



Научная статья | Методология и технология профессионального образования

ТАКТИЛЬНОСТЬ КАК РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА НАГЛЯДНОСТИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ УСТАЛОСТИ

О.М. Ушакова, С.С. Стрельников, А.И. Куприянова

Аннотация

Обоснование. Современные студенты (поколения Z и Alpha) испытывают всепроникающую цифровую усталость от чрезмерного использования экрана, что приводит к дефициту внимания и снижению когнитивной активности. В то же время в высшем образовании, особенно в области естественных наук, критически не хватает инструментов тактильного обучения, которые обеспечивают необходимый сенсорно-моторный опыт для понимания сложных систем. Этот пробел препятствует эффективной реализации принципа визуализации.

Цель – теоретически обосновать и эмпирически подтвердить концепцию «тактильности» как средства реализации принципа визуализации в высшем образовании, решающего проблемы цифровой усталости.

Материалы и методы. В исследовании использовалась двойная методология: 1) теоретический анализ педагогических подходов (Монтессори, воплощенное познание, экспериментальное обучение Колба), теории когнитивной нагрузки и нейронаучных исследований сенсорной интеграции на основе российских и международных публикаций; 2) эмпирическая оценка тактильных инструментов в рамках курса «Медицинская и биологическая физика» в Тюменском государственном медицинском университете в 2024/25 учебном году.

Результаты. 1) тактильность глубоко укоренена в основных теориях обучения, поощряя автономность, конкретный опыт, воплощенную интеграцию знаний и снижение когнитивной нагрузки; 2) цифровая уста-

лость, распространенная среди студентов, проявляется в виде экранного истощения, прокрастинации и снижения благополучия, создавая явный спрос на нецифровые педагогические методы, такие как тактильное обучение. 3) эмпирическое внедрение тактильных инструментов (например, молекулярных конструкторов, проволоочных белковых моделей, гидрогелевых шариков, имитирующих диффузию, стеклянных сфер для оптики) продемонстрировало их эффективность в повышении вовлеченности студентов, содействии пониманию концепций (например, энтропии, сворачивания белка, диффузии, оптики) и обеспечении важной сенсомоторной обратной связи в биологической физике. Интеграция тактильных инструментов в учебные программы высшего образования является жизненно необходимой и необходимой стратегией для противодействия цифровой усталости, обогащения сенсомоторного опыта и значительного улучшения визуализации и понимания сложных естественнонаучных предметов.

Ключевые слова: тактильное обучение; цифровая усталость; воплощенное познание; принцип визуализации; поколение Z; поколение Альфа; нейронаука; медицинское образование

Для цитирования. Ушакова, О. М., Стрельников, С. С., & Куприянова, А. И. (2025). Тактильность как реализация принципа наглядности в высшем образовании в условиях цифровой усталости. *Russian Journal of Education and Psychology*, 16(5), 23–45. <https://doi.org/10.12731/2658-4034-2025-16-5-805>

Original article | Methodology and Technology of Vocational Education

TACTILITY AS AN IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLE OF VISUALITY IN HIGHER EDUCATION IN THE CONDITIONS OF DIGITAL FATIGUE

O.M. Ushakova, S.S. Strelnikov, A.I. Kupriyanova

Abstract

Background. Contemporary students (Generations Z and Alpha) exhibit widespread digital fatigue due to excessive screen exposure, resulting in at-

tention deficits and diminished cognitive engagement. Concurrently, higher education, particularly within the natural sciences, faces a critical deficit in tactile learning tools that supply essential sensory-motor experience for comprehending complex systems. This deficit impedes the visualization principle's effective application.

Purpose – to establish theoretically and empirically validate the concept of “tactility” as a pedagogical approach for implementing the visualization principle in higher education, countering the challenges posed by digital fatigue.

Materials and methods. The research utilized a dual-method approach: 1) theoretical analysis of pedagogical frameworks (Montessori, embodied cognition, Kolb's experiential learning), cognitive load theory, and neuroscience literature concerning sensory integration, drawing upon Russian and international publications; 2) empirical assessment of tactile tools conducted during the “Medical and Biological Physics” course at Tyumen State Medical University throughout the 2024/25 academic year.

Results. 1) tactility is fundamentally grounded in major learning theories, fostering autonomy, concrete experience, embodied knowledge integration, and diminished cognitive load; 2) prevalent digital fatigue among students manifests as screen exhaustion, procrastination, and reduced well-being, generating a distinct demand for non-digital pedagogical methods such as tactile learning; 3) empirical deployment of tactile tools (e.g., molecular constructors, wire protein models, hydrogel balls, glass spheres) demonstrated efficacy in enhancing student engagement, facilitating conceptual understanding (e.g., entropy, protein folding, diffusion, optics), and delivering critical sensory-motor feedback in biological physics. The integration of tactile tools into higher education constitutes an efficient strategy to mitigate digital fatigue, enrich sensory-motor experience and improve the visualization and comprehension of complex natural science subjects.

Keywords: tactile learning; digital fatigue; embodied cognition; visualization principle; Generation Z; Generation Alpha; neuroscience; medical education

For citation. Ushakova, O. M., Strelnikov, S. S., & Kupriyanova, A. I. (2025). Tactility as an implementation of the principle of visuality in higher education in the conditions of digital fatigue. *Russian Journal of Education and Psychology*, 16(5), 23–45. <https://doi.org/10.12731/2658-4034-2025-16-5-805>

Введение

Современная молодежь проводит много времени в Интернете, нередко сужая мир до маленького окошка смартфона или планшета, что чревато дефицитом внимания, скудностью познавательного опыта и, как следствие, ограниченностью мышления. Вместе с тем, внутренняя потребность в разнообразии чувственного опыта в процессе познания окружающего мира полагается нами естественной и свойственной в том числе и поколениям Z и Альфа. Это познание опирается на самостоятельность и возможность разделения опыта с другими. Насыщенность современной информационно-коммуникативной среды создает достаточно возможностей для взаимодействий относительно аудиовизуального опыта, однако тактильные ощущения не могут быть в должной степени переданы и разделены за счет массово доступных технических решений.

Процесс подготовки специалиста высшей школы представляет собой не только педагогическую, но и социальную задачу, что определяет обращение к таким стратегиям и тактикам построения образовательного процесса, которые бы учитывали потребности современного молодого поколения и актуализировали познавательную активность студенчества. Особенно это важно при освоении образовательных программ естественнонаучного цикла будущими специалистами, чья деятельность непосредственно связана с функционированием сложных биологических систем: ветеринаров, биологов, врачей. Критически важным для совершенствования процесса преподавания носящих комплексный характер предметов (например, биологическая физика) является использование средств, обеспечивающих наглядность преподавания, создающих предпосылки тактильного взаимодействия и формирования сенсорно-моторного опыта у студентов.

Вопрос использования тактильных средств обучения в теории и практике образования подробно описывается в части, связанной с разделом специальной педагогики, в работах, посвященных инклюзивному обучению, что логично и оправдано в том случае, когда зрительная модальность не может быть задействована вовсе. Однако нам не встречалось глубокого описания концепта тактиль-

ности применительно к общей педагогике, что позволяет говорить о существовании теоретического пробела. Теоретико-методологический исследовательский мейнстрим последних лет характеризуется критикой подхода к выбору стилей обучения в зависимости от доминирующей модальности обучаемых [33], мы же полагаем, что совершенствование педагогического процесса в условиях высшего образования возможно за счет использования различного воздействия, без концентрации на индивидуальном стиле, но на неких общих закономерностях, влияющих на восприятие.

Таким образом, значимость приобретает теоретическое обоснование концепта тактильности как относительно нового средства обеспечения наглядности в процессе высшего образования. Под тактильностью мы будем понимать свойство средств обучения, обеспечивающих воздействие преимущественно путем использования кинестетической модальности. Наглядность же понимается нами как принцип организации образовательного процесса, обеспечивающий условия создания убедительного образа познаваемого явления или предмета.

Цель исследования – обосновать концепт тактильности применительно к обеспечению принципа наглядности в высшем образовании в условиях цифровой усталости.

Задачи:

- проанализировать теоретические подходы к использованию тактильности в образовательном процессе;
- охарактеризовать явление цифровой усталости современных студентов поколения Z и Альфа как предпосылку использования тактильных дидактических средств;
- обобщить собственный опыт использования тактильных средств в преподавании медицинской и биологической физики.

Материалы и методы

Для решения первых двух поставленных задач использовались универсальные методы познания (анализ, синтез), позволившие адекватно обработать теоретический материал и сформировать автор-

скую позицию относительно концептов тактильности и цифровой усталости. Материалами послужили опубликованные российские и зарубежные работы по теме исследования в области педагогики, психологии и нейронауки. Для решения третьей задачи использовался метод анализа в процессе преподавания предмета «Медицинская и биологическая физика» в 2024/25 учебном году у студентов 1 курса специальностей «Стоматология» и «Лечебное дело» Тюменского государственного медицинского университета, что способствовало обобщению собственного опыта в использовании средств наглядности.

Результаты и обсуждение

Теоретические основы использования тактильности в образовательном процессе

Значительную роль в использовании тактильных стимулов в образовательном процессе играет подход М. Монтессори, одной из основ которого является использование сенсорных стимулов в процессе обучения, а повышение эффективности обучения связывается с развитием сенсомоторных навыков. Традиционно метод Монтессори связывается с дошкольным и школьным периодом развития личности, однако анализ специальной литературы позволяет говорить о существовании аргументов о возможности применения метода в условиях высшего образования, как поддерживающего самостоятельность и познавательную свободу студентов, также требующего наличия современных учебных материалов и технологий [2], об его универсальности в построении индивидуальных учебных планов и подборе открытых и доступных учебных материалов [6]. Фиксируется успешный опыт внедрения подхода в курс маркетинга для бакалавров: А. Муггау с соавторами аргументируют возможность использования метода необходимостью формирования целостного подхода к высшему образованию и формированием среды, направленной на повышение уровня субъективного благополучия студентов, что невозможно без укрепления связей с другими, природой и собой [20].

В условиях современных дискуссий об инфантилизации подрастающего поколения показательны слова самой Монтессори о наблюдении за сверстниками времен собственного студенчества (кон. XIX в): «...к этим совершенно взрослым людям относились как к детям: они должны были сидеть и слушать, делать то, что говорят им преподаватели, родители давали им деньги на сигареты и на трамвай и ругали за несданные экзамены. Это были взрослые люди, чьи интеллект и опыт однажды понадобятся для управления миром, те, чьим рабочим инструментом будет разум, люди высокого призвания: будущие врачи, юристы, инженеры» [4, с. 34]. Отметим также свидетельства о применении методов Монтессори при работе с лицами, страдающими деменцией [31], что демонстрирует гибкость метода относительно различных возрастных и личностных особенностей, включая когнитивное измерение. Таким образом, использование метода Монтессори в высшей школе, в части ориентации на самостоятельность и практику, а также создания образовательной среды за счет вовлечения тактильных средств обучения, концептуально не противоречит его сути.

Теоретическое обоснование использования тактильности получает свое развитие в рамках теории воплощенного познания/обучения (*embodied cognition/learning*) – совокупности подходов к изучению процесса мышления, опирающихся на два постулата: первый постулат связан с тем, что взаимодействие тела и окружающего мира (среды) является частью формирования, интеграции и освоения знаний, второй постулат заключается в том, что мышление представляет собой моделирование в виде повторного переживания телесных состояний [18]. На становление этой группы подходов оказали влияние такие направления, как картезианство, феноменология и бихевиоризм.

Воплощенное обучение является логическим продолжением теории воплощенного познания: авторы систематического обзора отмечают, что воплощенное обучение имеет значительный потенциал для обогащения образовательной среды путем соединения физических, когнитивных и эмоциональных сфер студенческого опыта. Оно

способствует более глубокому вовлечению, особенно в областях, связанных с естественными науками и математикой [10]. Отмечается наличие позитивного опыта применения воплощенного обучения при изучении вопросов естественнонаучных дисциплин как при обучении детей начальной школы [30], так и студентов высшей школы [16; 19; 27]. Свойство телесности процесса познания открывает дорогу свойству тактильности средств обучения.

Концептуальную основу тактильности в обучении создает также теория экспериментального обучения Д. Колба, согласно которой обучение представляет собой цикл, в котором знание формируется через конкретный опыт (1) и абстрактную концептуализацию (2) и впоследствии обрабатывается посредством рефлексивного наблюдения (3) и активного экспериментирования (4). Стоит отметить, что люди различаются по своим предпочтениям в отношении четырех фаз обучения, и эти предпочтения связаны со многими факторами: культурой, типом личности, жизненным опытом, образовательной специализацией, выбором карьеры и текущей занятостью [15].

Теория Колба применяется для обоснования выделения стилей обучения и поиска наиболее эффективных стратегий для людей с той или иной доминантой: так, исследование A.Idkhan и M.Idris показало доминирование в выборке студентов аккомодационного стиля обучения, который сочетает в себе полюса активного экспериментирования (делания) и конкретного опыта (чувства) [12]. Хотя мы не считаем, что доминирование какой-либо из модальностей напрямую связано с эффективностью обучения, мы полагаем, что для повышения вовлеченности возможность активного экспериментирования должна быть предоставлена всем участникам образовательного процесса.

Исследования в области нейробиологии подтверждают перспективность применения тактильных средств обучения. В частности, приводятся доказательства того, что визуальные и тактильные модальности не только генерируют два высоко конгруэнтных перцептивных пространства, но и используют одни и те же особенности формы для распознавания нового объекта [29]. Показано, что интеграция тактиль-

ных элементов в образовательную среду может улучшить сохранение памяти и удовлетворить кинестетических учащихся, которые лучше всего обучаются посредством физического взаимодействия, а тактильное обучение может быть особенно эффективным в сочетании с другими формами восприятия, создавая целостный сенсорный опыт [26]. Исследование М. Rau и Т. Herder Т., посвященное изучению разницы между физическими и виртуальными репрезентациями атомов при изучении курса химии, показало, что физические модели, активирующие телесные ощущения, могут быть более эффективными, потому что тело помогает закреплять важные идеи, хотя и виртуальные модели (схемы, рисунки, компьютерные репрезентации) могут быть довольно эффективны [22]. Эти результаты свидетельствуют о наличии нейробиологической основы использования свойства тактильности в организации образовательного процесса.

Значимость для обоснования концепта тактильности представляет теория когнитивной нагрузки. Она основывается на понимании того, как человеческий мозг обрабатывает и запоминает новые данные, исходя из того, что рабочая память имеет ограниченные возможности по их одновременному восприятию и обработке. Поэтому в обучении важно учитывать три вида нагрузки: внутреннюю, связанную со сложностью материала; внешнюю, вызванную неподходящими методами подачи информации; и элементарную, связанную с взаимозависимостью элементов.

Учитывая эти аспекты, можно разрабатывать такие методы преподавания, которые снизят ненужную нагрузку и сделают обучение более эффективным, обеспечивая лучшее усвоение и долговременное запоминание знаний [28]. Явление когнитивной разгрузки связано с поиском возможностей создать условия более эффективной работы с учебными материалами в условиях ограниченности памяти, включая различные физические элементы и прочие ресурсы окружающей среды [23]. В то же время, проведенный С. Луи и S. Deng мета-анализ свидетельствует о перспективности применения методов воплощенного обучения в целях снижения внутренней и внешней нагрузки [17].

Таким образом, концепт тактильности глубоко укоренен в теории познания и образования, он находит свое развитие в современных педагогических подходах, корреспондирует исследованиям в сфере психологии личности и мышления и подтверждается данными нейронауки.

Распространенность цифровой усталости как предпосылка применения тактильных средств обучения

Феномен цифровой усталости (digital fatigue [14], screen fatigue [32], digital eye strain [13]) характеризует совокупность явлений и симптомов, связываемых с длительным использованием цифровых устройств, снабженных экранами, транслирующих поток аудиовизуальных стимулов, и, как правило, подключенных к глобальной сети. Сюда могут включаться не только ощущения усталости в глазах и мышцах шеи и спины, но и негативные эмоции вследствие ощущения неспособности воспринять и обработать всю информацию, в сочетании со страхом упущенных возможностей. Поколение Z и Альфа, которых часто называют «цифровыми аборигенами», испытывают цифровую усталость, отмечая ее проявление в виде вялости, сонливости и прокрастинации [1].

В исследованиях О.Б. Гоносковой и Б.В. Заливанского применительно к молодежи используются термины «цифровая аддикция» и «цифровая деменция», выражающаяся в расстройстве памяти, тревоге и депрессии [3; 5]. В то же время, для современного образования характерны явления информатизации и цифровизации, использования электронных информационно-образовательных сред [7]. Исследование Т. Butler демонстрирует ограничения чисто цифровых подходов к обучению, применение исключительно экранов может уступать традиционным методам в ряде ключевых областей. Использование компьютеров в классах часто нарушает процессы обучения и ухудшает результаты как для пользователей, так и для не-пользователей [8]. Есть доказанные свидетельства повышения уровня усталости от использования онлайн-обучения и видеоконференц-связи в период пандемии COVID-19 [9], при этом цифровая усталость возникает как до, так и после пандемии [24].

Таким образом, феномен цифровой усталости напрямую влияет на качество обучения и субъективное благополучие студентов, что требует адекватной реакции со стороны педагогического сообщества.

Закономерен вопрос о том, какие методы обучения способны совершенствовать данный процесс и вызывать интерес у «цифровых аборигенов» поколения Z и альфа. Представляется немаловажным мнение, что чрезмерная опора на симуляции, регулярно применяемые в обучении в цифровую эпоху, может ослабить некоторые значимые тактильные навыки, а также что технологии могут обогащать или трансформировать образовательный опыт, но результаты такой трансформации могут быть неоднозначными и даже отрицательными [21]. Важно также понимать относительную условность деления на поколения и проявления данного деления в выборе предпочитаемых средств обучения: например, не все представители поколения Z предпочитают online-обучение – часть сохраняет приверженность традиционным методам [25]. На востребованность кинестетических, тактильных ощущений у этих поколений прямо указывает исследование L. Holman [11].

Таким образом, наличие запроса на тактильность как свойства средств обучения не оспаривается, а только подтверждается в условиях цифровой усталости современных студентов.

Обобщение опыта использования тактильных средств обучения

В контексте значимости тактильного опыта в обучении для современной молодежи приведем результаты проведенного нами опроса, которые свидетельствуют о предпочтениях студентов в выборе форматов книг: бумажных или электронных. Из 280 студентов большинство респондентов (74,6%, включая 144 с обоснованием предпочтения и 65 без обоснования) выбирают бумажные книги, чаще всего из-за меньшего вреда для зрения, особых тактильных ощущений и более качественного восприятия информации. Электронные книги выбрали 19,3% (37 с обоснованием и 17 без), в основном из-за удобства и доступности. Небольшая группа (4,3%) ценит оба формата, выбирая их в зависимости от ситуации. Тем самым, можно утверждать о значимости тактильных ощущений у «цифровых аборигенов» в процессе восприятия ими учебной информации.

Представляется также целесообразным описать накопленный в ходе преподавания дисциплины «Медицинская и биологическая физика» опыт по использованию наглядных средств обучения, предполагающих тактильное взаимодействие. Средства, краткое описание их применения и моделируемые явления представлены ниже в таблице 1.

Таблица 1.

Направления использования тактильных средств обучения в преподавании медицинской и биологической физики

Средство обучения	Как применяется	Что моделируется/ иллюстрируется
Конструкторы, состоящие из множества мелких элементов, предполагающих соединение друг с другом	Студенты могут как собрать из мелких элементов модель макромолекулы, так и перемещать разрозненные элементы.	В очень упрощенном виде моделируется рост энтропии в замкнутых системах, а также необходимость затрачивания энергии для создания упорядоченных структур.
Модели макромолекул (реализованные крупными бусинами разных цветов на проволочном каркасе)	Проволочные модели макромолекул можно сгибать в разнообразные 3-d конфигурации; если принять, что один цвет бусин обозначает гидрофобные участки, а другой – гидрофильные, то можно смоделировать различные варианты укладки полимерных макромолекул в водной среде.	Используется для демонстрации того, как состоящие из различных по своим свойствам аминокислот белки в воде будут сворачиваться из простых аминокислотных цепочек в сложные конфигурации (вторичная, третичная структура белков).
Шарики-орбизы (гидрогелевые шарики) + растворы разной концентрации (вода для инъекций и физ.раствор, а также водопроводная вода)	Орбизы заливаются несколькими типами жидкостей: водой для инъекций (дистиллированная вода), физ.раствором (NaCl 0,9%), водопроводной водой – для наблюдения за скоростью их разбухания.	Моделируется зависимость скорости диффузии (осмоса) от свойств градиента концентрации; орбизы могут выступать в качестве очень упрощенной модели эритроцитов.
Механическая музыкальная шкатулка	При открывании крышки шкатулки видно непосредственное производство звуков в результате зацепления выступов, расположенных на вращающемся цилиндре, с зубцами металлического гребня.	Иллюстрируется необходимость затрат энергии для возникновения колебаний в среде.

Стеклянный шар-перевертыш (80 мм в диаметре)	Применяется как наглядное пособие – частный случай собирающей линзы.	Иллюстрируется способность собирающей линзы формировать реальное уменьшенное перевернутое изображение (на примере Солнца в ясную погоду, с использованием термодатчика); также стеклянный шар является простейшей моделью глазного яблока.
Карманные фонарики с красным, голубым и зеленым фильтрами	При одновременном включении красного, голубого и зеленого фильтров можно, смешав эти лучи, получить белый цвет.	Иллюстрируется физическая основа цветового восприятия.
Пищевой краситель и прозрачные емкости с водопроводной водой комнатной температуры	Несколько капель водорастворимого пищевого красителя капают в прозрачный сосуд.	Иллюстрируется броуновское движение молекул, обеспечивающие диффузию пищевого красителя в воде.

Представленные в таблице тактильные средства обучения обладают следующими преимуществами: во-первых, они являются доступными для приобретения и/или создания педагогом, что исключает необходимость согласования закупок материалов и их ожидания; во-вторых, опыт применения свидетельствует об их значительной популярности у студентов: обучающиеся нередко предпочитают производить фото- и видеофиксацию процесса использования тактильных средств обучения, документируя процесс демонстрации педагогом и личного взаимодействия с демонстрационными материалами, что не только свидетельствует о познавательном интересе и подталкивает обучающихся к осмыслению сути демонстрируемых процессов, но и переводит студентов из статуса созерцателей в активных творцов образовательного контента.

Заключение

1. Анализ теоретических подходов к использованию тактильности в образовательном процессе позволил выделить основные теоретико-методологические направления применения свойства

тактильности для обеспечения наглядности образовательного процесса. Показано, что метод Монтессори, теории воплощенного познания и экспериментального обучения Д. Колба, а также теория когнитивной нагрузки создают теоретическую основу для задействования тактильности в средствах обучения в высшей школе. Анализ научных публикаций подтверждает практическую применимость положений данных теорий.

2. Явление цифровой усталости современных студентов поколения Z и альфа может считаться предпосылкой использования тактильных дидактических средств. Возможным объяснением данного феномена может быть дефицит живого общения в цифровую эпоху: непосредственный телесный контакт становится способом его компенсировать, подтверждая реальность мира, данного нам в ощущениях. Также в качестве возможного фактора целесообразно учесть отложенную реакцию на пандемийные ограничения 2020-2021 гг.; COVID-19 и изоляция могли обострить жажду физического контакта, сделав его более осознанной ценностью для современной молодежи.

3. Обобщение собственного опыта использования тактильных средств в преподавании медицинской и биологической физики показывает ценность тактильности средств обучения. Для молодежи тактильность может оказаться способом борьбы с цифровым одиночеством, стрессом и потребностью в authenticity («настоящести»), причем способом доступным и безопасным. Перспективы дальнейших исследований лежат в определении того, как интегрировать присущую поколениям Z и альфа возросшую потребность в тактильности в планирование и организацию обучения.

Список литературы

1. Голубкина, К. В., & Абрамян, С. К. (2024). Использование гаджетов в студенческой среде и их воздействие на здоровье студентов. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*, 32(S1), 577–581. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2024-32-s1-577-581>. EDN: <https://elibrary.ru/OGAJKN>

2. Гоноскова, О. Б. (2016). Реализация идей М. Монтессори в высшей школе. *Человеческий капитал*, (9), 88–92. EDN: <https://elibrary.ru/WTBDXV>
3. Заливанский, Б. В., Самохвалова, Е. В., & Мореева, Е. В. (2025). Влияние цифровой аддикции на социальное здоровье молодёжи. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*, 33(2), 182–187. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2025-33-2-182-187>. EDN: <https://elibrary.ru/AFSXMQ>
4. Монтессори, М. (2011). *Впитывающий разум ребёнка* (320 с.). Санкт-Петербург: Благотворительный фонд «ВОЛОНТЕРЫ».
5. Попов, В. И., Милушкина, О. Ю., Скоблина, Н. А. и др. (2022). Влияние использования социальных сетей на формирование интернет-зависимостей у студентов-медиков. *Здоровье населения и среда обитания*, 30(8), 51–56. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-8-51-56>. EDN: <https://elibrary.ru/EFABJM>
6. Ратнер, Ф. Л., & Юсупова, А. Ю. (2010). Педагогика М. Монтессори в условиях высшей школы. *Образование и саморазвитие*, (4), 159–164. EDN: <https://elibrary.ru/PBSYZL>
7. Стрельников, С. С. (2022). Электронная информационно-образовательная среда: факторы концептуализации понятия. *Перспективы науки*, (12), 215–217. EDN: <https://elibrary.ru/ONZBLL>
8. Butler, T. (2024). *A critical review of digital technology in education: A pause for thought in 2024*. <https://doi.org/10.31235/osf.io/5q8vg>
9. Chen, Y., & Qin, X. (2024). Student fatigue and its impact on teaching effectiveness based on online teaching. *Education and Information Technologies*, 29(8), 10177–10200. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12197-3>. EDN: <https://elibrary.ru/MHVDCJ>
10. Faella, P., Digennaro, S., & Iannaccone, A. (2025). Educational practices in motion: A scoping review of embodied learning approaches in school. *Frontiers in Education*, 10, 1568744. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1568744>
11. Holman, L. E. (2021). *Crossing the generational and digital divide: Accommodating the learning experience of Generation Z*. Morehead State Theses and Dissertations (870 с.). Получено из: https://scholarworks.moreheadstate.edu/msu_theses_dissertations/870

12. Idkhan, A. M., & Idris, M. M. (2021). Dimensions of students learning styles at the university with the Kolb learning model. *International Journal of Environment, Engineering & Education*, 3(2), 75–82. <https://doi.org/10.55151/ijeedu.v3i2.60>. EDN: <https://elibrary.ru/UCWRWE>
13. Kaur, K. et al. (2022). Digital eye strain — A comprehensive review. *Ophthalmology and Therapy*, 11(5), 1655–1680. <https://doi.org/10.1007/s40123-022-00540-9>. EDN: <https://elibrary.ru/HEFQXV>
14. Ko, J. Y., & Ju, Yeo. (2022). The effect of digital fatigue on retro & newtro product attitudes: Focused on mediation effect of nostalgia. *Journal of Korea Parliamentary Law Institute*, 15(2), 19–32. <https://doi.org/10.56352/smj.2022.15.2.02>. EDN: <https://elibrary.ru/BRVVVA>
15. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
16. Lindgren, R., Morphew, J. W., Kang, J., Planey, J., & Mestre, J. P. (2022). Learning and transfer effects of embodied simulations targeting crosscutting concepts in science. *Journal of Educational Psychology*, 114(3), 462–481. <https://doi.org/10.1037/edu0000697>. EDN: <https://elibrary.ru/LEWZMN>
17. Lyu, C., & Deng, S. (2024). Effectiveness of embodied learning on learning performance: A meta-analysis based on the cognitive load theory perspective. *Learning and Individual Differences*, 116, 102564. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2024.102564>. EDN: <https://elibrary.ru/GZRBPI>
18. Macrine, S. L., & Fugate, J. M. B. (2021). Translating embodied cognition for embodied learning in the classroom. *Frontiers in Education*, 6, 712626. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.712626>. EDN: <https://elibrary.ru/JH-BJAF>
19. Müller, C. H., Reiher, M., & Kapur, M. (2024). Embodied preparation for learning basic quantum chemistry: A mixed-method study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(2), 715–730. <https://doi.org/10.1111/jcal.12909>. EDN: <https://elibrary.ru/KDMCEP>
20. Murray, A. K., Miller, M., Postlewaite, E. L., & Clark, K. (2022). Implementing the Montessori approach in an undergraduate marketing course: A case study. *Frontiers in Education*, 7, 1033752. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1033752>. EDN: <https://elibrary.ru/APEYPT>

21. Onjewu, A.-K. E., Godwin, E. S., Azizsafaei, F., & Appiah, D. (2025). The influence of technology use on learning skills among Generation Z: A gender and cross-country analysis. *Industry and Higher Education*, 39(2), 139–157. <https://doi.org/10.1177/09504222241263227>. EDN: <https://elibrary.ru/ATTPHS>
22. Rau, M. A., & Herder, T. (2021). Under which conditions are physical versus virtual representations effective? Contrasting conceptual and embodied mechanisms of learning. *Journal of Educational Psychology*, 113(8), 1565–1586. <https://doi.org/10.1037/edu0000689>. EDN: <https://elibrary.ru/FFSSOV>
23. Risko, E. F., & Gilbert, S. J. (2016). Cognitive offloading. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(9), 676–688. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.07.002>
24. Romero-Rodríguez, J.-M., Hinojo-Lucena, F.-J., Kopecký, K., & García-González, A. (2023). Fatiga digital en estudiantes universitarios como consecuencia de la enseñanza online durante la pandemia Covid-19. *Educación XXI*, 26(2), 165–184. <https://doi.org/10.5944/educxx1.34530>. EDN: <https://elibrary.ru/UVGECK>
25. Rudolph, C. W., Rauvola, R. S., Costanza, D. P., & Zacher, H. (2021). Generations and generational differences: Debunking myths in organizational science and practice and paving new paths forward. *Journal of Business and Psychology*, 36(6), 945–967. <https://doi.org/10.1007/s10869-020-09715-2>. EDN: <https://elibrary.ru/HDWRLY>
26. Shenoy, P., & Kumar, T. (2024). A human-centred tactile perception device for enhanced learning. *Procedia CIRP*, 128, 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.06.005>. EDN: <https://elibrary.ru/QIRSUS>
27. Solomon, F. et al. (2022). Embodied physics: Utilizing dance resources for learning and engagement in STEM. *Journal of the Learning Sciences*, 31(1), 73–106. <https://doi.org/10.1080/10508406.2021.2023543>. EDN: <https://elibrary.ru/SWTKWL>
28. Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 55, c. 37–76). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>
29. Tabrik, S. et al. (2021). Visual and tactile sensory systems share common features in object recognition. *ENeuro*, 8(5), ENEURO.0101-21.2021.

- <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0101-21.2021>. EDN: <https://elibrary.ru/IQNUIU>
30. Thomas Jha, R., & Price, S. (2022). Embodying science: The role of the body in supporting young children's meaning making. *International Journal of Science Education*, 44(10), 1659–1679. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2089366>. EDN: <https://elibrary.ru/EUNPDK>
 31. Tschanz, J. T., & Hammond, A. G. (2020). A Montessori-based approach to treat behavioral and psychological symptoms in dementia. *International Psychogeriatrics*, 32(3), 303–306. <https://doi.org/10.1017/S1041610220000149>. EDN: <https://elibrary.ru/EKXHKK>
 32. Yosep, I., Sakti, D. W., Mardhiyah, A., Maulana, I., Hernawaty, T., & Lukman, M. (2024). Screen fatigue during online learning among first grade of nursing students. *Jurnal Keperawatan Komprehensif (Comprehensive Nursing Journal)*, 10(2). <https://doi.org/10.33755/jkk.v10i2.631>. EDN: <https://elibrary.ru/ENNUVC>
 33. Zrudlo, I. (2023). Why the learning styles myth appeals and how to persuade believers otherwise. *Teaching and Teacher Education*, 132, 104266. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104266>. EDN: <https://elibrary.ru/FN-PFFP>

References

1. Golubkina, K. V., & Abramyan, S. K. (2024). The use of gadgets in the student environment and their impact on students' health. *Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine*, 32(S1), 577–581. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2024-32-s1-577-581>. EDN: <https://elibrary.ru/OGAJKN>
2. Gonoskova, O. B. (2016). Implementation of M. Montessori's ideas in higher education. *Human Capital*, (9), 88–92. EDN: <https://elibrary.ru/WTBDXV>
3. Zalivansky, B. V., Samokhvalova, E. V., & Moreeva, E. V. (2025). The impact of digital addiction on the social health of youth. *Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine*, 33(2), 182–187. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2025-33-2-182-187>. EDN: <https://elibrary.ru/AFSXMQ>

4. Montessori, M. (2011). *The absorbent mind of the child* (320 pp.). Saint Petersburg: Charitable Foundation “Volunteers”.
5. Popov, V. I., Milushkina, O. Yu., Skoblina, N. A. et al. (2022). The impact of social media use on the formation of internet addiction among medical students. *Public Health and Life Environment*, 30(8), 51–56. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-8-51-56>. EDN: <https://elibrary.ru/EFABJM>
6. Ratner, F. L., & Yusupova, A. Yu. (2010). M. Montessori’s pedagogy in higher education. *Education and Self-Development*, (4), 159–164. EDN: <https://elibrary.ru/PBSYZL>
7. Strelnikov, S. S. (2022). Electronic information and educational environment: Factors of conceptualizing the notion. *Perspectives of Science*, (12), 215–217. EDN: <https://elibrary.ru/ONZBLL>
8. Butler, T. (2024). *A critical review of digital technology in education: A pause for thought in 2024*. <https://doi.org/10.31235/osf.io/5q8vg>
9. Chen, Y., & Qin, X. (2024). Student fatigue and its impact on teaching effectiveness based on online teaching. *Education and Information Technologies*, 29(8), 10177–10200. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12197-3>. EDN: <https://elibrary.ru/MHVDCJ>
10. Faella, P., Digennaro, S., & Iannaccone, A. (2025). Educational practices in motion: A scoping review of embodied learning approaches in school. *Frontiers in Education*, 10, 1568744. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1568744>
11. Holman, L. E. (2021). *Crossing the generational and digital divide: Accommodating the learning experience of Generation Z*. Morehead State Theses and Dissertations (870 c.). Получено из: https://scholarworks.moreheadstate.edu/msu_theses_dissertations/870
12. Idkhan, A. M., & Idris, M. M. (2021). Dimensions of students learning styles at the university with the Kolb learning model. *International Journal of Environment, Engineering & Education*, 3(2), 75–82. <https://doi.org/10.55151/ijeedu.v3i2.60>. EDN: <https://elibrary.ru/UCWRWE>
13. Kaur, K. et al. (2022). Digital eye strain – A comprehensive review. *Ophthalmology and Therapy*, 11(5), 1655–1680. <https://doi.org/10.1007/s40123-022-00540-9>. EDN: <https://elibrary.ru/HEFQXV>

14. Ko, J. Y., & Ju, Yeo. (2022). The effect of digital fatigue on retro & newtro product attitudes: Focused on mediation effect of nostalgia. *Journal of Korea Parliamentary Law Institute*, 15(2), 19–32. <https://doi.org/10.56352/smj.2022.15.2.02>. EDN: <https://elibrary.ru/BRVVVA>
15. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
16. Lindgren, R., Morphew, J. W., Kang, J., Planey, J., & Mestre, J. P. (2022). Learning and transfer effects of embodied simulations targeting crosscutting concepts in science. *Journal of Educational Psychology*, 114(3), 462–481. <https://doi.org/10.1037/edu0000697>. EDN: <https://elibrary.ru/LEWZMN>
17. Lyu, C., & Deng, S. (2024). Effectiveness of embodied learning on learning performance: A meta-analysis based on the cognitive load theory perspective. *Learning and Individual Differences*, 116, 102564. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2024.102564>. EDN: <https://elibrary.ru/GZRBPI>
18. Macrine, S. L., & Fugate, J. M. B. (2021). Translating embodied cognition for embodied learning in the classroom. *Frontiers in Education*, 6, 712626. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.712626>. EDN: <https://elibrary.ru/JHBJAF>
19. Müller, C. H., Reiher, M., & Kapur, M. (2024). Embodied preparation for learning basic quantum chemistry: A mixed-method study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(2), 715–730. <https://doi.org/10.1111/jcal.12909>. EDN: <https://elibrary.ru/KDMCEP>
20. Murray, A. K., Miller, M., Postlewaite, E. L., & Clark, K. (2022). Implementing the Montessori approach in an undergraduate marketing course: A case study. *Frontiers in Education*, 7, 1033752. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.1033752>. EDN: <https://elibrary.ru/APEYPT>
21. Onjewu, A.-K. E., Godwin, E. S., Azizsafaei, F., & Appiah, D. (2025). The influence of technology use on learning skills among Generation Z: A gender and cross-country analysis. *Industry and Higher Education*, 39(2), 139–157. <https://doi.org/10.1177/09504222241263227>. EDN: <https://elibrary.ru/ATTPHS>
22. Rau, M. A., & Herder, T. (2021). Under which conditions are physical versus virtual representations effective? Contrasting conceptual and embodied mechanisms of learning. *Journal of Educational Psychology*

- gy, *II3*(8), 1565–1586. <https://doi.org/10.1037/edu0000689>. EDN: <https://elibrary.ru/FFSSOV>
23. Risko, E. F., & Gilbert, S. J. (2016). Cognitive offloading. *Trends in Cognitive Sciences*, *20*(9), 676–688. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.07.002>
24. Romero-Rodríguez, J.-M., Hinojo-Lucena, F.-J., Kopecký, K., & García-González, A. (2023). Fatiga digital en estudiantes universitarios como consecuencia de la enseñanza online durante la pandemia Covid-19. *Educación XXI*, *26*(2), 165–184. <https://doi.org/10.5944/educxx1.34530>. EDN: <https://elibrary.ru/UVGECK>
25. Rudolph, C. W., Rauvola, R. S., Costanza, D. P., & Zacher, H. (2021). Generations and generational differences: Debunking myths in organizational science and practice and paving new paths forward. *Journal of Business and Psychology*, *36*(6), 945–967. <https://doi.org/10.1007/s10869-020-09715-2>. EDN: <https://elibrary.ru/HDWRLY>
26. Shenoy, P., & Kumar, T. (2024). A human-centred tactile perception device for enhanced learning. *Procedia CIRP*, *128*, 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.06.005>. EDN: <https://elibrary.ru/QIRSUS>
27. Solomon, F. et al. (2022). Embodied physics: Utilizing dance resources for learning and engagement in STEM. *Journal of the Learning Sciences*, *31*(1), 73–106. <https://doi.org/10.1080/10508406.2021.2023543>. EDN: <https://elibrary.ru/SWTKWL>
28. Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 55, c. 37–76). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>
29. Tabrik, S. et al. (2021). Visual and tactile sensory systems share common features in object recognition. *ENeuro*, *8*(5), ENEURO.0101-21.2021. <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0101-21.2021>. EDN: <https://elibrary.ru/IQNUIU>
30. Thomas Jha, R., & Price, S. (2022). Embodying science: The role of the body in supporting young children’s meaning making. *International Journal of Science Education*, *44*(10), 1659–1679. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2089366>. EDN: <https://elibrary.ru/EUNPDK>
31. Tschanz, J. T., & Hammond, A. G. (2020). A Montessori-based approach to treat behavioral and psychological symptoms in dementia. *In-*

- ternational Psychogeriatrics*, 32(3), 303–306. <https://doi.org/10.1017/S1041610220000149>. EDN: <https://elibrary.ru/EKXHKK>
32. Yosep, I., Sakti, D. W., Mardhiyah, A., Maulana, I., Hernawaty, T., & Lukman, M. (2024). Screen fatigue during online learning among first grade of nursing students. *Jurnal Keperawatan Komprehensif (Comprehensive Nursing Journal)*, 10(2). <https://doi.org/10.33755/jkk.v10i2.631>. EDN: <https://elibrary.ru/ENNUVC>
33. Zrudlo, I. (2023). Why the learning styles myth appeals and how to persuade believers otherwise. *Teaching and Teacher Education*, 132, 104266. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104266>. EDN: <https://elibrary.ru/FNPFPP>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Ушакова Ольга Михайловна, кандидат философских наук, доцент кафедры медицинской информатики и биологической физики ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Одесская, 54, г., Тюмень, 625048, Российская Федерация
uschakova.om@yandex.ru

Стрельников Сергей Сергеевич, кандидат философских наук, доцент кафедры медицинской информатики и биологической физики ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Одесская, 54, г., Тюмень, 625048, Российская Федерация
sss15@yandex.ru

Куприянова Ася Ильинична, кандидат филологических наук, доцент кафедры возрастной физиологии, специального и инклюзивного образования ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»
ул. Республики, 9, г., Тюмень, 625003, Российская Федерация
tmn.solo@gmail.com

DATA ABOUT THE AUTHORS

Olga M. Ushakova, Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor, Department of Medical Informatics and Biological Physics
Tyumen State Medical University
54, Odesskaya Str., Tyumen, 625048, Russian Federation
uschakova.om@yandex.ru
SPIN-code: 7021-8298
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2247-9003>

Sergey S. Strelnikov, Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor, Department of Medical Informatics and Biological Physics
Tyumen State Medical University
54, Odesskaya Str., Tyumen, 625048, Russian Federation
sss15@yandex.ru
SPIN-code: 1344-3897
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3092-0022>

Asya I. Kupriyanova, Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Department of Age-Related Physiology, Special and Inclusive Education
Tyumen State University
9, Respubliki Str., Tyumen, 625003, Russian Federation
tmn.solo@gmail.com
SPIN-code: 7503-4622
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8638-3897>

Поступила 07.07.2025
После рецензирования 24.07.2025
Принята 29.07.2025

Received 07.07.2025
Revised 24.07.2025
Accepted 29.07.2025