

## Разработка метаграфовой нейросетевой модели динамической адаптации контента знаний к образовательным потребностям обучающихся

Винокурова Наталья Юрьевна

na4705vi@gmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

**Аннотация.** В условиях стремительного роста объема образовательной информации возникает необходимость создания систем, способных адаптировать содержание обучения к индивидуальным когнитивным особенностям учащихся. Предложена концепция метаграфовой нейросетевой модели, ориентированной на динамическую реконфигурацию контента в зависимости от когнитивного профиля обучающегося. Модель сочетает механизмы когнитивного анализа, семантической навигации и адаптивного интерфейса. Теоретической основой является переход от состояния когнитивного диссонанса к состоянию когнитивного резонанса, обеспечивающему устойчивую познавательную мотивацию. На примере исторических педагогических практик и современных исследований сформирована фазовая модель поддержания когнитивного резонанса. Представленная архитектура демонстрирует возможность построения персонализированных образовательных маршрутов, снижения когнитивной перегрузки и повышения эффективности усвоения знаний.

**Ключевые слова:** метаграфовая нейросеть, когнитивная адаптация, океан знаний, персонализация обучения, когнитивные профили, образовательная навигация

## Development of a metagraphic neural network model for the dynamic adaptation of knowledge content to the educational needs of students

Vinokurova Natalia Yurievna

na4705vi@gmail.com

BMSTU, Moscow, Russia

**Abstract.** In the context of the rapid growth of the volume of educational information, there is a need to create systems capable of adapting the learning content to the individual cognitive characteristics of students. The article proposes the concept of a metagraphic neural network model focused on dynamic reconfiguration of content depending on the cognitive profile of the student. The model combines the mechanisms of cognitive analysis, semantic navigation and adaptive interface. The theoretical basis is the transition from a state of cognitive dissonance to a state of cognitive resonance, providing stable cognitive motivation. Based on the example of historical pedagogical practices and modern research, a phase model of maintaining cognitive resonance has been formed. The presented architecture demonstrates the possibility of building personalized educational routes, reducing cognitive overload and increasing the efficiency of knowledge acquisition.

**Keywords:** metagraphic neural network, cognitive adaptation, ocean of knowledge, personalization of learning, cognitive profiles, educational navigation

**Введение.** Современный обучающийся существует в условиях информационного перенасыщения, которое, несмотря на доступность данных, превращает образовательный процесс в стрессогенную задачу. «Массив знаний» перестает быть ресурсом, если он: (1) избыточен и неструктурирован; (2) не адаптирован под индивидуальные когнитивные особенности; (3) не предоставляет эффективных ориентиров навигации. В таких условиях возрастают риски когнитивной перегрузки, снижается учебная мотивация и наблюдается отчуждение от процесса познания. Возникает необходимость инструментов, позволяющих трансформировать образовательное пространство в персонализированную, структурированную и мотивирующую среду.

Целью данного исследования является обоснование архитектуры метаграфовой нейросетевой модели, обеспечивающей динамическую адаптацию образовательного контента к когнитивным профилям учащихся и создающей условия для устойчивой познавательной активности.

Основная проблема современного образования заключается в недостаточной персонализации подачи материала и слабой учетности индивидуальных когнитивных предпочтений. При усредненной подаче информации обучающийся сталкивается с дискомфортом, вызванным несоответствием материала его уровню подготовки или стилю восприятия.

Гипотеза исследования заключается в следующем: использование метаграфовой нейросети с механизмами когнитивной адаптации позволяет преобразовать информационный массив из стрессогенного фактора в ресурс развития, обеспечивая эффективную образовательную навигацию и устойчивую мотивацию.

Для проверки гипотезы поставлены следующие задачи:

- разработать архитектуру метаграфовой нейросети для представления комплексных предметных областей;
- реализовать механизмы когнитивной адаптации и семантической балансировки нагрузки;
- сформировать и обосновать фазовую модель когнитивного резонанса;
- оценить ожидаемые образовательные эффекты внедрения модели.

**Методы и материалы; результаты.** В качестве замысла теоретической части исследования было выбрано направление продвижения от когнитивного диссонанса к когнитивному резонансу. Когнитивный диссонанс — это состояние психического дискомфорта, возникающее, когда в сознании человека сталкиваются противоречивые представления (идеи, верования, ценности, знания, установки или опыт). Этот дискомфорт мотивирует человека изменить либо свое поведение, либо убеждения, чтобы восстановить внутреннюю гармонию [1]. В образовательной среде когнитивный диссонанс может проявляться, в том числе, в повторяющихся ситуациях, когда обучающийся не способен интерпретировать новый материал, когда он кажется ему слишком сложным, несистемным или не связанным с его картиной мира. Результат — стресс, избегание и снижение мотивации [2].

В противоположность этому, когнитивный резонанс представляет собой состояние «настройки» обучающегося на поступающую информацию [3]. Новые знания, попадая на предварительно сформированные когнитивные структуры, вызывают: каскад вопросов, любопытство, стремление к самостоятельному поиску решений, устойчивую познавательную активность.

Цель адаптивной модели — создавать и поддерживать это состояние, обеспечивая соответствие сложности материала уровню готовности и стилю мышления учащегося.

В отечественной педагогической практике существовали формы организации образовательного процесса, которые использовали механизмы, близкие к когнитивному резонансу. Наиболее ярким примером является Пионерская организация СССР, которая, опираясь на вполне определенную идеологическую основу, обладала рядом структурных элементов, значимых для формирования мотивации (табл. 1).

Таблица 1

#### Принципы и методы советской педагогики в контексте когнитивного резонанса

| Принцип                        | Содержание/методы                                                                                                          | Интерпретация в контексте когнитивного резонанса                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Идеология, целеполагание       | Четкая система ценностей, ритуалов (торжественное обещание, символы — галстук, значок), ориентация на коллективное будущее | Создание мощного ценностного «каркаса». Это не просто правила, а внутренняя система координат, которая помогает подростку отфильтровывать информационный шум и фокусироваться на том, что значимо и «резонирует» с его картиной мира |
| Игровая проектная деятельность | Сбор макулатуры, металлолома, тимуровское движение, походы, спортивные соревнования                                        | Практическое поле для генерации «каскада вопросов и ответов». Реальная задача рождает вопросы, поиск решений дает ответы, которые ведут к новым, более сложным вопросам, развивая мышление                                           |
| Коллективизм, наставничество   | Отряды, звенья, система старших вожатых (комсомольцев) и младших пионеров                                                  | Формирование «резонирующей среды». Коллектив становится пространством для обмена «когнициями» (знаниями, мнениями). Вожатый-наставник помогает «самостоятельно находить ответы», направляя процесс познания                          |
| Символика, ритуалы             | Девиз «Будь готов!», салют, песни у костра, форма                                                                          | Эмоциональное подкрепление и «якорение». Ритуалы создают положительные эмоции, связанные с процессом познания и принадлежностью к группе. Это поддерживает высокий уровень «когнитивных состояний»                                   |

Фазовая модель, направленная на создание и поддержание когнитивного резонанса, представляет собой циклическую систему [4], направленную на формирование устойчивой внутренней мотивации обучающегося и создание условий для непрерывного перехода от восприятия информации к ее осмыслению и самостоятельному применению [5, 6, 7]. Модель объединяет педагогические, когнитивные и технологические элементы, что позволяет использовать ее как для описания психологических механизмов, так и для проектирования адаптивных цифровых систем обучения.

На основе анализа исторических педагогических практик, исследований в области когнитивной психологии и структуры современного образовательного процесса [6, 7, 8] была выделена последовательность из пяти взаимосвязанных фаз:

- ценностный контур — формирование системы смыслов, служащих фильтром восприятия;
- Контур деятельности — постановка комплексных задач, требующих применения знаний;
- контур рефлексии — направленный поиск решений через анализ ошибок и сравнительный анализ результатов;
- контур поддержки — эмоционально-социальное закрепление достижений;
- контур персонализации — адаптация траекторий на основе обратной связи и динамики когнитивных состояний.

Таким образом, фазовая модель когнитивного резонанса выступает теоретической и методологической основой для создания адаптивных образовательных систем, которые не только передают знания, но и формируют устойчивую внутреннюю мотивацию обучающегося.

Техническая реализация предполагает архитектуру метаграфовой нейросетевой модели. Предлагаемая архитектура включает три слоя:

- слой когнитивного анализа включает в себя определение когнитивного стиля (визуальный, аудиальный, кинестетический); мониторинг когнитивной нагрузки; адаптацию темпоритма подачи материала;
- слой семантической навигации включает в себя построение персональных образовательных траекторий; динамическое перераспределение материалов; интеграцию междисциплинарных связей на основе метаграфа;
- слой адаптивного интерфейса включает в себя индивидуализированную визуализацию; интеллектуальные подсказки; эмоционально-когнитивную обратную связь.

В качестве ключевых механизмов модели предполагается использовать следующие:

- динамическое картографирование знаний: метаграф предоставляет многоуровневые семантические карты, где узлы — концепты, а связи — отношения. На их основе формируются адаптивные маршруты обучения, фильтры релевантности контента, механизмы исключения информационного шума;

– персонализированные образовательные маршруты: система в реальном времени определяет: текущий уровень знаний, когнитивные предпочтения, эмоциональное состояние обучающегося.

Приведенные технические характеристики позволяют в реальном времени не только балансировать глубину и широту образовательного материала, но и выстраивать таксономию задач от базового к продвинутому уровню, учитывая индивидуальные образовательные потребности и возможности обучающегося. Ожидаемые эффекты реализации модели представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Ожидаемые эффекты реализации когнитивно-адаптивной модели**

| Аспект              | Технологическое решение           | Образовательный эффект              |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Объем информации    | Динамическое дозирование контента | Снижение когнитивной перегрузки     |
| Сложность материала | Градуировка по уровням понимания  | Постепенное наращивание компетенций |
| Темп обучения       | Адаптивная скорость подачи        | Учет индивидуальных особенностей    |
| Навигация           | Персональные семантические карты  | Эффективная ориентация в знаниях    |

**Обсуждение полученных результатов.** Разработка представленной метаграфовой нейросетевой модели динамической адаптации образовательного контента является одним из наиболее перспективных направлений развития цифровых образовательных технологий. В условиях информационной избыточности ключевым фактором становится не доступность знаний, а способность образовательной системы учитывать индивидуальные особенности обучающегося и формировать персонализированную траекторию его движения в «массиве информации».

Сочетание трех компонентов — когнитивного анализа, семантической навигации и адаптивного интерфейса — позволяет эффективно распределять когнитивную нагрузку, поддерживать интерес обучающегося и обеспечивать высокую степень согласованности нового материала с существующими знаниями. Благодаря этому образовательная среда перестает быть источником перегрузки и начинает выполнять функцию сопровождения и поддержки [7].

Механизмы когнитивного резонанса, интегрированные в модель, играют ключевую роль в формировании устойчивой внутренней мотивации. Они обеспечивают переход от реактивного восприятия информации к активному, смыслообразующему и рефлексивному обучению. Это особенно важно в подростковом возрасте, когда познавательная активность тесно связана с процессами личностного самоопределения [9, 10, 11].

**Заключение.** Перспективы дальнейших исследований включают разработку алгоритмов когнитивного профилирования, уточнение методов анализа



динамических когнитивных состояний, а также проектирование интерфейсов, обеспечивающих бесшовную интеграцию модели в образовательный процесс. Важным направлением становится и разработка стандартов этического использования данных обучающихся в условиях персонализированных цифровых систем. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку алгоритмов когнитивного профилирования и создание интерфейсов для бесшовной интеграции модели в образовательный процесс. Перспективы внедрения апробированной модели предполагают формирование базы данных когнитивных профилей и образовательных траекторий; разработку мобильных приложений для непрерывного обучения; интеграцию модели с LMS и MOOC через API; расширение механизма семантической навигации для междисциплинарных программ. Таким образом, представленная модель сможет открывать новые возможности для создания персонализированной образовательной среды, способной адаптироваться к уникальным когнитивным особенностям каждого учащегося.

#### Список источников

- [1] Савицкая Т.В. Становление теории когнитивного диссонанса. *Приоритетные научные направления: от теории к практике*, 2015, № 16, с. 107–111.
- [2] Мороз Т.С., Кучина Т.И. Психологические особенности, влияющие на академическую успешность студентов. *Известия Тульского государственного университета. Педагогика*, 2017, № 4, с. 75–81.
- [3] Sweller J. Cognitive Load Theory: Learning and Instruction. *Educational psychology review*, 2004, vol. 16, no. 2, pp. 175–186. <https://doi.org/10.1023/b:edpr.0000034022.84665.35>
- [4] Baddeley A. D. Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual review of psychology*, 2012, vol. 63, pp. 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- [5] Сафонова Н.А., Войнова Н.А., Цибизова Т.Ю. Практикоориентированность как принцип профессионального образования. *Будущее машиностроения России. 15-я Всерос. конф. молодых ученых и специалистов (с междунар. участием): сб. докл.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022, т. 2, с. 450–453.
- [6] Ускова Д.Н., Мороз Т.С., Цибизова Т.Ю., Селянин К.С. Образовательная среда в представлениях студентов частного и государственного вузов. *Глобальный научный потенциал*, 2024, № 2(155), с. 176–182.
- [7] Цибизова Т.Ю., Романова Н.Н., Песоцкий Ю.С. *Инновационные процессы в высшем и среднем профессиональном образовании. Модель управления воспитательным процессом в условиях электронной образовательной среды.* Москва, Экон-Информ, 2023, с. 525–549.
- [8] Мороз Т.С., Кучина Т.И. Психологические особенности профессиональной успешности молодежных лидеров. *Личность: ресурсы и потенциал*, 2020, № 4(8), с. 84–88.
- [9] Выготский Л.С. *Собрание сочинений.* Москва, Педагогика, 1982–1984, т. 6, 400 с.
- [10] Кравцова Е.Е. Понятие возрастных психологических новообразований в современной психологии развития. *Культурно-историческая психология*, 2005, т. 1, № 2, с. 87–94.
- [11] Эриксон Э.Г. *Идентичность: юность и кризис.* Москва, Флинта, 2006, 342 с.