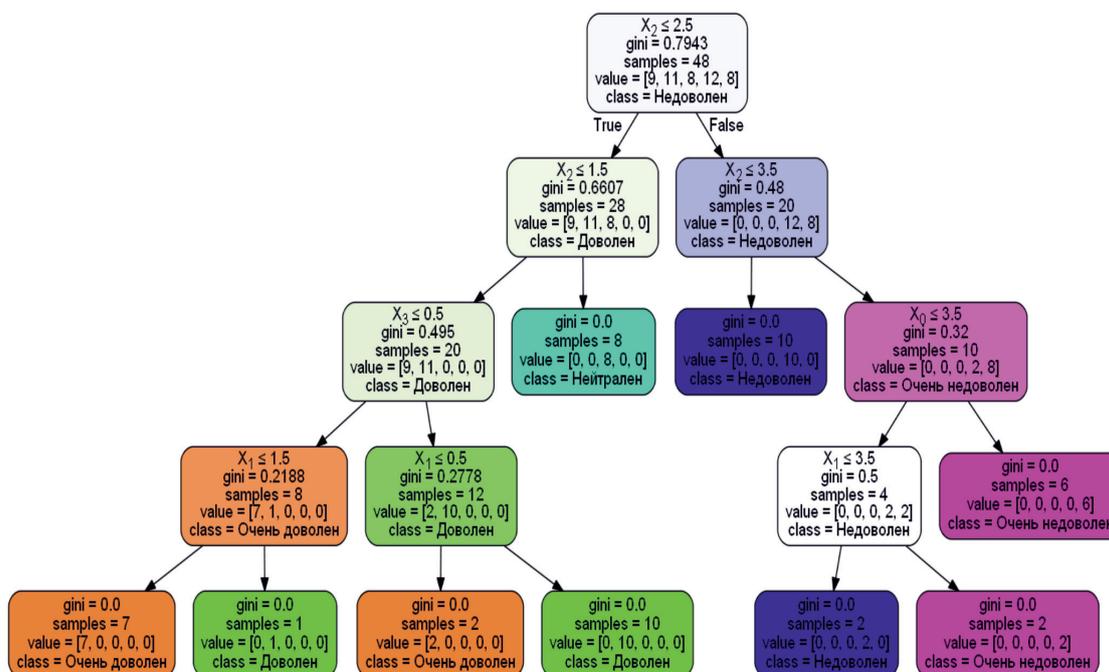


Рис. 3. Решающее бинарное дерево классификации объектов

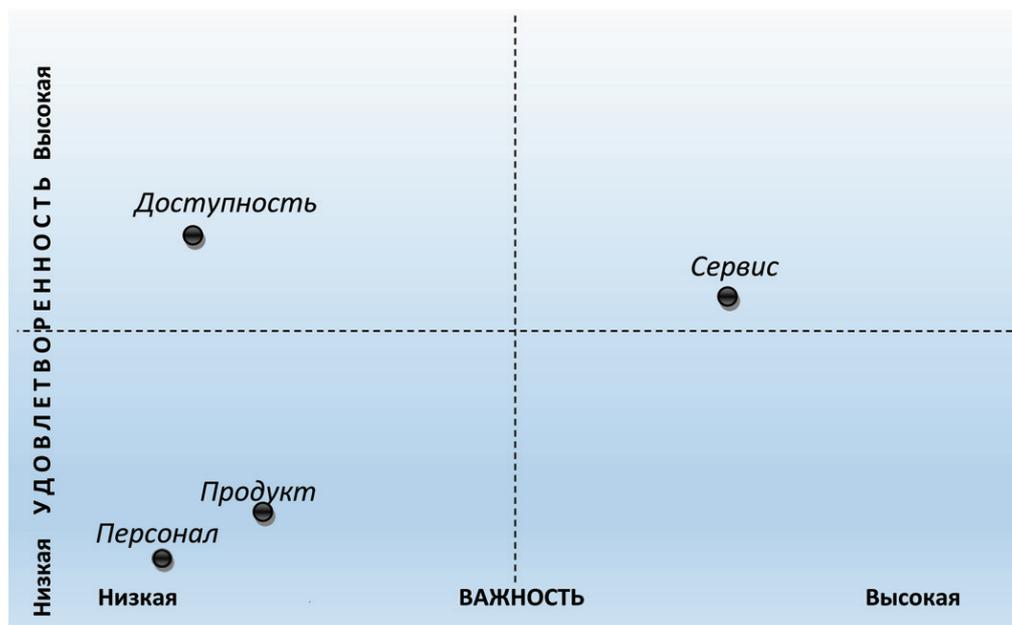


Рис. 4. Диаграмма действий для основных критериев удовлетворенности потребителей

Другая особенность решающих деревьев заключается в том, что они позволяют получать важности (веса) всех используемых признаков, на основе того, насколько улучшился критерий качества благодаря использованию этого признака в вершинах дерева. В настоящем примере важности критериев составили соответственно (0,031; 0,186; 0,656; 0,126).

Оценка норм результативности предприятия, в глобальном масштабе и на критериях удовлетворенности, может быть очень полезной при анализе удовлетворенности клиентов и сравнительного анализа. Средний индекс глобальной удовлетворенности S и частные индексы удовлетворенности S_i используются с этой целью и рассчитываются по следующими формулам:

$$S = \frac{1}{5} \sum_{m=1}^5 p^m y^m, \quad S_i = \frac{1}{5} \sum_{k=1}^5 p_i^k x_i^k, i = \overline{1,4},$$

где y^m – m -ый уровень глобальной удовлетворенности, x_i^k – k -ый уровень удовлетворенности для i -го частного критерия, p^m – частота появления значения y^m в выборке, p_i^k – частота появления значения x_i^k в выборке.

Комбинируя весовые коэффициенты критериев и средние индексы удовлетворенности, может быть построена диаграмма-карта, которая показывает сильные и слабые стороны удовлетворенности клиентов, а также способствует определению необходимых действий для улучшения. Ди-

аграмма делится на четыре квадранта, в зависимости от важности критерия по оси ОХ (высокая/низкая) и средней удовлетворенности по оси ОУ (высокая/низкая), которые могут использоваться для классификации действий:

1) низкая удовлетворенность/низкая важность: как правило, никаких действий со стороны руководства компании не требуется, при условии, что эти размеры удовлетворенности не считаются важными клиентами;

2) высокая удовлетворенность/высокая важность: эта область может быть использована как конкурентное преимущество; именно эти критерии выступают в качестве главных причин, почему клиенты приобретают услуги и остаются довольными;

3) высокая удовлетворенность/низкая важность: учитывая низкую важность, ресурсы компании могут быть использованы в других (более важных) квадрантах;

4) низкая удовлетворенность/высокая важность: критерии попавшие в данный квадрант требуют особого внимания. Усилия по улучшению должны быть сосредоточены на них, чтобы повысить глобальный уровень удовлетворенности.

Диаграмма, соответствующая численному примеру, представлена на рис. 4.

Анализ диаграммы показывает, что ни один из критериев не попал в критическую область (правый нижний квадрант), требующую немедленных усилий по совершен-

ствованию. Тем не менее, если компания желает создать конкурентные преимущества, критерии с наименьшими значениями индексов удовлетворенности должны быть увеличены. В данном случае усилия руководства компании должны быть сосредоточены на предлагаемом сервисе и доступности предлагаемой услуги.

Удовлетворенность клиента представляет собой современный подход к качеству на предприятиях и в организациях и служит развитию подлинно ориентированной на клиента культуры управления. Наличие барометра удовлетворенности клиентов фирмы являются необходимым условием применения основных принципов непрерывного совершенствования компании и концепции общего управления качеством. Таким образом, результаты деятельности компании могут быть оценены по отношению к набору критериев удовлетворенности, которые указывают на сильные и слабые стороны организации бизнеса. На основе результатов численного моделирования в работе предложена методика, позволяющая измерить и проанализировать удовлетворенность потребителей и качество обслуживания клиентов. Методика доведена до конкретных шагов, что позволяет интегрировать ее в общий подход к оцен-

ке качества в бизнес-организациях. Кроме этого, сравнительный анализ результатов моделирования и финансовых показателей (доля рынка, прибыль и т.д.) компании могут помочь при разработке антикризисных бизнес-стратегий.

Список литературы

1. Ариничев И.В. Экономико-математическая модель оценки качества обслуживания потребителей бизнес-организаций / И.В. Ариничев // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 10–3(75–3). – С. 599–604.
2. Ариничев И.В. Количественная оценка потребительской удовлетворенности на основе многокритериального анализа / И.В. Ариничев // Актуальные проблемы экономической теории и практики: Сб. науч. тр. [под ред. профессора В.А. Сидорова]. – 2016. – № 21. – С. 131–140.
3. Воронцов К.В. Математические методы обучения машин по прецедентам (теория обучения машин) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf>.
4. Донской В.И. Алгоритмические модели обучения классификации: обоснование, сравнение, выбор. – Симферополь: ДИАИПИ, 2014. – 228 с.
5. Massnick F. The customer is CEO: How to measure what your customers want – and make sure they get it, AMACOM. – New York, 1997.
6. Dutka A. AMA Handbbook of customer satisfaction: A guide to research, planning, and implementation, NTC Publishing Group. – Illinois, 1995.
7. Siskos Y., Grigoroudis E. Measuring Customer Satisfaction for Various Services Using Multicriteria Analysis. – Springer, 2010.