



УДК 159.91

EDN JJXDVI

<https://doi.org/10.33910/2687-0223-2023-5-4-272-282>

Апробация визуальной аналоговой шкалы в пилотном нейролингвистическом эксперименте

С. М. Попова ^{✉1}, Е. Г. Вергунов ², И. В. Брак ³

¹Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1

²Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины, 630117, Россия, г. Новосибирск, ул. Тимакова, д. 4

³Приволжский исследовательский медицинский университет, 603000, Россия, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1

Сведения об авторах

Софья Максимовна Попова,
ORCID: 0000-0001-5782-2193,
e-mail: s.popova1@ngsu.ru

Евгений Геннадьевич Вергунов,
SPIN-код: 9940-3675, Scopus
AuthorID: 57191523873,
ResearcherID: N-7962-2014,
ORCID: 0000-0002-8352-5368,
e-mail: Vergounov@gmail.com

Иван Викторович Брак,
SPIN-код: 6791-7686, Scopus
AuthorID: 24461311200, ORCID:
0000-0002-5146-0096, e-mail:
i.v.brak@gmail.com

Для цитирования: Попова, С. М.,
Вергунов, Е. Г., Брак, И. В. (2023)
Апробация визуальной аналоговой
шкалы в пилотном
нейролингвистическом
эксперименте. *Комплексные
исследования детства*, т. 5, № 4,
с. 272–282. [https://doi.
org/10.33910/2687-0223-2023-5-4-
272-282](https://doi.org/10.33910/2687-0223-2023-5-4-272-282) EDN JJXDVI

Получена 18 сентября 2023;
прошла рецензирование 11 октября
2023; принята 11 октября.

Финансирование: Исследование
не имело финансовой поддержки.

Права: © С. М. Попова,
Е. Г. Вергунов, И. В. Брак (2023).
Опубликовано Российским
государственным педагогическим
университетом им. А. И. Герцена.
Открытый доступ на условиях
лицензии CC BY-NC 4.0.

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические и практические положения, касающиеся оценки психоэмоционального статуса методом визуально-аналоговой шкалы (*Visual Analog Scale*, VAS) в рамках нейролингвистического эксперимента. Известные ранее данные представляли использование VAS в ограниченном круге задач, в основном связанных с оценкой состояния здоровья у больных. Небольшая выборка лингвистических исследований, использующих метод визуально-аналоговой шкалы, также продемонстрировала надежные результаты. Однако до настоящего момента VAS не применялся для оценки эффекта последовательности, который влияет на психоэмоциональное состояние респондента, а следовательно, на чистоту результатов эксперимента. Целью настоящего исследования как составной части лингвистического ЭЭГ-эксперимента стало изучение эффектности шкал VAS с точки зрения выполняемых нейролингвистических задач. Был проведен пилотный ЭЭГ-эксперимент, в котором приняли участие 28 студентов НГУ. Испытуемые были разделены на две равные подгруппы: тех, кто выполнил две нейролингвистические задачи, и тех, кто выполнил только одну из двух задач. До эксперимента и сразу после него участники заполнили шкалу VAS для оценки ситуативного психоэмоционального состояния. Данные, полученные путем анализа 2B-PLS, свидетельствуют не только об эффективности применяемой методики на здоровых участниках нейролингвистических экспериментов для измерения внутреннего состояния и переживаний, но и о практической важности ее использования. Визуальная аналоговая шкала способна определять наиболее гармоничный порядок следования задач эксперимента, при котором психоэмоциональный статус респондента будет минимально отличаться между состояниями «до» и «после». Показатели шкал могут успешно применяться в качестве переменных в анализе нейролингвистических данных.

Ключевые слова: рейтинговые шкалы, визуальная аналоговая шкала, VAS, 2B-PLS, нейролингвистическое исследование

Validation of a visual analogue scale in a pilot neuro-linguistic experiment

S. M. Popova ^{✉1}, E. G. Vergunov ², I. V. Brak ³

¹ Novosibirsk State University, 1 Pirogova Str., Novosibirsk 630090, Russia

² Scientific Research Institute of Neurosciences and Medicine, 4 Timakova Str., Novosibirsk 630117, Russia

³ Privolzhsky Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 10/1 Minina and Pozharskogo Sq., Nizhniy Novgorod 603000, Russia

Authors

Sofia M. Popova,
ORCID: 0000-0001-5782-2193,
e-mail: s.popova1@g.nsu.ru

Evgenij G. Vergunov,
SPIN: 9940-3675, Scopus AuthorID:
57191523873, ResearcherID: N-7962-
2014, ORCID: 0000-0002-8352-5368,
e-mail: Vergounov@gmail.com

Ivan V. Brak, SPIN: 6791-7686,
Scopus AuthorID: 24461311200,
ORCID: 0000-0002-5146-0096,
e-mail: i.v.brak@gmail.com

For citation: Popova, S. M.,
Vergunov, E. G., Brak, I. V. (2023)
Validation of a visual analogue scale
in a pilot neuro-linguistic experiment.
Comprehensive Child Studies, vol. 5,
no. 4, pp. 272–282. <https://doi.org/10.33910/2687-0223-2023-5-4-272-282> EDN JIXDVI

Received 18 September 2023;
reviewed 11 October 2023; accepted
11 October 2023.

Funding: The study did not receive
any external funding.

Copyright: © S. M. Popova,
E. G. Vergunov, I. V. Brak (2023).
Published by Herzen State
Pedagogical University of Russia.
Open access under [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)
License 4.0

Abstract. The article deals with theoretical and practical aspects of assessing the psycho-emotional status using a visual analogue scale (VAS) within the framework of neurolinguistic experiment. The available studies focused on using the VAS mainly for the assessment of health status in patients. There is also a small number of linguistic studies that used the VAS method and demonstrated reliable results. However, the VAS has not yet been used to assess the sequence effect, which affects the psycho-emotional state of the respondent and hence the purity of experimental results. The purpose of the present study, which is an integral part of the linguistic EEG experiment, was to investigate the efficacy of the VAS method in terms of neurolinguistic tasks performed.

We conducted a pilot EEG experiment which involved 28 university students. The test subjects were divided into two equal subgroups: those who performed two neurolinguistic tasks and those who performed only one of the two tasks. Before and immediately after the experiment, the participants completed several visual analogue scales to assess their situational psycho-emotional state.

The data obtained by 2B-PLS analysis show not only the effectiveness of the scales used on healthy participants in neurolinguistic experiments to measure internal state and experiences, but also the practical importance of its use. The VAS method is capable of determining the most harmonious order of the experiment tasks — i. e., the order which minimizes the difference in the respondents' psycho-emotional status before and after the completion of the tasks. Further, the indicators of the scales can be successfully used as variables in the analysis of neurolinguistic data.

Keywords: rating scales, visual analogue scale, VAS, 2B-PLS, neurolinguistic research

Введение

Психоэмоциональное состояние — это относительно стабильное переживание человека по отношению к самому себе, окружающему миру и другим людям, которое оказывает влияние на его поведение, активность и поступки. Оно охватывает различные аспекты, такие как настроение, мотивация, уровень стресса, тревожность и др.

Психоэмоциональное состояние необходимо учитывать при разработке эксперимента, так как оно может существенно повлиять на его ход несколькими способами, например воздействовать на когнитивные способности человека, включая внимание, память и навыки решения

проблем. Например, высокий уровень стресса или тревоги может ухудшить когнитивные функции за счет снижения концентрации внимания и объема рабочей памяти, и наоборот, положительные эмоции и расслабленное состояние могут повысить когнитивные способности, способствуя творчеству и гибкому мышлению (Tung et al. 2017).

Во время эксперимента психоэмоциональное состояние играет решающую роль в мотивации и вовлеченности индивида. Положительные эмоции, такие как энтузиазм и интерес, могут повысить мотивацию, что приводит к более высокому уровню прилагаемых усилий и настойчивости в выполнении задач (Pekrun 1992).

Как люди воспринимают свой опыт во время эксперимента, также определяется состоянием участника. Положительные эмоции способствуют более благоприятному субъективному опыту, увеличивая уровень удовлетворенности и радости, а негативные эмоции могут вызвать чувство неудовлетворенности или дискомфорта (Brosch et al. 2013).

Одним из факторов, влияющих на психоэмоциональное состояние респондента во время эксперимента, является *эффект последовательности*, или *эффект порядка*. Он проявляется в том, что при изменении порядка выполнения задач люди могут реагировать по-разному на одни и те же условия. Это значит, что контекст, в котором представлена информация, может влиять на ее интерпретацию (Stewart et al. 2002).

Психоэмоциональное состояние может оцениваться как на субъективном, так и на объективном уровнях. Объективное исследование представлено следующими инструментальными методами: система виброизображения, электробиолюминесцентный, регистрация электрофизиологических показателей (электрокардиография, электромиография, электроэнцефалография, электроокулография и др.) и сомнография. В отличие от объективных методов оценки психоэмоционального состояния человека субъективные методы включают использование специализированных тестов, таких как тесты Люшера, Цунга, Спилберга-Ханина и шкалы Гамильтона (Нгуен, Южаков 2015).

Кроме того, одним из применяемых методов оценки психоэмоционального состояния является визуальная аналоговая шкала (*Visual Analog Scale*; далее — VAS), обладающая рядом преимуществ, которые способствуют ее широкому использованию в научных исследованиях и клинической практике. Так, данная шкала предоставляет людям простой и быстрый способ выразить свои личные переживания, позволяет исследователям фиксировать едва заметные изменения в психоэмоциональном состоянии с течением времени, а также демонстрирует хорошую надежность и валидность в различных контекстах и группах населения. Стоит отметить, что VAS демонстрирует надежные результаты не только в задаче определения сильного эмоционального состояния, например острая боль (Bijur et al. 2001), но и при исследовании состояния настроения (Price et al. 1983).

В известных ранее лингвистических исследованиях VAS использовалась в основном именно для оценки психоэмоционального состояния.

Например, VAS широко применяется для измерения восприятия и интенсивности боли у людей с нарушениями речи, вызванными неврологическими заболеваниями, такими как афазия или инсульт (De Vries et al. 2017; Korner-Bitensky et al. 2006). Известен случай использования VAS для изучения разборчивости речи как одного из важных показателей тяжести речевого расстройства и его прогрессирования (Abur et al. 2019). Также VAS использовалась в качестве надежного способа измерения восприятия слушателем различных аспектов сигнала, а именно голосовых эмоций (Morgan 2018).

Таким образом, многие исследования доказали надежность метода VAS и показали его широкое применение в различных областях знаний. Однако помимо основной задачи определения психоэмоционального состояния, существуют и другие, в которых VAS могла бы найти свое практическое применение, например предотвращение влияния эффекта последовательности на психоэмоциональное состояние участника эксперимента. Чтобы подтвердить эффективность VAS в данной задаче, требуются новые эмпирические исследования.

Процедура и методы

Визуальная аналоговая шкала (VAS), разработанная Хейсом и Паттерсоном в 1921 году (Yeung, Wong 2019), предназначена для оценки эмоционального состояния, ощущения или переживания, подлежащего измерению в момент исследования. Данный метод тестирования использовался с 1920-х годов и служил для оценки субъективных явлений, испытываемых отдельными лицами, например для измерения настроения, беспокойства, тяги к сигаретам, качества сна, для оценки функциональных способностей, тяжести клинических симптомов на ежедневной основе и т. д. С 1966 года VAS применялась для измерения как острой, так и хронической боли (Wewers, Lowe 1990). Более современные работы продолжают исследовать эффективность визуальной аналоговой шкалы, предоставляющей информацию о внутреннем состоянии, в основном в вопросах, связанных со здоровьем и медициной. VAS используется для оценки острой боли (Lazaridou et al. 2018), шума в ушах (Simoies et al. 2021), боли в послеоперационный период (Martin 2012), клинического статуса при биполярном расстройстве (Sajatovic et al. 2015) и др.

С точки зрения пациента, спектр испытываемых эмоций кажется непрерывным, поскольку

не имеет дискретных скачков, как это предполагается при следующей категоризации: «нет», «легкая», «умеренная» и «тяжелая». Особенностью данного опросника является то, что он разработан с учетом продолжительного характера эмоций и тем самым способен более точно их отражать.

Оценка общего эмоционального состояния обычно происходит по 10 компонентам: удивление, радость, счастье, блаженство, восторг, страх, тревога, отвращение, грусть и гнев. Левый край шкалы (0) означает полное отсутствие данного состояния, правый (100) — максимальное. Оценка определяется путем измерения линейкой расстояния (мм) на 10-сантиметровой линии между отметкой «нулевой интенсивности» и отметкой респондента, обеспечивая диапазон оценок от 0 до 100. Более высокий балл указывает на большую интенсивность испытываемой эмоции. Основываясь на распределении показателей VAS у респондентов, которые описали интенсивность своих эмоций в категориях «нет», «легкая», «умеренная» или «сильная», исследователи рекомендовали следующие точки отсечения на VAS: не испытываю эмоцию (0–4 мм), легкая эмоция (5–44 мм), умеренная эмоция (45–74 мм) и сильная эмоция (75–100 мм) (Weigl, Forstner 2021).

Дизайн исследования

В пилотном эксперименте приняли участие 28 студентов-добровольцев 1-го и 2-го курсов НГУ. Из них одна группа (14 испытуемых) выполнила две нейролингвистические задачи в течение одного обследования в стандартном порядке — сначала fld, затем idl, вторая группа выполнила только одну задачу — fld (7 испытуемых) или idl (7 испытуемых). Перед началом каждого обследования и после его завершения с помощью шкалы VAS происходила оценка психоэмоционального статуса испытуемого.

Ранее было показано для студентов НГУ, что к полу и специализации студентов задачи fld и idl неспецифичны.

Эксперимент fld (поля)

В данном исследовании осуществлялось сравнение восприятия лексико-семантических и ассоциативных полей с помощью айтрекинг и ЭЭГ-технологий. При этом поля делились на шесть типов:

- лексико-семантическое с ядерным словом,
- ассоциативное с ядерным словом,
- без связей с ядерным словом,

- лексико-семантическое без ядерного слова,
- ассоциативное без ядерного слова,
- без связей без ядерного слова.

Основной блок сессии был разделен на две части. В анализ данных настоящей статьи не вошли результаты первой, так как их правильность невозможно оценить.

В ходе второй части участник получал задание проанализировать пять лексико-семантических (ЛСП) и пять ассоциативных (АП) полей без ядерного слова, предъявленных в случайном порядке, а также пять полей без связей (ПБС), которые предъявлялись последними. После каждого поля на экран выводился вопрос «Какое слово должно стоять в центре поля?» и строка для ввода ответа. Добавочные слова, предложенные участниками, не оценивались на правильность. Полученные центральные слова в лексико-семантических и ассоциативных полях были занесены в таблицу и проанализированы на правильность.

Эксперимент idl (идентификация языка)

В эксперименте исследовался процесс идентификации родственных языков при помощи ЭЭГ и айтрекинг-технологий. Респондентами являлись носители русского языка с отсутствием знаний украинского и белорусского.

В первой части эксперимента участнику поочередно показывали 40 дисплеев, по центру которых располагались словосочетания из двух или трех слов, и 40 экранов для ответа. Словосочетания для каждого участника располагались в произвольном порядке. Несмотря на то что предлагалось задание выбрать язык словосочетания из списка с тремя языками (русского, украинского и белорусского), на самом деле они были написаны на украинском языке.

Стоит отметить, что все словосочетания были равномерно распределены по четырем типам условий: *Грамматический анализ текста*, *Использование статистики комбинаций символов*, *Словарный анализ текста* и *Смешанный тип*, что предполагало разные принцип и сложность идентификации.

Методы анализа

Для совместного анализа данных, которые включают переменные такой специфичной природы, как признак типа эксперимента и очередности обследования испытуемых по шкале VAS или сами отсчеты по этой шкале,

был применен инструмент 2B-PLS, с помощью которого сегодня изучают имплицитные процессы в междисциплинарных экспериментах и комплексных исследованиях.

PLS (*Projection to Latent Structure* или *Partial Least Squares*) — это метод получения путем поворота проекций исходных переменных на независимые латентные структуры. Такие проекции (координаты в новой системе осей, созданной латентными структурами) содержатся в матрице счетов (*Score*), а параметры поворота — в матрице нагрузок (*Loadings*), которая содержит коэффициенты корреляции между исходными переменными и латентными структурами — глубинными механизмами, которые объясняют наблюдаемые явления (Овчинникова, Вергунов 2023). 2B-PLS (*Two-Block PLS*) дает единые механизмы сразу для пары блоков многомерных показателей (Rännar et al. 1994; Rohlf, Corti 2000).

В один блок можно поместить переменные-предикторы, в другой — переменные-отклики (признаки, которые состоят только из градаций «да» и «нет», это вопросы к модели). Обучение (выбор угла разворота предикторов) происходит за счет включения или исключения тех или иных откликов. Поворот обоих блоков осуществляется при условии максимума ковариации полученной пары матриц счетов, что выполняется при выделении двух наиболее контрастных подгрупп из выборки по тем переменным, которые обуславливают максимальную дисперсию. Это дает наиболее информативные ответы на заданные вопросы, а пары контрастных подгрупп располагаются по убыванию номеров структур:

- первая(ые) латентная структура описывает общие закономерности (в подгруппы входят либо все испытуемые, либо максимально возможное их количество);
- следующие структуры описывают частную специфику более мелких подгрупп;
- последние структуры, каждая из которых описывает менее 5 % общей наблюдаемой дисперсии, обусловлены шумовыми компонентами.

2B-PLS применяется для совместного анализа данных разнообразного характера в междисциплинарных исследованиях в области психофизиологии (Кривошеков и др. 2022; Nikolaeva et al. 2022): нейронаук (Савостьянов и др. 2022), биологии (Ковалева и др. 2019), генетики (Polunin et al. 2019), психологии (Вергунов 2022).

Анализ 2B-PLS проводился с помощью программного пакета JACOBI 4 (Polunin et al. 2019). В блоки 2B-PLS вошли предикторы (10 шкал VAS) и отклики (признаки обследования VAS «до» или после» и участия в экспериментах fld или idl, всего шесть). Соответственно, получилось шесть латентных структур (меньшее число переменных из двух блоков). Таким образом, предикторы (блок № 1) должны дать ответы на вопросы-отклики (блок № 2) (табл. 1).

Результаты

Из рисунка 1 следует, что вся информация из исходных переменных уместилась в три латентные структуры. Первая из них относится к общим особенностям выборки, две других — к частной специфике шкал VAS.

Поскольку все три структуры показали нагрузки по интересующим нас переменным (*_vas1* и *_vas2*), то была построена 3D-визуализация (рис. 2). Отметим, что на визуализации хорошо выделяется косоугольная система по переменным с максимальными нагрузками, противоположные концы осей которой отмечены эллипсоидами разного цвета:

- 1) *_vas1* до *_vas2* (серый цвет), общая особенность — динамика шкал VAS между первичным («до») и вторичным («после») обследованиями;
- 2) от минимального до максимального отращения (*_h- ... _h+*), частная специфика этой шкалы VAS, которая не связана с (1), показывает кластеры, связанные с минимальным и максимальным ощущениями отращения испытуемых с точки зрения задач нейролингвистического эксперимента;
- 3) от минимального до максимального страха (*_f- ... _f+*), частная специфика этой шкалы VAS, которая не связана с (1), показывает кластеры, связанные с минимальным и максимальным ощущением страха испытуемыми с точки зрения задач нейролингвистического эксперимента.

Указанная косоугольная система интерпретируется более четко, чем ортогональная система латентных структур. Это более важный фактор, чем полная ортогональность (в статистических программах, например SPSS, есть настройки факторного анализа с косоугольными системами или поворотами осей с нарушением ортогональности). На вопрос, почему описанная выше (и выделенная на рис. 2 эллипсоидами) система осей не выделена в виде латентных структур — ведь формально крайние

Табл. 1. Блоки переменных для 2В-PLS-модели

Переменные	Блок
_a, _b, _c, _d, _e, _f, _g, _h, _i, _j : 10 шкал VAS — удивление, радость, счастье, блаженство, восторг, страх, тревога, отвращение, грусть и гнев соответственно	1
_vas1, _vas2 : обследование по шкале VAS до начала ЭЭГ-регистрации и после завершения ЭЭГ-регистрации соответственно	2
_fld1, _fld2 : признак задачи fld при выполнении задач fld и idl (задача fld всегда первая) и при выполнении только одной задачи fld соответственно	2
_idl2, _idl1 : признак задачи idl при выполнении задач fld и idl (задача idl всегда вторая) и при одинарном соответственно	2

Примечание: переменные блока 1 предварительно нормировались на размах.

Table 1. Blocks of variables for the 2B-PLS-model

Variables	Block
_a, _b, _c, _d, _e, _f, _g, _h, _i, _j : 10 visual analogue scales — surprise, joy, happiness, bliss, delight, fear, anxiety, disgust, sadness and anger, respectively	1
_vas1, _vas2 : examination on the VAS before the start of EEG registration and after the completion of EEG registration, respectively	2
_fld1, _fld2 : the attribute of the task fld when executing the tasks fld and idl (the task fld is always the first one) and when executing only the task fld, respectively	2
_idl2, _idl1 : the attribute of the task idl when executing the tasks fld and idl (the task idl is always the second one) and when executing only the task idl, respectively	2

Note: block 1 variables were preliminarily normalized to the range.

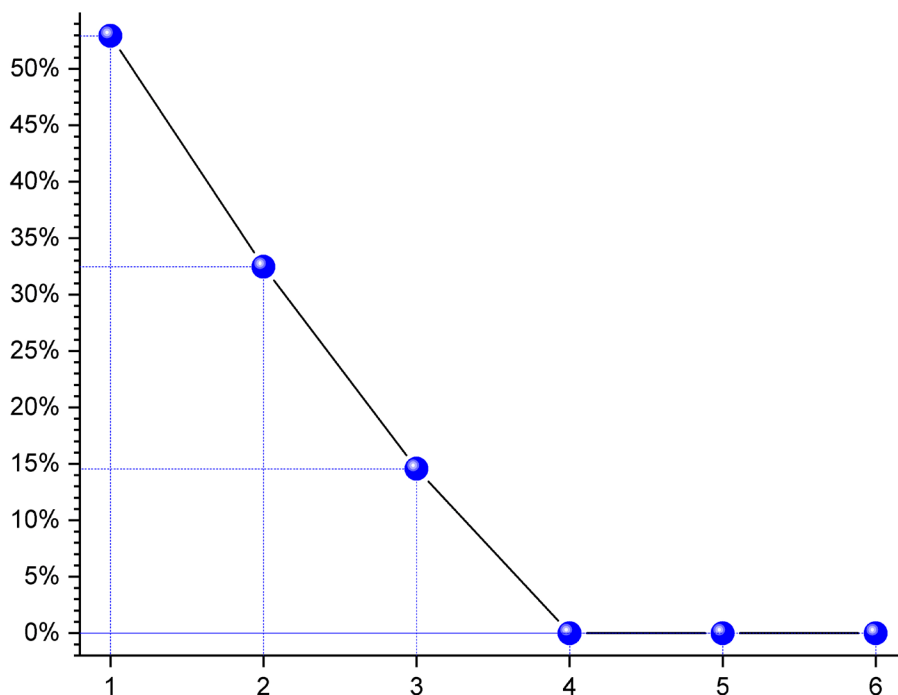


Рис. 1. График осыпи латентных структур 2В-PLS. Горизонтальная ось — латентные структуры, вертикальная ось — доля общей наблюдаемой дисперсии

Fig. 1. Scree plot of 2B-PLS latent structures. Horizontal axis — latent structures, vertical axis — the proportion of total observed variance

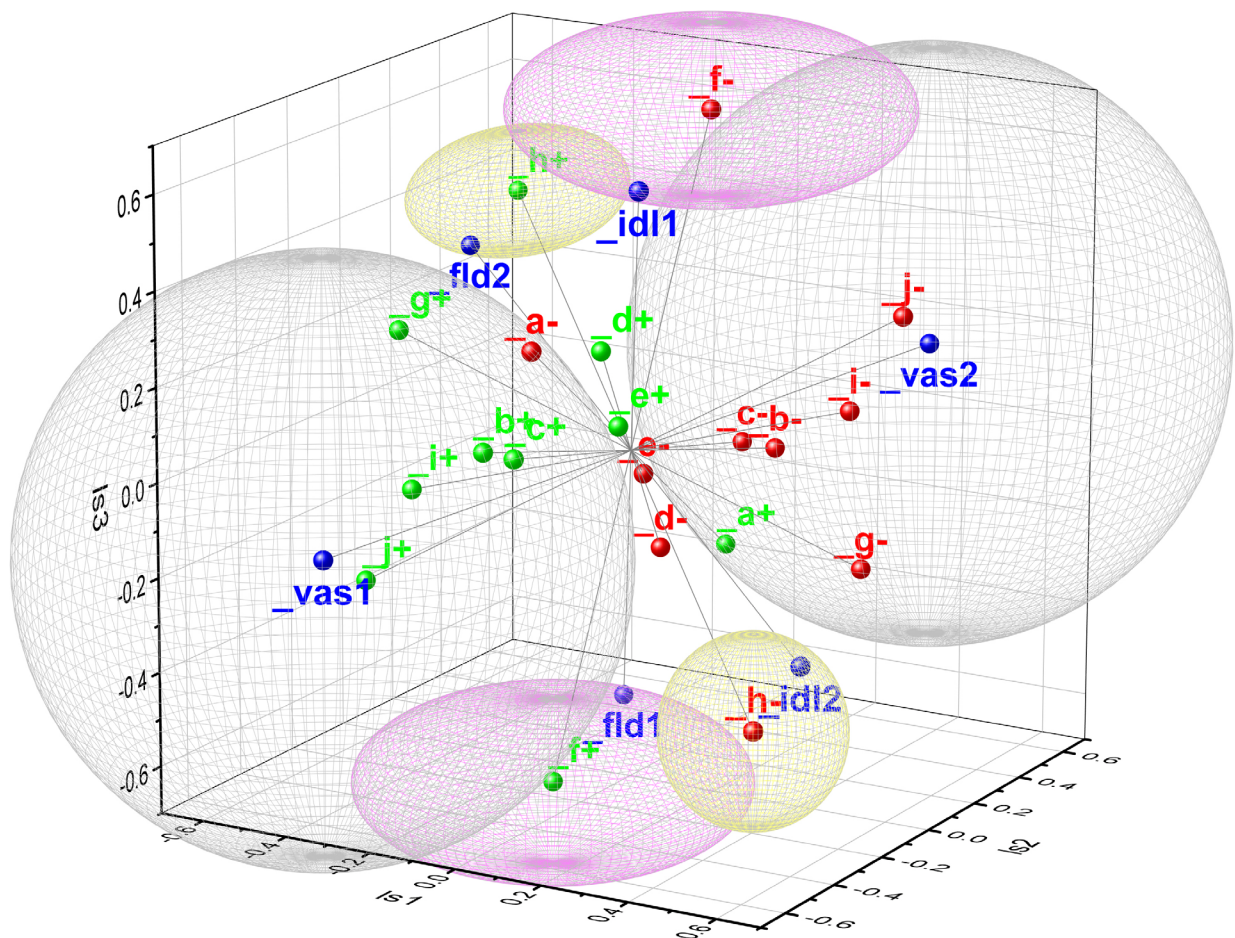


Рис. 2. Визуализация статистически значимых нагрузок для переменных (латентные структуры ls1, ls2 и ls3 соответствуют левой, правой и верхней осям координат). Значимые противоположные области косоугольной системы осей координат выделены парами эллипсоидов серого, желтого и сиреневого цвета (соответствуют ls1, ls2, ls3)

Fig. 2 Visualization of statistically significant loads for variables (latent structures ls1, ls2 and ls3 correspond to the left, right and upper coordinate axes). Significant opposite regions of the oblique coordinate system are highlighted by pairs of ellipsoids of grey, yellow and lilac color (corresponding to ls1, ls2, ls3)

точки оси обеспечивают больше дисперсии, — ответ прост: между осями косоугольной системы показаны небольшие корреляции, что формально запрещает описывать такую систему в качестве латентных структур.

Отклики даны синим цветом, предикторы — зеленым и красным. Переменные зеленого цвета (название завершает знак «+») показывают более высокие значения баллов по шкалам VAS, переменные красного цвета (название завершает знак «-») — более низкие значения баллов по шкалам. Условные обозначения соответствуют таблице 1. Решением этой дилеммы является кластеризация пространства нагрузок с помощью пар контрастных кластеров непересекающихся подмножеств переменных с центрами в точках с максимальными абсолютными значениями нагрузок, что показано

эллипсоидами на рисунке 2. Таким образом, общей особенностью является **снижение** значений VAS между состояниями «до» и «после» для шкал *радости, счастья, тревоги, грусти и гнева*, а по шкале удивления — **рост** значений VAS.

Кластеры «отвращения» показывают, что *минимальное отвращение* у испытуемых сопутствует сочетанному выполнению нейролингвистических задач в последовательности fld-idl, а *максимальное отвращение* сопутствует «моно» выполнению задачи fld. Кластеры «страха» показывают, что *минимальный страх* у испытуемых сопутствует «моно» выполнению задачи idl, а *максимальный страх* сопутствует сочетанному выполнению задач в последовательности fld-idl. Таким образом, кластеры «отвращения» и «страха» не коррелируют

с порядком обследования по методике VAS («до» или «после»), а коррелируют с порядком и содержанием выполняемых задач, что может говорить об определенном функциональном состоянии испытуемого, которое отражается на психоэмоциональном статусе, регистрируемом шкалами VAS.

Шкалы VAS *блаженство* и *восторг* не входят ни в один из кластеров. Поэтому можно сделать вывод, что значения VAS для этих шкал не связаны ни с порядком обследований по методике VAS, ни с порядком и содержанием выполняемых нейролингвистических задач.

Заключение

Визуальная аналоговая шкала является универсальным инструментом в нейролингвистических исследованиях, позволяющим исследователям фиксировать субъективные переживания и восприятия, связанные с обработкой языка. Однако до настоящего момента еще не проводилось исследований, направленных на определение оптимального порядка следования задач в эксперименте с целью контроля психоэмоционального состояния респондента методами визуальной аналоговой шкалы.

Нами была показана высокая эффективность применения VAS для изучения психоэмоционального статуса испытуемых в нейролингвистическом эксперименте. Описанные общие особенности шкал VAS могут быть использованы как соответствующие ковариаты при

анализе результатов нейролингвистического эксперимента, в том числе ЭЭГ-данных. Полученная частная специфика шкал VAS может быть использована для контроля факторов нейролингвистического эксперимента, которые связаны с порядком следования задач.

Используемый метод анализа (2B-PLS) позволяет в дальнейшем на этапе пилотного обследования испытуемых определить оптимальную (для целей эксперимента) последовательность выполняемых задач, оценить эффекты от их выполнения для психоэмоционального статуса испытуемых.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии потенциального или явного конфликта интересов.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest, either existing or potential.

Вклад авторов

Авторы внесли равный вклад в подготовку рукописи статьи.

Author Contributions

The authors have made an equal contribution to the preparation of the manuscript of the article.

Литература

- Вергунов, Е. Г. (2022) Трансформация пространства копинга в условиях пандемии на разных циклах обучения в вузе и оценка ее интегральных показателей. *Комплексные исследования детства*, т. 4, № 2, с. 115–123. <https://doi.org/10.33910/2687-0223-2022-4-2-115-123>
- Ковалева, В. Ю., Поздняков, А. А., Литвинов, Ю. Н., Ефимов, В. М. (2019) Оценка сопряженности морфогенетических и молекулярно-генетических модулей изменчивости серых полевков *Microtus S.L.* в градиентных условиях среды. *Экологическая генетика*, т. 17, № 2, с. 21–34. <https://doi.org/10.17816/ecogen17221-34>
- Кривошеков, С. Г., Николаева, Е. И., Вергунов, Е. Г., Приходько, А. Ю. (2022) Многомерный анализ показателей тормозного и автономного контроля при ортостазе и в эмоциональных ситуациях. *Физиология человека*, т. 48, № 1, с. 26–37. <https://doi.org/10.31857/S0131164621060059>
- Нгуен, К. Д., Южаков, М. М. (2015) Обзор методов оценки психоэмоционального состояния человека. В кн.: *Информационно-измерительная техника и технологии: материалы VI научно-практической конференции, 27–30 мая 2015 г.* Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, с. 109–112.
- Овчинникова, К. А., Вергунов, Е. Г. (2023) Механизмы как понятие в науке и инструменты их выявления, изучение механизмов в лингвистическом исследовании как пример применения психофизиологического инструментария моделирования в междисциплинарном анализе. *Комплексные исследования детства*, т. 5, № 1, с. 14–25. <https://doi.org/10.33910/2687-0223-2023-5-1-14-25>
- Савостьянов, А. Н., Вергунов, Е. Г., Сапрыгин, А. Е., Лебедин, Д. А. (2022) Апробация технологии оценки мимики лиц для изучения динамики функциональных состояний человека в ЭЭГ-парадигме покоя. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, т. 26, № 8, с. 765–772. <https://doi.org/10.18699/VJGB-22-92>

- Abur, D., Enos, N. M., Stepp, C. E. (2019) Visual analog scale ratings and orthographic transcription measures of sentence intelligibility in Parkinson's disease with variable listener exposure. *American Journal of Speech-Language Pathology*, vol. 28, no. 3, pp. 1222–1232. https://doi.org/10.1044/2019_ajslp-18-0275
- Bijur, P. E., Silver, W., Gallagher, E. J. (2001) Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Academic Emergency Medicine*, vol. 8, no. 12, pp. 1153–1157. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2001.tb01132.x>
- Brosch, T., Scherer, K., Grandjean, D., Sander, D. (2013) The impact of emotion on perception, attention, memory, and decision-making. *Swiss Medical Weekly*, vol. 143, no. 1920, article 13786. <http://dx.doi.org/10.4414/smww.2013.13786>
- De Vries, N. J., Sloom, P. H., Achterberg, W. P. (2017) Pain and pain assessment in stroke patients with aphasia: A systematic review. *Aphasiology*, vol. 31, no. 6, pp. 703–719. <http://dx.doi.org/10.1080/02687038.2016.1254150>
- Korner-Bitensky, N., Kehayia, E., Tremblay, N., Mazer, B. et al. (2006) Eliciting information on differential sensation of heat in those with and without poststroke aphasia using a visual analogue scale. *Stroke*, vol. 37, no. 2, pp. 471–475. <https://doi.org/10.1161/01.str.0000198872.75377.34>
- Lazaridou, A., Elbaridi, N., Edwards, R. R., Berde, C. B. (2018) Pain assessment. In: H. T. Benzon, S. N. Raja, S. M. Fishman, S. S. Liu et al. (eds.). *Essentials of pain medicine*. 4th ed. [S. l.]: Elsevier Publ., pp. 39–46. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-40196-8.00005-X>
- Morgan, S. D. (2018) Optimal use of the visual analog scale: Observations from ratings of emotional speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 144, no. 3, article 1804–1804. <http://dx.doi.org/10.1121/1.5067966>
- Nikolaeva, E. I., Efimova, V. L., Vergunov, E. G. (2022) Integration of vestibular and auditory information in ontogenesis. *Children*, vol. 9, no 3, article 401. <https://doi.org/10.3390/children9030401>
- Pekrun, R. (1992) The impact of emotions on learning and achievement: Towards a theory of cognitive/motivational mediators. *Applied Psychology*, vol. 41, no. 4, pp. 359–376. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.1992.tb00712.x>
- Polunin, D. A., Shtaiiger, I., Efimov, V. (2019) *JACOBI4 software for multivariate analysis of biological data*. [Online]. Available at: <https://doi.org/10.1101/803684> (accessed 18.06.2023).
- Price, D. D., McGrath, P. A., Rafii, A., Buckingham, B. (1983) The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain*, vol. 17, no. 1, pp. 45–56. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(83\)90126-4](https://doi.org/10.1016/0304-3959(83)90126-4)
- Rännar, S., Lindgren, F., Geladi, P., Wold, S. (1994) A PLS kernel algorithm for data sets with many variables and fewer objects. Part 1: Theory and algorithm. *Journal of Chemometrics*, vol. 8, no. 2, pp. 111–125. <https://doi.org/10.1002/cem.1180080204>
- Rohlf, F. J., Corti, M. (2000) The use of two-block partial least-squares to study covariation in shape. *Systematic Biology*, vol. 49, no. 4, pp. 740–753. <https://doi.org/10.1080/106351500750049806>
- Sajatovic, M., Chen, P., Young, R. C. (2015) Rating scales in bipolar disorder. In: M. Tohen, A. A. Nierenberg, C. L. Bowden, Geddes, J. R. (eds.). *Clinical trial design challenges in mood disorders*. [S. l.]: Elsevier Publ., pp. 105–136. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405170-6.00009-9>
- Simoes, J. P., Daoud, E., Shabbir, M., Amanat, S. et al. (2021) Multidisciplinary tinnitus research: Challenges and future directions from the perspective of early stage researchers. *Frontiers in Aging Neuroscience*, vol. 13, article 647285. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.647285>
- Stewart, N., Brown, G. D. A., Chater, N. (2002) Sequence effects in categorization of simple perceptual stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, vol. 28, no. 1, p. 3–11. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0278-7393.28.1.3>
- Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N. M., Malik, A. S. (2017) The influences of emotion on learning and memory. *Frontiers in Psychology*, vol. 8, article 1454. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01454>
- Weigl, K., Forstner, T. (2021) Design of paper-based visual analogue scale items. *Educational and Psychological Measurement*, vol. 81, no. 3, pp. 595–611. <https://doi.org/10.1177/0013164420952118>
- Wewers, M. E., Lowe, N. K. (1990) A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in Nursing & Health*, vol. 13, no. 4, pp. 227–236. <https://doi.org/10.1002/nur.4770130405>
- Yeung, A. W. K., Wong, N. S. M. (2019) The historical roots of visual analog scale in psychology as revealed by reference publication year spectroscopy. *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 13, article 86. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00086>

Sources

- Martin, C. F. (2012) Postoperative pain relief. In: D. Stanley, I. Trail (eds.). *Operative elbow surgery*. [S. l.]: Elsevier Publ. [Online]. Available at: <https://musculoskeletalkey.com/postoperative-pain-relief/> (accessed 18.08.2023). (In English)

References

- Abur, D., Enos, N. M., Stepp, C. E. (2019) Visual analog scale ratings and orthographic transcription measures of sentence intelligibility in Parkinson's disease with variable listener exposure. *American Journal of Speech-Language Pathology*, vol. 28, no. 3, pp. 1222–1232. https://doi.org/10.1044/2019_ajslp-18-0275 (In English)

- Bijur, P. E., Silver, W., Gallagher, E. J. (2001) Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Academic Emergency Medicine*, vol. 8, no. 12, pp. 1153–1157. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2001.tb01132.x> (In English)
- Brosch, T., Scherer, K., Grandjean, D., Sander, D. (2013) The impact of emotion on perception, attention, memory, and decision-making. *Swiss Medical Weekly*, vol. 143, no. 1920, article 13786. <http://dx.doi.org/10.4414/smw.2013.13786> (In English)
- De Vries, N. J., Sloot, P. H., Achterberg, W. P. (2017) Pain and pain assessment in stroke patients with aphasia: A systematic review. *Aphasiology*, vol. 31, no. 6, pp. 703–719. <http://dx.doi.org/10.1080/02687038.2016.1254150> (In English)
- Korner-Bitensky, N., Kehayia, E., Tremblay, N., Mazer, B. et al. (2006) Eliciting information on differential sensation of heat in those with and without poststroke aphasia using a visual analogue scale. *Stroke*, vol. 37, no. 2, pp. 471–475. <https://doi.org/10.1161/01.str.0000198872.75377.34> (In English)
- Kovaleva, V. Yu., Pozdnyakov, A. A., Litvinov, Yu. N., Efimov, V. M. (2019) Otsenka sopryazhennosti morfogeneticheskikh i molekulyarno-geneticheskikh modulej izmenchivosti serykh polevok *Microtus S.L.* v gradientnykh usloviyakh sredy [Estimation of the congruence between morphogenetic and molecular-genetic modules of gray voles *Microtus S.L.* variability along a climatic gradient]. *Ekologicheskaya genetika — Ecological Genetics*, vol. 17, no. 2, pp. 21–34. <https://doi.org/10.17816/ecogen17221-34> (In Russian)
- Krivoshchekov, S. G., Nikolaeva, E. I., Vergunov, E. G., Prikhodko, A. Yu. (2022) Mnogomernyj analiz pokazatelej tormoznogo i avtonomnogo kontrolya pri ortostaze i v emotsional'nykh situatsiyakh [Multivariate analysis of indicators of inhibitory and autonomic control in orthostasis and emotional situations]. *Fiziologiya cheloveka*, vol. 48, no. 1, pp. 26–37. <https://doi.org/10.31857/S0131164621060059> (In Russian)
- Lazaridou, A., Elbaridi, N., Edwards, R. R., Berde, C. B. (2018) Pain assessment. In: H. T. Benzon, S. N. Raja, S. M. Fishman, S. S. Liu et al. (eds.). *Essentials of pain medicine*. 4th ed. [S. l.]: Elsevier Publ., pp. 39–46. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-40196-8.00005-X> (In English)
- Morgan, S. D. (2018) Optimal use of the visual analog scale: Observations from ratings of emotional speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 144, no. 3, article 1804–1804. <http://dx.doi.org/10.1121/1.5067966> (In English)
- Nguyen, K. D., Yuzhakov, M. M. (2015) Obzor metodov otsenki psikhoemotsional'nogo sostoyaniya cheloveka [Review of methods to assess psychoemotional state of a person]. In: *Informatsionno-izmeritel'naya tekhnika i tekhnologii: materialy VI nauchno-prakticheskoy konferentsii, Tomsk, 27–30 maya 2015 g.* [Information and measuring equipment and technologies: Proceedings of the VI Scientific and Practical Conference, Tomsk, May 27–30, 2015]. Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publ., pp. 107–110. (In Russian)
- Nikolaeva, E. I., Efimova, V. L., Vergunov, E. G. (2022) Integration of vestibular and auditory information in ontogenesis. *Children*, vol. 9, no 3, article 401. <https://doi.org/10.3390/children9030401> (In English)
- Ovchinnikova, K. A., Vergunov, E. G. (2023) Mekhanizmy kak ponyatie v nauke i instrumenty ikh vyyavleniya, izuchenie mekhanizmov v lingvisticheskom issledovanii kak primer primeniya psikhofiziologicheskogo instrumentariya modelirovaniya v mezhdistsiplinarnom analize [The use of psychophysiological tools to study the concept of “mechanism” in linguistic research]. *Kompleksnye issledovaniya detstva — Comprehensive Child Studies*, vol. 5, no. 1, pp. 14–25. <https://doi.org/10.33910/2687-0223-2023-5-1-14-25> (In Russian)
- Pekrun, R. (1992) The impact of emotions on learning and achievement: Towards a theory of cognitive/motivational mediators. *Applied Psychology*, vol. 41, no. 4, pp. 359–376. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.1992.tb00712.x> (In English)
- Polunin, D. A., Shtaiger, I., Efimov, V. (2019) *JACOBI4 software for multivariate analysis of biological data*. [Online]. Available at: <https://doi.org/10.1101/803684> (accessed 18.06.2023). (In English)
- Price, D. D., McGrath, P. A., Rafii, A., Buckingham, B. (1983) The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain*, vol. 17, no. 1, pp. 45–56. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(83\)90126-4](https://doi.org/10.1016/0304-3959(83)90126-4) (In English)
- Rännar, S., Lindgren, F., Geladi, P., Wold, S. (1994) A PLS kernel algorithm for data sets with many variables and fewer objects. Part 1: Theory and algorithm. *Journal of Chemometrics*, vol. 8, no. 2, pp. 111–125. <https://doi.org/10.1002/cem.1180080204> (In English)
- Rohlf, F. J., Corti, M. (2000) The use of two-block partial least-squares to study covariation in shape. *Systematic Biology*, vol. 49, no. 4, pp. 740–753. <https://doi.org/10.1080/106351500750049806> (In English)
- Sajatovic, M., Chen, P., Young, R. C. (2015) Rating scales in bipolar disorder. In: M. Tohen, A. A. Nierenberg, C. L. Bowden, Geddes, J. R. (eds.). *Clinical trial design challenges in mood disorders*. [S. l.]: Elsevier Publ., pp. 105–136. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405170-6.00009-9> (In English)
- Savostyanov, A. N., Vergunov, E. G., Saprygin, A. E., Lebedkin, D. A. (2022) Aprobatsiya tekhnologii otsenki mimiki lits dlya izucheniya dinamiki funktsional'nykh sostoyanij cheloveka v EEG-paradigme pokoya [Validation of a face image assessment technology to study the dynamics of human functional states in the EEG resting-state paradigm]. *Vavilovskij zhurnal genetiki i seleksii — Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, vol. 26, no. 8, pp. 765–772. <https://doi.org/10.18699/VJGB-22-92> (In Russian)

- Simoes, J. P., Daoud, E., Shabbir, M., Amanat, S. et al. (2021) Multidisciplinary tinnitus research: Challenges and future directions from the perspective of early stage researchers. *Frontiers in Aging Neuroscience*, vol. 13, article 647285. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.647285> (In English)
- Stewart, N., Brown, G. D. A., Chater, N. (2002) Sequence effects in categorization of simple perceptual stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, vol. 28, no. 1, p. 3–11. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0278-7393.28.1.3> (In English)
- Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N. M., Malik, A. S. (2017) The influences of emotion on learning and memory. *Frontiers in Psychology*, vol. 8, article 1454. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01454><https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01454> (In English)
- Vergunov, E. G. (2022) Transformatsiya prostranstva kopinga v usloviyakh pandemii na raznykh tsiklakh obucheniya v vuze i otsenka ee integral'nykh pokazatelej [Coping space transformation at different levels of university training during the pandemic and the assessment of its integral indicators]. *Kompleksnye issledovaniya detstva — Comprehensive Child Studies*, vol. 4, no. 2, pp. 115–123. <https://kid-journal.ru/index.php/main/article/view/179> (In Russian)
- Weigl, K., Forstner, T. (2021) Design of paper-based visual analogue scale items. *Educational and Psychological Measurement*, vol. 81, no. 3, pp. 595–611. <https://doi.org/10.1177/0013164420952118> (In English)
- Wewers, M. E., Lowe, N. K. (1990) A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in Nursing & Health*, vol. 13, no. 4, pp. 227–236. <https://doi.org/10.1002/nur.4770130405> (In English)
- Yeung, A. W. K., Wong, N. S. M. (2019) The historical roots of visual analog scale in psychology as revealed by reference publication year spectroscopy. *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 13, article 86. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00086> (In English)