



# Аппаратные и проективные методики исследования в нейрообразовании: проблемы и перспективы использования

М. Ю. Абабкова<sup>1</sup>, Н. К. Розова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования	Абабкова М. Ю., Розова Н. К. Аппаратные и проективные методики исследования в нейрообразовании: проблемы и перспективы использования // Профессиональное образование и рынок труда. 2021. № 4. С. 39–55. <a href="https://doi.org/10.52944/PORT.2021.47.4.003">https://doi.org/10.52944/PORT.2021.47.4.003</a>
For citation:	Ababkova, M. Yu., & Rosova, N. K. (2021). Hardware and Projective Research Techniques in Neuroeducation: Issues and Perspectives in Application. <i>Vocational Education and Labour Market</i> , 4, 39–55. <a href="https://doi.org/10.52944/PORT.2021.47.4.003">https://doi.org/10.52944/PORT.2021.47.4.003</a>
Поступила / Received	10 сентября 2021 г. / September 10, 2021
Copyright	© Абабкова М. Ю., Розова Н. К., 2021

**Абабкова Марианна Юрьевна** — кандидат экономических наук, доцент, Высшая школа медиакоммуникаций и связей с общественностью Гуманитарного института, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ORCID: 0000-0002-6589-8523, e-mail: ababkova\_myu@spbstu.ru

**Розова Наталья Константиновна** — кандидат экономических наук, доцент, Высшая школа медиакоммуникаций и связей с общественностью Гуманитарного института, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ORCID: 0000-0001-7403-7912, e-mail: nrozova@spbstu.ru

**Аннотация.** Цифровая трансформация и переход от компетентностного к метапредметному подходу в обучении требуют освоения новых объективных исследовательских методов в образовании. Когнитивные исследования, в том числе использующие высокотехнологичные методики и нейротехнологии, повышают исследовательский и учебный потенциал образовательной организации. Цель статьи — обобщить опыт использования в Высшей школе медиакоммуникаций и связей с общественностью Гуманитарного института Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого различных аппаратных и проективных методик, применяемых для изучения образовательной и коммуникационной деятельности учебной организации.

В результате исследований, проведенных с помощью технологий биологической обратной связи на основе программно-аппаратного комплекса CMS (Current Mental State), были выявлены психофизиологические реакции обучающихся на различные методы организации учебного процесса и учебные материалы.

Новизна работы заключается в использовании данной методики в педагогических исследованиях, нацеленных на более глубокое понимание и переосмысление дизайна образовательного процесса.

Изучение биометрических характеристик обучающихся на основе биологической обратной связи позволяет не только прогнозировать реакцию обучающихся на учебно-методические материалы, организацию образовательного процесса, но и корректировать его педагогический дизайн. Кроме того, метаморфная модель Дж. Залтмана (ZMET), с помощью которой можно выявлять взаимосвязанные конструкции, влияющие на поведение потребителей, позволяет переосмыслить подходы к коммуникационной стратегии образовательной организации.

**Ключевые слова:** нейрообразование, педагогический нейродизайн, метод биологической обратной связи, метод извлечения метафор Залтмана, ZMET, организация образовательного процесса

## Hardware and projective research techniques in neuroeducation: issues and perspectives in application

M. Yu. Ababkova<sup>1</sup>, N. K. Rosova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

**Marianna Yu. Ababkova** — Candidate of Science (Economy), Associate Professor, Higher School of Media Communications and Public Relations of the Institute of Humanities, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, ORCID: 0000-0002-6589-8523, e-mail: ababkova\_myu@spbstu.ru

**Natalia K. Rosova** — Candidate of Science (Economy), Associate Professor, Higher School of Media Communications and Public Relations of the Institute for the Humanities, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, ORCID: 0000-0001-7403-7912, e-mail: nrozova@spbstu.ru

**Abstract.** Digital transformation and the transition from a competence-based to a meta-subject approach in education require the development of new objective research techniques in education. Cognitive research done with high-tech techniques and neurotechnologies contributes to the research and educational capacity of an educational organization. The purpose of the article is to summarize the application of various hardware and projective techniques, which are used to study the educational, and communication activities of an educational organization by the Higher School of Media Communications and Public Relations of the Institute of Humanities of Peter

the Great St. Petersburg Polytechnic University (hereinafter referred to as the Higher School).

The results of the biofeedback research based on the current mental state (CMS) software and hardware complex contained the data on the psychophysiological reaction of students to various forms and methods of the educational process organization and educational materials. The novelty of the article lies in application of the biofeedback technique within the frame of pedagogical research for a deeper understanding and rethinking of the design of the educational process for the first time.

The study of biometric characteristics of students based on the biofeedback technique allows not only to predict the reaction of students to teaching materials and the organization of the educational process, but also to adjust the pedagogical design of the educational process. In addition, J. Altman's metamorphic model (ZMET) which makes it possible to identify interrelated structures that affect consumer behavior, allows you to rethink communication strategies of an educational organization.

**Keywords:** neuroeducation, pedagogical neurodesign, biofeedback method, Zaltman metaphor elicitation technique (ZMET), educational process

## Введение

Междисциплинарные исследования в образовании, основанные на взаимодействии нейробиологии, психологии и педагогики, формируют содержание дисциплины «нейрообразование» (neuroeducation), которая способствует повышению эффективности образовательного процесса благодаря знаниям о функционировании мозга человека. Новыми трендами в подготовке учащихся к изменениям, к неопределенности и разнообразию современного информационного общества являются формирование индивидуальных образовательных траекторий и персонализация результатов учебной деятельности у обучающихся (Зеер, Сыманюк, 2021). С другой стороны, расширяющийся спектр цифровых образовательных инструментов для размещения образовательного контента (проведение онлайн-занятий, разработка виртуальных лабораторий и симуляторов, использование виртуальной и дополненной реальности в обучении в период пандемии COVID 19) ставит вопрос о разработке соответствующих методик и развитии технологий для исследования процессов восприятия и поведения обучающихся (Уроки «СТРЕСС-ТЕСТА», 2021).

В работах западных исследователей нейрообразование рассматривается как новый подход, в корне отличающийся от когнитивного, конструктивистского или бихевиористского взглядов на природу обучения тем, что он анализирует образовательные проблемы на уровне мозга и психофизиологических реакций, используя высокотехнологичные исследовательские методы визуализации. С другой стороны, нейрообразование является своего рода связующим звеном между нейронаукой и педагогикой и направлено на понимание и объяснение процесса обучения, формирование системы инструментальных и педагогических исследовательских методик, совместимых с функциями мозга (Дудко, 2020).

В литературе нейроисследования в образовании трактуются как оценка эффективности учебной деятельности и поведения на основе изучения мозговой активности (Sasikumar, 2016) и находят свое отражение в изучении общих и частных педагогических проблем — например, при обучении математике (Cargnelutti et al., 2017), укреплении памяти (Markant et al., 2016), установлении связи между физической активностью и эффективностью обучения (Mavilidi et al., 2016), выявлении проблем в обучении (Camargo, Geniole, 2018), изучении иностранных языков (Vélez, Holguin, 2021), осуществлении учебных проектов (Vieira-Sbruzzi et al., 2021), обучении искусственного интеллекта (Jiménez et al., 2021).

Важнейшим направлением применения результатов нейроисследований в образовании является формирование педагогического дизайна образовательного процесса (Абызова, 2010), предполагающего использование междисциплинарных системных знаний при создании обучающей среды, и проектирование эффективного учебного процесса. В условиях перехода от парадигмы «знания-умения-навыки» к компетентностной парадигме и цифровизации образования и нейрообразования, на наш взгляд, следует говорить об образовательном нейродизайне (Абабкова, Розова, 2020). Его применение в рамках медиаобразования связано также с так называемым «иконическим / визуальным поворотом» (Mitchell, 1994), который в качестве социокультурного тренда влияет как на изменение коммуникативной среды вуза за счет увеличения визуально воспринимаемых объектов, так и на необходимость исследования, управления и совершенствования визуальных коммуникаций вуза. Таким образом, появляется новая визуальная культура, изменяющая университетскую образовательную среду, подходы к реализации цифровой трансформации образования и педагогический дизайн.

Визуальные коммуникации в современном вузе бывают следующих видов:

1. Визуальные коммуникации, реализуемые с помощью материальных средств и среды (кампус, учебные помещения и рекреации, лаборатории и проч.).

2. Визуальные коммуникации вуза в рамках реализации его коммуникативной стратегии и брендинга (сайт, профили в социальных сетях, айдентика, рекламные и PR-коммуникации вуза и т.п.).

3. Визуальные коммуникации в рамках образовательного процесса (дидактические материалы, электронные образовательные ресурсы, раздаточные материалы).

Таким образом, в условиях перехода к онлайн-обучению и смешанному формату актуальными становятся следующие задачи: разработка положений цифровой дидактики, дизайна пространств для работы студентов в онлайн-формате, виртуальных лабораторий; использование симуляторов, виртуальной и дополненной реальности; формирование требований к электронному контенту для онлайн-занятий и самостоятельной работы студентов; развитие навыков саморегуляции, самоорганизации, управления стрессом в условиях обучения в дистанционном и смешанном форматах. Кроме изучения актуальных вопросов организации учебного

процесса, важным направлением нейроисследований является также изучение маркетинговых коммуникаций вуза и его бренда, восприятия обучающимися корпоративной айдентики вуза и различных элементов коммуникации со своими целевыми аудиториями.

Цель статьи — обобщить опыт применения аппаратных и проективных методик исследования в образовании: в частности, технологии биологической обратной связи для изучения психофизиологического состояния обучающихся и проективной методики ZMET (метаморфная модель Дж. Залтмана позволяет выявлять взаимосвязанные конструкции, влияющие на поведение потребителей).

Современная нейронаука с помощью специальных инструментальных методов позволит отслеживать эффективность визуальных коммуникаций в образовательном процессе, а также мыслительных процессов и когнитивной деятельности в целом, способствуя повышению качества медиаобразования.

## Обзор литературы

Междисциплинарный контекст педагогического дизайна может быть реализован в рамках двух исследовательских подходов, которые обуславливают взгляды на проблематику нейрообразования (табл. 1).

Таблица 1

Исследовательские подходы к нейрообразованию

	Нейробиологический контекст	Педагогический контекст
Инициаторы исследований	Нейробиологи	Педагоги и методисты
Область исследований	Нейробиология индивидуальных различий при обучении	Обучающиеся и образовательный процесс
Результаты исследований	Решение клинических проблем и изучение способностей	Решение педагогических и дидактических проблем
Цели	Изучение процесса познания	Исследование образовательного процесса
Использование на практике	Педагоги как исполнители	Педагоги как интерпретаторы результатов исследований

Таким образом, в одном случае изучаются атипичные или индивидуальные явления при обучении, в другом — повышается качество обучения и улучшаются показатели эффективности образовательной деятельности (Schwartz et al., 2012).

Анализ зарубежных публикаций (Byrnes, Vu, 2015; Crifaci et al., 2015), показывает, что не существует полного согласия ни по тематике исследований в нейрообразовании, ни по общей профессиональной лексике. Несмотря на то, что в большинстве публикаций в качестве методов нейрообразования указываются высокотехнологичные методы исследования визуализации деятельности головного мозга, на наш взгляд,

в рамках педагогического нейродизайна могут использоваться и другие технологии:

- нейрофизиологические и биометрические методы (аппаратные или жесткие (hard) технологии исследования), такие как томография мозга (функциональная и позитронно-эмиссионная), магнитоэнцефалография, электроэнцефалография, айтрекинг, биологическая обратная связь (Абабкова, Розова, 2021);

- мягкие (soft) технологии исследования, такие как психологические методики (метод извлечения метафор Залтмана (ZMET), ассоциативные тесты (implicit association test), методика вынужденного выбора (forced choice testing), тест на узнавание (recognition test), поведенческие и проективные методы (пассивное и активное наблюдение), тест на эффект предшествования (semantic priming), тест на эффект предшествования с эмоциональной окраской (affective-priming studies) и др.



Рис. 1. Основные технологии исследований в нейрообразовании и их результаты

Исследования в нейрообразовании, по нашему мнению, должны изучать не только деятельность головного мозга в процессе обучения, но и психофизиологические особенности обучающихся при разработке образовательных программ и дидактических материалов, электронных курсов с учетом особенностей восприятия электронной информации, шрифтов, цвета и др.; вопросы эффективной организации учебного процесса и создания эмоциональной атмосферы посредством визуальных, звуковых, обонятельных, тактильных ощущений у обучающихся; способы оценки результатов обучения; механизмы привлечения и удержания внимания аудитории; особенности работы с различными категориями слушателей; комбинации педагогических технологий в процессе предоставления образовательных услуг; стратегии продвижения образовательных услуг с учетом рекомендаций и др.

Новые исследовательские методы и технологии позволяют получать точные и объективные данные о вовлеченности обучающихся в образовательный процесс, их текущем психологическом состоянии и об эффективности учебного процесса.

## Материалы и методы

Учеными Высшей школы Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого в 2016–2021 гг. были проведены исследования на основе биологической обратной связи и проективной методики ZMET (методика извлечения метафор Дж. Залтмана).

Биологическая обратная связь основывается на изучении таких показателей вегетативных реакций организма, как потоотделение, биение сердца, частота дыхания и др., и позволяет оценить психофизиологическое состояние обучающихся и их реакции на стимулы учебного процесса (учебный материал, деятельность преподавателя, атмосфера учебного процесса). Одна из распространенных методик биологической обратной связи оформлена в виде программно-аппаратного комплекса (ПАК) CMS (Current Mental State — текущее психологическое состояние), который на основе кардиоритмограммы оценивает текущее психологическое состояние испытуемого, что позволяет в количественных показателях фиксировать эффект от внешних воздействий на психофизиологию испытуемого (Пискун и др., 2016). Эффект от воздействия в рамках эксперимента измеряется на основе сравнения количественных значений 19 параметров с эталонными значениями оптимального состояния (рис. 2).

Проективная методика выявления метафор Залтмана (ZMET) основана на использовании образов и метафор. Она помогает выявлять чувства и мысли исследуемых людей для совершенствования коммуникационной стратегии компании (Zaltman, Coulter, 1995).

ZMET предполагает два этапа: на первом респонденты выбирают изображения, на втором исследователь, чтобы прояснить метафоры, приписываемые выбранным респондентами образам, проводит углубленное интервью. Этап сбора изображений дает респондентам возможность более внимательно прислушаться к своим мыслям и ассоциациям и выразить чувства с помощью фотографий, рисунков и изображений.

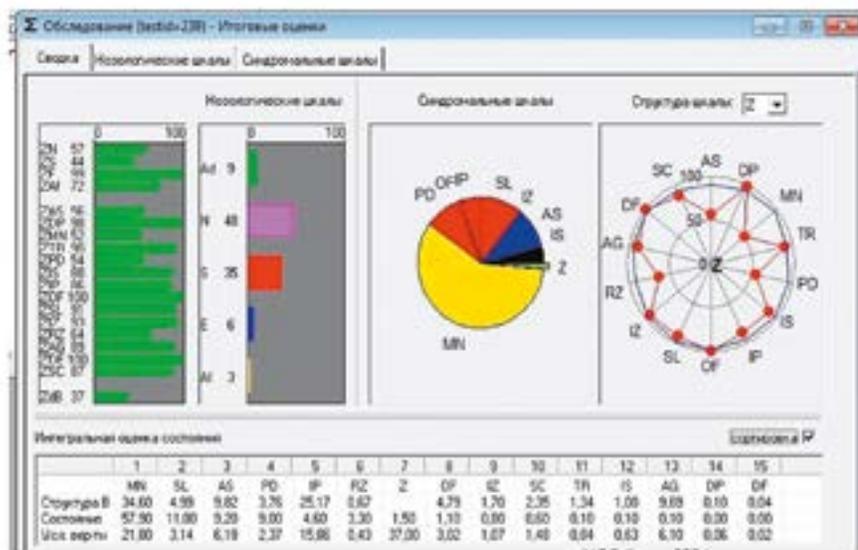


Рис. 2. Скриншот экрана программно-аппаратного комплекса

Этап интервью включает вопросы, основанные на предложенных изображениях для выявления скрытых движущих сил, мотивов и страхов. В настоящее время эта методика применяется в маркетинговых исследованиях услуг для более глубокого понимания факторов, стереотипов, ассоциаций и мыслей, влияющих на потребителя (Nasr et al., 2018).

Процедура ZMET может видоизменяться в соответствии с конкретными целями каждого конкретного исследования. Первоначальные шаги включают: описание респондентами значений выбранных изображений; объяснение неспособности найти необходимую картинку или описать изображение; сортировку и маркировку изображений; выбор наиболее репрезентативной картинки продукта и его изображения; описание противоположности изображения бренда либо его образа в терминах с другим смыслом; создание ментальной карты; краткое изображение бренда или продукта; создание причинно-следственной модели восприятия образовательной организации.

## Результаты

*Опыт использования метода биологической обратной связи для исследования проблем образовательного процесса.*

С помощью метода биологической обратной связи были изучены: зависимость психофизиологического состояния обучающихся от степени интерактивности семинарского занятия, формы учебных материалов (графической и текстовой) на семинарском занятии; степень самостоятельности решения учебных задач (работа под руководством преподавателя и самостоятельно) (Ababkova et al., 2019).

Таблица 2

Пример сводной таблицы результатов замеров с помощью ПАК CMS

Номер эксперимента	Нозологические шкалы					Синдромологические шкалы				
	Af	E	S	Ad	N	IS	MN	PD	OF	Z
	Уровень уравновешенности эмоционального состояния	Уровень подвижности-ригидности психических процессов	Уровень конкретности и практической мысли	Резерв психической адаптивности	Уровень чувствительности к раздражителям	Уровень внешней сдержанности-экспрессивности эмоций	Уровень возбужденности состояния	Свойство уверенности в своих оценках	Появление навязчивых переживаний	Шкала синдромологической адаптивности
Контрольная группа, замер 1	6,53	6,47	10,27	23,20	13,53	3,17	7,40	2,83	1,23	0,97
Контрольная группа, замер 2	14,53	8,40	8,80	15,33	13,07	2,07	7,71	4,55	5,21	4,46
Экспериментальная группа, замер 1	29,22	18,33	17,67	28,22	6,33	4,59	20,04	4,81	5,80	4,82
Экспериментальная группа, замер 2	35,89	11,44	10,22	31,89	10,44	3,13	18,74	3,68	3,84	6,41
Значение эталона	4,8	7,6	6,3	73,3	8,1	1	1,1	1,3	1,1	1,3

При проведении экспериментов на основе биологической обратной связи были сформированы две группы испытуемых (экспериментальная и контрольная) по 10–12 человек. В каждой группе до и после эксперимента проводились замеры показателей психофизиологического состояния с помощью программно-аппаратного комплекса, полученные данные оформлялись в виде таблицы (табл. 2), позволяющей сравнивать результаты эксперимента в экспериментальной и контрольной группах, а также с эталонными значениями показателей.

Использование методики биологической обратной связи ПАК CSM сопряжено с трудностями трансформации (перевода) терминов из области психиатрии в педагогические термины. Например, в результате эксперимента, проведенного со студентами 2 курса направления «Реклама и связи с общественностью» на практическом занятии по изучению влияния методов обучения на эмоциональную сферу учащихся и на их активность на занятии, был получен срез психофизиологического состояния испытуемых, который с точки зрения педагогики лишь содержал общие выводы о необходимости активно вовлекать обучающихся в процесс обучения посредством эмоций, использовать разнообразные материалы, применять игровые и командные методы обучения.

Данное исследование показало, что активные методы обучения воздействуют на эмоциональную сферу обучающихся, улучшая самочувствие, повышая адаптивность и продуктивность их психики. Тем не менее границы их применения и пределы эмоциональности, соответствующей наиболее оптимальному психофизиологическому состоянию испытуемых в процессе обучения, остались нераскрытыми, поскольку



Мой университет

Моя Высшая школа

Моя специальность

**Рис. 3. Пример фотографий, подобранных участниками в исследовании методом ZMET**

отсутствуют научно обоснованные показатели «эмоциональности» и «интерактивности» образовательного процесса.

Исследование корреляции между формами учебного материала (иллюстративного и текстового) и текущим психическим состоянием учащихся также продемонстрировало зависимость психофизиологических параметров от вида учебного материала: при изучении текстов улучшаются показатели практичности и реалистичности мышления и продуктивности психики, — в то время как иллюстрации, схемы и таблицы повышают тревожность и снижают навязчивые переживания.

*Использование проективной методики ZMET для изучения отношения студентов к университету, Высшей школе, специальности*

В результате исследований были получены данные об отношении к образовательной организации, восприятии ключевых ценностей бренда университета и концепции его маркетинговых коммуникаций. Исследование включало в себя 2 этапа. На первом этапе респондентам давалось задание подобрать картинку или фотографию, которая наиболее точно, по мнению респондента, отражала бы его отношение к университету, Высшей школе и специальности. Примеры подобранных картинок представлены на рис. 3.

На втором этапе методом глубинного интервью выявлялись основные ассоциации, ключевые метафоры, которые, по мнению респондентов, были заложены в выбранной ими картинке. Например, с помощью метода ZMET было выявлено, что основными мотивами поступления в университет являются не только получение знаний и диплома, но и входение в определенную социальную группу, получение более высокого и престижного статуса, богатства и возможности управлять карьерой. Таким образом, акцент в маркетинговых коммуникациях на университетском уровне должен основываться на образах, связанных с историческими традициями университета и города, создавать уникальную атмосферу и профессиональную среду, а также возможности для саморазвития. Имидж Высшей школы, созданный с помощью инструментов маркетинговых коммуникаций, должен быть более конкретным,

привязанным к образовательной среде и персоналиям, передавать атмосферу обучения и жизни студентов и охватывать все аспекты ее образовательной и научной деятельности. Абитуриент не всегда осведомлен о существенных аспектах профессии рекламиста, и поэтому необходимо работать с негативными образами, корректировать имидж специалиста, объяснять его вклад в жизнь общества.

Результаты показывают, что с помощью ZMET студенты могут выражать свои мысли и чувства более свободно, чем во время опроса, и исследователю предоставляется возможность изучить их базовые ценности и мотивы. В результате эти собранные данные и выводы позволяют более глубоко понимать их восприятие университета, подкрепленное глубокими описаниями и изображениями. ZMET существенно дополняет данные, полученные с помощью традиционных количественных методов.

Исследование помогает наметить ряд важных шагов по продвижению бренда университета в рамках приемной кампании, а также на различных этапах студенческой жизни.

## Обсуждение

Представленный опыт применения технологии биологической обратной связи и проективных методик (на примере модели Дж. Зальтмана) в образовании позволяет получать информацию в реальном времени о психофизиологии обучающихся, что помогает подобрать наиболее оптимальные методы обучения и учебные материалы, более тонко настроить параметры учебного процесса, а также снять психоэмоциональное напряжение.

Высокотехнологичная педагогика предполагает использование когнитивных технологий (нейроинтерфейсы, симуляторы, Нейронет и биологическая обратная связь) для создания новых образовательных методов и контента, содержащего не только текст, графику и звук, но также и тактильную и эмоциональную информацию (Лукша и др., 2018).

Существенно ограничивает применение новых технологий в педагогике сложность перевода терминов клинической психиатрии на язык, понятный преподавателям. Кроме того, недостаток исследовательского оборудования (кардиоанализаторов) для осуществления замеров ограничивает размер выборки: долгое ожидание участников эксперимента своей очереди создает погрешности в результатах исследования. Проведение исследования также требует формирования междисциплинарной команды специалистов для трактовки выявленных изменений в психофизиологическом состоянии испытуемых.

Методика выявления метафор Зальтмана (ZMET) позволяет расширить инструментарий педагогов: невербальные методы исследования выявляют истинные отношения, чувства и образ мыслей респондентов, что позволяет выстраивать коммуникации университета исходя из рыночных реалий. Данная методика может стать основой для конструктивных рекомендаций по корректировке имиджа университета, Высшей школы и специальности.

## Заключение

Для внедрения междисциплинарных и высокотехнологичных исследовательских методов в нейрообразование необходимо решить следующие методологические проблемы:

1. Сформировать общую терминологию и практические рекомендации для различных групп ученых в рамках междисциплинарного проекта. В отчете Национальной академии наук (NAS) США отмечается, что на данном этапе развития образовательной нейробиологии критически важно обеспечить доступность результатов нейроисследований для сферы образования. Формальная стандартизация нейрообразования / нейропедагогики сопряжена с трудностями во взаимопонимании, отсутствием общего словарного запаса, проблемами адекватной оценки достижений в данной области (Дудко, 2020). С другой стороны, упрощение терминов, широкое распространение результатов нейроисследований в образовании может способствовать появлению нейромифов и стереотипов. Критика нейрообразования связана прежде всего с упрощенным и преждевременным распространением идей, а также стремлением объяснить всю сложность человеческого поведения (в том числе и в сфере обучения) с помощью активности головного мозга (De Vos, 2016).

2. Определить этические риски, связанные с объемом информации, которую необходимо предоставлять испытуемым при проведении высокотехнологичных исследований. Например, метод биологической обратной связи позволяет выявлять случаи клинической депрессии и психотравмирующего состояния. Должны ли экспериментаторы сообщать о таких результатах респондентам?

3. Решить проблему искажения результатов нейробиологических исследований, связанную с тем, что обследуемые помещаются в необычную для них ситуацию. Применение аппаратных методов, нарушение учебного графика и плана изучения дисциплины, присутствие команды исследователей также представляют определенные организационные и процессуальные сложности.

4. Оптимизировать электронные образовательные ресурсы. Необходимо сочетать качественные и количественные методы, совместно использовать различные аппаратные методы (например, ЭЭГ, биологической обратной связи на основе кардиоритмограммы и айтрекера), что позволит снизить возможные погрешности от малой выборки в исследовании, комплексно оценить когнитивную нагрузку, уровень внимания, запоминание и эмоциональную реакцию на тестируемый материал.

Нейрообразование расширяет спектр исследований в образовании (Lamrou, 2020). Чаще всего высокотехнологичные исследовательские методики используются для формирования рекомендаций по содержанию образовательной программы, по адаптации учебного материала и работе с различными категориями обучающихся, контролю поведения, управлению психическими процессами, снижению стресса, исключению мошенничества при тестировании (прокторинг), онлайн-обучении и т. д.

## Литература

1. Абабкова М. Ю., Розова Н. К. Инновационные методы исследования в образовательном маркетинге и психологии образования // Управленческий учет. 2021. № 4 (1). С. 5–12. <https://uprav-uchet.ru/index.php/journal/article/view/446>
2. Абабкова М. Ю., Розова Н. К. К вопросу о месте технологии айтиринга в российской высшей школе // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2020. № 3 (146). С. 44–48.
3. Абызова Е. В. Педагогический дизайн: понятие, предмет, основные категории // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. 2010. № 3 (3). С. 12–16.
4. Уроки «СТРЕСС-ТЕСТА»: вузы в условиях пандемии и после нее: Аналитический доклад / Министерство науки и высшего образования РФ, 2020. [http://www.tsu.ru/upload/medialibrary/add/uroki-stress\\_testa-vuzy-v-usloviyakh-pandemii-i-posle-nee.pdf](http://www.tsu.ru/upload/medialibrary/add/uroki-stress_testa-vuzy-v-usloviyakh-pandemii-i-posle-nee.pdf)
5. Дудко С. А. Этапы становления и тенденции развития нейрообразования в мире // Гуманитарные исследования. Педагогика и психология. 2020. № 2. С. 9–18. <https://doi.org/10.24411/2712-827X-2020-10201>
6. Зеер Э. Ф., Сыманюк Э. Э. Формирование персонализированных нейрообразовательных результатов учебной деятельности у обучающихся в профессиональной школе // Известия Уральского федерального университета. Сер. 1. Проблемы образования, науки и культуры. 2021. Т. 27. № 3. С. 124–132. <https://doi.org/10.15826/izv1.2021.27.3.062>
7. Лукша П. и др. Образование для сложного общества: Доклад Global Education Futures. <https://futuref.org/education-futures.ru>
8. Пискун О. Е. и др. Опыт применения методики объективной оценки текущего психологического состояния и свойств личности ПАК SMS для оценки уровня адаптации и риска кризисных состояний студентов иностранного факультета СПбПУ // Кризисные состояния: современные подходы к оказанию специализированной медицинской помощи: сб. науч. ст. / XX Клинические Павловские чтения (21 апр. 2016 г.). СПб: СИНЭЛ, 2016. С. 84–93.
9. Ababkova M., Leontieva V., Trostinskaya I., Pokrovskaya N. Biofeedback as a cognitive research technique for enhancing learning process // IOP Conference. Ser. Materials Science and Engineering. Vol. 940. International Scientific Conference «Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service» (21–22 November 2019). St. Petersburg, 2020. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/940/1/012127>
10. Byrnes J. P., Vu L. T. Educational neuroscience: definitional, methodological, and interpretive issues // Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science. 2015. No. 6 (3), P. 221–234. <http://dx.doi.org/10.1002/wcs.1345>
11. Camargo E., Geniole, D. Neuroeducacio, dislexia e dificuldades de aprendizagem: principios, implicacoes pedagogicas e curriculares // Revista de Pos-graduacao Multidisciplinar. 2018. Vol. 1. No 3. P. 143–152. <https://doi.org/10.22287/rpgm.v1i3.698>
12. Cargnelutti E., Tomasetto C., Passolunghi M. The interplay between affective and cognitive factors in shaping early proficiency in mathematics //

Trends in neuroscience and education. 2017. No. 8–9. P. 28–36. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tine.2017.10.002>

13. Crifaci G. et al. Neuroeducation in the light of embodied cognition: an innovative perspective // Proceedings of the 2015 International conference on education and modern educational technologies (EMET 2015). 2015. P. 21–24.

14. De Vos J. The educated brain: a critique of neuroeducation // De Vos J. The metamorphoses of the brain — neurologisation and its discontents. London: Palgrave Macmillan, 2016. [https://doi.org/10.1057/978-1-137-50557-6\\_2](https://doi.org/10.1057/978-1-137-50557-6_2)

15. Hoffman F. The effectiveness of biometrics in student education // M2SYS Blog. 2019, January 24. <https://www.m2sys.com/blog/guest-blog-posts/the-effectiveness-of-biometrics-in-student-education>

16. Jiménez Y. et al. Artificial intelligence in neuroeducation. In: The influence of emotions in the learning science / Eds by Botto-Tobar M., Zambrano Vizuete M., Díaz Cadena A. // Innovation and Research. Vol. 1277. P. 67–77. Springer International Publishing, 2021. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-60467-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-60467-7_6)

17. Lampou R. Socioeconomic changes, digital technologies and neuroeducation during the COVID-19 era // Homo Virtualis. 2020. Vol. 3. No. 2. P. 28–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.12681/homvir.25447>

18. Markant D. B., Ruggeri, A., Gureckis T. M., Xu F. Enhanced memory as a common effect of active learning // Mind, Brain, and Education. 2016. Vol. 10. No. 3. P. 142–152. <https://doi.org/10.1111/mbe.12117>

19. Mavilidi M.-E., Okely A. D., Chandler P. Infusing physical activities into the classroom: effects on preschool children's geography learning // Mind, Brain, and Education. 2016. Vol. 10. No. 4. P. 256–263. <http://dx.doi.org/10.1111/mbe.12131>

20. Mitchell W.J.T. Pictorial turn. Una risposta // Lebenswelt. Aesthetics and philosophy of experience. 2012. No. 2. P. 130–143. <http://dx.doi.org/10.13130/2240-9599/2663>

21. Nasr L., Burton B., Gruber T. Developing a deeper understanding of positive customer feedback // Journal of Services Marketing. 2018. Vol. 32. No. 2. P. 142–160. <https://doi.org/10.1108/JSM-07-2016-0263>

22. Sasikumar N. Neuroeducation: a core strategies for accelerated learning // Research Nebula. 2016. 5 (2). P. 155–158.

23. Schwartz D. L., Blair K. P., Tsang J.M. How to build educational neuroscience: Two approaches with concrete instances // British Journal of Educational Psychology Monograph. Ser. II. 2012. Vol. 8. P. 9–27.

24. Vélez J.C.L., Holguin J.S.V. Educational innovation into English as a foreign language practices for early children: neuroeducation and the total physical response method // Education Quarterly Reviews. 2021. Vol. 4. No. 3. P. 377–389. <https://doi.org/10.31014/aior.1993.04.03.346>

25. Vieira-Sbruzzi R., Ferreira C. L., Barbosa T. Neuroeducation applied to teaching and learning in architecture and design: pedagogical practices with using repertory construction // EDULEARN 21 Proceedings. 2021. P. 6199–6208 <https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.1253>

26. Zaltman, G., Coulter, R. Seeing the voice of the customer: Metaphor-based advertising research // *Journal of Advertising Research*. 1995. Vol. 35. No. 4. P. 35–51.

## References

- Ababkova, M. Yu., & Rozova, N. K. (2021). Innovative research methods in educational marketing and educational psychology. *Upravlencheskii Uchet [Management Accounting]*, 4, 5–12. <https://uprav-uchet.ru/index.php/journal/article/view/446> (In Russ.)
- Ababkova, M. Yu., & Rozova, N. K. (2020). Considering the issue of the place of the eye tracking technology in the Russian higher school. *Ivzestia of the Volgograd State Pedagogical University*, 3, 44–48. (In Russ.)
- Ababkova, M., Leontieva, V., Trostinskaya, I., & Pokrovskaya, N. (2020). Bio-feedback as a cognitive research technique for enhancing learning process. *IOP Conference. Ser. Materials Science and Engineering*, 940. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/940/1/012127>
- Abyzova, E. V. (2010). Pedagogicheskii dizain: poniatie, predmet, osnovnyye kategorii [Pedagogical design: concept, subject, main categories]. *Herald of Vyatka State University*, 3, 12–16. (In Russ.)
- Barannikov, K. A., Leshukov, O. V. Nazaykinskaya, O. L., Sukhanova, E.A., & Frumin, I. D. (Eds.). (2020). *Analiticheskii doklad "Uroki STRESS-TESTA: vuzy v usloviakh pandemii i posle nee"* [Lessons of the stress test: universities in the context of a pandemic and after it: Analytical Report]. Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation. [http://www.tsu.ru/upload/medialibrary/add/uroki-stress\\_testa-vuzy-v-usloviyakh-pandemii-i-posle-nee.pdf](http://www.tsu.ru/upload/medialibrary/add/uroki-stress_testa-vuzy-v-usloviyakh-pandemii-i-posle-nee.pdf) (In Russ.)
- Byrnes, J. P., & Vu, L. T. (2015). Educational neuroscience: definitional, methodological and interpretive issues. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 6, 221–234.
- Camargo, E., & Geniole, D. (2018). Neuroeducacio, dislexia e dificuldades de aprendizagem: principios, implicacoes pedagógicas e curriculares. *Revista de Pós-graduação Multidisciplinar*, 1 (3), 143–152. <https://doi.org/10.22287/rpgm.v1i3.698>
- Cargnelutti, E., Tomasetto, C., & Passolunghi, M. (2017). The interplay between affective and cognitive factors in shaping early proficiency in mathematics. *Trends in Neuroscience and Education*, 8–9, 28–36. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tine.2017.10.002>
- Crifaci, G., Città, G., Raso, R., Gentile, M., & Allegra, M. (2015). Neuroeducation in the light of Embodied Cognition: an innovative perspective. *Proceedings of the International Conference on Education and Modern Educational Technologies (EMET 2015)*, 21–24.
- De Vos, J. (2016). The educated brain: a critique of neuroeducation. In J. De Vos. *The Metamorphoses of the brain – neurologisation and its discontents*

- (pp. 13–51). Palgrave Macmillan, UK. [https://doi.org/10.1057/978-1-137-50557-6\\_2](https://doi.org/10.1057/978-1-137-50557-6_2)
- Dudko, S. A. (2020). Stages of formation and trends of development of neuro-education in the world. *Humanitarian Studies. Pedagogy and Psychology*, 2, 9–18. <https://doi.org/10.24411/2712-827X-2020-10201> (In Russ.)
- Hoffman, F. (2019, January 24). The Effectiveness of Biometrics in Student Education. *M2SYS Blog*. <https://www.m2sys.com/blog/guest-blog-posts/the-effectiveness-of-biometrics-in-student-education>
- Jiménez, Y., Vivanco, O., Castillo, D., Torres, P., & Jiménez, M. (2021). Artificial intelligence in neuroeducation: the influence of emotions in the learning science. In M. Botto-Tobar, M. Zambrano Vizuete, & A. Díaz Cadena (Eds.). *Innovation and Research* (Vol. 1277, pp. 67–77). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-60467-7-6>
- Lampou, R. (2020). Socioeconomic changes, digital technologies and neuro-education during the COVID-19 era. *HOMO VIRTUALIS*, 3 (2), 28–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.12681/homvir.25447>
- Luksha, P., Kubista, J., Lazlo, A., Popovich, M. & Ninenko, I. (2019). Obrazovanie dlya slozhnogo obshchestva [Education for a complex society]. *Global Education Futures Report*. [https://futuref.org/educationfutures\\_ru](https://futuref.org/educationfutures_ru) (In Russ.)
- Markant, D. B., Ruggeri, A., Gureckis, T. M., & Xu, F. (2016). Enhanced memory as a common effect of active learning. *Mind, Brain and Education*, 10 (3), 142–152. <https://doi.org/10.1111/mbe.12117>
- Mavilidi, M.-F., Okely, A. D., Chandler, P., & Paas, F. (2016). Infusing physical activities into the classroom: effects on preschool children's geography learning: infusing physical activities. *Mind, Brain and Education*, 10 (4), 256–263. <https://doi.org/10.1111/mbe.12131>
- Mitchell, W. J. T. (2012). Pictorial turn. Una risposta. *Lebenswelt. Aesthetics and Philosophy of Experience*, 2, 130–143. <https://doi.org/10.13130/2240-9599/2663>
- Nasr, L., Burton, J., & Gruber, T. (2018). Developing a deeper understanding of positive customer feedback. *Journal of Services Marketing*, 32 (2), 142–160. <https://doi.org/10.1108/JSM-07-2016-0263>
- Piskun, O. E., Petrova, N. N., Frolov, B. S., Ovechkina, I. V., & Bondarchuk, I. L. (2016). Opyt primeneniia metodiki ob'ektivnoi otsenki tekushchego psikhologicheskogo sostoianiia i svoistv lichnosti PAK CMS dlia otsenki urovnia adaptatsii i riska krizisnykh sostoianii studentov inostrannogo fakul'teta SPb GTU [The experience of using the method of objective assessment of the current psychological state and personality traits of the CMS to assess the level of adaptation and the risk of crisis states of students of the foreign faculty of SPb STU]. In *Proceedings XX Klinicheskie Pavlovskie chteniia* (pp. 84–93). SINEL. (In Russ.)

- Sasikumar, N. (2016). Neuroeducation: A core strategies for accelerated learning. *Research Nebula*, 5, 155–158.
- Schwartz, D. L., Blair, K. P., & Tsang, J. M. (2012). How to build educational neuroscience: two approaches with concrete instances. *British Journal of Educational Psychology Monograph. Ser. II*, 8, 9–27.
- Vélez, J. C. L., & Holguin, W. J. S. (2021). Educational innovation into english as a foreign language practices for early children: neuroeducation and the total physical response method. *Education Quarterly Reviews*, 4 (3), 377–389. <https://doi.org/10.31014/aior.1993.04.03.346>
- Vieira-Sbruzzi, R., Ferreira, C. L., & Barbosa T. (2021). Neuroeducation applied to teaching and learning in architecture and design: pedagogical practices with using repertory construction. In *EDULEARN21 Proceedings* (pp. 6199–6208). <https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.1253>
- Zaltman, G., & Coulter, R. (1995). Seeing the voice of the customer: metaphor-based advertising research. *Journal of Advertising Research*, 35 (4), 35–51.
- Zeer, E. F., & Symanyuk, E. E. (2021). Formation of personalized neuroeducational results of students' educational activities in a professional school. *Izvestia Ural Federal University Journal. Series 1. Issues in Education, Science and Culture*, 27 (3), 124–132. <https://doi.org/10.15826/izv1.2021.27.3.062> (In Russ.)