

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Д. В. Семенова¹

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Пермь, Россия)

УДК: 159.93, 334.01

doi: 10.55959/MSU0130-0105-6-59-2-12

НЕЙРОЭКОНОМИКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ГОТОВНОСТИ ПЛАТИТЬ НА РЫНКЕ ШОКОЛАДА²

В данном исследовании рассматривается концепция готовности платить в контексте нейроэкономического подхода. В качестве дополнительного фактора, влияющего на готовность потребителя платить за пищевые продукты (в частности, шоколад), автор предлагает включить когнитивный нейро-отклик. Для этого автор сначала теоретически обосновывает необходимость включения дополнительного фактора в перечень потенциальных предикторов готовности платить и систематизирует нейроэкономические исследования с точки зрения применяемых нейрометрик и отдельных зон головного мозга, задействованных при принятии решения о готовности платить. Далее автор проводит серию нейроэкономических экспериментов с использованием электроэнцефалографии и эмпирически анализирует нейрометрики, которые играют значимую роль в принятии решений о готовности платить. Данные экспериментов далее используются автором для регрессионного и факторного анализа, чтобы оценить готовность потребителей платить за шоколад. Полученные результаты демонстрируют значимость когнитивного нейро-отклика и активности фронтальной зоны головного мозга в процессе принятия решения о готовности платить. Таким образом, основной вклад данного исследования заключается в улучшении понимания того, как мозговая активность может быть дополнительным фактором готовности платить, а также в демонстрации способа увеличения объясняющей способности модели оценки готовности платить за шоколад. Результаты данной работы могут быть полезны исследователям, практикам, производителям и маркетологам шоколадных продуктов, а также потребителям шоколада для разработки эффективных стратегий маркетинга и принятия осознанных решений о готовности платить.

Ключевые слова: готовность платить, нейроэкономика, ЭЭГ, экспериментальная экономика, рынок шоколада.

¹ Семенова Дарья Владимировна — аспирант, младший научный сотрудник Центра когнитивных нейронаук, стажер-исследователь Международной лаборатории экономики нематериальных активов, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; e-mail: DVTeterina@hse.ru, ORCID: 0000-0001-7589-6321.

² Статья подготовлена в ходе проведения исследования в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

© Семенова Дарья Владимировна, 2024 

Цитировать статью: Семенова, Д. В. (2024). Нейроэкономика принятия решения о готовности платить на рынке шоколада. *Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика*, 59(2), 264–290. <https://doi.org/10.55959/MSU0130-0105-6-59-2-12>.

D. V. Semenova

HSE University (Perm, Russia)

JEL: D12, D87, D91

NEUROECONOMICS OF DECISION-MAKING ON CHOCOLATE MARKET¹

This study examines the concept of willingness to pay in the context of neuroeconomic approach. As an additional factor influencing consumer's willingness to pay for food products (in particular, chocolate), the author proposes to include a cognitive neuro-response. For this aim, the author first theoretically substantiates the need to include an additional factor in the list of potential predictors of willingness to pay and systematizes neuroeconomic research in terms of neurometrics used and individual brain areas involved in making decisions about willingness to pay. The author then conducts neuroeconomic experiments using electroencephalography and empirically analyzes neurometrics that play a significant role in decision-making on willingness to pay. The experimental data are further used for regression and factor analyzes to assess consumers' willingness to pay for chocolate. The results obtained demonstrate the importance of cognitive neuro-response and activity of the frontal zone of the brain in the process of deciding about willingness to pay. Thus, the main contribution of this study is to improve the understanding of how brain activity may be an additional predictor of willingness to pay, and to demonstrate a way to increase the explanatory power of the willingness-to-pay model for chocolate. The results of this work may be used by researchers, practitioners, manufacturers and chocolate products marketers, as well as chocolate consumers to develop effective marketing strategies and make informed decisions about willingness to pay.

Keywords: chocolate market, willingness to pay, neuroeconomics, EEG, experimental economics.

To cite this document: Semenova, D. V. (2024). Neuroeconomics of decision-making on chocolate market. *Lomonosov Economics Journal*, 59(2), 264–290. <https://doi.org/10.55959/MSU0130-0105-6-59-2-12>

Введение

В последние годы в мировом научном сообществе наблюдается бурный рост интереса к использованию методов анализа мозговой деятельности в разных ситуационных контекстах. Об этом свидетельствуют данные пу-

¹ The article was prepared within the framework of the Basic Research Program at HSE University.

бликационной активности исследователей. Так, с 2000 по 2022 г. количество научных статей в базе данных Scopus, в состав ключевых слов которых входят термины «neuroscience» или «neuromethods», возросло в пять раз (рис. 1). Экономическая наука не стала исключением в гонке применения нейробиологического инструментария к решению традиционных задач, в результате чего возникла новая междисциплинарная область научных исследований — нейроэкономика. Основной задачей нейроэкономики является стремление к лучшему пониманию процесса принятия экономических решений путем объединения знаний из экономических и нейробиологических исследований (Hubert, 2010). В то время как традиционные экономические исследования объясняют поведение в основном с помощью таких теоретических конструкторов, как полезность и предпочтения, нейробиология рассматривает физиологические аспекты и соматические переменные, влияющие на принятие решений. Будучи комбинацией обеих областей исследования, нейроэкономика делает позитивистское предположение о том, что ключом к объяснению человеческого поведения является понимание соответствующих нервных и физиологических процессов. Таким образом, исследователи получают возможность изучения нейропредикторов человеческого поведения при принятии экономических решений.

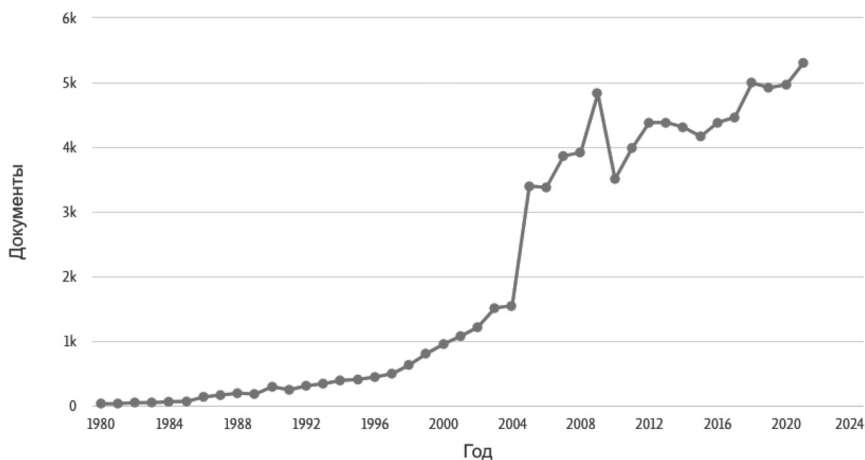


Рис. 1. Эволюция академического интереса к нейронауке и нейробиологическим методам (количество опубликованных статей, содержащих в своем составе ключевые слова «neuroscience» или «neuromethods») в базе данных Scopus с 1980 по 2021 г.

Источник: составлено автором по данным Scopus, 2023.

Одной из экономических концепций, активно обсуждаемых в рамках нейроэкономики, является готовность платить (willingness to pay, WTP),

определяемая как максимальная цена, которую потребитель готов заплатить за одну единицу товара или услуги (Hermann, Dolan, 1998). На сегодняшний день концепция готовности платить используется для ответа на вопросы на совершенно разных рынках: от продуктов питания (например, Lusk, Schroeder, 2004; Alfnes et al., 2006) до рынка зеленой энергетики (например, Sundt, Rehdanz, 2015; Kowalska-Pyzalska, 2019), беспилотных автомобилей (Liu et al., 2019) и вакцин от COVID-19 (Harapan et al., 2020; Wong et al., 2020; Cerda, García, 2021). Исследовательский интерес определяется спецификой отдельных рынков с точки зрения факторов, влияющих на готовность платить за определенные виды товаров и услуг. Так, например, на рынке шоколада выделяются сенсорные и несенсорные факторы, влияющие на решение о покупке (Kozelová et al., 2014; Del Prete, Samoggia, 2020).

Ключевым преимуществом нейроэкономического подхода в рамках концепции готовности платить является то, что он позволяет расширить перечень факторов, определяющих цену, которую потребитель платит за товар или услугу, за счет регистрации нейронных процессов. Как показывают эмпирические исследования Б. К. Кнутсона и соавт. (Knutson et al., 2007) и Г. Плассманна и соавт. (Plassmann et al., 2007), предпочтения и поведение потребителей можно «проявить» через активность различных участков головного мозга, а дополнение эконометрических моделей этой информацией приводит к получению более точных прогнозов поведения потребителей (Groeppel-Klein, 2005). При этом на сегодняшний день отсутствуют исследования нейроэкономических факторов на рынке продуктов питания и, в частности, шоколада с учетом их позиционирования среди других более исследованных факторов, таких как вкус, текстура продукта, бренд и др.

Второе, не менее важное преимущество нейроэкономического подхода в контексте концепции готовности платить заключается в обогащении инструментальной базы, применяемой исследователями. Наиболее распространенными инструментами, используемыми в исследованиях готовности платить, являются опросы, интервью, фокус-группы, объединенный анализ (conjoint) и эксперименты (Breidert et al., 2006). В целом вышеописанные подходы способны дать оценку общей экономической ценности товара или услуги, включая полезность, определить потенциальные границы готовности платить и выявить наиболее значимые факторы, оказывающие влияние на готовность покупателя заплатить за товар. Однако остаются некоторые методологические уязвимости, не позволяющие данным методам справляться, например, с вопросами гипотетической предвзятости (Naab et al., 2013) или корректной оценкой ценовой эластичности (особенно для недорогих товаров) (Rausch et al., 2017). Одной из возможных причин вышеописанных проблем является то, что традиционные методы и инструменты, используемые в исследованиях готовности платить,

разработаны для изучения сознательной компоненты процесса принятия решения, в то время как большая часть принятия решения регулируется подсознательными процессами (Williams, 2010; Agarwal, Xavier, 2015). Таким образом, представляется целесообразным использовать инструменты и методы, способные учитывать эти скрытые/неявные (implicit) подсознательные процессы в моделях оценки готовности платить с целью повышения их качества.

Итак, достижения нейроэкономики продемонстрировали возможности учета и дальнейшего использования в качестве прокси-переменных ненаблюдаемых процессов принятия решений о покупке биоэлектрической активности головного мозга. Однако проведенный анализ литературы указывает на некоторые противоречия в существующих нейроэкономических исследованиях. Так, остается открытым вопрос о том, какие именно нейрометрики¹ являются наилучшими прокси-переменными. Кроме того, неоднозначны выводы исследователей и в вопросе, к какому типу процессов относится решение задачи о готовности платить. Есть исследования, где готовность платить или ее аналоги связываются с повышением мозговой активности в затылочно-теменной области и объясняются достаточно простыми, низкоуровневыми процессами: я готов заплатить, потому что мне нравится / не нравится определенные сенсорные характеристики товара (например, Van Bochove et al., 2016). А есть работы, которые показывают связь готовности платить с фронтальной и префронтальной зонами головного мозга, т.е. оценка готовности платить представляется сложным эмоционально-когнитивным процессом (например, Ramsøy et al., 2018).

Целью данной работы является эмпирическая валидация нейрометрик, отражающих готовность платить на рынке шоколада.

Для этого в работе, во-первых, проводится теоретическое обоснование включения когнитивного нейроотклика как фактора готовности потребителя платить на рынке шоколада, дополняющего индивидуальные, сенсорные и несенсорные предикторы потребительского поведения. Во-вторых, систематизируются нейроэкономические исследования с точки зрения применяемых нейрометрик и отдельных зон головного мозга, задействованных при принятии решения о готовности платить. В-третьих, реализуется серия нейроэкономических экспериментов с использованием электроэнцефалографии (ЭЭГ), данные из которых впоследствии используются в факторном и регрессионном анализе оценки готовности потребителей платить за шоколад.

¹ Прокси-переменные биоэлектрической активности головного мозга, отражающие когнитивный нейро-отклик при принятии решения индивидом о собственной готовности платить.

Специфика потребления пищевых продуктов

С точки зрения экономической теории пищевые продукты относятся к нормальным благам и стоят в одном ряду с такими товарами и услугами, как: одежда, развлечения, транспортные услуги, бытовая техника и т.д. Однако с точки зрения реального потребительского поведения продукты питания выделяют в отдельную группу товаров в силу наличия у них определенных сенсорных свойств (вкус, запах, форма), которые оказывают непосредственное влияние на принятие индивидом решения о покупке. Так, например, Н. Стробеле и Дж. Де Кастро (Stroebele, De Castro, 2004) выделили особую группу факторов, характерных для потребления пищи, к которой отнесли: цвет, запах и температуру еды, место приема пищи, температуру и освещение окружающей среды, наличие и количество посторонних людей, а также окружающие звуки. Данные факторы, обозначенные авторами как «контекст потребления», оказывают непосредственное влияние на принятие индивидом решения о покупке и являются специфичными для продуктов питания как отдельной товарной категории.

В целом в обзорных исследованиях о потреблении пищевых продуктов обычно выделяют от трех до шести групп факторов, потенциально оказывающих влияние на потребительское поведение. Зачастую наличие тех или иных групп зависит от конкретного продукта — например, для свежих товаров (fresh food products), таких как охлажденное мясо, фрукты или овощи, крайне важной оказывается группа сенсорных свойств товаров (цвет, запах, форма), а для таких продуктовых категорий, как кондитерские изделия, снеки или газированные напитки ключевую роль играет группа маркетинговых атрибутов: упаковка, бренд и пр. (см., например, Dolgoropova, Teuber, 2018; ТесАу, Chitu, 2018; Marozzo et al., 2020).

Проанализировав разные подходы к классификации факторов готовности платить на рынке пищевых продуктов (например, Del Prete, Samoggia, 2020; Katt, Meixner, 2020), мы выделили следующие группы факторов готовности платить, наиболее релевантные для исследуемого продукта с шоколада (Приложение 1):

- личные характеристики покупателя;
- сенсорные (органолептические) свойства продукта;
- несенсорные характеристики продукта;
- восприятие продукта индивидом

К органолептическим свойствам продукта были отнесены: вкус, цвет, сладость, текстура и др. Среди несенсорных атрибутов продукта мы выделили: бренд, цену, страну происхождения, органическую маркировку и маркировку справедливой торговли, питательные характеристики и др. К личным характеристикам покупателя мы отнесли: возраст, пол, семейный статус, размер домохозяйства, а также фазу менструального цикла у женщин. В качестве атрибутов восприятия мы обозначили: эмоциональ-

ный отклик на товар, общее настроение и нейроотклик. Далее рассмотрим последнюю группу факторов более детально.

На сегодняшний день в литературе о готовности платить на рынке пищевых продуктов не представлено четко сформулированного ответа на вопрос о том, как и с помощью каких факторов можно наилучшим образом отразить восприятие индивидом товара или услуги. Одни авторы (например, Feldmann, Hamm, 2015; Schäufele, Hamm, 2017) связывают восприятие с системой «Отношение — Поведение — Контекст» (Attitude — Behavior — Context), другие — с настроением (Macht, 2008) и эмоциональным откликом (Murao et al., 2013; Songsamoe et al., 2019). Мы же в своем исследовании предлагаем аппроксимировать восприятие посредством неявных физиологических реакций индивида, в частности, биоэлектрической активностью мозга, и включить когнитивный нейроотклик в перечень факторов готовности потребителей платить. Благодаря нейробиологическим исследованиям последних лет доподлинно известно, что момент принятия индивидом решения о готовности платить отражается активностью определенных зон мозга, которую можно зафиксировать нейробиологическими инструментами (Plassmann et al., 2007; Van Bochove et al., 2016; Ramsøy et al., 2018). Поэтому использование такого нейроотклика в качестве дополнительного прокси-фактора подсознательных процессов при моделировании поведения потребителей и, в частности, оценке готовности платить, кажется, целесообразным. Данный фактор, с одной стороны, будет объективно¹ отражать реакцию потребителей на пищевые продукты, а с другой стороны, дополнять индивидуальные, сенсорные и несенсорные предикторы потребительского поведения.

Нейробиологический инструментарий оценки факторов готовности платить

В числе наиболее часто применяемых нейробиологических инструментов, позволяющих регистрировать активность головного мозга, можно назвать: функциональную магнито-резонансную томографию (фМРТ), электроэнцефалографию (ЭЭГ), магнитоэнцефалографию (МЭГ), позитронно-эмиссионную томографию (ПЭТ), диффузионно-тензорную визуализацию (ДТВ), и функциональную *ближнюю инфракрасную спектроскопию* (фБИКСС). Данные инструменты позволяют наблюдать последовательность активации областей мозга в моменты принятия индивидом решений или при воздействии на испытуемого определенными стимулами (Трофимов, 2006).

¹ Объективно, потому что физиологические реакции организма не подвержены когнитивной предвзятости (Lamote et al., 2004; Danner et al., 2014; Lagast, 2017).

Одним из наиболее популярных нейробиологических инструментов, применяемых в исследованиях готовности платить, является электроэнцефалография. Электроэнцефалография с неинвазивный, относительно дешевый и эффективный метод оценки нейрофизиологических реакций. За счет этих и других своих преимуществ, данный метод получил широкое распространение в нейроэкономических и нейромаркетинговых исследованиях. Так, например, М. Ван Бошов и соавт. (van Bochove et al., 2016) с помощью ЭЭГ обнаружили корреляцию между активностью мозга в затылочно-теменной зоне и гедонистической оценкой пищи, которая при выполнении определенных предпосылок может выступать в качестве прокси-переменной готовности платить. Несколько позже, в 2018 г., Т. Рамсей и соавт. (Ramsøy et al., 2018) с помощью ЭЭГ выявили связь между показателем готовности платить и асимметрией ЭЭГ-сигнала левого и правого полушария в гамма-диапазоне (30–80 Гц) на фронтальных (лобных) электродах: авторы показали, что данный показатель тесно связан с готовностью платить и фактической фазой принятия решения. В 2019 г. П. Голнар-Ник и соавт. (Golnar-Nik et al., 2019) посредством проведения ряда ЭЭГ-экспериментов обнаружили статистически значимую связь между принятием решения о покупке и активностью мозга, регистрируемой лобными и центрально-теменными электродами.

Однако, несмотря на возросшую в XXI в. популярность, ЭЭГ обладает рядом недостатков, среди которых можно назвать плохое пространственное разрешение, трудность интерпретации сигнала, сложность проведения эксперимента вне лабораторных условий и др. В качестве альтернативного варианта нейровизуализации в последние годы в исследованиях потребительского поведения стали появляться работы с применением функциональной *ближней инфракрасной спектроскопии*, но пока они носят единичный характер. Так, например, К. Кавата и соавт. (Kawabata et al., 2019) успешно применили данный инструмент для оценки готовности платить у потребителей косметики. Несколько позже, в 2021 г., коллектив авторов (Hirabayashi et al., 2021) дополнил свое исследование, включив в модель группу контрольных переменных, отвечающих за сенсорные характеристики товара (цвет и текстура помады для губ).

Базовым нейроэкономическим исследованием готовности платить считается работа Г. Плассманна и соавт. (Plassmann et al., 2007). Авторы, используя фМРТ, обнаружили статистически значимую связь готовности потребителей платить с активацией правой венстромедиальной префронтальной коры (vmPFC), а также с активацией правой дорсолатеральной префронтальной коры (dlPFC). Однако, как отмечали сами исследователи, точную роль орбитофронтальной и дорсолатеральной зон в расчете готовности платить установить не удалось. Для решения данной задачи необходимо было конкретизировать нейронные сети, которые впослед-

ствии в качестве функциональных единиц могут быть включены в экономические модели оценки готовности платить. Мы систематизировали исследования, авторы которых предприняли попытки сконструировать различные нейрометрики с прокси-переменные биоэлектрической активности головного мозга, отражающие нейроотклик при принятии решения индивидом о собственной готовности платить (табл. 1). Отметим, что в таблице представлены исследования по нейрометрикам не только для пищевых продуктов, поскольку количество работ по данной теме крайне ограничено.

Таблица 1

Исследования о готовности платить с использованием нейрометрик

Авторы	Анализируемая зависимость	Инструмент	Отделы мозга	Нейрометрики
Plassmann et al., 2007	WTP = Neurometric	фМРТ	Вентромедиальная и дорсолатеральная зоны префронтальной коры	Обнаружены зоны мозга без конкретизации нейрометрик
Van Bochove et al., 2016	Hedonic valuation of food = Neurometric + HTAS ¹ scale + BAS ²	ЭЭГ	Задняя затылочно-теменная зона	Индекс задней затылочно-теменной асимметрии: $POA = \frac{\frac{(P_4 + O_2)}{2} - \frac{(P_3 + O_1)}{2}}{\frac{(P_4 + O_2)}{2} + \frac{(P_3 + O_1)}{2}}$
Ramsøy et al., 2018	Log(WTP) = Neurometric + Product category (FMCG/ Clothing/Shoes/Bags) + Neurometric* Product Category Исследуемые продукты: товары повседневного спроса/одежда/обувь/сумки	ЭЭГ	Префронтальная кора	Мощности с отдельных электродов: AF4, F3, F4, O2, P8 (alpha) F3, P7, T8 (beta) AF3, F3, F7, F8, FC6, O1, P8 (gamma) Индекс префронтальной асимметрии: $PAI = \frac{\log(AF3) - \log(AF4)}{\log(AF3) + \log(AF4)}$

¹ HTAS s Health and Taste Attitude Scale. HTAS измеряется с помощью трех подшкал: «тяга к сладкой пище», «использование еды в качестве вознаграждения» и «удовольствие» и может использоваться в качестве прогноза для преднамеренного выбора пищи (Stubenitsky et al., 1999).

² BAS s Behavioral Activation System. Шкала BAS отражает индивидуальные различия в том, как организмы реагируют на биологически значимую информацию.

Авторы	Анализируемая зависимость	Инструмент	Отделы мозга	Нейрометрики
Golnar-Nik et al., 2019	Like/Dislike/Buy = Neurometric + Background Color Исследуемые продукты: мобильные телефоны	ЭЭГ	Префронтальная и центрально-теменная зона	Мощности с отдельных электродов: Fp1, Cp3, Cpz
Kawabata et al., 2019; Hirabayashi et al., 2021	WTP = Neurometric + Quality + Color Исследуемые продукты: косметика	фБИКСС	Дорсолатеральная префронтальная кора правого полушария	Мощности с отдельных электродов, расположенных по линии Fpz-T3-T4

Источник: составлено автором на основании исследований, указанных в таблице.

Так, в 2016 г. М. Ван Бошов и соавт. сконструировали нейрометрику, которую условно можно обозначить как «индекс теменно-затылочной асимметрии ЭЭГ», и обнаружили его корреляцию с гедонистической оценкой пищи и чувствительностью к вознаграждению в альфа- (8–12 Гц) и бета-диапазоне (13–20 Гц) (Van Bochove et al., 2016). Еще одной потенциально интересной нейрометрикой с точки зрения изучения готовности платить является асимметрия ЭЭГ сигнала в гамма-диапазоне (30–80 Гц) на фронтальных электродах: исследование Т. Рамсея и соавт. (Ramsøy et al., 2018) продемонстрировало, что данный показатель тесно связан с показателем готовности платить и фактической фазой принятия решения. Кроме того, Т. Рамсей и соавт. обнаружили статистически значимую корреляцию между готовностью платить и активностью мозга, регистрируемой отдельными электродами: AF4, F3, F4, O2, P8 (в альфа-диапазоне), F3, P7, T8 (в бета-диапазоне), AF3, F3, F7, F8, FC6, O1, P8 (в гамма-диапазоне). В 2019 г. П. Голнар-Ник и соавт. (Golnar-Nik et al., 2019) обнаружили статистически значимую связь между принятием решения о покупке и активностью мозга, регистрируемую лобными и центрально-теменными электродами (Fp1, Cp3, Cpz).

Д. Кавабата и соавт. (Kawabata et al., 2019) локализовали активацию мозга, связанную с готовностью платить, в дорсолатеральной префронтальной коре во время однократного реального использования косметических продуктов. В качестве нейрометрики авторы обозначили электроды, расположенные по линии Fpz-T3-T4.

Таким образом, существующие исследования о нейрометриках готовности платить расходятся во мнении относительно нейрометрики и, соответственно, зон головного мозга, активность в которых может быть связана с принятием решений о готовности платить. Эти расхождения могут быть обусловлены, во-первых, различиями в методах исследования с разными пространственно-временными разрешениями, во-вторых, в специфичности выборок и анализируемых продуктов. Наконец, расхождения

могут быть связаны с особенностями дизайна исследования по оценке готовности платить: например, предшествовала ли вопросу о готовности платить дегустация продукта, сравнивался ли оцениваемый продукт с другими, приходилось ли потребителю тратить реальные деньги или нет и т.д. Для более полного понимания связи между нейрометриками и готовностью платить необходимы дополнительные исследования, строго контролируемые все основные методологические факторы. Важно также учитывать различные контексты и условия, в которых происходит принятие решений о готовности платить. Это позволит установить более точные связи и определить наиболее сильные нейрометрики для изучения готовности платить.

В следующем разделе данной работы мы, проводя серию лабораторных ЭЭГ-экспериментов оценки готовности потребителей платить за горький шоколад, выявляем нейрометрики, оказывающие значимое влияние на готовность платить на рынке шоколада. Далее, принимая во внимание сложность интерпретации отдельных нейрометрик, мы проводим факторный анализ и объединяем нейрометрики в более крупные структуры, условно отвечающие за зоны головного мозга. После этого мы проводим регрессионный анализ оценки готовности потребителей платить за шоколад, дополняя традиционные объясняющие переменные личных и сенсорных характеристик, нейрометриками с отдельных электродов, а также полученными в результате факторного анализа факторами активности определенных структур головного мозга.

Эксперимент по выявлению нейрометрик для моделирования готовности платить на рынке твердого шоколада

Описание эксперимента. В исследовании приняли участие 24 здоровых добровольца (13 мужчин и 11 женщин) в возрасте от 19 до 61 года (средний возраст $31,5 \pm 11,5$ лет). Данное количество участников типично для экспериментов с использованием нейробиологического инструментария *s.tac*, например, в исследованиях о готовности платить, представленных в табл. 2, принимали участие от 16 (Ramsøy et al., 2018; Golnar-Nik et al., 2019) до 36 (Van Bochove et al., 2016) добровольцев. Все участники были привлечены к участию в экспериментах через приглашения в социальных сетях и посредством метода снежного кома. Необходимыми условиями для попадания в список участников эксперимента были: отсутствие пищевой аллергии или каких-либо других медицинских противопоказаний и частое (не реже одного раза в неделю) потребление темного шоколада. С целью уменьшения потенциальной погрешности в оценках готовности платить по причине различий в уровне голода (Briz et al., 2015), мы просили каждого из участников до начала эксперимента оценить собствен-

ное чувство голода по 5-балльной шкале Лайкерта с так, по результатам данного опроса было выяснено, что до начала экспериментальной сессии ни один из участников не был голоден. Мы просили также всех участников воздержаться от употребления кофе, чая, табака и алкоголя не менее чем за 4 часа до начала эксперимента, чтобы избежать любых возможных искажений сенсорного опыта и регистрируемых сигналов ЭЭГ (Ehlers et al., 1989; Domino et al., 2009). Процедура эксперимента была одобрена местным комитетом по этике, а также до начала экспериментальной сессии каждый из участников подписывал письменное информированное согласие.

В экспериментах были протестированы пять брендов темного шоколада с 70–72%-м содержанием какао. Мы умышленно отбирали образцы шоколада с максимально схожим составом и процентным содержанием какао, чтобы нивелировать влияние факторов начинки и таких дополнительных компонентов в составе, как: молоко, орехи, изюм и пр. на оценку воспринимаемого вкуса. Предлагаемые к дегустации образцы различались по цене и узнаваемости бренда и включали: А) малоизвестный, дешевый шоколад; В) известный шоколад из среднего ценового сегмента; С) дорогой шоколад премиум-класса; D) «здоровый» шоколад, который содержал фруктозу вместо сахарозы; а также Е) органический шоколад на основе кэроба без продуктов какао. В табл. 2 представлены средние значения рыночных цен дегустируемых образцов шоколада, а также средние значения готовности потребителей платить за каждый из образцов и средние оценки вкуса шоколада каждого бренда. Среднерыночная цена получена путем усреднения цен за шоколад каждого из анализируемых брендов с нескольких электронных торговых площадок: Ozon, Яндекс Маркет и Wildberries в момент проведения экспериментов (март 2022 г.). Средняя готовность

платить за шоколад каждого из брендов получена как: $\overline{WTP}_M = \frac{\sum WTP_{iM}}{n}$,

где $\sum WTP_{iM}$ с сумма денег, которую были готовы заплатить все респонденты за шоколад бренда M ; n с количество респондентов. Среднее значение оценки вкуса за шоколад каждого из брендов рассчитано следующим

образом: $\overline{taste}_M = \frac{\sum taste_{iM}}{n}$, где $\sum taste_{iM}$ с сумма оценок воспринимаемого

вкуса шоколада бренда M , которые выставили данному шоколаду все респонденты; n с количество респондентов.

Сравнение воспринимаемого вкуса шоколада разных брендов в «слепых» условиях проводилось с использованием критерия Уилксонсона, в то время как заявленная готовность платить для разных брендов сравнивалась с использованием парных t-тестов. Весь статистический анализ был выполнен с использованием пакета rstatix в статистической среде Rstudio (R v4.1.2.).

**Среднерыночные цены, усредненная готовность потребителей платить
и средние значения субъективной оценки вкуса
анализируемых образцов шоколада**

	Образцы шоколада				
	A	B	C	D	E
Среднерыночная цена за плитку шоколада (в руб.)	46,5	68,67	120	75,50	135
Средняя готовность платить за плитку шоколада при слепой дегустации (в руб)	80,71	81,79	85,24	57,67	62,5
Среднее значение оценки вкуса (по шкале от 1 до 5)	3,62	3,90	3,74	2,50	2,36

Источник: рассчитано автором на основе данных электронных торговых площадок Ozon, Яндекс Маркет и Wildberries и данных экспериментов.

Экспериментальная сессия проходила следующим образом: респонденты комфортно располагались перед монитором, на который выводились все необходимые инструкции и вопросы. Каждому участнику эксперимента предлагалось вслепую¹ продегустировать 10 образцов шоколада (по два образца каждого из пяти анализируемых брендов), которые предлагались участникам в случайном порядке. Размер каждого образца составлял примерно 1 см × 1 см, что является достаточным для определения вкусовых качеств образца, и при этом образцы такого размера быстро растворяются в полости рта и не требуют разжевывания, что способствует уменьшению сопутствующих шумов при записи ЭЭГ-сигнала. После дегустации каждого образца участникам эксперимента предлагалось ответить на три вопроса: 1) насколько вкусным (по шкале от 1 до 5) им кажется шоколад, который они только что попробовали; 2) сколько они готовы заплатить за плитку такого шоколада; и 3) какова, по мнению участника, цена такого шоколада в магазине. Между дегустацией различных образцов участникам разрешалось пить любое необходимое количество негазированной воды.

На протяжении всего эксперимента с помощью портативной беспроводной 24-канальной ЭЭГ-системы «Нейрополиграф» производилась регистрация сигналов ЭЭГ. Частота дискретизации составляла 500 Гц, а все остальные параметры были настроены в соответствии с инструкциями производителя.

¹ Дегустация вслепую предполагает, что участники не были осведомлены о том, шоколад какого бренда они пробуют во время каждой из попыток.

Анализ данных. Исследование влияния факторов готовности потребителей платить за шоколад было проведено посредством регрессионного анализа. С целью снижения размерности числа использованных нейрометрик также было принято решение объединить отдельные нейрометрики в латентные переменные с помощью факторного анализа. Более подробное описание каждого из этапов анализа данных представлено далее.

277

лада дегустируемого бренда; в качестве независимых переменных были выбраны: пол и возраст респондента, субъективная оценка вкуса шоколада определенного бренда, а также нейрометрики. Согласно проведенному выше анализу литературы наиболее частыми предикторами готовности платить являются нейрометрики префронтальной, фронтальной, затылочной и теменной зон головного мозга, поэтому в данном исследовании мы включим в модель по паре нейрометрик, соответствующих этим зонам, а именно, преобразованные мощности с электродов: F3, F4 (фронтальная зона), Fp1, Fp2 (префронтальная зона), P3, P4 (теменная зона) и O3, O4 (затылочная зона).

В общем виде анализируемая эконометрическая модель может быть представлена следующим образом:

$$WTP_{im} = \beta_0 + \beta_1 Personal_characteristics_i + \beta_2 Sensory_characteristics_{im} + \beta_3 Perception_{im} + \epsilon_{im}, \quad (1)$$

где WTP_{im} — заявленная готовность потребителя i платить за образец шоколада m ; $Personal_characteristics_i$ — личные характеристики индивида, в частности, пол (дамми-переменная, где 1 — мужчина, 0 — женщина) и возраст (число полных лет) респондента i ; $Sensory_characteristics_{im}$ — сенсорные характеристики продукта, в частности, субъективная оценка вкуса образца шоколада m по мнению потребителя i ; $Perception_{im}$ — восприятие индивидом продукта, выраженное нейрометриками мощности ЭЭГ-сигнала с определенного электрода для индивида i во время дегустации образца m ; ϵ_{im} — случайная ошибка.

Факторный анализ. Произведенный обзор литературы о нейрометриках готовности платить обнаружил, среди прочего, проблему интерпретации нейрометрик, представляющих собой преобразованные мощности с отдельных электродов. В виду объемной проводимости электрического тока, создаваемого различными зонами головного мозга, сигналы с близко расположенных электродов могут быть сильно скоррелированы друг с другом, что затрудняет интерпретацию результатов и однозначный выбор наилучшей нейрометрики. С целью нивелирования данной проблемы было принято решение по объединению отдельных нейрометрик в факторы, которые потенциально могут стать прокси-переменными активности мозга в определенных зонах, с помощью факторного анализа. Для определения количества факторов был использован метод «очень простой структуры» (very simple structure, vss), сравнивающий соответствие ряда факторных анализов с «упрощенной» матрицей нагрузки путем удаления всех, кроме c , самых больших нагрузок по элементу, где c — мера факторной сложности (Revelle, Rocklin, 1979). Факторный анализ был выполнен с использованием пакетов *psych*, *EFAtools* и *GPArotation* в статистической среде Rstudio (R v4.1.2.).

Результаты факторного анализа. На этапе реализации факторного анализа к данным нейрометрик (преобразованных мощностей с электродов Fp1, Fp2, F3, F4, P3, P4, O3 и O4 в альфа и бета диапазонах) применено извлечение «обобщенным методом наименьших квадратов» с вращением факторов «варимакс». Общее значение критерия Кайзера — Майера — Олкина составило 0,846. Тест сферичности Бартлетта показал $\chi^2 = 6676$, $df = 120$, $p < 0,001$, что является достаточным для сохранения качества модели при последующей работе с данными. В результате все включенные в анализ нейрометрики были объединены в два фактора с совокупной объясненной долей дисперсии в 72%. Альфа Кронбаха для сформированных факторов составила 0,94 и 0,93 соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Результаты факторного анализа для нейрометрик

№ п/п	Название фактора	Индикаторы	Нагрузка	Альфа Кронбаха
1	Нейрометрики затылочно-теменной зоны головного мозга	F3-alpha F3-beta O3-alpha O3-beta O4-alpha O4-beta P3-alpha P3-beta P4-alpha P4-beta	0,85 0,81 0,63 0,61 0,76 0,58 0,71 0,65 0,73 0,69	0,94
2	Нейрометрики фронтальной зоны головного мозга	Fp1-alpha Fp1-beta Fp2-alpha Fp2-beta F4-alpha F4-beta	0,80 0,82 0,78 0,83 0,70 0,69	0,93

Полученные факторы можно охарактеризовать следующим образом:

1. Нейрометрики затылочно-теменной зоны мозга.

Включает нейрометрики, аппроксимирующие мощности сигналов ЭЭГ в альфа- и бета-диапазонах, зарегистрированных с теменных (P3, P4) и затылочных (O3, O4) электродов. В данный фактор также попала нейрометрика с фронтального электрода F3 в альфа и бета диапазонах.

2. Нейрометрики фронтальной зоны мозга.

Включает нейрометрики, аппроксимирующие мощности сигналов ЭЭГ в альфа (8–12 Hz) и бета (15–30 Hz) диапазонах, зарегистрированных с префронтального (F4) и лобных (Fp1, Fp2) электродов.

Полученные в результате проведения факторного анализа факторы были далее использованы в регрессионном анализе оценки готовности платить.

Результаты регрессионного анализа. В табл. 4 представлены результаты МНК-оценки линейных регрессионных моделей без нейрометрик (Модель 0) с их включением (Модель 1), а также с добавлением факторов, полученных в результате проведения факторного анализа (Модель 2). Результаты показывают, что в среднем каждый дополнительный балл воспринимаемого вкуса повышает готовность платить на 21,5 руб., что составляет 29,2% от средней готовности платить. В среднем мужчины готовы платить на 17,9 руб. больше за аналогичную плитку шоколада, а каждый дополнительный год жизни снижает готовность платить в среднем на 0,35 руб.

В модели с включением нейрометрик (табл. 4, Модель 1) статистически значимыми оказались сразу несколько из них: F3 и F4 (обе в альфа- и бета-диапазонах), Fp2 в бета-диапазоне и P3 в бета-диапазоне. Наиболее сильное влияние на готовность платить было обнаружено для нейрометрики F4 в бета-диапазоне. В целом объясняющая сила модели при включении нейрометрик возрастает, о чем свидетельствует рост скорректированного коэффициента детерминации R^2_{adj} с 0,396 (для Модели 0) до 0,483 (для Модели 1). Отметим, что для сравнения качества моделей мы использовали не R^2 , а именно R^2_{adj} , потому что последний за счет вложенного в формулу штрафа на увеличение числа независимых переменных позволяет сравнивать модели с разным их числом.

Что касается модели с факторами (Модель 2), значимым на 1%-м уровне оказался фактор, агрегирующий нейрометрики фронтальной зоны. Объясняющая сила модели с включением факторов также возрастает — R^2_{adj} увеличивается с 0,396 (для Модели 0) до 0,416 (для Модели 1).

Робастность всех оцененных моделей была проверена на двух случайных подвыборках и сделан вывод о том, что как коэффициенты, так и стандартные ошибки в целом остаются одинаковыми для обеих выборок и коррелируют с результатами оценок, полученных для моделей, построенных на полных данных.

Таблица 4

**Результаты МНК-оценки линейных регрессионных моделей
оценки факторов готовности платить**

	Модель 0	Модель 1	Модель 2
Готовность платить			
Личные характеристики индивида			
Возраст	−0,352* (0,211)	−0,403* (0,218)	−0,374* (0,210)
Пол	17,956*** (4,842)	15,314*** (5,290)	17,662*** (5,079)
Сенсорные характеристики продукта			
Вкус	21,574*** (1,847)	22,048*** (1,761)	21,340*** (1,821)

Окончание табл. 4

	Модель 0	Модель 1	Модель 2
Восприятие			
Нейрометрика F3 (alpha)	—	−0,154** (0,077)	—
Нейрометрика F3 (beta)	—	0,755** (0,302)	—
Нейрометрика F4 (alpha)	—	−0,193** (0,091)	—
Нейрометрика F4 (beta)	—	1,296*** (0,308)	—
Нейрометрика Fp1 (alpha)	—	0,024 (0,070)	—
Нейрометрика Fp1 (beta)	—	−0,350 (0,269)	—
Нейрометрика Fp2 (alpha)	—	−0,022 (0,076)	—
Нейрометрика Fp2 (beta)	—	0,368* (0,207)	—
Нейрометрика P3 (alpha)	—	0,155 (0,136)	—
Нейрометрика P3 (beta)	—	−0,914** (0,381)	—
Нейрометрика P4 (beta)	—	0,142 (0,239)	—
Нейрометрика O3 (alpha)	—	−0,076 (0,099)	—
Нейрометрика O3 (beta)	—	0,086 (0,279)	—
Нейрометрика O4 (alpha)	—	0,048 (0,093)	—
Нейрометрика O4 (beta)	—	−0,110 (0,267)	—
Фактор 1 (Нейрометрии затылочно-теменной зоны)	—	—	1,817 (2,528)
Фактор 2 (Нейрометрии фронтальной зоны)	—	—	7,258*** (2,378)
Константа	6,496 (9,658)	0,371 (10,368)	8,121 (9,518)
R^2_{adj}	0,396	0,483	0,416

Примечание: в скобках указаны стандартные ошибки, * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

Обсуждение результатов факторного и регрессионного анализов. В результате проведения факторного анализа нейрометрики были выделены два фактора: «Нейрометрики затылочно-теменной зоны» и «Нейрометрики фронтальной зоны». Интересным и требующим дальнейшего изучения фактом является то, что нейрометрика F3, принадлежащая фронтальной зоне, была отнесена к первому фактору. Это может быть связано с эффектом асимметрии (например, Ramsøy et al., 2018; Semenova et al., 2023) и противоположностью вкладов разных полушарий в процесс принятия решений о покупке.

В силу того, что некоторые исследования (например, van Bochove et al., 2016) связывают активность в задней теменной зоне с принятием решений, типа «нравится / не нравится», активность электродов из данной области во время принятия решения о готовности платить может свидетельствовать о простоте и автоматизме данного процесса для индивида. Что касается нейрометрики фронтальной зоны, работу данной части головного мозга связывают с планированием сложного когнитивного поведения, принятием решений, регулированием социального поведения (Yang, Raine, 2009), а также эмоциональной регуляцией (Goldman-Rakic, 1996), поэтому повышенная электрическая активность из данной области во время принятия решения о готовности платить может свидетельствовать о его сложности и эмоциональной затратности для индивида. Таким образом, мы получили два фактора, каждый из которых характеризует процесс принятия решения о готовности платить либо как простой, автоматический, почти не требующий усилий (Фактор «Нейрометрики затылочно-теменной зоны»), либо как сложный, требующий сознательных умственных и эмоциональных затрат (Фактор «Нейрометрики фронтальной зоны»). При проведении регрессионного анализа с включением сформированных факторов (табл. 4, Модель 2), мы обнаружили статистическую значимость фактора «Нейрометрики фронтальной зоны», что говорит о том, что процесс принятия решения о готовности платить является сложным и требует эмоциональной вовлеченности индивида.

Заключение

В данном исследовании концепция готовности платить рассматривается в контексте нейроэкономического подхода. В частности, в работе производится теоретическое обоснование включения когнитивного нейротеклика в качестве дополнительного фактора, оказывающего влияние на готовность потребителя платить на рынке шоколада, в дополнение к уже известным индивидуальным, сенсорным и несенсорным предикторам потребительского поведения. Кроме того, в данной работе анализируются и систематизируются нейроэкономические исследования с использова-

нием нейрометрик, играющих значимую роль при принятии решений о готовности платить.

Для практической реализации поставленных целей и задач, в данном исследовании проводится серия нейроэкономических экспериментов с использованием электроэнцефалографии для конкретного продукта — шоколада. Полученные данные далее выступают основой для регрессионного и факторного анализов, направленных на оценку готовности потребителей платить за шоколад. Так, в результате проведения регрессионного анализа мы получаем подтверждение значимости когнитивного нейроотклика как дополнительного фактора готовности платить. При этом мы демонстрируем, что переменными когнитивного нейроотклика могут быть как сигналы с отдельных электродов в альфа- и бета-диапазонах, что подтверждает результаты других исследований о готовности платить (например, Ramsøy et al., 2018; Golnar-Nik et al., 2019), так и сформированные с помощью факторного анализа нейрометрические факторы, являющиеся прокси-переменными активности мозга в определенных зонах. В частности, мы обнаруживаем значимость фактора, аппроксимирующего активность фронтальной зоны головного мозга в процессе принятия решения о готовности платить, что позволяет охарактеризовать данный процесс как когнитивно-сложный и эмоционально затратный для индивида.

Таким образом, основной вклад данного исследования мы видим в улучшении понимания того, как мозговая активность может выступать в качестве дополнительного фактора готовности платить, аппроксимирующего восприятие продукта посредством неявных физиологических реакций индивида. Кроме того, мы не только конкретизируем нейрометрические готовности платить за шоколад, но и, учитывая существующую в литературе проблему интерпретации отдельных нейрометрик, объединяем их в факторы и демонстрируем значимость активности фронтальной зоны головного мозга в процессе принятия решения о готовности платить. Дополняя традиционные объясняющие переменные личных и сенсорных характеристик нейрометриками, мы также добиваемся улучшения объясняющей силы модели оценки готовности платить.

Следует принимать во внимание ограничения, которые могут оказывать влияние на интерпретацию результатов. Во-первых, необходимо учитывать, что дегустация шоколада в лабораторных условиях не эквивалентна естественной среде его потребления, поэтому данный факт мог потенциально повлиять на результаты (Неделько, 2018). Во-вторых, ввиду небольшого размера выборки в регрессии были включены далеко не все потенциально интересные факторы готовности платить из выделенных нами групп факторов. Наконец, экстраполяцию полученных результатов на другие пищевые продукты следует проводить с определенной долей осторожности.

Полученные в данной работе результаты будут полезны исследователям и практикам в области нейроэкономики и потребительского поведения, заинтересованным в изучении роли мозговой активности при принятии решений о готовности платить. Результаты данного исследования должны заинтересовать производителей и маркетологов шоколадных продуктов, поскольку понимание основных факторов, побуждающих индивидов к покупке шоколада, а также учет в перечне таких факторов мозговой активности покупателей могут помочь им в разработке более эффективных стратегий маркетинга и определении оптимальной цены на свой продукт. Наконец, полученные результаты будут полезны потребителям шоколада, поскольку осознание факта, что принятие решения о готовности платить является сложным и эмоционально затратным процессом, может помочь потребителям более эффективно подбирать время и место для совершения покупок, учитывая при этом свое когнитивно-эмоциональное состояние.

Список литературы

Березка, С. М., & Шерешева, М. Ю. (2019). Нейрофизиологические методы исследования потребительского восприятия телевизионного рекламного контента. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент*, 18(2), 175–203.

Неделько, А. Ю. (2018). Возможности и ограничения использования методов нейромаркетинга. *Управленческие науки*, (4), 77–83.

Трофимов, Г. Ю. (2006). Экономика и нейронаука — на пути синтеза. *Экономика и математические методы*, 42(4), 3–16.

Agarwal, S., & Xavier, M. J. (2015). Innovations in Consumer Science: Applications of Neuro-Scientific Research Tools. *Adoption of Innovation — Balancing Internal and External Stakeholders in the Marketing of Innovation*, 25–42. doi: 10.1007/978-3-319-14523-5_3.

Ahmed, Z. U., Zbib, I. J., Sikander, A., & Gilbert Noujaim, R. (2012). Does country of brand origin (COBO) matter for the Lebanese consumers?. *EuroMed Journal of Business*, 7(2), 108–128. <https://doi.org/10.1108/14502191211245561>

Alfnes, F., Guttormsen, A. G., Steine, G., & Kolstad, K. (2006). Consumers' willingness to pay for the color of salmon: a choice experiment with real economic incentives. *American Journal of Agricultural Economics*, 88(4), 1050–1061. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2006.00915.x>

Aupperle, R. L., Melrose, A. J., Francisco, A., Paulus, M. P., & Stein, M. B. (2015). Neural substrates of approach-avoidance conflict decision-making. *Human brain mapping*, 36(2), 449–462. <https://doi.org/10.1002/hbm.22639>

Blend, J. R., & van Ravenswaay, E. O. (1999). Consumer Demand for Eco-labeled Apples: Results from Econometric Estimation. *American Journal Agriculture Economics* 81, 1072–1077. <https://doi.org/10.2307/1244086>

Breidert, C., Hahsler, M., & Reutterer, T. (2006). A review of methods for measuring willingness-to-pay. *Innovative marketing*, 2(4).

Briz, T., Drichoutis, A. C., & House, L. (2015). Examining projection bias in experimental auctions: The role of hunger and immediate gratification. *Agricultural Economics*, 3, 22. <https://doi.org/10.1186/s40100-015-0040-7>

- Cerda, A. A., & García, L. Y. (2021). Willingness to pay for a COVID-19 vaccine. *Applied health economics and health policy*, 19, 343–351. <https://doi.org/10.1007/s40258-021-00644-6>
- Danner, L., Haindl, S., Joechl, M., & Duerrschmid, K. (2014). Facial expressions and autonomous nervous system responses elicited by tasting different juices. *Food Research International*, 64, 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.003>
- Davenport, H. J. (1902). Proposed modifications in Austrian theory and terminology. *Quarterly Journal of Economics*, 16(3), 355–84. <https://doi.org/10.2307/1881982>
- Del Prete, M., & Samoggia, A. (2020). Chocolate consumption and purchasing behaviour review: Research issues and insights for future research. *Sustainability*, 12(14), 5586. <https://doi.org/10.3390/su12145586>
- Dolgoplova, I., & Teuber, R. (2018). Consumers' Willingness to Pay for Health Benefits in Food Products: A Meta-Analysis. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 40(2), 333–352. <https://doi.org/10.1093/aep/ppx036>
- Domino, E., Ni, L., Thompson, M., Zhang, H., Shikata, H., Fukai, H., ... & Ohya, I. (2009). Tobacco smoking produces widespread dominant brain wave alpha frequency increases. *International Journal of Psychophysiology*, 74(3), 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2009.08.011>
- Ehlers, C., Wall, T., & Schuckit, M. (1989). EEG spectral characteristics following ethanol administration in young men. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 73(3), 179–187. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(89\)90118-1](https://doi.org/10.1016/0013-4694(89)90118-1)
- Feldmann, C., & Hamm, U. (2015). Consumers' perceptions and preferences for local food: A review. *Food quality and preference*, 40, 152–164. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.09.014>
- Goldman-Rakic, P. S. (1996). The prefrontal landscape: implications of functional architecture for understanding human mentation and the central executive. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351(1346), 1445–1453. <https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0129>
- Golnar-Nik, P., Farashi, S., & Safari, M. S. (2019). The application of EEG power for the prediction and interpretation of consumer decision-making: A neuromarketing study. *Physiology & behavior*, 207, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.04.025>
- Gonçalves, T., Lourenço-Gomes, L., & Pinto, L. M. C. (2020). Dealing with ignored attributes through an inferred approach in wine choice experiments. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 87, 101551. <https://doi.org/10.1016/j.jsocec.2020.101551>
- Groepel-Klein, A. (2005). Arousal and consumer in-store behavior. *Brain research bulletin*, 67(5), 428–437. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2005.06.012>
- Haab, T. C., Interis, M. G., Petrolia, D. R., & Whitehead, J. C. (2013). From hopeless to curious? Thoughts on Hausman's "dubious to hopeless" critique of contingent valuation. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 35(4), 593–612. <https://doi.org/10.1093/aep/ppp029>
- Harapan, H., Wagner, A. L., Yufika, A., Winardi, W., Anwar, S., Gan, A. K., ... & Mudatsir, M. (2020). Willingness-to-pay for a COVID-19 vaccine and its associated determinants in Indonesia. *Human vaccines & immunotherapeutics*, 16(12), 3074–3080. <https://doi.org/10.1080/21645515.2020.1819741>
- Hermann, S., & Dolan, R. J. (1998). Price customization. *Marketing Management*, 7(3), 10.
- Hirabayashi, K., Tokuda, T., Nishinuma, T., Kawabata Duncan, K., Tagai, K., & Dan, I. (2021). A willingness-to-pay associated right prefrontal activation during a single, real use of lipsticks as assessed using functional near-infrared spectroscopy. *Frontiers in Neuroergonomics*, 2, 731160. <https://doi.org/10.3389/fnrgo.2021.731160>

Hogenkamp, P. S., Stafleu, A., Mars, M., Brunstrom, J. M., & de Graaf, C. (2011). Texture, not flavor, determines expected satiation of dairy products. *Appetite*, 57(3), 635–641. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.08.008>

Hubert, M. (2010). Does neuroeconomics give new impetus to economic and consumer research? *Journal of Economic Psychology*, 31(5), 812–817. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2010.03.009>

Janssen, M., & Hamm, U. (2012). Product labelling in the market for organic food: Consumer preferences and willingness-to-pay for different organic certification logos. *Food quality and preference*, 25 (1), 9–22. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.12.004>

Januszczyńska, R., & Viaene, J. (2001). Sensory segments in preference for plain chocolate across Belgium and Poland. *Food Quality and Preference*, 12(2), 97–107. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(00\)00035-5](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(00)00035-5)

Kahneman, D. (2011). Thinking, fast and slow. Farrar, Straus and Giroux.

Kamble, A., Zagade, A., & Abhang, N. (2017). Evaluating impulse purchases generated by affections and advertisement effectiveness. *Management Science Letters*, 7(10), 479–486. <http://doi.org/1075267/j.msl.2017.7.003>

Katt, F., & Meixner, O. (2020). A systematic review of drivers influencing consumer willingness to pay for organic food. *Trends in Food Science & Technology*, 100, 374–388. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.029>

Kawabata Duncan, K., Tokuda, T., Sato, C., Tagai, K. and Dan, I. (2019). Willingness-to-Pay-Associated Right Prefrontal Activation During a Single, Real Use of Cosmetics as Revealed by Functional Near-Infrared Spectroscopy. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00016>

Kennedy, O., Law, C., Methven, L., Mottram, D., & Gosney, M. (2010). Investigating age-related changes in taste and affects on sensory perceptions of oral nutritional supplements. *Age and ageing*, 39(6), 733–738. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq104>

Kenning, P., & Plassmann, H. (2005). NeuroEconomics: An overview from an economic perspective. *Brain research bulletin*, 67(5), 343–354. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2005.07.006>

Knutson, B. K., Ricks, S., Wimmer, G. S., Prelec, D., & Loewenstein, G. (2007). Neural predictors of purchases. *Neuron*, 53, 147–156. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.11.010>

Kowalska-Pyzalska, A. (2019). Do consumers want to pay for green electricity? A case study from Poland. *Sustainability*, 11(5), 1310. <https://doi.org/10.3390/su11051310>

Kozelová, D., Matejková, E., Fikselová, M., & Dekanyová, J. (2014). Analysis of consumer behavior at chocolate purchase. *Potravinárstvo*, 8(1), 62–66. doi: 10.5219/325.

Lagast, S., Gellynck, X., Schouteten, J. J., De Herdt, V., & De Steur, H. (2017). Consumers' emotions elicited by food: A systematic review of explicit and implicit methods. *Trends in food science & technology*, 69, 172–189. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.09.006>

Lamote, S., Hermans, D., Baeyens, F., & Eelen, P. (2004). An exploration of affective priming as an indirect measure of food attitudes. *Appetite*, 42(3), 279–286. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2003.11.009>

Liu, P., Guo, Q., Ren, F., Wang, L., & Xu, Z. (2019). Willingness to pay for self-driving vehicles: Influences of demographic and psychological factors. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 100, 306–317. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.01.022>

Lusk, J. L., & Schroeder T. C. (2004). Are Choice Experiments Incentive Compatible? A Test with Quality Differentiated Beef Steaks. *American Journal of Agricultural Economics*, 86, 467–482. <https://doi.org/10.1111/j.0092-5853.2004.00592.x>

Lybeck, A., Holmlund-Rytkönen, M., & Sääksjärvi, M. (2006). Store brands vs. manufacturer brands: consumer perceptions and buying of chocolate bars in Finland. *Int.*

Rev. of Retail, Distribution and Consumer Research, 16(4), 471–492. <https://doi.org/10.1080/09593960600844343>

Macht, M. (2008). How emotions affect eating: A five-way model. *Appetite*, 50(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.07.002>

Mai, L. W. (2014). Consumers' willingness to pay for ethical attributes. *Marketing Intelligence & Planning*, 32(6), 706–721. <https://doi.org/10.1108/MIP-08-2013-0139>

Marozzo, V., Raimondo, M. A., Miceli, G. N., & Scopelliti, I. (2020). Effects of au naturel packaging colors on willingness to pay for healthy food. *Psychology & Marketing*, 37(7), 913–927. <https://doi.org/10.1002/mar.21294>

McCluskey, J. J., & Loureiro, M. L. (2003). Consumer preferences and willingness to pay for food labeling: A discussion of empirical studies. *Journal of Food Distribution Research*, 34(856–2016–57150), 95–102. <http://doi.org/10.22004/ag.econ.27051>

Melton, B. E., Huffman, W. E., Shogren, J. F., & Fox, J. A. (1996). Consumer preferences for fresh food items with multiple quality attributes: evidence from an experimental auction of pork chops. *American Journal of Agricultural Economics*, 78(4), 916–923.

<https://doi.org/10.2307/1243848>

Murao, S., Yoto, A., & Yokogoshi, H. (2013). Effect of smelling green tea on mental status and EEG activity. *International Journal of Affective Engineering*, 12(2), 37–43. <https://doi.org/10.5057/ijae.12.37>

Nasser, J. A., Bradley, L. E., Leitzsch, J. B., Chohan, O., Fasulo, K., Haller, J., ... & Del Parigi, A. (2011). Psychoactive effects of tasting chocolate and desire for more chocolate. *Physiology & behavior*, 104(1), 117–121. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.04.040>

Otter, V., Prechtel, B., & Theuvsen, L. (2018). Country of origin effect for food products from developing and transition countries: A PLS analysis of German consumers' perception. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 30(4), 355–381. <https://doi.org/10.1080/08974438.2018.1449695>

Ozretic-Dosen, D., Skare, V., & Krupka, Z. (2007). Assessments of country of origin and brand cues in evaluating a Croatian, western and eastern European food product. *Journal of Business Research*, 60(2), 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2006.10.011>

Plassmann, H., O'doherty, J., & Rangel, A. (2007). Orbitofrontal cortex encodes willingness to pay in everyday economic transactions. *Journal of neuroscience*, 27, (37), 9984–9988. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2131-07.2007>

Poelmans, E., & Rousseau, S. (2016). How do chocolate lovers balance taste and ethical considerations? *British Food Journal*, 118(2), 343–361. <https://doi.org/10.1108/BFJ-06-2015-0208>

Ramsøy, T. Z. et al. (2018). Frontal brain asymmetry and willingness to pay. *Frontiers in neuroscience*, 12, 138. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00138>

Rausch, M., Kurz, P., Liegel, N., & Müller, K. M. (2017). Choice-Based Conjoint and NeuroPricing: Combining the Best of Two Worlds. In *SKIM/Sawtooth Software European Conference and Training Event*, 19–22 September. Barcelona, Spain.

Revelle, W., & Rocklin, T. (1979). Very Simple Structure — alternative procedure for estimating the optimal number of interpretable factors. *Multivariate Behavioral Research*, 14(4), 403–414. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr1404_2

Rousseau, S. (2015). The role of organic and fair trade labels when choosing chocolate. *Food Quality and Preference*, 44, 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.04.002>

Rozin, P., Levine, E., & Stoess, C. (1991). Chocolate craving and liking. *Appetite*, 17(3), 199–212. [https://doi.org/10.1016/0195-6663\(91\)90022-K](https://doi.org/10.1016/0195-6663(91)90022-K)

Ruggeri, G., Corsi, S., & Nayga, R. M. (2021). Eliciting willingness to pay for fairtrade products with information. *Food Quality and Preference*, 87, 104066. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104066>

Schäufele, I., & Hamm, U. (2017). Consumers' perceptions, preferences and willingness-to-pay for wine with sustainability characteristics: A review. *Journal of Cleaner production*, 147, 379–394. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.118>

Schott, L., Britwum, K., & Bernard, J. C. (2022). Can region labeling alter taste impressions and willingness to pay? A field experiment with chocolate bars. *Food Quality and Preference*, 100, 104606. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104606>

Shankar, M. U., Levitan, C. A., Prescott, J., & Spence, C. (2009). The influence of color and label information on flavor perception. *Chemosensory Perception*, 2, 53–58. <https://doi.org/10.1007/s12078-009-9046-4>

Semenova, D., Kulikova, S., Shamgunova, Y. Z., & Molodchik, M. (2023). Measuring effects of packaging on willingness-to-pay for chocolate: Evidence from an EEG experiment. *Food Quality and Preference*, 107, 104840. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.104840>

Smets, P. A., de Graaf, C., Stafleu, A., van Osch, M. J., Nievelstein, R. A., & van der Grond, J. (2006). Effect of satiety on brain activation during chocolate tasting in men and women. *The American journal of clinical nutrition*, 83(6), 1297–1305. <https://doi.org/10.1093/ajcn/83.6.1297>

Songsamoe, S., Saengwong-ngam, R., Koomhin, P., & Matan, N. (2019). Understanding consumer physiological and emotional responses to food products using electroencephalography (EEG). *Trends in Food Science & Technology*, 93, 167–173. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.018>

Steinhauser, J., Janssen, M., & Hamm, U. (2019). Consumers' purchase decisions for products with nutrition and health claims: What role do product category and gaze duration on claims play? *Appetite*, 141, 104337. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104337>

Stroebele, N., & De Castro, J. M. (2004). Effect of ambience on food intake and food choice. *Nutrition*, 20(9), 821–838. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.05.012>

Stubenitsky, K., Aaron, J. I., Catt, S. L., & Mela, D. J. (1999). Effect of information and extended use on the acceptance of reduced-fat products. *Food Quality and Preference*, 10(4–5), 367–376. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(98\)00056-1](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(98)00056-1)

Sundt, S., & Rehdanz, K. (2015). Consumers' willingness to pay for green electricity: A meta-analysis of the literature. *Energy Economics*, 51, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.06.005>

Tec  u, A. S., & Chitu, I. B. (2018). Influence of packaging on taste perception. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series V: Economic Sciences*, 63–70.

Thaichon, P., Jebarajakirthy, C., Tatu, P., & Gajbhay, R. G. (2018). Are you a chocolate lover? An investigation of the repurchase behavior of chocolate consumers. *Journal of Food Products Marketing*, 24(2), 163–176. <https://doi.org/10.1080/10454446.2017.1266551>

Tomelleri, R., & Grunewald, K. K. (1987). Menstrual cycle and food cravings in young college women. *Journal of the American Dietetic Association*, 87(3), 311–315.

Van Bochove, M. E., Ketel, E., Wischniewski, M., Wegman, J., Aarts, E., de Jonge, B., ... & Schutter, D. J. (2016). Posterior resting state EEG asymmetries are associated with hedonic valuation of food. *International Journal of Psychophysiology*, 110, 40–46. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.10.006>

Williams, J. (2010). *Neuromarketing: When science and marketing collide*. Blue Print.

Wong, L. P., Alias, H., Wong, P. F., Lee, H. Y., & AbuBakar, S. (2020). The use of the health belief model to assess predictors of intent to receive the COVID-19 vaccine

and willingness to pay. *Human vaccines & immunotherapeutics*, 16(9), 2204–2214. <https://doi.org/10.1080/21645515.2020.1790279>

Yang, Y., & Raine, A. (2009). Prefrontal structural and functional brain imaging findings in antisocial, violent, and psychopathic individuals: a meta-analysis. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 174(2), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2009.03.012>

Zorowitz, S., Rockhill, A. P., Ellard, K. K., Link, K. E., Herrington, T., Pizzagalli, D. A., ... & Dougherty, D. D. (2019). The neural basis of approach-avoidance conflict: a model based analysis. *Eneuro*, 6(4). <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0115-19.2019>

References

Berezka, S. M., & Sheresheva, M. Yu. (2019). Neurophysiological methods for studying consumer perception of television advertising content. *Bulletin of St. Petersburg University. Management*, 18(2), 175–203.

Nedelko, A. Yu. (2018). Possibilities and limitations of using neuromarketing methods. *Management Sciences*, (4), 77–83.

Trofimov, G. Yu. (2006). Economics and neuroscience are on the path of synthesis. *Economics and Mathematical Methods*, 42(4), 3–16.

Приложения

Приложение 1

Группы факторов готовности платить за пищевые продукты

Группа факторов	Факторы	Источники
Личные характеристики	Пол	Smeets et al., 2006; Nasser et al., 2011
	Возраст	Kennedy et al., 2010; Kozelová et al., 2014
	Семейный статус/размер домохозяйства	Gonçalves et al., 2020
	Фаза менструального цикла у женщин	Tomelleri, Grunewald, 1987; Rozin et al., 1991
	И другие	
Сенсорные (органолептические) характеристики продукта	Вкус	Lybeck et al., 2006; Poelmans, Rousseau, 2016; Thaichon et al., 2018
	Цвет	Shankar et al., 2009
	Сладость	Nasser et al., 2011
	Текстура	Hogenkamp et al., 2011
	Запах	Березка, Шерешева, 2018
	И другие	

Группа факторов	Факторы	Источники
Несенсорные характеристики продукта	Цена	Januszevska et al., 2001; Thaichon et al., 2018
	Бренд	Ahmed et al., 2012; Kozelová et al., 2014; Kamble et al., 2017
	Страна происхождения	Ozretic-Dosen et al., 2007; Otter et al., 2018, Schott et al., 2022
	Маркировка	Mai, 2014; Rousseau, 2015; Ruggeri et al., 2021
	Питательные характеристики	Steinhauser et al., 2019
	И другие	
Восприятие (perception)	Эмоциональный отклик	Murao et al., 2013; Songsamoe et al., 2019
	Настроение	Macht, 2008
	Нейроотклик	

Источник: составлено автором на основе исследований, указанных в таблице.