



УДК 331.1+378.2+001.891.57

Научная статья / **Research Full Article**DOI: [10.15293/2658-6762.2306.07](https://doi.org/10.15293/2658-6762.2306.07)Язык статьи: русский / **Article language: Russian**

Нейродидактическая модель интегрированного образовательно-производственного кластера: оценка эффективности подготовки трудовых ресурсов

Е. В. Полицинская¹, А. В. Трофимов¹, В. Г. Лизунков¹¹ Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

Проблема и цель. В статье рассматривается проблема формирования значимых компетенций будущего инженера. Цель исследования – оценить эффективность подготовки трудовых ресурсов на основе предлагаемой авторами нейродидактической модели интегрированного образовательно-производственного кластера.

Методология. Исследование проводилось в логике педагогического эксперимента. Разработка нейродидактической модели выстраивалась на основе анализа опыта педагогических практик внедрения нейропедагогики в образовательный процесс. В рамках исследования проанализирован и обобщен материал, полученный по итогам эмпирического сбора данных. Выборку составили 289 студентов, обучающихся по техническим направлениям подготовки. В качестве основного индикатора, подтверждающего эффективность предлагаемой нейродидактической модели, была выбрана методика направленности личности В. Смекала и М. Кучера «Направленность личности».

Результаты. Теоретический анализ научной литературы позволил систематизировать имеющийся педагогический опыт внедрения нейропедагогики в образовательный процесс и выделить те наиболее эффективные факторы, которые влияют на успешность применения нейродидактических принципов в образовательном процессе. Формирующий эксперимент предполагал пересмотр содержания обучения и обоснование значимости нейродидактической модели обучения. В рамках формирующего эксперимента у большинства студентов сформировалась профессиональная направленность личности, которая играет важную роль в развитии значимых ключевых компетенций инженера.

Финансирование проекта: Исследование выполнено в рамках реализации гранта Российского научного фонда № 23-28-00046, <https://rscf.ru/project/23-28-00046/> по теме «Внедрение основ нейропедагогики в систему подготовки трудовых ресурсов на основе образовательно производственного кластера в условиях устойчивого развития»

Библиографическая ссылка: Полицинская Е. В., Трофимов А. В., Лизунков В. Г. Нейродидактическая модель интегрированного образовательно-производственного кластера: оценка эффективности подготовки трудовых ресурсов // Science for Education Today. – 2023. – Т. 13, № 6. – С. 145–171. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2306.07>

✉ Автор для корреспонденции: Екатерина Викторовна Полицинская, katy031983@mail.ru

© Е. В. Полицинская, А. В. Трофимов, В. Г. Лизунков, 2023

Заключение. Результаты исследования свидетельствуют, что реализованная в рамках образовательного процесса вуза нейродидактическая модель обучения обеспечивает профессиональную направленность личности студента и, как следствие, получение высоких образовательных результатов.

Ключевые слова: профессиональная направленность личности; ключевые профессиональные компетенции; компетенции будущего инженера; нейродидактическая модель подготовки инженера; высокие образовательные результаты.

Постановка проблемы

В последние годы в системе образования России наблюдается активное применение методов обучения, учитывающих индивидуальную нейropsychологическую организацию мозга. Междисциплинарные исследования в области изучения функций человеческого мозга начались еще во второй половине XX в. (Т. J. Carew [14], S. Della¹, K. W. Fischer [16], S. Gvozdii [17], P. Howard-Jones [18], I. L. Sonnier [22] и др.). Современные научные работы в данной области демонстрируют активное исследование следующих аспектов нейропедагогики. И. П. Клемантович с соавторами выделяет нейропедагогику как отрасль научных знаний [5]. А. Л. Сиротюк рассматривает индивидуальные особенности нейropsychологического сопровождения обучения². В исследовании Н. А. Глузман³ определена сущность понятия «нейропедагогика», основанного на принятии личности, ее потребностей, мотивов, способностей, интеллекта, с учетом индивидуальных особенностей и эмоций. Э. Ф. Зеер с соавторами изучает применение

различных нейротехнологий для выстраивания персонализированного образования [4]. М. А. Сорочинский с соавторами исследует педагогический потенциал и возможности использования нейротехнологий в образовании⁴ [9]. А. С. Бобровская предлагает применять нейропедагогику в качестве инструмента повышения качества личностно ориентированного подхода к обучению гуманитарным предметам [1]. В исследовании М. Х. Мальсагова, А. А. Мальсагова представлены результаты экспериментальной верификации нейропедагогических технологий [7]. В исследовании [24] показано, что нейропедагогические подходы в образовательном процессе позволяют педагогу улучшить качество обучения своих учеников.

Кроме того, в современных условиях цифровой трансформации экономики проблема подготовки специалистов, обладающих навыками решения сложных и изменяющихся задач, приобретает все большее значение⁵. Поводов для реформирования инженерной подготовки в отечественных вузах в современных

¹ Della Sala S., Anderson M. (eds.) Neuroscience in Education: The good, the bad, and the ugly. – Oxford University Press, Oxford. Link to Published Version, 2012.

² Сиротюк А. Л. Нейropsychологическое и психофизиологическое сопровождение обучения. – М.: Сфера, 2003. – 288 с.

³ Глузман Н. А. Педагогическая рефлексология как теоретическая основа нейропедагогики // Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – Вып. 75–1. – С. 19.

⁴ Корякин Ф. И., Сорочинский М. А. Нейроинтерфейсы: классификация и педагогический потенциал // Современное образование: традиции и инновации. – 2023. – № 2. – С. 240–242.

⁵ Лизунков В. Г., Полицинская Е. В. Нейропедагогика как инструмент эффективной подготовки студентов технических направлений // Трансформация механико-математического и IT-образования в условиях цифровизации: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию ММФ: в 2 ч. – Минск, 2023. – С. 112–116.

условиях немало. Во-первых, все, связанное со сложными цифровыми техническими системами, человеком, животными, растениями, – это потенциальное поле деятельности современной инженерии в ее различных проявлениях. Во-вторых, существенная доля выпускников школ собирается стать инженерами. В-третьих, на рынке труда ощущается неудовлетворенный спрос на специалистов по широкому кругу инженерных профессий. В-четвертых, сегодня мир сталкивается с множеством вызовов и проблем, которые требуют от инженера умения быстро адаптироваться к новым ситуациям и принимать решения на основе неполных или неточных данных. Такие специалисты должны быть готовы к работе в условиях неопределенности, риска и изменений, а также иметь навыки критического мышления и принятия решений.

Цель настоящего исследования – оценить эффективность подготовки специалистов на основе предлагаемой авторами нейродидактической модели интегрированного образовательно-производственного кластера.

Методология исследования

Исследование изменения направленности личности студентов технического вуза осуществлялось с позиций системно-деятельностного подхода в логике педагогического эксперимента и включало в себя следующие этапы: констатирующий (сентябрь 2022 г.), формирующий (2022–2023 гг.) и контрольный (май 2023 г.). Данные обработаны методами математической статистики, проведена научно-методическая интерпретация полученных результатов.

В качестве базы исследования выбран Национальный исследовательский Томский политехнический университет. В эксперименте приняли участие 289 студентов и 8 преподавателей.

На предмет выявления значимых ключевых профессиональных компетенций и уровня их сформированности был проведен опрос работодателей. В опросе приняли участие 146 руководителей различных уровней. Стейкхолдерам был задан вопрос: Какие компетенции вы считаете наиболее важными для успешной работы инженера?

В рамках констатирующего этапа проведено анкетирование среди студентов 1 курсов педагогического вуза. Констатирующий этап исследования проходил в естественных условиях образовательного процесса.

Из числа студентов третьего курса были сформированы контрольная и экспериментальные группы. В экспериментальных группах образовательный процесс выстраивался согласно разработанной авторами модели обучения. Со всеми преподавателями, участвующими в эксперименте, постоянно осуществлялся рабочий контакт. В контрольных и экспериментальных группах аудиторная нагрузка была одинаковой. В контрольных группах – 142 студента, в экспериментальных – 147 студентов.

Системообразующим компонентом разработанной нами модели является цель – формирование ключевых профессиональных компетенций. Поэтому основной показатель эффективности предлагаемой нами модели содержится в оценке уровня сформированности ключевых профессиональных компетенций и направленности личности обучающегося.

В качестве основного индикатора, подтверждающего эффективность предлагаемой нейродидактической модели, была выбрана

методика направленности личности В. Смекала и М. Кучера «Направленность личности»^{6 7}.

Теоретические основы исследования базируются на концептуальных положениях нейропедагогике – области педагогической науки, изучающей взаимосвязи между мозговой деятельностью и поведением человека, а также методы и технологии обучения, направленные на улучшение когнитивных функций обучающихся, таких как память, внимание, мышление и речь⁸.

Теоретико-прикладные основания и концептуальные положения нейрообразования были определены Л. С. Выготским в работе «Развитие высших психических функций» (1931) и А. Р. Лурией в труде «Основы нейропсихологии» (1973). Н. П. Бехтерева отмечала, что «прогресс в физиологии мозга необходим для правильной организации педагогического процесса в век НТР»⁹.

Человеческий мозг является одним из самых важных инструментов, имеющий потенциал для неиспользованных возможностей. Используя современные технологии и методы обучения, педагоги могут помочь обучающимся раскрыть свой потенциал и достичь успеха в учебе [21].

Внедрение основ нейропедагогике является важным шагом в развитии образовательной системы, позволит понять, как информация влияет на поведение и обучение, более эффективно применять методы обучения, помогающие обучающимся лучше усваивать учебный материал и достигать лучших результатов. Однако, несмотря на то, что основы нейропедагогике имеют значительный вклад в профессиональную педагогику, им не уделяется должного внимания¹⁰. Проблема внедрения основ нейропедагогике может быть связана с несколькими факторами. Во-первых, нейропедагогика является новой областью знаний, которая еще не получила широкого признания в профессиональной образовательной среде. Во-вторых, многие аспекты нейропедагогике все еще требуют дальнейших исследований и разработок. В-третьих, вузы могут испытывать недостаток ресурсов для поддержки исследований в области нейропедагогике. Однако, несмотря на эти проблемы, основы нейропедагогике имеют существенный потенциал для улучшения образования и развития обучающихся и их необходимо продолжать изучать и развивать в образовательной среде вуза.

Проблема направленности личности является, на наш взгляд, особенно актуальной для достижения поставленной в работе цели.

⁶ Никиреев Е. М. Психологические особенности направленности личности: учебное пособие. – М.: Московский психолого-социальный институт, 2007. – 72 с.

⁷ Елисеев О. П. Конструктивная типология и психодиагностика личности. – Псков, 1994. – 388 с.

⁸ Аношин И. С., Трофимов А. В., Жолбин А. П. Анализ возможностей повышения эффективности обучения с учетом особенностей мыслительной деятельности обучающихся // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов XIV Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи. – Томск, 2023. – С. 111–113.

⁹ Бехтерева Н. П. Здоровый и больной мозг человека. – Л.: Наука, 1980. – С. 3.

¹⁰ Лизунков В. Г., Полицинская Е. В. Нейропедагогика как инструмент эффективной подготовки студентов технических направлений // Трансформация механико-математического и IT-образования в условиях цифровизации: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию ММФ: в 2 ч. – Минск, 2023. – С. 112–116.

Понятие «направленность личности» было введено в психологическую науку С. Л. Рубинштейном, который определял его как «динамические тенденции, которые в качестве мотивов определяют человеческую деятельность, сами, в свою очередь, определяясь ее целями и задачами»¹¹. «Динамические тенденции» проявляются в жизни личности в виде потребностей, установок, интересов, идеалов. Е. П. Ильин выделяет две сущностных стороны направленности личности¹²:

1. Совокупность или система мотивационных образований, включающая желания, влечения, потребности, склонности, убеждения, идеалы, мотивы личности.

2. Эта система определяет направление поведения и деятельности человека, т. е. становится «вектором поведения».

Другими словами, потребности, интересы, идеалы, мотивы личности определяют, почему человек действует, чего он хочет добиться как субъект деятельности.

В основу программы формирующего этапа эксперимента были положены следующие подходы:

– целостный подход рассматривается авторами как развитие системного подхода, призывает помнить, что обучение и воспитание – единый процесс (педагогический, образовательный), что личность не воспитывается и не развивается по частям, данный подход подразумевает при организации педагогического процесса ориентировать на интегративные (целостные) характеристики обучающихся, понимая саму личность как сложную психическую систему, имеющую свою структуру и функции;

– личностный подход используется в исследовании как инструмент признания социальной, деятельной и творческой сущности обучающегося. Придерживаясь личностного подхода при конструировании и осуществлении образовательного процесса, преподаватель ориентируется на обучающегося как на субъект, цель, результат и главный критерий эффективности образовательного процесса, ставя в основу процесс саморазвития личности (задатков, творческого потенциала) и создает для этого соответствующие условия;

– деятельностный подход, используемый в исследовании, – основа, средство и фактор развития личности. Именно деятельность есть форма активности человека, выражающаяся в его практическом, преобразующем и исследовательском отношении к обществу и самому себе. Деятельность – способ существования и развития человека, процесс преобразования им природы и социальной реальности, включая самого себя. Исходя из деятельностного подхода, преподаватель учитывает, что игра, учение, труд, общение как виды деятельности являются важнейшими факторами и средствами воспитания и становления обучающегося.

С учетом предложенных выше подходов авторами были рассмотрены и определены несколько групп нейродидактических принципов, являющихся теоретической основой для современной нейропсихологической практики, которые были положены в основание разрабатываемой авторами модели обучения.

Первую группу составляют следующие принципы¹³, сформулированные немецким неврологом и психологом В. Кёлером (1887–

¹¹ Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. – СПб.: Питер, 2007. – 720 с.

¹² Ильин Е. П. Мотивация и мотивы. – СПб.: Питер, 2011. – 512 с.

¹³ Обзор по: Елисеев О. П. Гештальт-психология личности. – 2-е изд., пер. и доп. – М.: Юрайт, 2019. – 289 с.

1974), внесшим значительный вклад в развитие нейропсихологии.

1. Принцип пластичности мозга: мозг способен изменяться и адаптироваться к новым ситуациям. Это означает, что если человека обучают новому навыку или он использует его в повседневной жизни, то мозг может изменять свою структуру и функции, чтобы лучше соответствовать этому навыку.

2. Принцип доминанты: когда одна часть мозга доминирует над другими частями, это может привести к нарушению работы всего мозга. Например, если человек постоянно думает о том, что он не может достичь цели, его мозг может начать работать на эту цель, что может привести к ухудшению когнитивных функций.

3. Принцип интерференции: когда два или более процесса работают одновременно, это может привести к искажению результатов одного из них. Например, если человек пытается решить математическую задачу и одновременно слушает музыку, его мозг может начать обрабатывать информацию только от музыки, а не от задачи.

4. Принцип обратной связи: чтобы мозг мог развиваться и улучшаться, ему нужна постоянная обратная связь. Это означает, что необходимо давать мозгу возможность учиться и исправлять ошибки, чтобы он мог стать более эффективным и точным.

5. Принцип индивидуализации: каждый человек уникален, поэтому к каждому студенту нужен индивидуальный подход.

Вторую группу составляют следующие основополагающие принципы, сформулированные канадским нейрофизиологом и психологом Дж. Олдс (1934–2003) [обзор по: 20].

1. Принцип стимуляции: мозг нуждается в постоянной стимуляции для развития и функционирования.

2. Принцип дифференциации: мозг различает и отличает разные стимулы, поэтому мы должны предоставлять ему различные виды стимуляции, чтобы он мог развивать способности и улучшать работу.

3. Принцип интеграции: мозг объединяет информацию из разных своих областей, поэтому нужно предоставлять ему возможность интегрировать новую информацию и использовать ее для решения задач.

4. Принцип контекста: мозг обрабатывает информацию в контексте текущих событий и контекста, поэтому должны создаваться условия, в которых мозг может эффективно обрабатывать информацию и решать задачи.

5. Принцип обратной связи: для того чтобы мозг мог развиваться и улучшаться, ему нужна постоянная обратная связь.

Третью группу составляют следующие основополагающие принципы, сформулированные американским нейропсихологом М. Газзанига (родился в 1943 г.)¹⁴.

1. Принцип коннекционизма: мозг состоит из множества взаимосвязанных клеток, которые работают вместе, чтобы обработать информацию. Поэтому важно понимать, как эти клетки взаимодействуют друг с другом и как они обрабатывают информацию.

2. Принцип обучения и запоминания: мозг учится и запоминает информацию через процесс, называемый обучением и запоминанием.

3. Принцип пластичности: мозг способен изменяться и адаптироваться к новым ситуациям.

¹⁴ Газзанига М. Сознание как инстинкт. Загадки мозга: откуда берется психика. – М.: Соргус, 2022. – 340 с.

4. Принцип доминанты: когда одна часть мозга доминирует над другими частями, это может привести к нарушению работы всего мозга.

5. Принцип интерференции: когда два или более процесса работают одновременно, это может привести к искажению результатов одного из них.

Следующим важным основанием исследования авторов являлись следующие положения сенсорной педагогики¹⁵.

1. Сенсорная интеграция: это концепция, которая утверждает, что мозг обрабатывает информацию через все органы чувств и что эффективное обучение требует интеграции всех этих ощущений.

2. Сенсорное кодирование: это процесс, который позволяет мозгу сохранять и передавать информацию о сенсорных ощущениях.

3. Сенсорное смешение: это концепция, которая утверждает, что мозг может смешивать информацию от разных сенсорных систем, что может помочь ученикам лучше понять и запомнить информацию.

4. Сенсорное репрезентативное пространство: это концепция, которая утверждает, что мозг создает модель мира, основанную на том, как он воспринимает и интерпретирует информацию о мире через различные органы чувств.

5. Сенсорное обучение: это подход, который использует технологии и методы, такие как музыка, цвета, запахи и движения, для помощи ученикам лучше понимать и запоминать информацию о мире через их органы чувств.

Известно по данным исследований¹⁶, что нейропедагогика основывается на сенсорной педагогике, т. е. путем воздействия на органы

чувств студента (зрение, обоняние, слух, тактильность), их эмоциональное состояние повышается обучаемость и регулируется поведение в процессе обучения.

Нейропедагогика не основана исключительно на сенсорной педагогике, но включает в себя множество концепций и подходов, которые связаны с работой мозга и обучением. Она базируется на идее, что мозг обучается лучше всего через использование различных методов, таких как повторение, ассоциации, моделирование и т. д.

Нейропедагогика также учитывает роль сенсорных ощущений и восприятия в процессе обучения и предлагает методы, которые могут помочь обучающемуся лучше понимать и запоминать информацию через использование различных органов чувств.

Результаты исследования

Выявление значимых ключевых профессиональных компетенций и уровня их сформированности: опрос работодателей

Будущему инженеру после выхода из стен университета требуется, как правило, еще немало времени, чтобы адаптироваться к условиям профессиональной деятельности.

В реальной жизни инженеру приходится сталкиваться с разного рода задачами, в том числе экстремального характера. Есть задачи, которые легко решаются по изученному ранее алгоритму, но могут возникнуть задачи, требующие анализа, синтеза и т. д., т. е. возникает проблема оперативного решения на уровне многочисленного коллектива.

Цель высшего образования не заключается только в том, чтобы обучить студентов

¹⁵ Плеханов А., Морозова О. М., Манасина М. Сенсорное развитие и воспитание детей дошкольного возраста // Дошкольное воспитание. – 1995. – № 7. – С. 31–35.

¹⁶ Блейк С., Пейп С., Чошанов М. А. Использование достижений нейропсихологии в педагогике США // Педагогика. – 2004. – № 5. – С. 85–90.

конкретным навыкам и знаниям в определенной области. Она также включает в себя передачу студентам ценностей, убеждений и подходов, которые помогут им успешно развиваться в своей карьере и достигать успеха в жизни.

Инженерное образование должно пересмотреть свои методологические процессы с целью обеспечения полноценного развития личности студента и слушателя. Это может включать в себя следующие шаги:

1. Обучение основам научных знаний и методологии науки, включая математику, физику, химию и другие области знания.

2. Развитие критического мышления и способности к анализу информации.

3. Обучение навыкам работы в команде и коммуникации с другими людьми.

4. Развитие творческого мышления и способности к инновациям.

5. Обучение с помощью современных образовательных технологий и цифровых инструментов для решения образовательных задач.

6. Подготовка студентов к будущей профессиональной деятельности через стажировки, проекты и практики.

7. Обеспечение возможности для студентов получить опыт работы в реальных условиях, чтобы они могли применять полученные знания на практике.

8. Разработка индивидуальных программ обучения для каждого студента в зависимости от его потребностей и способностей.

9. Постоянное обновление образовательных программ и методик преподавания с учетом новых тенденций и требований рынка труда.

Работодатели в современных условиях все больше придают значение ключевым компетенциям будущих инженеров, так как они считают, что эти навыки являются основой успеха в инженерной профессии. Сформированные ключевые компетенции помогают инженерам не только создавать качественные продукты и решения, но и успешно управлять проектами, работать в команде и достигать поставленных целей. Кроме того, инженеры должны быть готовы к постоянному обучению и развитию своих навыков, чтобы оставаться конкурентоспособными на рынке труда.

Ключевые профессиональные компетенции – это набор знаний, умений, навыков и личностных качеств, необходимых специалисту для успешной работы в определенной области. Они помогают специалисту быть конкурентоспособным на рынке труда и достигать поставленных целей.

Результаты анкетирования позволили выявить наиболее значимые для работодателя профессиональные компетенции инженера. Далее стейкхолдерам было предложено оценить уровень развития выделенных компетенций по 10-балльной шкале. В таблице 1 представлены результаты. Оценка проставлена исходя из среднего значения полученных ответов работодателей, что подтвердило существующую проблему в области подготовки инженерных кадров.

Таблица 1

**Ключевые профессиональные компетенции для инженера
и уровень их сформированности (по мнению работодателей)**

Table 1

**Key professional competencies for an engineer
and the level of their development (according to employers)**

Ключевые профессиональные компетенции инженера	Уровень сформированности (10-балльная шкала)
1. Навыки программирования и использования соответствующих инструментов и технологий	7
2. Умение работать с различными материалами, конструкционными системами и оборудованием	8
3. Навыки анализа данных и принятия решений на основе полученных результатов	4
4. Умение работать в команде и эффективно общаться с коллегами, заказчиками и другими заинтересованными сторонами	5
5. Навыки управления проектами и планирования ресурсов	5
6. Умение решать сложные технические задачи и находить нестандартные решения	6
7. Навыки работы с компьютерными программами для моделирования, симуляции и оптимизации процессов	8

Из результатов исследования видно, что у большинства выпускников уровень сформированности востребованных ключевых компетенции в основном находится в пределах от 4 до 6 баллов, что подтверждает имеющуюся проблему.

Исследование направленности личности на начало эксперимента

Направленность личности может оказывать влияние на формирование ключевых компетенций инженера. Инженеры, которые имеют высокую степень ориентации на решение проблем и поиск новых решений, обычно обладают более широким кругозором и гибким мышлением, что позволяет им эффективно адаптироваться к новым ситуациям и быстро учиться. Они также склонны к самостоятельности и критическому мышлению,

что помогает им разрабатывать инновационные идеи и предлагать новые подходы к решению задач.

Однако ориентация на достижение целей и удовлетворение личных потребностей может ограничивать развитие ключевых компетенций. Например, если инженер сфокусирован исключительно на своей работе и не уделяет достаточного внимания развитию социальных и эмоциональных навыков, то его компетенции будут ограниченными.

Студент, который проявляет высокую ориентацию на задачу, обычно обладает следующими характеристиками.

1. Сосредоточенность.

Студент, который полностью погружен в свою задачу, уделяет ей все свое внимание и усилия. Он стремится достичь наилучших результатов и готов работать над задачей до тех пор, пока не будет удовлетворен результатом.

2. Решительность.

Студент, ориентированный на задачу, обычно принимает решения быстро и уверенно. Он не колеблется и не тратит время на размышления, а сразу же приступает к действиям.

3. Адаптивность.

Студент, ориентированный на задачу, быстро адаптируется к новым ситуациям и требованиям. Он умеет быстро изменять подход к решению задачи в зависимости от условий и требований.

4. Терпение.

Студент, ориентированный на задачу, обычно обладает высоким терпением. Он готов ждать нужного момента или условия, чтобы приступить к выполнению задачи.

5. Организованность.

Студент, ориентированный на задачу, обычно имеет хорошо организованный рабочий процесс. Он планирует свои задачи заранее, устанавливает приоритеты и следит за сроками выполнения задач.

6. Самоконтроль.

Студент, ориентированный на задачу, обычно обладает высокой самодисциплиной. Он способен контролировать свои эмоции и сохранять спокойствие даже в сложных ситуациях.

7. Креативность.

Студент, ориентированный на задачу, часто проявляет креативное мышление и способность находить нестандартные подходы к решению задач. Он способен мыслить творчески и находить новые способы достижения поставленных целей.

Таким образом, направленность личности играет важную роль в формировании ключевых компетенций инженера, и успешные инженеры должны обладать широким кругозором, гибкостью мышления, способностью к адаптации и стремлением к постоянному обучению.

В результате исследования направленности личности на начало эксперимента были получены следующие данные, отраженные в таблицах 2 и 3.

*Таблица 2***Результаты исследования направленности личности студентов контрольной группы***Table 2***Results of a study of the personality orientation of students in the control group**

Направленность личности	Количество человек	%
На себя	68	48
На задачу	22	15
На взаимодействие	52	37
Итого	142	100

Таблица 3

Результаты исследования направленности личности студентов экспериментальной группы

Table 3

Results of the study of the personality orientation of students in the experimental group

Направленность личности	Количество человек	%
На себя	71	48
На задачу	26	18
На взаимодействие	50	34
Итого	147	100

Анализ данных констатирующего этапа эксперимента демонстрирует, что полученные результаты в экспериментальной и контрольной группах существенно не отличаются друг от друга.

Из таблицы 2 и 3 видно, что у студентов первого курса как в контрольной, так и в экспериментальной группах преобладает направленность «на себя», затем направленность «на взаимодействие» и менее всего выражена «направленность на задачу».

Таким образом, исследование на данном этапе показало, что у большинства студентов первого курса наименее выражена деловая направленность личности, которая и является, по сути, основой их будущей профессиональной деятельности. Возможно, такой низкий результат объясняется тем, что студенты первого курса только начали свое профессиональное обучение и еще недостаточно осознали содержательную сторону своей направленности личности.

*Результаты формирующего этапа.
Обоснование авторской модели обучения*

Формирующий этап эксперимента предполагал пересмотр содержания обучения и создание эффективных, адекватных, соответствующих среде педагогических условий формирования значимых ключевых профессиональных компетенций в ходе организации образовательного процесса. Этот этап включал проведение обучающих семинаров с преподавателями по обучению основам нейропедагогики. Полученные навыки преподаватели внедряли в процесс обучения студентов как в организации учебного занятия, так и в процессе внеучебной деятельности.

Модель обучения, учитывающая нейродидактические принципы, предполагает использование различных методов и стратегий, которые направлены на развитие когнитивных функций и способностей студентов.

На основе анализа источников^{17 18} [20] мы выделили нейродидактические принципы (рис. 1), которые были положены в основу разрабатываемой нами модели обучения.

¹⁷ Елисеев О. П. Гештальт-психология личности. – 2-е изд., пер. и доп. – М.: Юрайт, 2019. – 289 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41256956>

¹⁸ Газзанига М. Сознание как инстинкт. Загадки мозга: откуда берется психика. – М.: Corpus, 2022. – 340 с.

Одним из главных принципов, лежащих в основе нашей модели, является принцип интеграции, когда осуществляется переход от развития мыслительных навыков низкого порядка, таких как запоминание и понимание, к формированию когнитивных навыков высокого порядка, таких как применение и анализ, а затем – к оценке и созданию [13].

Наша модель включает не только виды деятельности и сценарии применения, последовательная реализация которых обеспечит более глубокое усвоение материала [10], мы также предлагаем рассматривать распределение времени как один из ключевых аспектов

структуры занятия. Важно учитывать ограниченную продолжительность концентрации внимания, свойственную обучающимся [30], и найти оптимальное соотношение между временем выполнения различных видов деятельности, таких как пассивная подача информации в формате лекции; активное применение знаний, выполнение практических упражнений или контрольных работ; виды деятельности, в которых студенты через оценивание и рефлексию создают новые артефакты [12].

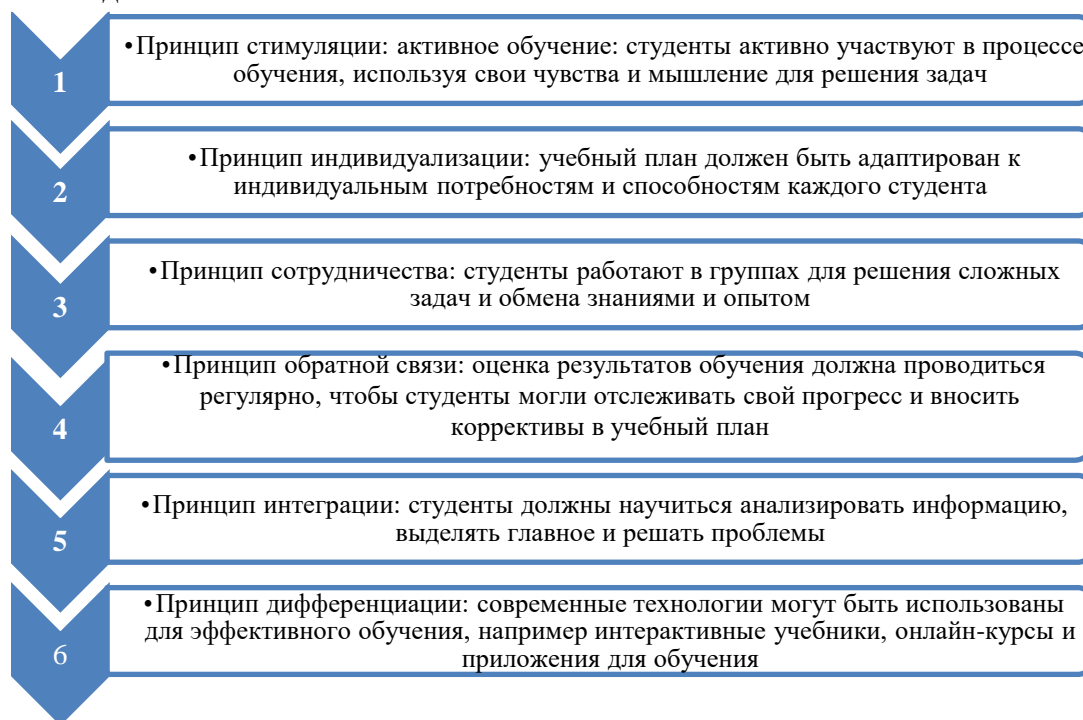


Рис. 1. Нейродидактические принципы обучения

Fig. 1. Neurodidactic principles of education

В предлагаемой модели распределения времени приоритет отдается активному вовлечению студентов – будущих инженеров в образовательный процесс и выполнению ими практических видов деятельности. При этом предлагается сократить долю учебного вре-

мени, приходящегося на лекции, – этот традиционный для высшего образования формат обычно занимает очень много времени. Длинные лекции могут утомлять слушателей и приводить к тому, что они начинают терять нить повествования или отвлекаться на другие мысли. Кроме того, если лекция слишком

длинная, то слушатели могут не успеть усвоить всю информацию за отведенное время. Поэтому рекомендуется выбирать оптимальное соотношение между длиной и содержанием лекции.

Опираясь на имеющиеся и личные исследования, мы предлагаем следующую схему распределения времени (рис. 2).

Кроме того, преподаватели редко используют приемы, учитывающие различные

стили обучения, способы запоминания, стратегии запоминания.

Среди них в контексте данного исследования важно выделить следующие^{19 20 21}: практика чередования (*interleaving*) или интервальные повторения (*spaced repetition*), практика поиска (*retrieval practice*), двойное кодирование (*dual coding*), практика проработки (*elaboration*), прием конкретных примеров (*concrete examples*).

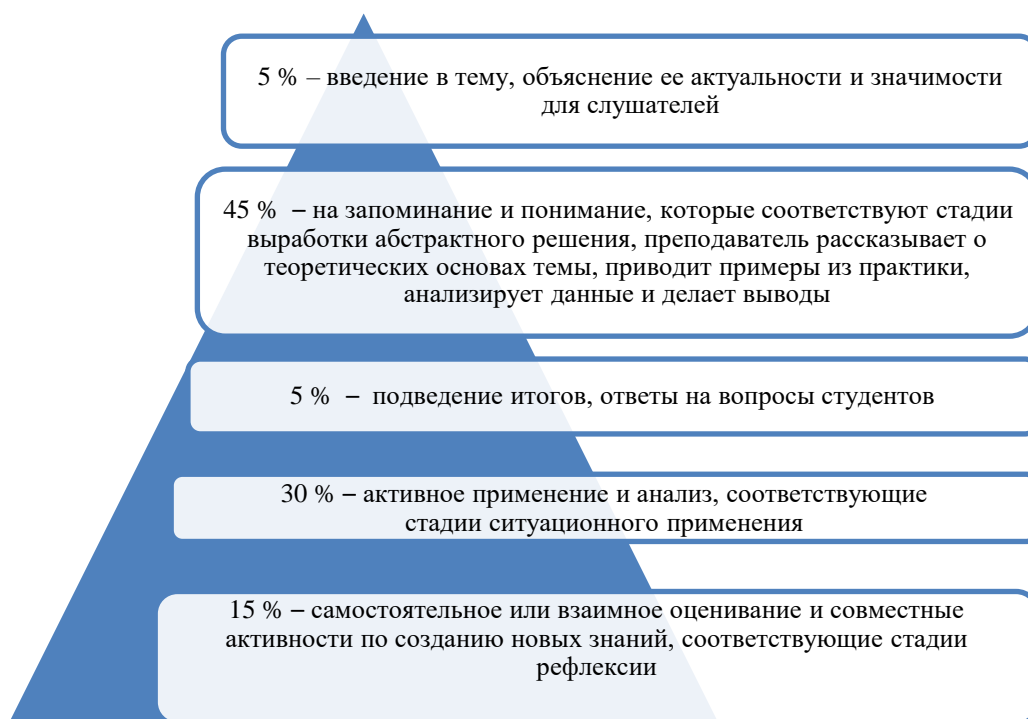


Рис. 2. Модель распределения времени

Fig. 2. Timing model

¹⁹ Pan S. The Interleaving Effect: Mixing it up Boosts Learning // *Scientific American Journal*. – 2015. – Vol. 125 (7). – P. 365–370.

²⁰ Психология: пер. с соч. "Psychology by William James, prof. of psychology in Harvard university" И. И. Лапшина, прив.-доц. С.-Петерб. ун-та / соч. Уилльяма

Джэмса, проф. психологии в Гарвард. ун-те. – 6-е рус. изд. – Санкт-Петербург: К. Л. Риккер, 1911. – 448 с.

²¹ Еремеева Г. Р., Баранова А. Р. Метод интервальных повторений при изучении иностранного языка // *Бюллетень науки и практики*. – 2016. – № 7. – С. 294–298.

*Практика чередования, или интерливинг (interleaving)*²², предполагает смешение и чередование тем (в отличие от традиционной блочной системы обучения, когда переход к новой теме осуществляется после освоения предыдущей). При блочной системе обучающемуся достаточно обращаться к кратковременной памяти, а при использовании практики чередования решения приходится извлекать из долговременной памяти, что приводит к закреплению на нейронном уровне связей между различными задачами и их правильными решениями, что, по данным исследований в нейродидактике, имеет большую эффективность.

Практики чередования могут быть достаточно сложными и требовать времени и усилий для запоминания. Однако, если они правильно организованы и используются в контексте обучения, то могут стать эффективным инструментом для закрепления знаний и навыков на долгосрочной основе. Одна из основных причин, почему практики чередования могут быть эффективными, заключается в том, что они требуют повторения. Повторение – это ключевой элемент обучения, поскольку позволяет закрепить информацию в памяти и сделать ее более доступной для использования в будущем. Также стоит учитывать, что практики чередования могут быть адаптированы к различным типам обучения. Некоторые люди лучше запоминают информацию через визуальное представление, тогда как другие предпочитают слушать или читать текст. Поэтому

важно подбирать практики чередования в соответствии с индивидуальными потребностями и предпочтениями обучающихся.

*Практика поиска (retrieval practice)*²³ представляет собой периодическое вспоминание уже изученной информации, не имея ее перед собой, без опоры в виде текста или записей. Благодаря акту извлечения или запоминания информации память укрепляется, а вероятность забывания снижается.

*Интервальное повторение (spaced repetition)*²⁴ – это прием запоминания информации, основанный на свойствах долговременной памяти. В его основе лежит достаточно простой распределенный эффект (*spacing effect*) обучения, суть которого состоит в том, что выученная и почти забытая информация, которая несколько раз умственным усилием вспоминается и целенаправленно извлекается из памяти, остается в долговременной памяти. Этот прием напоминает практику поиска, но отличие заключается в том, что повторение происходит через интервалы. Использование этого приема начинается с коротких интервалов, но при положительных результатах тренировки лексики интервалы постепенно увеличиваются²⁵.

Рассмотренные выше приемы нейродидактики могут быть легко внедрены в процесс обучения, их легко сочетать между собой, а использование данных приемов поможет сделать занятие эффективнее и интереснее.

Методы обучения и сенсорное восприятие – это два тесно связанных понятия в современном образовании. Методы обучения вклю-

²² Pan S. The Interleaving Effect: Mixing it up Boosts Learning // Scientific American Journal. – 2015. – Vol. 125 (7). – P. 365–370.

²³ Психология: пер. с соч. "Psychology by William James, prof. of psychology in Harvard university" И. И. Лапшина, прив.-доц. С.-Петербург. ун-та / соч. Уилльяма

Джэмса, проф. психологии в Гарвард. ун-те. – 6-е рус. изд. – Санкт-Петербург: К. Л. Риккер, 1911. – 448 с.

²⁴ Еремеева Г. Р., Баранова А. Р. Метод интервальных повторений при изучении иностранного языка // Бюллетень науки и практики. – 2016. – № 7. – С. 294–298.

²⁵ Там же.

чают в себя стратегии и техники, используемые для обучения учащихся, а сенсорное восприятие относится к способам восприятия и понимания мира вокруг нас.

Сенсорное восприятие – это способность человека воспринимать мир через ощущения, такие как зрение, слух, вкус, запах и осязание. Оно позволяет нам получать информацию о мире вокруг нас и учиться на основе этой информации.

Методы обучения, в свою очередь, являются способами передачи знаний и опыта от преподавателя студенту. Они включают в себя использование таких методов, как лекции, просмотр видеоуроков, участие в групповых занятиях и т. д. Эти методы помогают студентам получить знания и понимание материала.

Сегодня многие учебные программы используют методы обучения, которые включают в себя элементы сенсорного восприятия. Например, студенты могут слушать лекции, глядя на презентацию преподавателя на экране, или использовать приложения для мобильных устройств, чтобы получить дополнительную информацию по теме.

Таким образом, методы обучения и сенсорное восприятие стали неотъемлемой частью современного образования. Они позволяют студентам лучше усваивать информацию и развиваться на основе своих ощущений и опыта.

Для достижения *оптимального уровня сенсорного восприятия* студентами переживания взаимодействия с физическим миром нами предлагаются следующие нейродидактические методы (рис. 3).

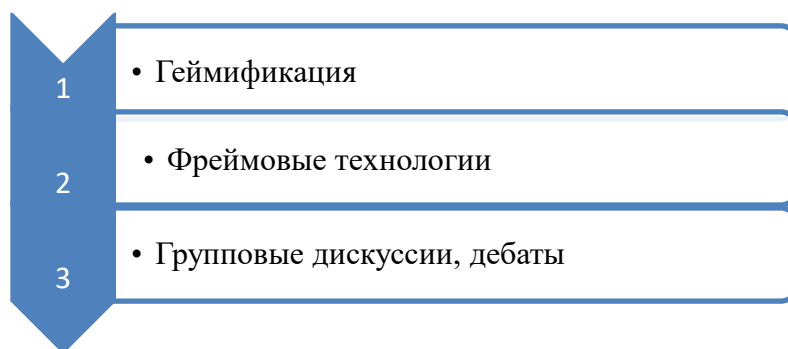


Рис. 3. Нейродидактические методы

Fig. 3. Neurodidactic methods

Геймификация в обучении – это использование компьютерных игр для улучшения навыков и знаний студентов. Она может включать создание индивидуальных или групповых проектов, в которых студенты используют компьютерные игры для изучения определенных тем или концепций. Например, геймификация в обучении математике может включать создание игр, которые симулируют задачи по алгебре или геометрии, чтобы помочь студентам

улучшить свои навыки решения проблем и аналитического мышления.

Также геймификация в обучении может включать использование онлайн-игр, таких как Minecraft или Codenames, чтобы помочь студентам изучать новые концепции программирования или алгоритмы. В целом геймификация в обучении может быть мощным инструментом для улучшения навыков и знаний студентов, а

также поможет им лучше понимать сложные концепции через интерактивный опыт²⁶.

Фреймовые технологии (frame technologies) – это технологии, которые используют программное обеспечение и платформы, основанные на веб-технологиях, для создания интерактивных учебных сред и взаимодействия между учащимися и преподавателями. Фреймовые технологии могут использоваться в различных областях образования, включая обучение языкам, математику, науки о данных и многое другое [6].

Одной из ключевых особенностей фреймовых технологий является то, что они позволяют создавать гибкие и настраиваемые учебные среды, которые могут адаптироваться к потребностям учащихся и преподавателей [3]. Это достигается за счет использования различных компонентов, таких как визуальные инструменты, аудио- и видеоматериалы, чаты и форумы, которые могут быть настроены и оптимизированы для конкретных потребностей.

Кроме того, фреймовые технологии могут использоваться для улучшения понимания сложных концепций и явлений путем предоставления обучающимся возможности взаимодействовать с ними через интерактивные упражнения и эксперименты. Это может помочь студентам лучше понять сложные концепции и применять их на практике.

В целом фреймовые технологии являются важным инструментом для создания интерактивных и увлекательных учебных сред, которые могут улучшить понимание и запоминание сложных материалов. Они могут быть использованы в различных областях образования, от начального до продвинутого обучения.

Один из примеров фреймовых технологий в образовании – это фреймворк SproutCore²⁷, который используется для создания интерактивных учебных сред и веб-приложений. Этот фреймворк предоставляет набор инструментов и API, позволяющие разработчикам создавать динамические и отзывчивые пользовательские интерфейсы, которые могут адаптироваться к различным размерам экранов и устройствам. Например, SproutCore может использоваться для создания учебного приложения, позволяющего ученикам изучать язык программирования Python. В приложении применяется визуальный инструмент, аудио- и видеоматериалы, чат и форумы; предоставляется возможность учащимся решать задачи и проекты, используя язык программирования Python, для улучшения навыков программирования и аналитического мышления.

Еще один пример фреймворка технологии в образовании – это платформа социальных сетей, которая позволяет пользователям взаимодействовать друг с другом и со своим контентом через веб-интерфейс. Эта технология может быть использована для создания персонализированного и интерактивного учебного окружения, которое может помочь учащимся лучше понимать социальную медиа-культуру и взаимодействие в социальных сетях.

Групповые дискуссии, дебаты и другие формы являются важными элементами образовательного процесса, поскольку они позволяют студентам развивать критическое мышление, навыки аргументации и общения, а также учиться работать в группе.

²⁶ Богданова Е. В., Яровая Е. А., Дахин А. Н., Ковшова Ю. Н., Сухоносенко М. Н. Геймификация в современ-

ном педагогическом образовании: атлас лучших практик. URL: <https://lib.nspu.ru/views/library/91213/read.php>

²⁷ About SproutCore. URL: <https://sproutcore.com/about/>

Групповые дискуссии позволяют студентам обмениваться идеями, аргументировать свою точку зрения и дискутировать с другими участниками группы. Во время дебатов студенты учатся анализировать информацию, выражать свои мысли ясно и убедительно, а также работать в команде для достижения общей цели.

Дебатирование способствует развитию социальных навыков, таких как умение слушать других, задавать вопросы и выражать свои мысли без перебивания. Дебаты могут быть организованы как формальные мероприятия, проводимые преподавателем или экспертами в соответствующей области, или как неформальные мероприятия, проводимые самими студентами.

В целом групповые дискуссии, дебаты и другие формы обучения являются важной частью образовательного процесса, поскольку они помогают студентам развивать критическое мышление, навыки аргументации и общения, а также учиться работать в команде. Они могут способствовать обмену знаниями и опытом, а также формированию лидерских качеств у студентов²⁸.

Наглядно нейродидактическая модель подготовки будущих инженеров к эффективной профессиональной деятельности в техническом вузе представлена рисунке 4.

Нейродидактическая модель предусматривает обучение через опыт и умение полученный опыт рефлексировать [19].

Рефлексия – это процесс анализа и осмысления того, что было изучено и как этот опыт был применен в реальной жизни. Отрефлексировав свой опыт, студенты могут лучше понять, какие аспекты были для них наиболее полезными и что им следует делать дальше, чтобы улучшить свои навыки.

Модель обучения, построенная с учетом выделенных нейродидактических принципов и методов обучения, может помочь студентам развить свои когнитивные функции и способности, а также повысить эффективность образовательного процесса.

Результаты контрольного этапа

В завершение формирующего эксперимента для подтверждения эффективности предлагаемой модели в экспериментальной и в контрольной группах авторами был проведен анализ изменения направленности личности студентов к концу третьего курса.

Результаты представлены в таблицах 4 и 5.

²⁸ Vaganova O. I., Tsyganova L. V., Chelnokova E. A., Lapshova A. V., Turchina L. A. Technology “Debate” as a

tool for communicative competence development // Amazonia Investiga. – 2020. – Vol. 9 (27). – P. 367–375.

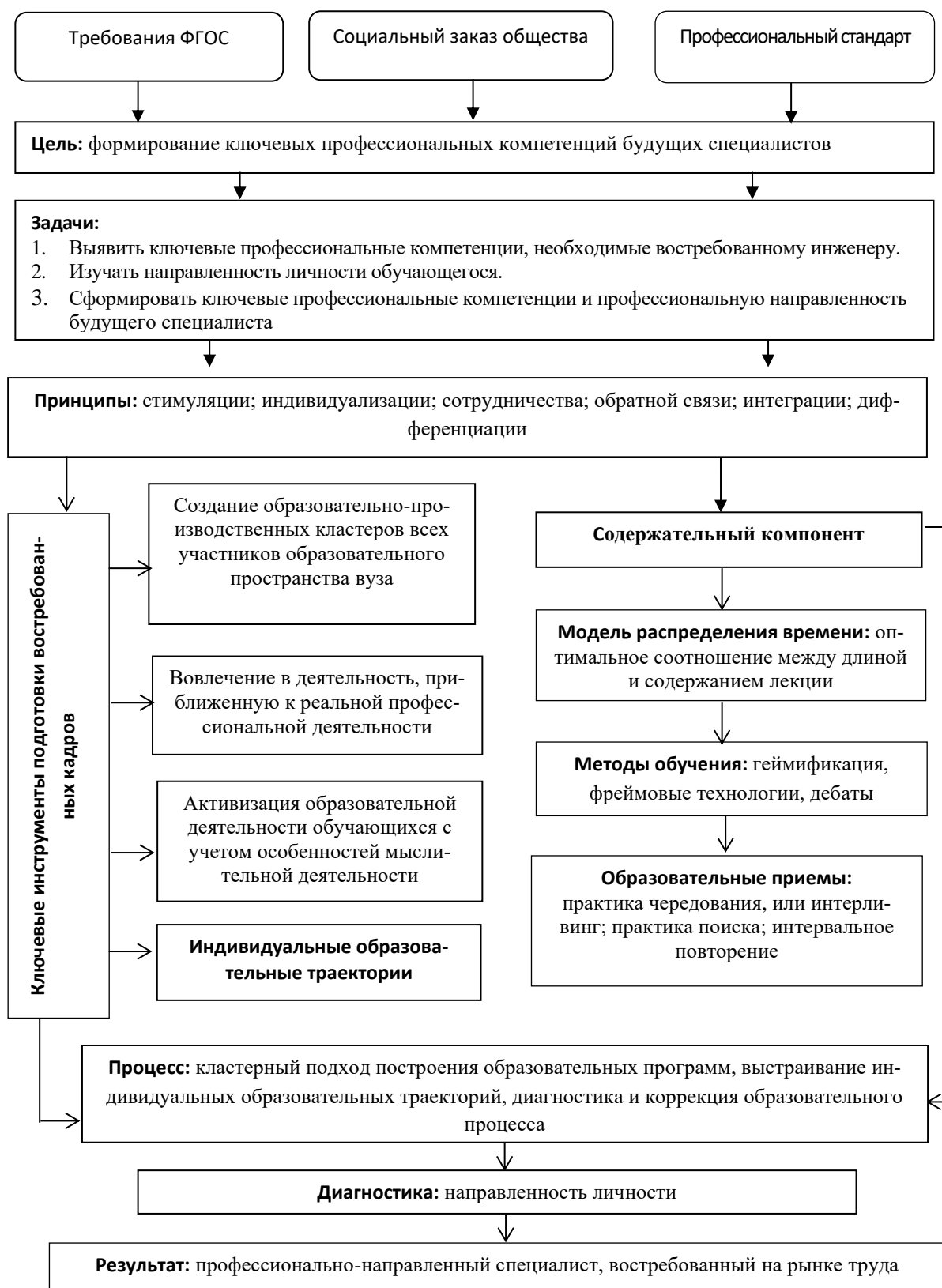


Рис. 4. Нейродидактическая модель интегрированного образовательно-производственного кластера подготовки трудовых ресурсов

Fig. 4. Neurodidactic model of an integrated educational and production cluster for the training of labor resources

Таблица 4

Результаты исследования направленности личности студентов в контрольной группе

Table 4

Results of a study of the personality orientation of students in the control group

Направленность личности	Количество человек	%
На себя	52	36
На задачу	53	38
На взаимодействие	37	26
Итого	142	100

Из результатов анализа мы видим, что произошла положительная динамика и большая часть студентов ориентирована «на задачу» (38 %). Однако это говорит о том, что

чуть больше половины выпускников испытывают стремление реализовывать цели и задачи профессиональной деятельности.

Таблица 5

Результаты исследования направленности личности студентов в экспериментальной группе

Table 5

Results of the study of the personality orientation of students in the experimental group

Направленность личности	Количество человек	%
На себя	23	15
На задачу	99	68
На взаимодействие	24	17
Итого	146	100

Согласно результатам опроса студентов, можно сделать вывод, что не у всех еще сформированы профессионально значимые качества личности. К ним, во-первых, относится направленность на дело как мотивационная готовность к будущей профессиональной деятельности и направленность на взаимодействие. Направленность на себя нельзя назвать профессионально важной для будущих инженеров.

Результаты эксперимента демонстрируют значительные изменения в направленности личности у студентов экспериментальной группы, чем в контрольной группе. Большая часть студентов ориентирована на задачу

(68 %). Как отмечают преподаватели, студенты, ориентированные на задачу, активно взаимодействуют на занятиях, задают вопросы, делают заметки и работают над проектами, проявляют высокую мотивацию и интерес к изучаемому материалу.

Итоги контрольного этапа исследования показали положительную динамику в развитии направленности личности, что позволяет утверждать об эффективности предлагаемой модели обучения. Студенты, которые ориентированы на задачу, обычно имеют более развитые компетенции в области решения проблем и принятия решений. Они обладают навыками анализа информации, критического

мышления, планирования и организации работы. Эти навыки помогают им успешно справляться с различными задачами и принимать обоснованные решения в своей учебной или профессиональной деятельности.

Таким образом, направленность личности играет важную роль в формировании ключевых компетенций инженера, успешные инженеры должны обладать широким кругозором, гибкостью мышления, способностью к адаптации и стремлением к постоянному обучению.

Заключение

Итак, в исследовании показана значимость и недостаточная разработанность проблемы внедрения основ нейропедагогики для формирования востребованных компетенций у студентов.

В данном исследовании авторы с учетом имеющихся разработок в области применения нейропедагогики и личного опыта обосновали значимость нейродидактических принципов при подготовке востребованного специалиста в техническом вузе, которые взяты за основу содержательного компонента разработанной модели подготовки будущего инженера в техническом вузе.

Исследование в логике формирующего педагогического эксперимента, проведенного

с целью проверки эффективности предлагаемой авторами модели обучения, показали положительную динамику в формировании направленности личности студента.

Внесение изменений в методические приемы и методы организации учебного занятия с учетом нейропедагогики позволяет более эффективно усваивать информацию и развивать необходимые компетенции. Кроме того, обучение с использованием методов нейропедагогики может способствовать более эффективному использованию времени студентами и повышению мотивации к обучению.

Проведенное исследование доказывает необходимость пересмотра педагогических подходов к организации образовательного процесса и выстраиванию системной работы по формированию у преподавателей вузов понимания значимости нейропедагогики.

Разработанная нейродидактическая модель подготовки будущего инженера в техническом вузе может применяться как технология прогнозирования, планирования и специально организованной учебной деятельности для достижения желаемых высоких образовательных результатов в образовательном процессе не только вуза, но в средних специальных образовательных учреждениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобровская А. С. Использование нейродидактики в обучении гуманитарным предметам // Современные исследования в области преподавания иностранных языков в неязыковом вузе. – 2021. – № 10. – С. 10–17. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47252327>
2. Дубровская Ю. А., Пихконен Л. В. Фреймовые технологии и практико-ориентированное обучение при подготовке горных инженеров // Известия российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена – 2022. – № 205. – С. 102–115. DOI: <https://doi.org/10.33910/1992-6464-2022-205-102-115> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49571713>
3. Зеер Э. Ф., Сыченко Э. Ф., Журавлева Е. В. Нейротехнологии в профессиональном образовании: рефлексия их возможностей // Педагогическое образование в России. – 2021. – № 3. – С. 8–15. DOI: https://doi.org/10.26170/2079-8717_2021_03_01 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46375049>



4. Клемантович И. П., Леванова Е. А., Степанов В. Г. Нейропедагогика: новая отрасль научных знаний // Педагогика и психология образования. – 2016. – № 2. – С. 8–17. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26535219>
5. Козлова Ю. Б. Геймификация в системе современного высшего образования: теоретические основы и практическая значимость // История и педагогика естествознания. – 2022. – № 1. – С. 19–22. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48437554>
6. Мальсагова М. Х., Мальсагов А. А. Экспериментальная апробация нейропедагогических технологий // Мир науки, культуры, образования. – 2022. – № 6. – С. 241–243. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50068008>
7. Павелко Н. Н. Фреймвые технологии и фрейминг в контексте цифровой педагогики // Вестник ИМСИТ. – 2022. – № 1. – С. 3–10. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48154277>
8. Сорочинский, М. А., Попов М. В. Нейроинтерфейсы: история, принцип работы, педагогический потенциал // Инновации в образовании. – 2022. – № 10. – С. 96–107. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49558668>
9. Asikainen H., Gijbels D. Do Students Develop towards More Deep Approaches to Learning during Studies? A Systematic Review on the Development of Students' Deep and Surface Approaches to Learning in Higher Education // Educational Psychology Review. – 2017. – Vol. 29 (2). – P. 205–234. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9406-6>
10. Beaulieu A. Voxels in the brain: neuroscience, informatics and changing notions of objectivity // Social Studies of Science. – 2001. – Vol. 31 (5). – P. 635–680. DOI: <https://doi.org/10.1177/030631201031005001>
11. Budhai S. S., Skipwith K. B. Best Practices in Engaging Online Learners through Active and Experiential Learning Strategies. – New York: Routledge, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315617503>
12. Carew T. J., Magsamen S. H. Neuroscience and Education: An Ideal Partnership for Producing Evidence-Based Solutions to Guide 21st Century Learning // Neuron. – 2010. – Vol. 67 (5). – P. 685–688. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.08.028>
13. Fischer K. W., Daniel D. B., Immordino-Yang M. H., Stern E., Battro A., Koizumi H. Why Mind, Brain, and Education? Why Now? // Mind, Brain, and Education. – 2007. – Vol. 1 (1). – P. 1–2. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1751-228x.2007.00006.x>
14. Gvozdiĭ S., Bakhov I., Pienov V., Palamarchuk S., Dudnyk N., Petrukhan-Shcherbakova L. Neuropedagogy in Contemporary Formal and Non-Formal Education // Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience. – 2022. – Vol. 13 (4). – P. 264–279. DOI: <https://doi.org/10.18662/brain/13.4/387>
15. Howard-Jones P. Neuroscience and education: myths and messages // Nature Reviews Neuroscience. – 2014. – Vol. 15 (12). – P. 817–824. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn3817>
16. Kolb A. Y., Kolb D. A. Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education // Academy of Management Learning & Education. – 2005. – Vol. 4 (2). – P. 193–212. DOI: <https://doi.org/10.5465/AMLE.2005.17268566>
17. McEwen B. S. The neurobiology of stress: from serendipity to clinical relevance // Brain Research Vol. – 2000. – Vol. 886 (1–2). – P. 172–189. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0006-8993\(00\)02950-4](https://doi.org/10.1016/S0006-8993(00)02950-4)
18. Olds J., Disterhoft J. F., Segal M., Kornblith C. L., Hirsh R. Learning centers of rat brain mapped by measuring latencies of conditioned unit responses // Journal of Neurophysiology. – 1972. – Vol. 35 (2). – P. 202–219. DOI: <https://doi.org/10.1152/jn.1972.35.2.202>



19. Samsonovich A. V. Socially emotional brain-inspired cognitive architecture framework for artificial intelligence // *Cognitive Systems Research*. – 2020. – Vol. 60. – P. 57–76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2019.12.002>
20. Sarancha I., Maksymchuk B., Gordiichuk G., Berbets T., Berbets V., Chepurna L., Golub V., Chernenchenko L., Behas L., Roienko S., Bezliudna N., Rasskazova O., Maksymchuk I. Neuroscientific Principles in Labor Adaptation of People with Musculoskeletal Disorders // *Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*. – 2021. – Vol. 12 (4). – P. 206–223. DOI: <https://doi.org/10.18662/brain/12.4/245>
21. Sweetman D. Making Virtual Learning Engaging and Interactive // *FASEB bioAdvances*. – 2021. – Vol. 3 (1). – P. 11–19. DOI: <https://doi.org/10.1096/fba.2020-00084>
22. Torres Ríos H., Alvarado Zermeño G., Bernal Trigueros A. Caracterización del neuroaprendizaje en estudiantes de licenciatura // *DEBATES en Evaluación y Currículum*. – 2018. – Vol. 4. URL: <https://postgradoeducacionuatx.org/pdf2018/A231.pdf>

Поступила: 05 сентября 2023

Принята: 11 ноября 2023

Опубликована: 31 декабря 2023

Заявленный вклад авторов:

Полицинская Екатерина Викторовна: анализ литературных источников, анкетирование работодателей, анализ и интерпретация результатов, разработка нейродидактической модели обучения, оформление текста статьи.

Трофимов Александр Валерьевич: анкетирование работодателей, анализ и интерпретация результатов, разработка нейродидактической модели обучения.

Лизунков Владислав Геннадьевич: организация исследования, общее руководство, интерпретация результатов, разработка нейродидактической модели обучения.

Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Информация о конфликте интересов:

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи

Информация об авторах

Полицинская Екатерина Викторовна

кандидат педагогических наук, доцент,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

проспект Ленина, д. 30, 634050, Томск, Россия.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8023-0505>

E-mail: katy031983@mail.ru



Трофимов Александр Валерьевич

студент,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
проспект Ленина, д. 30, 634050, Томск, Россия.

ORCID ID: <http://orcid.org/0009-0008-9731-9152>

E-mail: avt82@tpu.tu

Лизунков Владислав Геннадьевич

кандидат педагогических наук, доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
проспект Ленина, д. 30, 634050, Томск, Россия.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8826-4099>

E-mail: vladeslave@rambler.ru



Neurodidactic model of an integrated educational and industrial cluster: Evaluating the effectiveness of preparing labor resources

Ekaterina V. Politsinskaya  ¹, Alexander V. Trofimov¹, Vladislav G. Lizunkov¹

¹ National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation

Abstract

Introduction. The article discusses the problem of developing significant competencies for a future engineer. The purpose of the study is to substantiate the effectiveness of the neurodidactic model of an integrated educational and industrial cluster for preparing labor resources proposed by the authors.

Materials and Methods. The research follows the logic of a pedagogical experiment. The development of the neurodidactic model was built on the analysis of pedagogical practices in introducing neuropedagogy into the educational process. As part of the study, the material obtained from the empirical data collection was analyzed and summarized. The sample consisted of 289 students majoring in technical areas of study. V. Smekal and M. Kucher's "Personality orientation" inventory was chosen to confirm the effectiveness of the proposed neurodidactic model.

Results. Theoretical analysis of scholarly literature made it possible to systematize the existing practices of introducing neuropedagogy into the educational process and reveal the most effective ones, as well as to identify factors determining the effectiveness of applying neurodidactic principles in the educational process. The formative experiment involved a revision of educational content and substantiation of the significance of the neurodidactic model of teaching and learning. As part of the formative experiment, most students developed a professional personality orientation, which plays an important role in the development of significant key competencies for an engineer.

Conclusions. The research findings indicate that the neurodidactic learning model implemented within the educational process of the university ensures the professional orientation of the student's personality and, as a result, obtaining high learning outcomes.

Keywords

Professional orientation of personality; Key professional competencies; Competencies of future engineer; Neuro-didactic model of engineer training; High educational outcomes.

Acknowledgments

The study was financially supported by the Russian Science Foundation grant. Project No. 23–28–00046, <https://rscf.ru/project/23-28-00046/> ("The introduction of the basics of neuropedagogy into the system of training labor resources based on an educational and industrial cluster in conditions of sustainable development").

For citation

Politsinskaya E. V., Trofimov A. V., Lizunkov V. G. Neurodidactic model of an integrated educational and industrial cluster: Evaluating the effectiveness of preparing labor resources. *Science for Education Today*, 2023, vol. 13 (6), pp. 145–171. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2306.07>

  Corresponding Author: Ekaterina V. Politsinskaya, katy031983@mail.ru

© Ekaterina V. Politsinskaya, Alexander V. Trofimov, Vladislav G. Lizunkov, 2023

**REFERENCES**

1. Bobrovskaya A. S. Use of neurodydactics in teaching humanitarian subjects. *Modern Research in the Field of Teaching Foreign Languages at a Non-Linguistic University*, 2021, no. 10, pp. 10–17. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47252327>
2. Dubrovskaya Yu. A., Pikhkonen L. V. Frame-based and practice-oriented learning in training mining engineers. *News of the Herzen Russian State Pedagogical University*, 2022, no. 205, pp. 102–115. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.33910/1992-6464-2022-205-102-115> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49571713>
3. Zeer E. F., Sychenko E. F., Zhuravleva E. V. Neurotechnologies in professional education: Reflection of their possibilities. *Pedagogical Education in Russia*, 2021, no. 3, pp. 8–15. (In Russian) DOI: https://doi.org/10.26170/2079-8717_2021_03_01 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46375049>
4. Klemantovich I. P., Levanova E. A., Stepanov V. G. Neuropedagogy: A new branch of scientific knowledge. *Pedagogy and Psychology of Education*, 2016, no. 2, pp. 8–17. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26535219>
5. Kozlova Yu. B. Gamification in the system of modern higher education: Theoretical foundations and practical significance. *History and Pedagogy of Natural Science*, 2022, no. 1, pp. 19–22. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48437554>
6. Malsagova M. Kh., Malsagov A. A. Experimental approbation of neuropedagogical technologies. *World of Science, Culture, Education*, 2022, no. 6, pp. 241–243. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50068008>
7. Pavelko N. N. Frame technologies and framing in the context of digital pedagogy. *Bulletin of IMSIT*, 2022, no. 1, pp. 3–10. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48154277>
8. Sorochinsky, M. A., Popov M. V. Neurointerfaces: History, principle of operation, pedagogical potential. *Innovations in Education*, 2022, no. 10, pp. 96–107. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49558668>
9. Asikainen H., Gijbels D. Do students develop towards more deep approaches to learning during studies? A systematic review on the development of students' deep and surface Approaches to Learning in Higher Education. *Educational Psychology Review*, 2017, vol. 29 (2), pp. 205–234. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9406-6>
10. Beaulieu A. Voxels in the brain: Neuroscience, informatics and changing notions of objectivity. *Social Studies of Science*, 2001, vol. 31 (5), pp. 635–680. DOI: <https://doi.org/10.1177/030631201031005001>
11. Budhai S. S., Skipwith K. B. *Best practices in engaging online learners through active and experiential learning strategies*. New York: Routledge, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315617503>
12. Carew T. J., Magsamen S. H. Neuroscience and education: An ideal partnership for producing evidence-based solutions to guide 21st century learning. *Neuron*, 2010, vol. 67 (5), pp. 685–688. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.08.028>
13. Fischer K. W., Daniel D. B., Immordino-Yang M. H., Stern E., Battro A., Koizumi H. Why mind, brain, and education? Why now? *Mind, Brain, and Education*, 2007, vol. 1 (1), pp. 1–2. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1751-228x.2007.00006.x>
14. Gvozdii S., Bakhov I., Pienov V., Palamarchuk S., Dudnyk N., Petrukhan-Shcherbakova L. Neuropedagogy in contemporary formal and non-formal education. *Broad Research in Artificial*



- Intelligence and Neuroscience*, 2022, vol. 13 (4), pp. 264–279. DOI: <https://doi.org/10.18662/brain/13.4/387>
15. Howard-Jones P. Neuroscience and education: Myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 2014, vol. 15 (12), pp. 817–824. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn3817>
 16. Kolb A. Y., Kolb D. A. Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning & Education*, 2005, vol. 4 (2), pp. 193–212. DOI: <https://doi.org/10.5465/AMLE.2005.17268566>
 17. McEwen B. S. The neurobiology of stress: From serendipity to clinical relevance. *Brain Research*, vol. 886 (1–2), pp.172–189. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0006-8993\(00\)02950-4](https://doi.org/10.1016/S0006-8993(00)02950-4)
 18. Olds J., Disterhoft J. F., Segal M., Kornblith C. L., Hirsh R. Learning centers of rat brain mapped by measuring latencies of conditioned unit responses. *Journal of Neurophysiology*, 1972, vol. 35 (2), pp. 202–219. DOI: <https://doi.org/10.1152/jn.1972.35.2.202>
 19. Samsonovich A. V. Socially emotional brain-inspired cognitive architecture framework for artificial intelligence. *Cognitive Systems Research*, 2020, vol. 60, pp. 57–76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2019.12.002>
 20. Sarancha I., Maksymchuk B., Gordiichuk G., Berbets T., Berbets V., Chepurna L., Golub V., Chernichenko L., Behas L., Roienko S., Bezliudna N., Rasskazova O., Maksymchuk I. Neuroscientific principles in labor adaptation of people with musculoskeletal disorders. *Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 2021, vol. 12 (4), pp. 206–223. DOI: <https://doi.org/10.18662/brain/12.4/245>
 21. Sweetman D. Making virtual learning engaging and interactive. *FASEB Bioadvances*, 2021, vol. 3 (1), pp. 11–19. DOI: <https://doi.org/10.1096/fba.2020-00084>
 22. Torres Ríos H., Alvarado Zermeño G., Bernal Trigueros A. Caracterización del neuroaprendizaje en estudiantes de licenciatura. *DEBATES en Evaluación y Currículum*, 2018, vol. 4. URL: <https://postgradoeducacionuatx.org/pdf2018/A231.pdf>

Submitted: 09 September 2023

Accepted: 11 November 2023

Published: 31 December 2023



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).

The authors' stated contribution:

Ekaterina Viktorvna Politsinskaya

Contribution of the co-author: analysis of literary sources, survey of employers, analysis and interpretation of the results, development of a neurodidactic learning model, design of the text of the article.

Alexander Valerievich Trofimov

Contribution of the co-author: surveying employers, analysis and interpretation of the results, development of a neurodidactic model of education.

Vladislav Gennadievich Lizunkov

Contribution of the co-author: organization of the study, general guidance, interpretation of the results, development of a neurodidactic model of teaching.





All authors reviewed the results of the work and approved the final version of the manuscript.

Information about competitive interests:

The authors declare no apparent or potential conflicts of interest in connection with the publication of this article

Information about the Authors

Ekaterina Viktorvna Politsinskaya

Associate Professor,
National Research Tomsk Polytechnic University Russia,
Lenina avenue, 30, 634050, Tomsk, Russian Federation.
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8023-0505>
E-mail: katy031983@mail.ru

Alexander Valerievich Trofimov

student,
National Research Tomsk Polytechnic University Russia,
Lenina avenue, 30, 634050, Tomsk, Russian Federation.
ORCID ID: <http://orcid.org/0009-0008-9731-9152>
E-mail: avt82@tpu.tu

Vladislav Gennadievich Lizunkov

Associate Professor,
National Research Tomsk Polytechnic University Russia,
Lenina avenue, 30, 634050, Tomsk, Russian Federation.
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8826-4099>
E-mail: vladeslave@rambler.ru