

VII BÖLMƏ: İCMAL MATERİALLARI

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ В ПРОВЕДЕНИИ  
ИССЛЕДОВАНИЙ МАРКЕТИНГОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

DOI: 10.71447/2413-7235-2025-1-90

**Агшин Ш. Садыгов**

*Азербайджанский Государственный  
Экономический Университет (UNEC),  
Докторант кафедры «Прикладная экономика»  
Э-почта: [agshin.s.sh@gmail.com](mailto:agshin.s.sh@gmail.com)  
ORCID: [0000-0001-9387-2104](https://orcid.org/0000-0001-9387-2104)*

**Резюме**

Несмотря на растущий интерес к использованию математического аппарата в маркетинговых разработках, сегодня его применение относительно ограничено и всё ещё не принято в повседневном принятии маркетинговых решений. До сих пор многие маркетологи упускают эту взаимосвязь или, по крайней мере, необходимость сосредоточиться на данном фокусе при внедрении маркетингового плана. В сложившейся цифровой среде самой большой проблемой остается перевод математических идей в рекомендации и действия, которые могут оказать прямое влияние на формирование и функционирование МК. В статье разработан механизм эффективного взаимодействия экономико-математического инструментария и маркетинговых коммуникаций, представлена «дорожная карта» данного процесса.

**Ключевые слова:** *математический инструментарий, интегрированные маркетинговые коммуникации, цифровые технологии, логистическая регрессия, нейронные сети.*

**ECONOMIC AND MATHEMATICAL APPARATUS IN MARKETING  
COMMUNICATIONS RESEARCH**

**Agshin S. Sadigov**

*Azerbaijan State University of Economics (UNEC),  
Doctoral student of the Department of Applied Economics  
E-mail: [agshin.s.sh@gmail.com](mailto:agshin.s.sh@gmail.com)  
ORCID: [0000-0001-9387-2104](https://orcid.org/0000-0001-9387-2104)*

**Summary**

Despite growing interest in the use of mathematical tools in marketing development, its application is relatively limited and still not widely accepted in everyday marketing decision-making. Many marketers still overlook this connection, or at least the need to focus on it when implementing a marketing plan. In the current digital environment, the greatest challenge remains translating mathematical ideas into recommendations and actions that can directly influence the formation and functioning of marketing plans. This article develops a mechanism for the effective interaction of economic and mathematical tools and marketing communications, presenting a roadmap for this process.

**Keywords:** *mathematical tools, integrated marketing communications, digital technologies, logistic regression, neural networks.*

## MARKETİNQ KOMMUNİKASIYA TƏDQİQATLARIN APARILIŞINDA İQTİSADI-RİYAZI APARAT

**Aqşin Ş. Sadıqov**

*Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti (UNEC),*

*Tətbiqi İqtisadiyyat kafedrasının doktorantı*

*E-mail: [agshin.s.sh@gmail.com](mailto:agshin.s.sh@gmail.com)*

*ORCID: 0000-0001-9387-2104*

### **Xülasə**

Marketinqin inkişafında riyazi vasitələrin istifadəsinə artan marağın olmasına baxmayaraq, onun tətbiqi nisbətən məhduddur və gündəlik marketinq qərarlarının qəbul edilməsində hələ də geniş qəbul edilmir. Bir çox marketinq mütəxəssisi hələ də bu əlaqəni və ya heç olmasa marketinq planını həyata keçirərkən ona diqqət yetirmək ehtiyacını gözdən keçirir. Hazırkı rəqəmsal mühitdə ən böyük çətinlik riyazi ideyaları marketinq planlarının formalaşmasına və fəaliyyətinə birbaşa təsir göstərə biləcək tövsiyələrə və hərəkətlərə çevirməkdir. Bu məqalədə iqtisadi və riyazi vasitələrin və marketinq kommunikasiyalarının effektiv qarşılıqlı təsiri mexanizmi işlənilib hazırlanmışdır və bu proses üçün yol xəritəsi təqdim olunur.

**Açar sözlər:** *riyazi alətlər, integrasiya olunmuş marketinq kommunikasiyaları, rəqəmsal texnologiyalar, logistik reqressiya, neyron şəbəkələri.*

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях наблюдается прогрессивное влияние математики на все аспекты повседневной жизни, в том числе и на маркетинг. Различные исследования описывают использование известными иностранными компаниями передовых математических методов для больших объемов данных в целях оптимизации своих маркетинговых действий (Ayres, 2008; Bramorski, 2013; Wu et al., 2021), демонстрируют применение ими множественной аналитики для создания реального конкурентного преимущества (Davenport, Harris, 2017), представляют практический взгляд на современный ландшафт математического маркетинга (Maech, 2009), констатируют рождение нового поколения математиков, способных управлять информацией о маркетинговой эффективности (Baker, 2008).

Подобные подходы вызвали настоящий интерес к использованию математического аппарата в маркетинговых разработках. Однако сегодня его применение все еще относительно ограничено и пока ещё не принято в повседневном принятии маркетинговых решений. До сих пор многие маркетологи упускают эту взаимосвязь или, по крайней мере, необходимость сосредоточиться на данном фокусе при внедрении маркетингового плана. Почти 4 из 10 респондентов опроса заявили, что не используют аналитические инструменты, потому что не понимают, как использовать аналитику для улучшения бизнеса (Donaway, 2014). Только 15% исследований осуществляют эконометрическое моделирование для определения эффектов маркетинговых мероприятий и повседневного принятия маркетинговых решений (Les, Field, 2007). Цитата «Вы не можете управлять тем, что не измеряете», ставшая знаменитой благодаря эксперту по управлению бизнесом Питеру Друкеру, напоминает о важности регулярного отслеживания данных с помощью математических инструментов, сбалансированного подхода к измерению, что может помочь маркетологам с течением времени увидеть и измерить любые изменения, найти корреляции вокруг определенных событий, а также определить влияние различных уровней маркетинговых усилий, вклад отдельных элементов маркетингового комплекса и степени их воздействия на общие бизнес-результаты (Bates, 2024). Именно этими факторами обусловлено наше стремление к раскрытию специфики использования математического аппарата при исследовании маркетинговых коммуникаций.

### 1. Использование математического инструментария в маркетинговых разработках

Следует отметить, что в настоящее время более традиционные методы эконометрики дополняются новыми средствами интеллектуального анализа данных, которые стали возможны благодаря постоянно растущей вычислительной мощности, собирающей огромные объемы данных, а также разработкам в области машинного обучения и искусственного интеллекта. В набор инструментов математического маркетинга добавились такие набравшие популярность эконометрические методы, как деревья решений, нейронные сети, регрессионные модели, генетические алгоритмы, математическое таргетирование и т.д. (Berry, Linoff, 2008). Растущая доступность огромных объемов Web-аналитики и цифровых данных в режиме реального времени, расширение способов применения к ним математики позволяют мгновенно получать данные о действенности маркетинговых коммуникаций, и в аналогичном режиме осуществлять цифровую оптимизацию их эффективности и номенклатурного микса, обеспечивать более широкий взгляд на разворачивающийся маркетинговый ландшафт в соответствии с новыми требованиями (например, активностью новых цифровых технологий, социальных сетей и т.п.). Как верно, с нашей точки зрения, было подмечено, цифровые математические инструменты получили невероятный рост в маркетинге: «Цифровые технологии действительно усилили революцию в математическом маркетинге, поставив его на стероиды» (Maech, 2009).

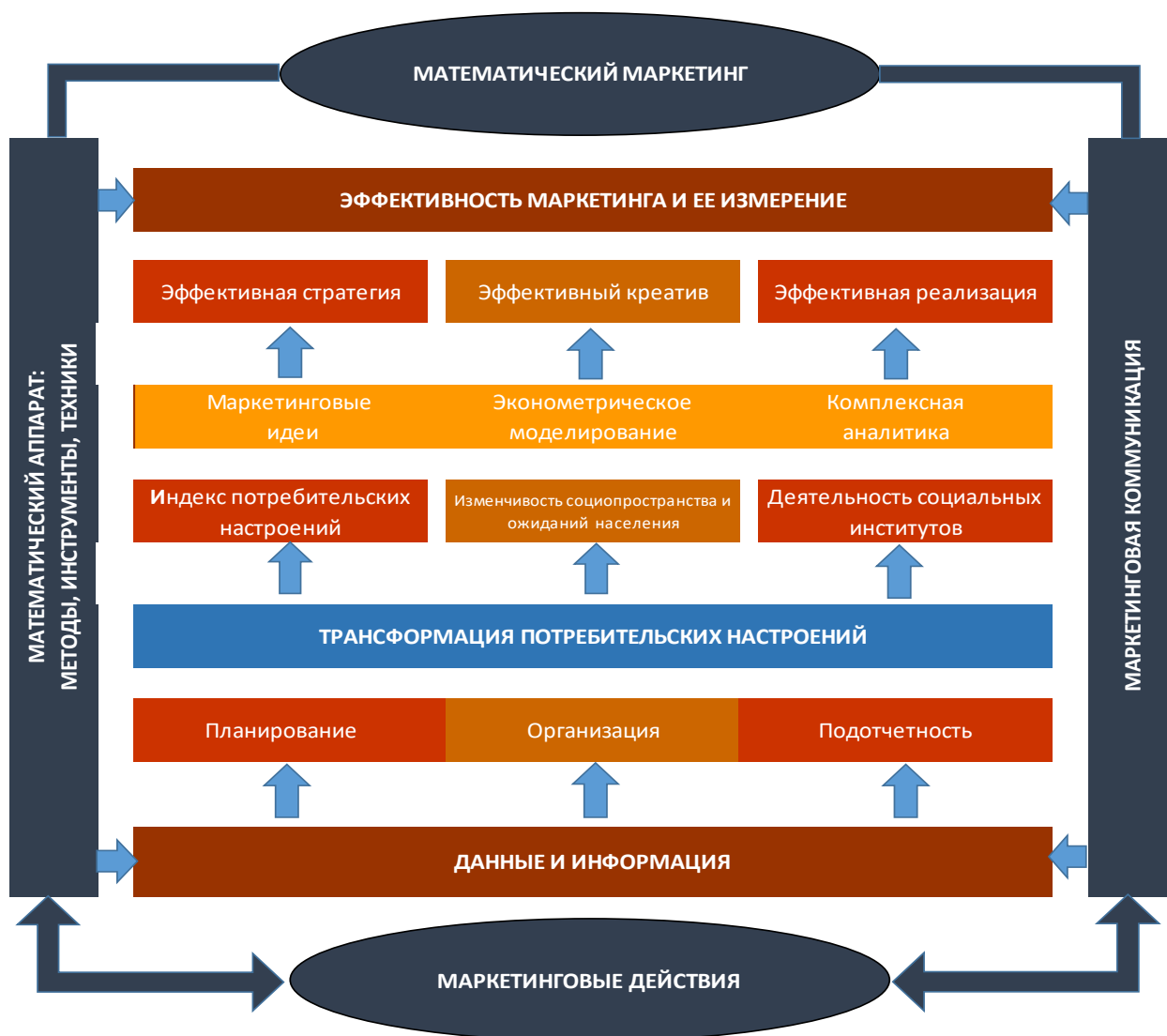
В сложившейся цифровой среде самой большой проблемой остается перевод математических

идей в рекомендации и действия, которые могут оказать прямое влияние на формирование и функционирование маркетинговых коммуникаций. Для того, чтобы превратить математический инструментарий в детонатор повышения эффективности работы маркетинговых коммуникаций, необходимо:

- во-первых, обеспечивать математически инструментами рост подотчетности осуществляемых маркетинговых действий, что позволит установить их влияние на конечный бизнес-результат и пути оптимизации этого воздействия;
- во-вторых, раскрывать ценные замыслы потребителей, которые можно превратить в подпитывающий будущий рост мощные маркетинговые идеи.

Механизм эффективного взаимодействия математического инструментария и маркетинговых коммуникаций графически иллюстрируется на рисунке 1 (Разработано автором на основе: Bramorski, 2013, с. 25-27; Donaway, 2014; Maex, 2009, с. 10, 16; Wu et al., 2021).

*Рис. 1. Дорожная карта эффективного взаимодействия математического аппарата с маркетинговыми коммуникациями*



В качестве основных драйверов данной концептуальной схемы выступают следующие

рамочные макроблоки: с одной стороны, маркетинговые коммуникации и математический аппарат («вертикальные рамки»), а с другой – математический маркетинг и маркетинговые действия («горизонтальные рамки»). Их эффективное взаимодействие в решающей степени зависит от таких микроблоков, как «эффективность маркетинга и её измерение» (1-ый микроблок), «трансформация потребительских настроений» (2-ой микроблок) и «данные и информация» (3-ий микроблок). Каждому из них присущи свои составляющие звенья. Например, для первого микроблока ключевыми являются такие связки, как «эффективная стратегия» – «маркетинговые действия», «эффективный креатив» – «эконометрическое моделирование», «эффективная реализация» – «комплексная аналитика». Второй микроблок – узловой неэкономический фактор данного взаимодействия – согласно нашей версии, предполагает всесторонний, кумулятивный учет «индекса потребительских настроений», «изменчивости социологического пространства и ожиданий населения», а также «деятельности социальных институтов». Для третьего микроблока характерна системная связь с такими важными рычагами эффективного маркетинга, как «планирование – организация – подотчётность». Представленная концептуальная схема механизма эффективного взаимодействия математического инструментария и маркетинговых коммуникаций в значительной мере раскрывает алгоритм построения настоящей модели в контексте отраслевой специфики и возможный целевых ограничений.

**Интегрированные маркетинговые коммуникации:  
интерактивные альтернативы**

Международная практика свидетельствует, что благодаря эффективным каналам маркетинговых коммуникаций в ведущих фирмах различных отраслей растут продажи, а использование систем управления потребительской базой способствуют не только увеличению лояльности потребителей, но и обеспечивают существенный рост доходов от прямых продаж (Архангельская, 2018, с. 25-32).

Необходимость проведения и рационализации маркетинговых коммуникаций отображается статистическими данными различных аналитических центров (Таблица 1) (Составлена автором на основе: Brodeur-Johnson, Pilecki, 2024; Brookes, 2021; Consumer Decision Journey..., 2024; Customer Loyalty Index..., 2024; Digital Marketing Statistics..., 2024; Duncan, 2016; E-mail Marketing Revenue..., 2024; E-mail Marketing ROI..., 2024; E-mail marketing worldwide..., 2024; McKinsey&Company..., 2021; Hruska, J., & Maresova, 2020; Marketing Personalization..., 2022; Moller, 2022; Percy, 2023; Pilecki, 2023; Shankar et al., 2021; The 2023 State..., 2024; The Shocking Cost..., 2017; US Ad..., 2024; What Contact..., 2023).

*Таблица 1. Развитие и изучение интегрированных маркетинговых коммуникаций (ИМК) в американских фирмах*

<b>Экономические индикаторы</b>	
Годовые убытки фирм США в результате плохого качества ИМК, млрд. долл.	62
Выручка от email-маркетинга в 2021 году, млн. долл.	200
Ежегодное увеличение затрат на email-маркетинг, млн. долл.	1,0
Окупаемость инвестиций в email-маркетинг (средняя величина)	60,0
Удельный вес проанкетированных предпринимателей, намеревающихся повысить затраты на email-маркетинг, %	95
<b>Мониторинг лояльности</b>	
Удельный вес потребителей, готовых рекомендовать своим близким и деловым партнёрам коммуницировать с фирмами, среди общего числа удовлетворённых контактами с ними, %	69
Удельный вес потребителей, готовых тратить в среднем на 13% больше в фирмах, которые, по их мнению, обеспечивают превосходное обслуживание клиентов, %	70
Удельный вес потребителей, которые стали бы пользоваться услугами фирм чаще, среди общего	

числа удовлетворённых контактами с ними, %	50
Удельный вес потребителей, готовых принять меры в случае ненадлежащего сервиса со стороны фирм, %	93
Удельный вес потребителей в США, переходящих на другой сервис из-за ненадлежащего обслуживания, %	44
Удельный вес потребителей, окончательно отказавшихся от услуг фирм, среди общего числа неудовлетворённых, %	58
Доля клиентов, поменявших фирму хотя бы 1-2 раза за последний год, %	89
Доля клиентов, которые после негативного опыта коммуникации с фирмами будут рекомендовать друзьям не пользоваться их услугами в деловых целях, %	49
Доля клиентов, которые после негативного опыта коммуникации с фирмами готовы опубликовать отрицательный отзыв об этом в Интернете или социальных сетях, %, в том числе в возрасте 25-34 лет, %	34 59
Превышение издержек среднестатистического лояльного потребителя над ценой его первоначальной покупки, %	13
<b>Изучение каналов ИМК</b>	
Удельный вес адресатов email-рассылок, открывающих сообщения от фирм, %	90
Удельный вес потребителей, предпочитающих связываться с фирмами по телефону, %	59
Удельный вес потребителей, считающих телефон наиболее эффективным способом быстрой коммуникации с фирмами, %	75
Удельный вес потребителей, раздражающихся при отсутствии немедленного коммуницирования с реальным человеком, %	53
Удельный вес адресатов email-рассылок, совершающих одну (и более) покупку за год благодаря полученному рекламному уведомлению, %	60
Рост расходов потребителей, получающих электронные сообщения, %	91
Рост объёма заказов потребителей, получающих электронные сообщения, %	50
Рост количества покупок потребителей, получающих электронные сообщения, %	30
Увеличение частоты кликов в персонализированных рассылках, %	20
Усиление преобразований от персонализированных рассылок, %	20
Удельный вес получателей купонов и скидок, применяющих их в течение последующего семидневного периода, %	80
Удельный вес клиентов, настаивающих о необходимости для любимых фирм активного инвестирования в ИМК по email-рассылкам, %	40
Удельный вес маркетологов, у которых отсутствует какая-либо политика по применению email-рассылок, %	50
Удельный вес МК, обеспеченных телефонным сервисом, %	80
Усиление оттока потребителей, не имеющих обратной связи в ИМК посредством виртуальных платформ, %	20

Представленные здесь тренды обуславливают объективную злободневность применения систем управления потребительским кластером, оптимизации интегрированных маркетинговых коммуникаций и инвестиционных ресурсов в проецировании поведенческих действий потребителей.

Системы управления потребительской средой и модели прогнозирования интегрированных маркетинговых коммуникаций активно применяются в средних и крупных компаниях (Борушко, 2012, с. 35-41). Их внедрение способствует увеличению удельного веса откликов на маркетинговые действия, росту прибыльности маркетинговых компаний, повышению лояльности потребителей и стоимости потребительской базы, а также эффективности каналов интегрированных маркетинговых коммуникаций.

В качестве альтернативного вида интегрированных маркетинговых коммуникаций используют интерактивный маркетинг, реализующийся посредством взаимодействия через сайт в сети Интернет. Его использование дает возможность для дистанционного принятия заказа, обращения за разъяснением, подготовки оперативного отчета, получения доступа к большому массиву информационных ресурсов.

Интерактивные интегрированные маркетинговые коммуникации способствуют повышению лояльности потребителей, снижению затрат на сервис, связанный с принятием потока обращений. При наличии огромного клиентского массива, его полный охват маркетинговыми предложениями является дорогостоящим и нерациональным. Следует отыскать такую целевую аудиторию, которая с максимальной вероятностью отзовется на маркетинговое уведомление.

К числу наиболее важных методов таких интегрированных маркетинговых коммуникаций относятся сегментирование рынка и скоринг. Проведенный нами анализ иностранной литературы позволяет сформулировать преобладающие трактовки этих дефиниций. Так, сегментирование рынка определяется как процесс выделения групп клиентов с дифференцированными свойствами спроса для расширения спектра маркетинговой деятельности и четкой адаптации товара к рыночным условиям. А суть скоринга заключается в установлении возможности позитивного контакта с потребителем по базе скоринговой модели. Важными элементами сегментирования являются дерево решений и нейронные сети, а инструментами скоринга – логистическая регрессия и ROC-анализ.

Дерево решений целесообразно применять при характеристике реального потребителя. Оно служит отражением порядка вынесения решений на основе классификации, где каждому отдельно взятому промежуточному звену соответствует достоверное требование и способ решения (Карасева, Митрофанов, 2022, с. 695-697; Quinlan, 1986). Промежуточное звено традиционно представляет собой элементарный подход, позволяющий перейти к очередному звену (Рисунок 3.2) (Ломакин и др., 2016; Янкова, Дудкина, 2016; Lipyanina et al., 2020; Sabaitytė et al., 2019; Xia, 2014).

*Рис. 2. Варианты выбора посредством дерева решений*



В современных условиях формирование маркетинговой политики на основе построения дерева решений получило мощный импульс. Решаемые на этой основе задачи можно консолидировать в следующие три блока:

1 – описание информации; 2 – классификация; 3 – регрессия.

Что касается создания дерева решений, то его можно выразить следующим алгоритмом. В частности, имеется обучающая выборка  $T$ , включающая множество фирм, каждый из которых имеет  $m$  атрибутов. Один из этих атрибутов показывает отношение фирм к одному из подсистем. В ряде работ, например, (Quinlan, 1986), смысл создания дерева решений отражается посредством обозначения подсистемы множеством в соответствии с формулой:

$$C = \{C_1, \dots, C_k\}$$

В таком случае:

- А. Т включает параметры, относящиеся к одной подсистеме  $C_i$ .
- В. Т не включает вариантов, т.е. является незначимым множеством.
- С. Т включает образцы разных систем.

В реалии фактически каждый из наиболее популярных алгоритмов конструирования «древа» решений является «ненасытным»: когда отображен один характерный признак, по которому осуществляется фрагментация, алгоритм не воспроизводит прежний атрибут, чтобы совершенствовать это разделение. Следовательно, подобные алгоритмы не способствуют оптимальному распределению.

Применение дерева решений для планирования интегрированных маркетинговых коммуникаций является паллиативным по следующим мотивам:

**А.** Создание идеального дерева решений подразумевает NP-полную задачу.<sup>1</sup> С учётом существования множества потребителей и признаков, создание оптимального дерева и истолкование его сути является проблематичной задачей.

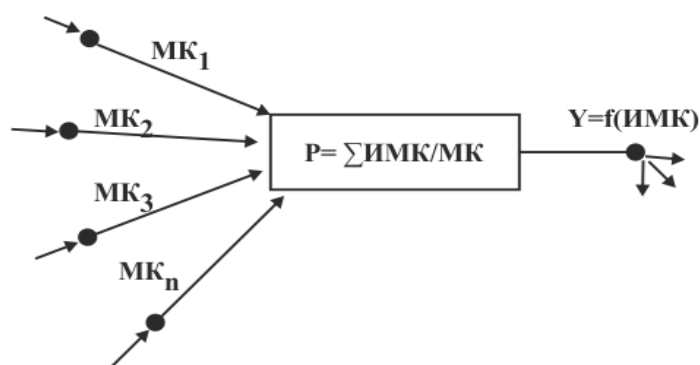
**В.** Приемы формирования деревьев решений нацелены на постоянное обновление, что не дает возможность строить устойчивую модель трансформации интегрированной маркетинговой коммуникации.

**С.** В действительности, приходится работать с дискретными переменными, что сужает ареал их применения.

### Нейронные сети в системе интегрированной маркетинговой коммуникации

В процессе исследования интегрированной маркетинговой коммуникации используется также модель нейронной сети, представляющая собой трансформирование информации, что проиллюстрировано на рисунке 3.3. [Бурашникова, 2019; Калиновская, 2020; Любецкий, 2015; Шах, 2017, с. 111-115].

**Рис. 3.** Блок-схема математической модели нейрона в системе интегрированной маркетинговой коммуникации



Данные, обретенные нейроном, агрегируются с весовыми коэффициентами  $w_i$  для любого внешнего индикатора  $x_i$ ,  $i=1, \dots, n$ , где  $n$  – масштабность зоны поступающих сигналов. Потенциал действия нейрона определяется по следующей формуле (Wang et al., 2012, с. 3306; Yousef et al., 2020):

---

<sup>1</sup> Задача называется NP (недетерминированной полиномиальной), если ее решение можно угадать и проверить за полиномиальное время. Недетерминированность означает, что для угадывания не используется какое-либо конкретное правило. Если задача является NP и все другие задачи NP сводятся к ней за полиномиальное время, задача является NP-полной [269].

$$P = \sum_{i=1}^n w_i x_i$$

Исходный сигнал нейрона трансформируется с помощью передаточной функции  $f(P)$ . В этом случае тип функции  $f(P)$  задается в трёх вариациях, как иллюстрируется на рисунке 3.4. (Добровольская, 2019; Зиннуров, 2018, с. 182-185; Шорохова, 2006).

**Рис. 3.4.** Функции трансфера нейронов:  
а) линейная; в) ступенчатая; с) сигмоидальная



В качестве передаточных функций в искусственных нейронах применяются предельные функции, которые и являются математической моделью нейронов. В свою очередь, предельная функция воспроизводит сигнал в том случае, когда он выходит за пределы порогового уровня. Применение этого вида функции в системе интегрированной маркетинговой коммуникации, хотя и связано с определенными сложностями (например, потерей гибкости нейронной сети и интенсивности выходного сигнала нейронов), но имеет определенную перспективу.

Позитивным моментом применения линейной функции выступает ее способность к дифференцированию, что допускает снижение удельного веса погрешностей выходных сигналов сети интегрированных маркетинговых коммуникаций. В то же время часто применяется сигмоидальная передаточная функция, которая представляет собой нечто среднее между линейным и ступенчатым вариантом, а также стабильно моделирует работу нейрона [Андрейчиков, Андрейчикова, 2004, с. 99; Diyanova, 2019, с. 30-32; Musayeva, 2022]:

$$Y = \frac{1}{1 + e^{-kP}}$$

Коэффициент  $k$  обуславливает стремительность перехода: чем он больше, тем сигмоидальная функция ближе к предельной, а если меньше – то к линейной. В отличие от двух последних функций, сигмоидальная является дифференцируемой и лишена разрывов, что, по нашему мнению, представляет особый интерес для исследования интегрированной маркетинговой коммуникации.

При реализации конкретной задачи по созданию нейронной сети в системе интегрированной маркетинговой коммуникации следует принять решение о типе передаточной функции, ее параметрам, числу нейронов и количеству пластов (в том числе скрытых). В настоящем исследовании нами используется ступенчатая функция. Вместе с тем, как свидетельствует практика, в процессе построения нейронных сетей неминуемо сталкиваешься с определенными проблемными вопросами, затрудняющих их применение в системе интегрированных маркетинговых коммуникаций. В их числе выделяются нижеследующие проблемы (Достоинства и недостатки..., 2023; Ильин, 2017, с. 65-70; Galushkin, 2007, с. 43-52, 305-319; Livingstone et al., 1997, с. 135-142):

- Подходы к конструированию нейронных сетей приводят к многозначным маркетинговым решениям, в числе которых могут быть ошибочные и неэффективные.
- В режиме реального времени применение нейронных сетей в маркетинговых целях крайне затруднительно из-за длительности временных задач на их подготовку.
- В отдельных случаях использование нейронных сетей приводит к неопределенным ситуациям, что приводит к непоследовательности при разработке алгоритма решения маркетинговых задач.
- Моделирование маркетинговых коммуникаций на основе нейронных сетей обуславливает необходимость многократной настройки внутренних компонентов модели и их взаимосвязи.
- Непредсказуемость действий разработанной нейронной сети сопровождаемая большими рисками в процессе их применения для управления высокобюджетными маркетинговыми коммуникациями.
- При реализации крупных маркетинговых задач доступность значительной части коммерческих проектов применения нейронных сетей (например, в виде громадных интегральных схем) является ограниченной.
- Отсутствие интерпретируемости и объяснимости выходных данных и решений нейронных сетей, что может создать серьёзные сложности для приложений, требующих прозрачности, подотчетности и доверия при реализации маркетинговых задач.
- Для достижения высокого уровня точности и обобщений нейронным сетям необходимы огромные объёмы данных и вычислительных ресурсов, что делает их развёртывание в системе ИМК весьма дорогим и трудоёмким.
- Уязвимость нейронных сетей к тонким возмущениям и изменениям входных данных может привести к получению неверных или необъективных результатов, что чревато серьёзными последствиями для приложений, полагающихся на точное и последовательное распознавание (например, биометрическую аутентификацию) при реализации маркетинговых решений.
- Сложность обобщения и переноса знаний и навыков нейронных сетей на новые маркетинговые задачи ограничивает их способность адаптироваться к изменяющимся, разнообразным средам и сценариям, что существенно снижает уровень универсальности и эффективности этих сетей в системе ИМК.

#### **Логистическая регрессия в диагностике реакции потребителей на маркетинговые предложения**

Значимое место в методах исследования интегрированной маркетинговой коммуникации занимает логистическая регрессия, использование которой в диагностике отзыва потребителей на маркетинговые предложения более продуктивно, т.к. она способствует осуществлению двоичного отзыва в виде непрерывной функции.

Отметим, что всякая регрессионная модель оформляется формулой (Стрижов, 2008; Chen et al., 2011, с. 139-154; Fahrmeir, 2021, с. 23-84):

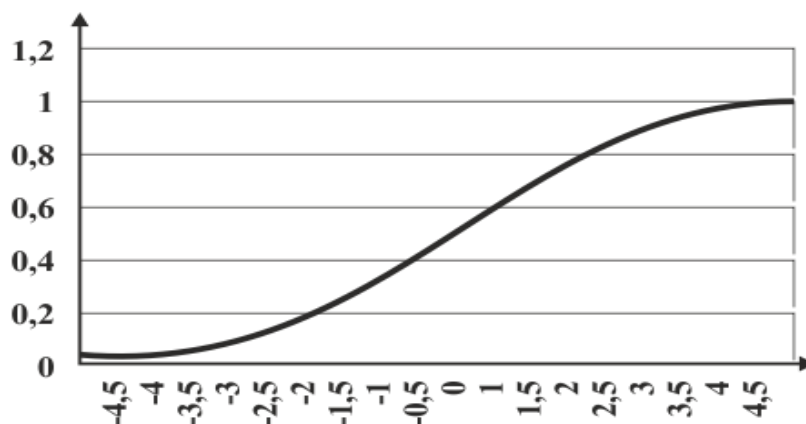
$$y = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Теоретически множественную линейную регрессию можно применять для моделирования двоичного отзыва. В частности, если потребитель откликнулся на интегрированную маркетинговую коммуникацию, то значение данной переменной на фазе обучения будет равняться 1, или – нулю. В то же время сформированная регрессионная модель в обязательном порядке станет отражением значения вероятности отзыва,  $<0$  и  $>1$ .

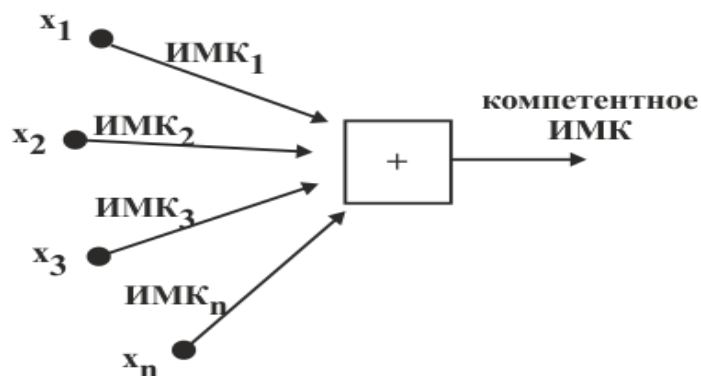
Блок-схема логистической функции, отражающая сигмоиду интегрированной маркетинговой коммуникации, представлена на рисунке 3.5. (Арланцев, Попов, 2001; Голубкова, 2023;

Литовченко, Шкурупская, 2015; Романов, Полякова, 2011, с. 118-121).

*Рис. 3.5. Логистическая кривая интегрированной маркетинговой коммуникации*



Логистическую регрессию также можно рассматривать в качестве однопластовой нейронной сети, в которой активация отображается в виде сигмоиды (Рисунок 3.6). (Логистическая регрессия и ROC-анализ..., 2020; Логистическая регрессия с мышлением..., 2021; Основы нейронной сети..., 2022).



*Рис. 3.6. Логистическая регрессия в виде нейронной сети в системе интегрированных маркетинговых коммуникаций (ИМК)*

Для анализа уровня двоичной классификации целесообразно проведение ROC-анализа (Леонов, 2009; Fawcett, 2006, с. 861-874; Flach, 2016, с. 1109-1116; Majnik, Bosnić, 2013, с. 531-558; Metz, 1978, с. 283-298; Wixted et al., 2017, с. 343-351). В данном исследовании была предпринята попытка формально отразить график этой системы в интегрированных маркетинговых коммуникациях по отраслям торговли и общественного питания (Рисунок 3.7), а также платных услуг (Рисунок 3.8) и туризма (Рисунок 3.9) (Как интерпретировать...; Логистическая регрессия и ROC-анализ, 2020; Fawcett, 2004).

*Рис. 3.7. ROC-кривая в системе интегрированной маркетинговой коммуникации по торговле и общественному питанию*



Рис. 3.8. Сравнение ROC-кривых системы интегрированной маркетинговой коммуникации по платным услугам

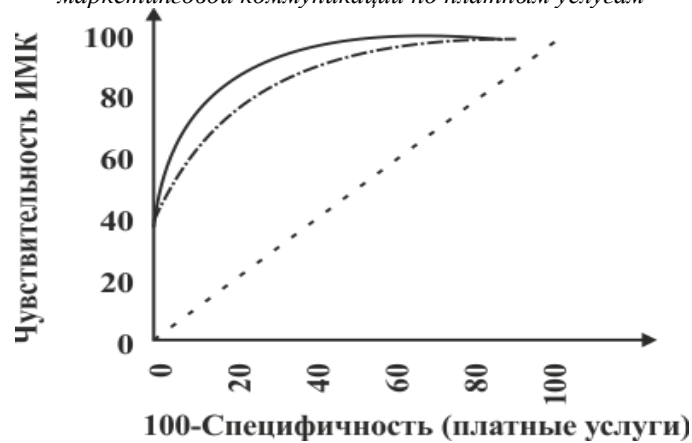
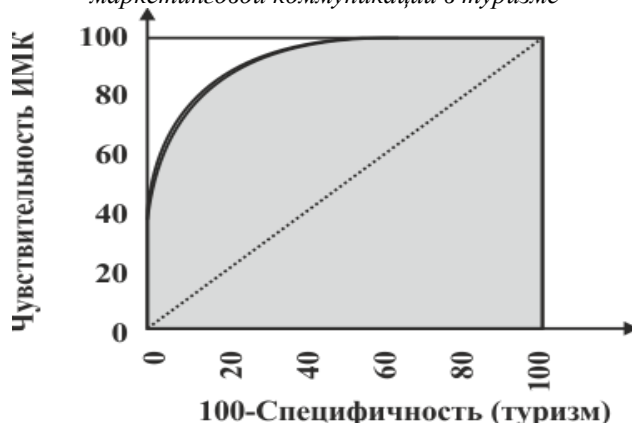


Рис. 3.9. Площадь под ROC-кривой системы интегрированной маркетинговой коммуникации в туризме



При диагностике интегрированных маркетинговых коммуникаций применяются относительные индикаторы (Таблица 3.2) (Голубкова, 2023, с. 49-63; Курес, 2021, с. 426-434):

Таблица 3.2. Относительные индикаторы, используемые при диагностике интегрированной маркетинговой коммуникации

İндикаторы	Формулы
TPR – удельный вес позитивных классификаций:	$TPR = \frac{TP}{TP + FN} \cdot 100\%$
FPR – удельный вес ложно позитивных классификаций:	$FPR = \frac{FP}{TN + FP} \cdot 100\%$
PPV – вероятность позитивного исхода при позитивной классификации:	$PPV = \frac{TP}{TP + FP}$
$S_e$ – чувствительность: удельный вес позитивно классифицированных случаев:	$S_e = TPR = \frac{TP}{TP + FN} \cdot 100\%$
$S_p$ – специфичность: удельный вес негативных классификаций и примеров:	$S_p = \frac{TN}{TN + FP} \cdot 100\%$

На практике используется множество формальных критериев для отбора предела отсечения. В случае с анализом маркетинговой коммуникации задается минимальная вероятность отклика (PPV) и максимальная чувствительность ( $S_e$ ).

Логистическая регрессия ввиду своей элементарности относительно других видов моделей не всегда дает объективные и точные результаты. Вместе с тем последние положительно интерпретируемы и имеют высокий уровень надежности. С учетом безцикличности величины, прогнозируемой логистической регрессией, данный механизм представляется наиболее приемлемым для прогнозирования вероятности двоичного отзыва в маркетинговой коммуникации и её интегрированной модели.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В сложившейся цифровой среде самой большой проблемой остается перевод математических идей в рекомендации и действия, которые могут оказать прямое влияние на формирование и функционирование маркетинговых коммуникаций. Для того, чтобы превратить математический инструментарий в детонатор повышения эффективности работы маркетинговых коммуникаций, необходимо:

- во-первых, обеспечивать математически инструментами рост подотчетности осуществляемых маркетинговых действий, что позволит установить их влияние на конечный бизнес-результат и пути оптимизации этого воздействия;
- во-вторых, раскрывать ценные замыслы потребителей, которые можно превратить в подпитывающий будущий рост мощные маркетинговые идеи.

В качестве основных драйверов разработанного автором концептуальной схемы эффективного взаимодействия математического инструментария и маркетинговых коммуникаций выступают следующие рамочные макроблоки: с одной стороны, маркетинговые коммуникации и математический аппарат («вертикальные рамки»), а с другой – математический маркетинг и маркетинговые действия («горизонтальные рамки»). Их эффективное взаимодействие в решающей степени зависит от таких микроблоков, как «эффективность маркетинга и её измерение» (1-ый микроблок), «трансформация потребительских настроений» (2-ой микроблок) и «данные и информация» (3-ий микроблок). Каждому из них присущи свои составляющие звенья. Например, для первого микроблока ключевыми являются такие связи, как «эффективная стратегия» – «маркетинговые действия», «эффективный креатив» – «эконометрическое моделирование», «эффективная реализация» – «комплексная аналитика». Второй микроблок – узловой неэкономический фактор данного взаимодействия – согласно

нашей версии, предполагает всесторонний, кумулятивный учет «индекса потребительских настроений», «изменчивости социологического пространства и ожиданий населения», а также «деятельности социальных институтов». Для третьего микроблока характерна системная связь с такими важными рычагами эффективного маркетинга, как «планирование – организация – подотчётность». Представленная концептуальная схема механизма эффективного взаимодействия математического инструментария и маркетинговых коммуникаций в значительной мере раскрывает алгоритм построения настоящей модели в контексте отраслевой специфики и возможных целевых ограничений.

С помощью математического аппарата маркетинговые коммуникации способны формализоваться в определенной форме. С этой целью предлагается использовать такие методы, как “дерево решений”, “нейронная сеть”, “ROC-анализ”.

По первому методу можно, на наш взгляд, выбрать три варианта:

- относящийся к единой системе интегрированных маркетинговых коммуникаций;
- состоящий из нескольких множеств маркетинговых коммуникаций;
- складывающийся из разных классов маркетинговых коммуникаций.

По второму методу возможно выбрать варианты выборки между линейными, ступенчатыми и сигмоидальными маркетинговыми коммуникациями.

И, наконец, по третьему – варианты составления графиков интегрированных маркетинговых коммуникаций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Андрейчиков, А.В., Андрейчикова, О.Н. Интеллектуальные информационные системы. Москва: Финансы и статистика, 2004. 424 с.
2. Арланцев, А., Попов, Е. Синергизм коммуникационного инструментария // Маркетинг в России и за рубежом, 2001, № 1. С. 3-22.
3. Архангельская, И.Б. Интегрированные маркетинговые коммуникации. Москва: ИЦ РИОР, 2018. 319 с.
4. Борушко, И.В. Маркетинговые коммуникации. Минск: БГТУ, 2012. 307 с.
5. Бурашникова, Д. Нейронные сети и маркетинг // Блог Witget.com. 2019. URL: <http://witget.com/blog/nejronnye-seti-i-marketing/>
6. Голубкова, Е.Н. Интегрированные маркетинговые коммуникации. 3-е изд. Москва: Юрайт, 2023. 363 с.
7. Добровольская, Н.Ю. и др. Применение технологии нейронных сетей при решении некоторых задач маркетинга // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования, 2019, № 1 (35). С. 89-93.
8. Достоинства и недостатки нейронных сетей. Bewave. 27 февраля 2023. URL: <https://bewave.ru/blog/dostoinstva-i-nedostatki-neyronnykh-setey/>
9. Зиннуров, У.Г. Разработка маркетинговой стратегии предприятия с применением аппарата нейронных сетей // Управление экономикой: методы, модели, технологии: Материалы XVIII Международной научной конференции (18-20 октября 2018 г.). Уфа – Красноусольск: УГАТУ, 2018. 395 с.
10. Ильин, И. В. Анализ недостатков искусственных нейронных сетей и методов их минимизации // Научно-практические исследования, 2017, № 7. С. 65-70.

11. Как интерпретировать кривую ROC (с примерами). URL: <https://www.codecamp.ru/blog/interpret-roc-curve/>
12. Калиновская, И.Н. Практические пути применения нейронных сетей в когнитивном маркетинге // Экономика. Управление. Инновации, 2020, № 1 (7). С. 61-65.
13. Карасева, Т.С., Митрофанов, С.А. Деревья решений как инструмент принятия решений в условиях цифровой экономики // Цифровая трансформация экономических систем: проблемы и перспективы (ЭКОПРОМ-2022): сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции с зарубежным участием (11–12 ноября 2022 г). Санкт-Петербург, 2022. 819 с.
14. Леонов, В.П. Основные понятия ROC-анализа. Лекции. 2009. 47 с.
15. Литовченко, И.Л., Шкурупская, И.А. Оценка синергетического эффекта от применения интегрированных маркетинговых коммуникаций // Экономика Украины, 2015, №. 5. С. 29-39.
16. Логистическая регрессия и ROC-анализ – математический аппарат. 20 января 2020 г. URL: <https://loginom.ru/blog/logistic-regression-roc-auc/>
17. Логистическая регрессия с мышлением нейронной сети. 2021. URL: <https://digitrain.ru/articles/64195/>
18. Ломакин, Н.И., Телятникова, В.С., Нестерова, А. Использование нейронной сети “дерево решений” для поддержки принятия управленческих решений // Политика современных социально-экономических систем, 2016. С. 278-283.
19. Любецкий, П.Б. Использование нейронной сети при формировании маркетинговой сети предприятия / Актуальные проблемы информационных технологий, электроники и радиотехники – 2015: материалы Всероссийской молодежной школы семинара (25-29 декабря 2015 г.). Таганрог: НОЦ ЗИС КТ ЮФУ, 2015. С. 378-381.
20. Основы нейронной сети – логистическая регрессия + реализация кейса. 2022. URL: <https://russianblogs.com/article/421613349/>
21. Романов, А.А., Полякова, О.В. Использование механизмов маркетинговых коммуникаций в управлении спросом // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика, 2011, №. 2. С. 111-123.
22. Стрижов, В.В. Методы индуктивного порождения регрессионных моделей. Москва: ВЦ РАН. 2008. 55 с.
23. Шах, А. В. Применение моделей нейронных сетей в маркетинговой деятельности // Молодежь для науки и экономики: разработки и перспективы: сборник научных статей VI международного форума молодых ученых (1-2 июня 2017 г.). Гомель. – Новая Гута: БТ-ЭУПК, 2017. 340 с.
24. Шорохова, И.С. Использование методов нейронных сетей в разработке корпоративных маркетинговых стратегий // Экономическое развитие в современном мире: ВТО и процессы экономической интеграции, 2006, №. 3. С. 180-183.
25. Янкова, А.С., Дудкина, А.В. Формирование маркетинговой стратегии на основе анализа микроокружения и построения дерева решений. Минск: Белорусско-Российский университет, 2014.
26. Ayres, I. Super Crunchers: Why Thinking-by-Numbers Is the New Way to Be Smart. New York: Bantam Dell -Random House Publishing Group, 2008. 308 p.
27. Baker, S. The Numerati. Boston – New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2008. 256 p.
28. Bates, K. You Can't Manage What You Don't Measure. mTRIGGER. February 4, 2024. URL: <https://www.mtrigger.com/you-cant-manage-what-you-dont-measure/>

29. Berry, M.J.A., Linoff, G.S. Mastering Data Mining: The Art and Science of Customer Relationship Management. Wiley India Pvt. Limited, 2008. 512 p.
30. Bramorski, T. Using Mathematical Programming for Marketing Plan Optimization. Journal of Business Case Studies, 2013, Vol. 9, No. 1. P. 23-33.
31. Brodeur-Johnson, D., Pilecki, M. How Employee Experience Drives Customer Loyalty. Forrester. April 8, 2024. URL: <https://www.forrester.com/report/how-employee-experience-drives-customer-loyalty/RES180753/>
32. Brookes, N. The multibillion dollar cost of poor customer service [INFOGRAPHIC]. NewVoiceMedia. July 16, 2021. URL: <https://www.vonage.ca/en/resources/articles/the-multibillion-dollar-cost-of-poor-customer-service-infographic/>
33. Chen, J., Arjun K., Gupta, A.K. Regression Models. In: Parametric Statistical Change Point Analysis. Birkhäuser Boston, MA. 2011. XIII, 273 p. doi:10.1007/978-0-8176-4801-5
34. Consumer Decision Journey: What It Is and How to Use it. Indeed Editorial Team. August 18, 2024. URL: <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/consumer-decision-journey#:~:text=The%20consumer%20decision%20journey%2C%20or,marketers%20can%20influence%20these%20decisions/>
35. Customer Loyalty Index 2024: Global. Emarsys. September 2024. 26 p. URL: <https://emarsys.com/learn/white-papers/customer-loyalty-index-2024-global/>
36. Davenport, T., Harris, J. Competing on Analytics, Updated, with a New Introduction: The New Science of Winning. Boston: Harvard Business School Press, 2017. 320 p.
37. Digital Marketing Statistics 2024. Responsifu. 2024. URL: <https://www.responsify.com/digital-marketing-statistics/>
38. Diyanova, S.N., Guba, E.N., Guseva, M.V., Popova, T.S. Strategies and innovations in modern trade marketing. International Journal of Economics and Business Administration, 2019, Vol. VII, Special Iss. 1. P. 494-500.
39. Donaway, M. The Case for Mathematics in Marketing. Measurement & Analytics. October 22, 2014. URL: <https://www.branddrivendigital.com/the-case-for-mathematics-in-marketing/>
40. Duncan, E., Fanderl, H., Maechler, N., & Neher, K. Customer experience: Creating value through transforming customer journeys. McKinsey & Company. Number 1, January 2016. 87 p. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/public%20and%20social%20sector/our%20insights/customer%20experience/creating%20value%20through%20transforming%20customer%20journeys.pdf/>
41. E-mail Marketing Revenue Worldwide 2022-2032. Statista. April 24, 2024.
42. Email Marketing ROI: What leads to better returns? Litmus. 2024. 14 p. URL: [https://www.litmus.com/wp-content/uploads/2021/07/CMOs-Guide-to-Email-ROI.pdf?utm\\_campaign=wc-2021-07-cmo\\_guide\\_to\\_email\\_roi-insights\\_followup&utm\\_source=email/](https://www.litmus.com/wp-content/uploads/2021/07/CMOs-Guide-to-Email-ROI.pdf?utm_campaign=wc-2021-07-cmo_guide_to_email_roi-insights_followup&utm_source=email/)
43. E-mail Marketing Worldwide – Statistics & Facts. Statista. April 30, 2024.
44. Fahrmeir, L., Kneib, T., Lang, S., Marx B.D. Regression: Models, Methods and Applications. Berlin: Springer, 2021. xx,746 p. doi:10.1007/978-3-662-63882-8
45. Fawcett, T. An introduction to ROC analysis. Pattern recognition letters, 2006, Vol. 27, Iss. 8. Pp. 861-874.
46. Fawcett, T. ROC graphs: Notes and practical considerations for researchers // Machine learning, 2004, Vol. 31, Iss 1. P. 1-38.
47. Flach, P.A. ROC analysis. In Encyclopedia of machine learning and data mining. New York: Springer, 2016 xvii, 1335. doi:10.1007/978-1-4899-7687-1

48. Galushkin, A.I. Neural networks theory. Berlin: Springer, 2007. xx, 396 p. URL: doi:10.1007/978-3-540-48125-6
49. Hruska, J., & Maresova, P. (2020). Use of social media platforms among adults in the United States – behavior on social media. *Societies*, 10(1), 27. 14 p. doi:10.3390/soc10010027/
50. Kupec, V. A New Concept of the Marketing Communications Diagnostic Audit // *Marketing Identity*, 2021, Vol. 9, Iss. 1. P. 426-434.
51. Les, B., Field, P. *Marketing in the Era of Accountability*. IPA dataMINE, World Advertising Research Center, 2007. 128 p.
52. Lipyana, H., Sachenko, A., Lendyuk, T., Nadvynychny, S., Grodskyi, S. Decision tree based targeting model of customer interaction with business page // *CMIS*, 2020. P. 1001-1012. doi: 10.15240/tul/001/2019-1-014
53. Livingstone, D. J., Manallack, D. T., & Tetko, I. V. (1997). Data modelling with neural networks: Advantages and limitations. *Journal of computer-aided molecular design*, 11, p. 135-142.
54. Maex, D. *Math Marketing: The New Landscape of Marketing Analytics*. New York: Ogilvy & Mather. 2009. 22 p.
55. Majnik, M., Bosnić, Z. ROC analysis of classifiers in machine learning: A survey. *Intelligent data analysis*, 2013, Vol. 17, Iss. 3. Pp. 531-558.
56. *Marketing Personalization in the United States*. Statista. 2022. 37 p.
57. McKinsey&Company. Enhancing customer experience in the digital age. November 16, 2021. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/growth-marketing-and-sales/our-insights/enhancing-customer-experience-in-the-digital-age/>
58. Metz, C.E. Basic principles of ROC analysis. In *Seminars in nuclear medicine*, 1978, Vol. 8, No. 4. Pp. 283-298.
59. Moller, M. The ROI of Email Marketing [Infographic]. Litmus. January 9, 2022. URL: <https://www.litmus.com/blog/infographic-the-roi-of-email-marketing/>
60. Musayeva, S. Ways to Organize and Develop Marketing Research in the Labor Market // *Science and innovation*, 2022, T. 1, №. A5. P. 99-105.
61. Percy L. *Strategic Integrated Marketing Communications*. 4<sup>th</sup> Edition. London: Routledge, 2023. xiv, 308 p.
62. Pilecki, M. The Loyalty Services Landscape, Q3 2023. Forrester. August 16<sup>th</sup>, 2023. URL: <https://www.forrester.com/report/the-loyalty-services-landscape-q3-2023/RES179728/>
63. Quinlan, J.R. *Induction of Decision Trees* // *Machine Learning*, 1986, Vol. 1. Pp. 81-106.
64. Sabaitytė J., Davidavičienė V., Straková J., Raudeliūnienė J. Decision tree modelling of E-consumers' preferences for internet marketing communication tools during browsing // *E+M. Ekonomie a Management*, 2019, Vol. XXII, Iss. 1. P. 206-221.
65. Shankar, V., Grewal, D., Sunder, S., Fossen, B., Peters, K., & Agarwal, A. Digital marketing communication in global marketplaces: A review of extant research, future directions, and potential approaches // *International Journal of Research in Marketing*, 2022, Vol. 39, Iss. 2. Pp. 541-565.
66. The 2023 State of Email Report. Cambridge: Litmus. 2024. 20 p. URL: <https://www.litmus.com/resources/state-of-email-2023/>
67. The Shocking Cost of Poor Customer Service [Infographic]. Medium. August 21, 2017. URL: <https://medium.com/@rainretail/the-shocking-cost-of-poor-customer-service-infographic-dd851d260079/>
68. US Ad Spending by Industry 2024. EMARKETER. September 23, 2024. URL: <https://www.emarketer.com/content/us-ad-spending-by-industry-2024/>

69. Wang, T., Wu, D.J., Coates, A., & Ng, A.Y. End-to-end Text Recognition with Convolutional Neural Networks. In Proceedings of the 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR2012) (pp. 3304-3308). IEEE. 2012. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6460871/>
70. What Contact Centers are Doing Right Now: How do you compare? A Call Centre Helper Research Paper. CallCentreHelper.Com, 2023. 60 p. URL: <https://www.callcentrehelper.com/images/resources/2023/2023-what-contact-centres-are-doing-right-now-survey-final.pdf/>
71. Wixted, J.T., Mickes, L., Wetmore, S.A., Gronlund, S.D., Neuschatz, J.S. ROC analysis in theory and practice. Journal of Applied Research in Memory and Cognition, 2017, Vol. 6, Iss. 3. Pp. 343-351.
72. Wu, J., Shi, L., Xu, G., Yuan, Y-H., Tsai, S-B., Hao, W., Jiang, J. Using the Mathematical Model on Precision Marketing with Online Transaction Data Computing. Mathematical Problems in Engineering, 2021. 7 p. doi:10.1155/2021/5539300
73. Xia Z. Research on users marketing strategy based on decision tree // Applied Mechanics and Materials, 2014, Vol. 687. P. 4926-4929.