

## **РАЗРАБОТКА ВИЗУАЛИЗАЦИЙ И МЕТОД PHENOMENON-BASED LEARNING: ОПЫТ ИНТЕГРАЦИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ**

**Б. С. Уалиханова**

Южно-Казахстанский педагогический университет  
имени Узбекали Жанибекова, Шымкент, Казахстан  
bayano\_87@mail.ru

**Али Чорух**

Университет Сакаръя, Сердиван, Турция  
coruh@sakarya.edu.tr

**М. А. Червонный**

Томский государственный педагогический университет, Томск, Россия  
mach@tspu.edu.ru

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, проект № AP15473436.

Представлены результаты пилотного исследования, проведенного для получения опыта интеграции разных методов обучения. Релевантность позиций визуальной семиотики для решения этой задачи определяет не столько разработка самих визуализаций, сколько один из принципов метода Phenomenon-Based Learning (PhBL) – контекстуальность, а также конструктивизм в качестве его идейного фундамента, что раскрывает место приложения «семиотической диагностики» для оценки пределов реализации самого метода PhBL. Исследование проводилось в четырех школах; в выполнении заданий, основанных на визуальных репрезентациях физических явлений, принимали участие в общей сложности 96 учеников 10-х классов. Оценка эффективности упомянутых методов была проведена с помощью организованного наблюдения за учебной активностью учащихся. Результаты исследования показали, что 85% учащихся отметили значительное улучшение понимания сложных физических явлений благодаря разработанным визуализациям. Проведенное исследование ограничено относительно небольшой выборкой участников и фокусом на школах определенного региона, то есть принадлежащих к конкретной системе образования. Однако, несмотря на это, выводы данного пилотного исследования свидетельствуют об эффективности осуществленной интеграции визуализаций и метода PhBL. Значимость полученного результата состоит в демонстрации потенциала визуальной семиотики для интеграции методов обучения.

**Ключевые слова:** визуальная семиотика, интерпретация физических явлений, образовательная деятельность, школьное обучение, интеграция методов обучения

---

## **DEVELOPMENT OF VISUALIZATIONS AND THE PHENOMENON-BASED LEARNING METHOD: EXPERIENCE OF INTEGRATION IN TEACHING PHYSICS**

**Bayan S. Ualikhanova**

South Kazakhstan Pedagogical University named after Ozbekili Zhanibekov,  
Shymkent, Kazakhstan  
bayano\_87@mail.ru

**Ali Coruh**

Sakarya University, Serdivan, Turkey  
coruh@sakarya.edu.tr

**Mikhail A. Chervonnyy**

Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russia  
mach@tspu.edu.ru

This work was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, Project No. AP15473436.

The article presents the results obtained at the intersection of three research tasks: the development of visualizations for teaching physics in schools; the implementation of the Phenomenon-Based Learning (PhBL) method under various educational systems; and the construction of a creative educational environment for the training of future physics teachers. The relatively coincidental convergence of the authors' research interests ensures the originality of the results obtained. The relevance of visual semiotics for solving these tasks is defined not so much by the development of the visualizations themselves, but by one of the PhBL key principles – contextuality – and by constructivism as its conceptual foundation, which opens the way for the application of “semiotic diagnostics” to assess the limits of the PhBL method itself. The article details the circumstances and tools involved in developing three visualizations: (1) light refraction; (2) the interaction of forces; and (3) the solar system model. The effectiveness of the visualizations is assessed in correspondence with the PhBL method and the students' understanding of physical phenomena, such as light refraction, object motion, Newton's laws, and planetary movements. This integration has allowed for an expanded context in students' understanding of physical phenomena by combining the

idealizations inherent in physics, the abstractions of the corresponding mathematical tools, and the interpretation of everyday situations. The study was conducted in four schools, where a total of 96 tenth-grade students participated in tasks based on visual representations of physical phenomena. The effectiveness of these methods was assessed through an organized observation of the students' learning activities. The results of the study showed that 85% of the students reported a significant improvement in their understanding of complex physical phenomena due to the developed visualizations. The study is limited by the relatively small sample size and its focus on schools within a specific region, adhering to a particular educational system. Nevertheless, the findings from this pilot study indicate the effectiveness of the integration of visualizations and the PhBL method. The significance of the results lies in demonstrating the potential of visual semiotics for integrating teaching methods.

**Keywords:** visual semiotics, interpretation of physical phenomena, educational activities, schooling, integration of teaching methods

DOI 10.23951/2312-7899-2024-4-100-118

### Введение

Социальная современность получает разные характеристики: информационное общество, постиндустриальное общество, общество знаний. В каждой из них (и многих других) можно распознать фокусирование на способе устройства системы образования. Без преувеличения можно констатировать, что именно выбор этого устройства обеспечивает конкурентные преимущества как страны, осуществляющей выбор определенной системы образования, так и конкретного человека, получившего образование. Примером выбора страной концепции переустройства образования является недавняя реализация метода Phenomenon-Based Learning (PhBL) в Финляндии<sup>1</sup>. Название метода, как довелось убедиться авторам настоящей статьи, вызывает первую ассоциацию с феноменологией – одним из течений современной философии, приобретшим свой статус благодаря уникальности исканий и открытий Э. Гуссерля. Примером же для выбора человеком служат те слова, в которых выражен обещаемый ему результат образования, в частности выражение его итога – «сознающий ум». Но в книге с таким названием высказано много аргументов, если не опровергающих, то уменьшающих притязания феноменологии на фундаментальность [Чалмерс 2013, 221–266].

---

<sup>1</sup>[https://ru.wikipedia.org/wiki/Phenomenon-based\\_learning](https://ru.wikipedia.org/wiki/Phenomenon-based_learning)

Согласно исчерпывающему изложению способа реализации метода PhBL в Финляндии, идейной основой этого метода стало философское направление конструктивизма<sup>2</sup>, оппонирующего феноменологии. Из приведенных примеров следует, что устройство систем образования базируется на идеях, принадлежащих весьма разветвленным направлениям современной философии, а сама эта современная философия есть область профессиональных исследований. Такой вывод позволяет сформулировать, каким же образом осуществить корректную интеграцию укоренившихся (в данном случае – методов наглядного обучения [Piaget 1952; Russell, Kozma 2005; Mayer et al. 2009]) и инновационных методов обучения (PhBL), не являясь профессиональным философом.

В своем исследовании мы обратились к общим для всего гуманитарного знания и пересекающимся друг с другом методам – герменевтике и семиотике. В представляемом исследовании акцентирована семиотика. Во второй половине XX века в семиотических исследованиях был осуществлен синтез разных направлений науки о знаках и неклассической научной парадигмы [Barthes 1964; Eco 1976; Lotman 1990]. Эти труды, во-первых, предоставили способ наблюдений за трансформациями социума и культуры, во-вторых, предвосхитили актуальность специальных исследований тех визуализаций, которые в настоящее время являются предметами обихода в действительности, созданной информационными технологиями. Назвав визуализации предметами обихода, мы подчеркиваем факт (уже не требующий разъяснения) смены «языка», на котором нынешнее поколение учащихся объясняет себе себя и окружающие феномены. Вместе с тем присутствие разнообразных визуализаций в качестве понятного учащимся «языка» – не единственная и даже не главная причина необходимости обращения к визуальной семиотике. Главная причина состоит в визуализированной структуре предметной области педагогики, позволяющей измеримо фиксировать допустимые границы интеграций на основе утверждения «семиотической сущности образования» [Мелик-Гайказян 2014, 18–19]<sup>3</sup>. Мы не готовы принять этот фактически пансемиотический подход к образованию, но можем согласиться с аргументами в пользу релевантности семиотической методологии к решению задач в педагогических исследованиях. В частно-

---

<sup>2</sup> <http://www.phenomenaleducation.info/phenomenon-based-learning.html>

<sup>3</sup> Как мы понимаем, именно эта работа инициировала публикацию материалов, посвященных исследованию разных аспектов образовательной практики и педагогических теорий в данном журнале.

сти, приняв эти аргументы [Мелик-Гайказян 2014, 21–22], сделать вывод, что исследуемый нами интеграционный потенциал метода PhBL представляет собой корректный синтаксис разных подходов к обучению (исследовательского, модельного, проблемно-ориентированного, проектного и др.). Трактовку метода PhBL с позиций науки о знаках можно продолжить. Эту возможность предоставляет один из его принципов – контекстуальность<sup>4</sup>. Данная компонента метода задает оригинальный аспект для его интеграции с разработками визуализаций физических феноменов, инициирующих у учащихся расширение контекстов интерпретаций этих явлений реальности, что и составляло содержание поставленной нами исследовательской задачи.

### Материалы и методы

Исследование состояло из трех частей. Первой частью была разработка визуализаций, соответствующих содержанию учебной программы и предполагаемому тезаурусу учащихся. Вторая часть – организация наблюдения за учебной активностью учащихся в ходе экспериментальных занятий, реализующих метод PhBL. Третья часть включала проведение анкетирования учащихся по завершении занятий для выяснения меры достижения учебных целей.

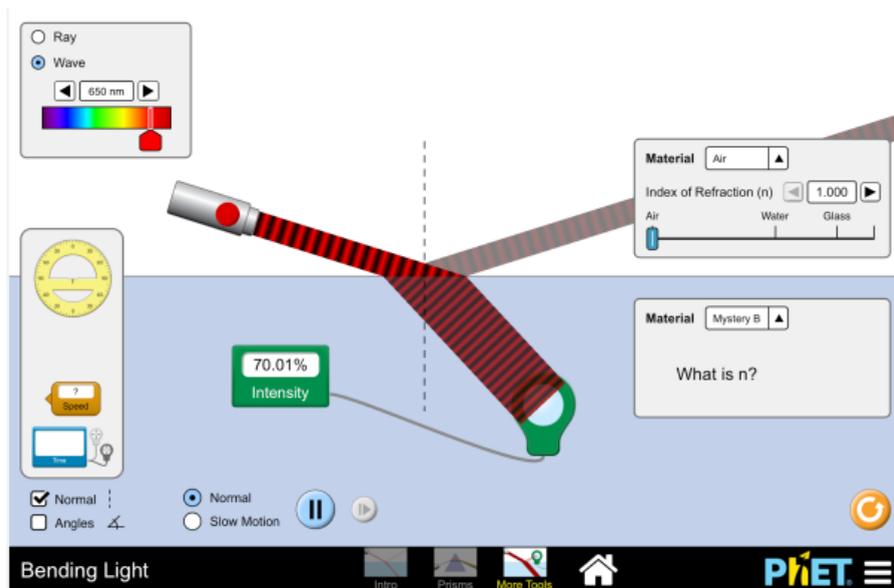
Разработка визуализаций физических явлений была проведена с помощью различных инструментов. Так, с использованием моделирования PhET было продемонстрировано явление преломления света (ил. 1). Также использовались графики из GeoGebra для иллюстрации зависимостей между физическими величинами.

На ил. 2 показана симуляция «Силы и движение», выполненная инструментами PhET Interactive Simulations и предоставляющая учащимся возможность самостоятельно изменять параметры и наблюдать за последующими изменениями в движении.

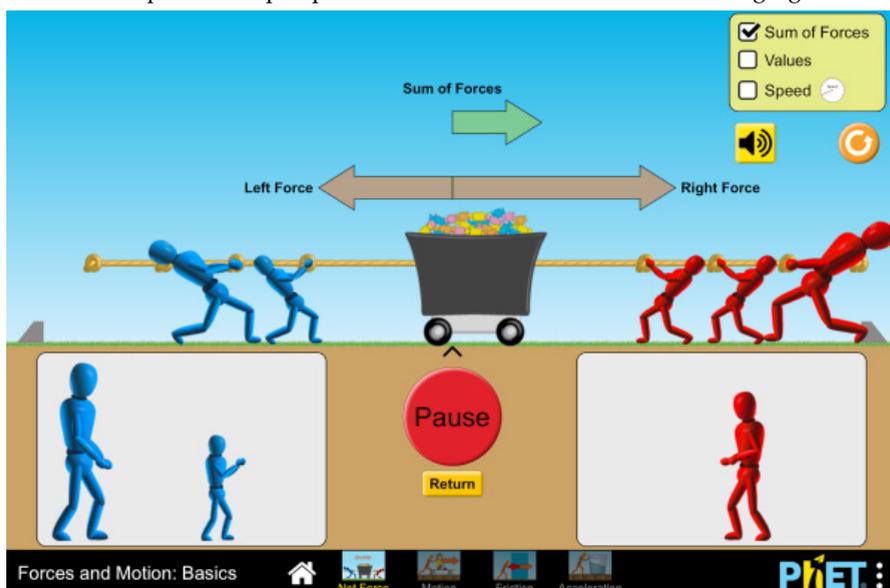
Инструментами 3D-моделирования (на ресурсе Free 3D) были созданы модели солнечной системы (ил. 3).

Отметим, что помимо представленных визуализаций (см. ил. 1–3) для уроков физики были разработаны и другие демонстрационные материалы (графики, диаграммы, 3D-модели, анимации).

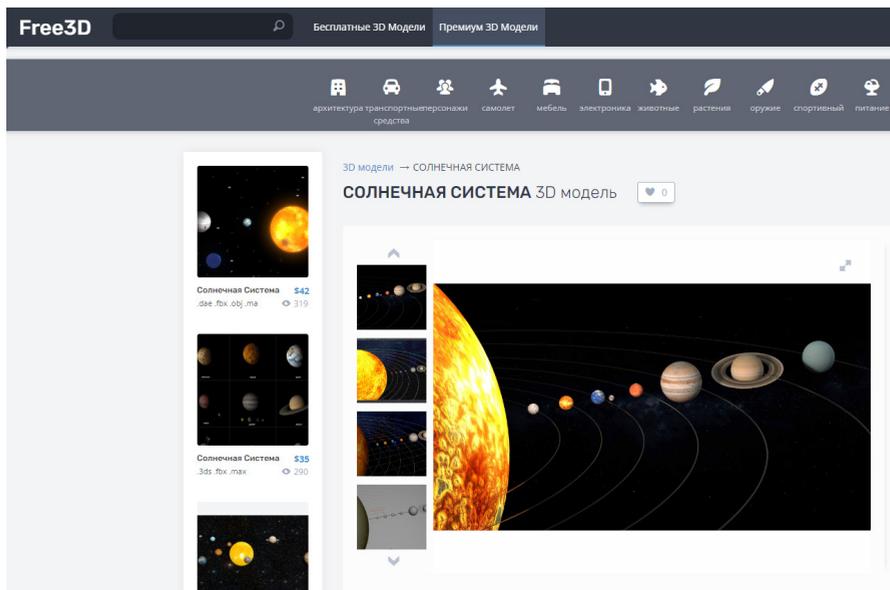
<sup>4</sup> <http://nebula.wsimg.com/c58399e5d05e6a656d6e74f40b9e0c09?AccessKeyId=3209BE92A5393B603C75&disposition=0&alloworigin=1>



Ил. 1. Снимок экрана симуляции преломления света. Для создания данной иллюстрации использованы открытый интернет-ресурс – интерактивный симулятор по естественным наукам <https://phet.colorado.edu/>, и непосредственно его страница <https://phet.colorado.edu/en/simulations/bending-light>



Ил. 2. Скриншот симуляции, визуализирующей взаимодействие сил. Для создания данной иллюстрации использованы открытый интернет-ресурс – интерактивный симулятор по естественным наукам <https://phet.colorado.edu/>, и непосредственно его страница [https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_all.html?locale=bg](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_all.html?locale=bg)



Ил. 3. Скриншот экрана «Модель солнечной системы». Модель создана при помощи инструментов 3D-моделирования на ресурсе Free 3D, <https://free3d.com/>

Уроки были специально спланированы таким образом, чтобы учащиеся могли наблюдать и расширять контекст интерпретации физических явлений на основе объединения идеализаций, принятых в физике, абстракций соответствующего математического аппарата и объяснения обыденных ситуаций. Последовательное расширение контекста определялось сменой демонстрационных материалов, что и составляло содержание разработки визуализаций.

Выполнение второй части исследования предполагало привлечение учащихся 10-х классов из четырех школ (20, 25, 27 и 24 учащихся в классах; всего 96 участников). Выборка была сбалансирована по гендерным характеристикам и уровню учебной подготовки, что позволило учесть разные уровни готовности учащихся к занятию по физике. Протокол наблюдения включал оценку активности учащихся по 4-балльной шкале (от 1 – не вовлечен, до 4 – высокая вовлеченность), а также качественные комментарии наблюдателей относительно понимания учащимися материала. В ходе наблюдения особое внимание уделялось тому, как учащиеся использовали визуальные средства для интерпретации физических явлений. Фиксировалось следующее:

*А. Восприятие учащимися визуальных элементов* – то есть то, как учащиеся реагировали на использование графиков и диаграмм, на-

сколько они понимали представленные визуальные образы и смогли ли связать их с физическими концепциями.

*Б. Вовлеченность в процесс обучения* – насколько активно учащиеся участвовали в обсуждениях, задавали вопросы и делали выводы, используя визуальные модели.

*В. Способы использования визуальных репрезентаций* – наблюдение было сфокусировано на том, как учащиеся используют визуальные средства для объяснения физических процессов и делают ли они это самостоятельно или с помощью учителя.

Третья часть исследования была проведена с привлечением метода анонимного анкетирования. Анкета содержала вопросы, ответы на которые позволили бы судить о том, как построение занятия повлияло на восприятие физических концепций. Вопросы были разделены на блоки:

*Блок 1. Уровень понимания физических явлений* (учащиеся оценивали, насколько визуальные элементы помогли им лучше понять такие процессы, как движение объектов, траектории планет, преломление и отражение света).

*Блок 2. Роль визуальных средств* (вопросы о том, какие визуальные средства – диаграммы, графики, анимации и др. – оказались наиболее полезными и почему).

*Блок 3. Влияние на интерес к предмету* (учащиеся оценивали, насколько конкретные методы сделали уроки физики более интересными и доступными для понимания).

Итак, основными аспектами всего экспериментального исследования были:

- выяснение способности учащихся интерпретировать разработанные визуальные средства (насколько точно они могли объяснить физические процессы, наблюдая их демонстрируемые выражения);
- выявление связи между визуализациями и теоретическими концепциями (оценивалось, как учащиеся могли связывать визуальные репрезентации с теоретическими знаниями, полученными на уроках).

Качественный анализ результатов эксперимента, соединяющий наблюдения и анкетирование, был сконцентрирован на выяснении следующих обстоятельств:

- успешность (или ее отсутствие) интерпретации учащимися визуальных репрезентаций;
- прогресс в уровне критического мышления;
- степень эмоциональной вовлеченности (прослеживалось, как учащиеся проявляли интерес к предмету и самим феноменам, ко-

торые они наблюдали в реальном времени, например солнечным и лунным затмениям, экспериментам с падением объектов и др.).

Для обработки данных использовались контент-анализ ответов учащихся и качественная интерпретация наблюдений, что позволило выявить ключевые паттерны в их поведении и понимании материала.

## Результаты

Исследование выявило несколько ключевых аспектов, связанных с использованием наглядных пособий и метода PhBL в преподавании физики. Эти аспекты отражают положительное влияние семиотических ресурсов на понимание обучающимися физических процессов и их повышенную вовлеченность в процесс обучения.

Во-первых, большинство участников исследования отметили значительное улучшение понимания сложных физических явлений. Визуальные представления, такие как диаграммы, графики и анимация, сыграли важную роль в этом процессе, особенно при изучении тем, связанных с преломлением света и движением объектов. Результаты анкетирования показали, что 85% учащихся отметили улучшение восприятия учебного материала благодаря использованию этих инструментов.

Во-вторых, было зафиксировано, что наглядные пособия в значительной степени способствовали развитию критического мышления у обучающихся. Они активно обсуждали увиденные модели и диаграммы, что помогло им глубже анализировать физические процессы и формулировать собственные интерпретации явлений. Около 65% студентов отметили, что визуализация помогла им лучше понимать и объяснять законы физики.

Для более наглядного представления данных ниже приведены соответствующие таблицы и иллюстрации, отражающие количественные результаты исследования.

Средний уровень активности на уроках с использованием визуальных средств составил 3,7 балла по 4-балльной шкале, что свидетельствует о высокой степени вовлеченности (табл. 1). Вовлеченность учащихся была особенно высокой при обсуждении моделей планетарных движений и законов Ньютона (83% учащихся отметили улучшение понимания этих явлений).

Визуальные средства, особенно динамические модели, такие как симуляции планетарных движений, стимулировали учащихся задавать вопросы и активно участвовать в обсуждении. Визуализация

«невидимых» явлений (например, силы притяжения) через анимации помогла учащимся увидеть связь теории и реальности, что сделало процесс обучения более увлекательным.

Таблица 1

**Вовлеченность учащихся на уроках с использованием визуальных средств**

Школа	Класс	Средний балл вовлеченности (по 4-балльной шкале)
Школа № 1	10А	3,8
Школа № 2	10Б	3,6
Школа № 3	10В	3,7
Школа № 4	10Г	3,9

Различия в среднем балле активности могут объясняться индивидуальными особенностями преподавания в разных школах. Например, в Школе № 4 уровень активности составил 3,9 балла (см. табл. 1), что могло быть связано с более опытным или вовлеченным учителем, который активно использовал семиотические средства улирования дискуссий<sup>5</sup>.

Подавляющее большинство учащихся (85%) отметили, что использование наглядных пособий, таких как графики и анимации, значительно улучшило их восприятие сложных физических явлений (табл. 2). Например, при изучении преломления света и движения объектов визуальные средства позволили учащимся более точно осмыслить процессы.

Таблица 2

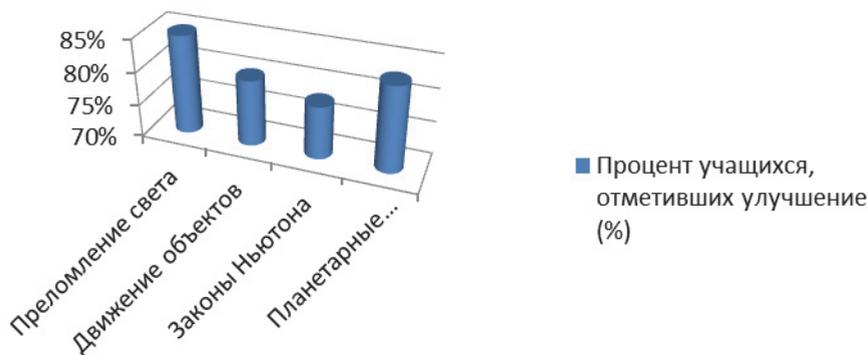
**Доля учащихся, отметивших улучшение понимания физических явлений**

Физическое явление	Доля учащихся, отметивших улучшение
Преломление света	85%
Движение объектов	80%
Законы Ньютона	78%
Планетарные движения	83%

Визуализация сложных процессов, таких как преломление света, позволила учащимся буквально «увидеть» то, что они обычно представляют абстрактно (ил. 4). Графики и модели заменили абстрактные математические формулы более наглядными и понятными формами, что облегчило восприятие.

<sup>5</sup> Этот вывод получил подтверждение при обсуждении итогов эксперимента с будущими учителями физики.

При этом 15% учащихся не отметили значительного улучшения. Это может быть связано с различиями в способах восприятия информации. Некоторые учащиеся могут лучше воспринимать текстовую или математическую информацию, чем визуальные образы. Также это может быть связано с индивидуальными различиями в уровне подготовки или способности к абстрактному мышлению.



Ил. 4. Процент учащихся, отметивших улучшение

Полученные данные показывают, что ученики были более активны на уроках с использованием визуальных моделей и анимаций.

Около 65% учащихся сообщили, что использование визуальных средств способствовало развитию их критического мышления (табл. 3). Они активно обсуждали увиденные модели и диаграммы, что позволило им глубже анализировать физические процессы и формулировать собственные интерпретации явлений.

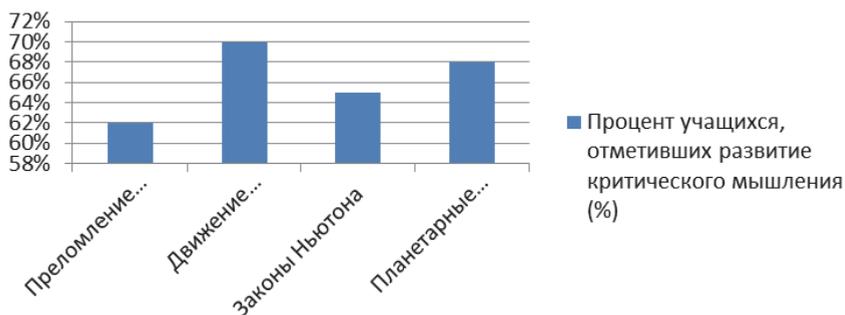
Таблица 3

**Развитие критического мышления на основе интерпретации визуальных средств обучения**

Физическое явление	Доля учащихся, отметивших развитие критического мышления
Преломление света	62%
Движение объектов	70%
Законы Ньютона	65%
Планетарные движения	68%

Визуальные модели стимулировали учащихся не просто запоминать законы, но и анализировать, как именно физические явления происходят на практике. Это развивало у них способность задавать вопросы, формулировать гипотезы и обсуждать возможные интерпретации, что и стало основой для развития критического мышления.

Есть различия в восприятии явлений, представленных в разработанных визуализациях (ил. 5). Так, материалы, демонстрирующие преломление света, у 62% учащихся вызвали потребность в критической интерпретации наблюдаемого, тогда как при изучении движения объектов этот показатель составил 70%. Это может свидетельствовать о том, что некоторые явления легче визуализировать и анализировать, поскольку они интуитивно понятнее. Также разница связана с тем, что понимание некоторых явлений требует абстрактного представления о «невидимых» силах.



Ил. 5. Процент учащихся, отметивших развитие критического мышления

Таким образом, полученные данные подтверждают, что интеграция семиотических средств и метода PhBL в процесс обучения физике не только способствует более глубокому пониманию теоретических основ, но и развивает аналитическое мышление учащихся. Существенным ограничением исследования стало то, что оно проводилось в школах одного региона, что может ограничивать обобщение данных.

### Обсуждение результатов

Значение визуализаций, акцентированных в представляемом исследовании, отмечают авторы работ, связанных с решением методических задач преподавания физики [Себаева 2021; Жакпаев 2023; Milinskij 2024]. Годы публикаций указанных работ подтверждают сохраняющуюся актуальность решения этих задач, связанную с возрастающей важностью понимания учащимися физических явлений в условиях современного массового образования [Монастырский, Джужук 2020; Saurov 2021], поскольку это создает эффективный способ осмысления научных понятий [Kress, Van Leeuwen 2020]. Полученные нами результаты не входят в противоречие с выводами этих работ.

Применимость метода PhBL в преподавании физики (а также условия его комбинирования с модельным подходом с учетом имеющихся противоречий между ними) обоснована в работе S. Grusche [Grusche 2019]. Преимущества PhBL-подхода (в сравнении с комплексным подходом, стартовавшим в 20-е годы прошлого века) отмечены в исследовании М. М. Паршиной [Паршина 2021]. Поскольку в этих работах, фиксирующих инновационную специфику метода PhBL и его потенциал для интеграции, отсутствуют акценты на визуализированных средствах обучения, данные обстоятельства позволяют сделать вывод об оригинальности и правомерности поставленной нами исследовательской задачи.

Одновременно, во-первых, о методологической корректности выбранных нами способов решения задачи и, во-вторых, о перспективе продолжения наших исследований свидетельствует корпус работ, сосредоточенный на специфике современных трактовок герменевтики, конструктивизма и визуальной семиотики. Дело в том, что метод PhBL движим идеей обеспечения учащимся некоей опоры («подмостья» / scaffolds<sup>6</sup>) для постижения, трактовки и анализа природных, социальных и культурных феноменов в их целостности. При конструировании таких опор при разработке учебных заданий нужно отчетливо понимать, что изначально «проект философской герменевтики... включал лишь три “герменевтических феномена”: искусство, культурную традицию (в горизонте исторической рефлексии) и некоторые формы речи» [Инишев 2020, 45]. «Номенклатура разновидностей герменевтического опыта... [благодаря вниманию]... к чувственно-материальной стороне “понимания”» [Инишев 2020, 45] прирастает сугубо философскими исследованиями. Из этого следует, что расширение контекста трактовки физических феноменов требует формулировки корректных вопросов педагогов к философам.

Во введении нами уже был отмечен конструктивизм в качестве философской основы метода PhBL. Но в пределы конструктивизма входят области, в которых установки эпистемологии [Дружинин 2024] могут существенно различаться с содержанием и целями подготовки учащихся по физике, что опять же требует привлечения релевантных экспертных оценок для внедрения метода PhBL в практику образования.

Отмеченные трудности могут быть преодолены при обращении к концептуальной модели (распределяющей семиотические

<sup>6</sup> <http://nebula.wsimg.com/c58399e5d05e6a656d6e74f40b9e0c09?AccessKeyId=3209BE92A5393B603C75&disposition=0&alloworigin=1>

и герменевтические эффекты социального конструирования) «семиотической диагностики» [Мелик-Гайказян 2022], процедуры которой сочетают итоги нелинейной динамики, теории информации и науки о знаках. Особое значение для нашего исследования имеет предупреждение о месте совершения логических ошибок и логических погрешностей, соответственно эквивокации и остенсии [Мелик-Гайказян 2022]. Применительно к предмету нашего исследования примером эквивокации будет отождествление феноменологии как направления философии и феноменологии как понятия в физике, а примером остенсии – замена необходимости приведения доказательств указанием на самоочевидную наглядность, на визуализацию. Необходимо подчеркнуть отсутствие этих логических ошибок и логических погрешностей в нашем исследовании.

Потенциалы визуальной семиотики для образовательной практики реализует концепция «семиотического оптимума», предложенная И.В. Мелик-Гайказян и соавт. [Горбулева, Мелик-Гайказян, Первушина 2024; Байсултанова и др. 2024]. Интересны два обстоятельства: во-первых, визуализации могут быть очень просто исполненными [Горбулева, Мелик-Гайказян, Первушина 2024, 135–137], если их разработка направлена на конструирование концептуально осмысленных итогов обучения в студенческом конспекте, что, в принципе, согласуется с одной из целей PhBL – научить учиться. Во-вторых, конструирование «семиотического оптимума» восходит к представлениям о фазовом пространстве [Байсултанова и др. 2024, 45], что может служить аргументом в пользу расширения контекста изучаемых явлений, но уже применительно к подготовке будущих учителей физики. Иными словами, для реализации потенциала визуальной семиотики в конструировании учебных планов и программ в педагогических университетах [Chervonnyy 2022].

## Выводы

Предпринятая интеграция разработки визуализаций и метода PhBL показала, что 85% учащихся отметили значительное улучшение понимания сложных физических явлений на тех уроках, которые демонстрировали реализацию представленного эксперимента. При этом 65% участников связывают достижение лучшего понимания с визуализациями, демонстрируемыми на указанных занятиях. Безусловно, данные результаты ограничены относительно небольшой выборкой участников и фокусом на школах определенного региона, то есть принадлежащих к конкретной системе

образования. Однако, несмотря на это, выводы нашего пилотного исследования свидетельствуют об эффективности осуществленной интеграции визуализаций и метода PhBL. Это свидетельство подтверждает тот интерес, с которым будущие учителя физики восприняли наш опыт интеграции визуализаций и метода PhBL. Стало заметным стремление студентов продолжить изучение влияния визуальных ресурсов и метода PhBL в различных образовательных контекстах, а также продолжить свое участие в разработке демонстрационных материалов в более сложных областях физики, таких как термодинамика и квантовая механика.

Обсуждение итогов пилотного проекта конкретизирует дизайн исследований, предшествующих дальнейшим экстраполяциям. Значимость полученного результата состоит в демонстрации, во-первых, потенциала визуальной семиотики для интеграции методов обучения, во-вторых, возможностей метода PhBL быть интегрированным в разные системы образования.

### Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность участникам эксперимента – учащимся, их преподавателям и руководству учебных заведений. Один из авторов – М.А. Червонный – считает необходимым с благодарностью упомянуть два проекта (грант ТГПУ «Конструирование семиотического оптимума в образовательном пространстве подготовки будущих учителей»; проект QZOY-2024-0008 «Изучение процессов генерации и реализации цифровых инициатив образовательной направленности студентов педагогических вузов», выполняемый в рамках государственного задания Министерства просвещения РФ), создавших возможность его участия в концептуализации результатов проведенного исследования.

### БИБЛИОГРАФИЯ

- Байсултанова и др. 2024 – *Байсултанова К. Ш., Горбулева М. С., Мелик-Гайказян И. В., Первушина Н. А.* Мысленный эксперимент для конструирования семиотического оптимума в аудитории (на примере занятия на тему «Этика» в курсе «Философия») // ПРАЭНМА. Проблемы визуальной семиотики. 2024. № 3. С. 37–57. doi: 10.23951/2312-7899-2024-3-37-57
- Горбулева, Мелик-Гайказян, Первушина 2024 – *Горбулева М. С., Мелик-Гайказян И. В., Первушина Н. А.* Конструирование семиотиче-

- ского оптимума в студенческом конспекте (на примере открытой лекции Этика) в курсе «Философия») // ПРАЕНМА. Проблемы визуальной семиотики. 2024. № 2. С. 120–144. doi: 10.23951/2312-7899-2024-2-120-144
- Дружинин 2024 – Дружинин А. С. Язык в эпистемологии радикального конструктивизма // Языки и культуры в эпоху глобализации: особенности функционирования, перспективы развития и взаимодействия. М.: РУДН, 2024. С. 106–111.
- Жакпаев 2023 – Жакпаев К. Современная физика для учеников средней школы // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 4. С. 76–78. doi: 10.18411/trnio-07-2023-24
- Инишев 2020 – Инишев И. Спекулятивный медиум: материальное измерение интерпретативного опыта в герменевтической философии Гадамера // Horizon. 2020. № 9 (1). С. 44–68. doi: 10.21638/2226-5260-2020-9-1-44-68
- Lotman 1990 – Lotman, Yu. M. (1990). Universe of the mind: A semiotic theory of culture (The Second World). Indiana University Press, 1990.
- Мелик-Гайказян 2014 – Мелик-Гайказян И. В. Семиотика образования или «ключи» и «отмычки» к моделированию образовательных систем // Идеи и идеалы. 2014. Т. 6, № 4 (22). С. 14–27.
- Мелик-Гайказян 2022 – Мелик-Гайказян И. В. Семиотическая диагностика расщепления траекторий мечты о прошлом и мечты о будущем // Электронный научно-образовательный журнал «История». 2022. Т. 13, вып. 4 (114). doi: 10.18254/S207987840021199-7. URL: <https://history.jes.su/s207987840021199-7-1>
- Монастырский, Джужук 2020 – Монастырский Л. М., Джужук И. И. Условия формирования естественнонаучных смыслов в рамках обучения по программам среднего профессионального образования (на примере курса физики) // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 2. С. 2–8.
- Паршина 2021 – Паршина М. М. Интеграция общеобразовательной и профессиональной подготовки на примере феномено-ориентированного обучения // Вестник Московского университета. Сер. 20. Педагогическое образование. 2021. № 2. С. 115–122.
- Себаева 2021 – Себаева З. Современные инновационные технологии преподавания курса физики в области образования // Вестник вузов Кыргызстана. 2021. № 2. С. 125–139.
- Чалмерс 2013 – Чалмерс Д. Сознательный ум: в поисках фундаментальной теории. М.: УРСС: Либроком, 2013.
- Barthes 1964 – Barthes R. Rhetorique de l’image // Communications. 1964. Vol. 4. P. 40–51.

- Chervonnyy 2022 – *Chervonnyy M. A.* Semiotic potential of teacher education // *Education & Pedagogy Journal*. 2022. № 1. P. 13–22.
- Grusche 2019 – *Grusche S.* Phenomenon-based learning and model-based teaching: Do they match? // *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. Vol. 1287, № 1. Art. 012066.
- Eco 1976 – *Eco U.* Peirce's notion of interpretant // *MLN*. 1976. Vol. 91, № 6. P. 1457–1472.
- Kress, Van Leeuwen 2020 – *Kress G., Van Leeuwen T.* Reading images: The grammar of visual design. Routledge, 2020. 123 p.
- Mayer et al. 2009 – *Mayer F. St., McPherson F. C., Bruehlman-Senecal E., Dolliver K.* Why is nature beneficial? The role of connectedness to nature // *Environment and Behavior*. 2009. Vol. 41, № 5. P. 607–643.
- Milinskij 2024 – *Milinskij A.* The importance of the ability to transform formulas in the study of physics // *Bulletin of Pedagogical Sciences*. 2024. № 5 (3). P. 78–84.
- Piaget 1952 – *Piaget J.* The origins of intelligence in children // *International University*. 1952. Vol. 8. P. 59–64.
- Russell, Kozma 2005 – *Russell J., Kozma R.* Assessing learning from the use of multimedia chemical visualization software // *Visualization in Science Education*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2005. P. 299–332.
- Saurov 2021 – *Saurov Y.* Questions of the content, methods and techniques of forming a physical worldview // *Physics in School*. 2021. Vol. 14 (8). P. 196–215.

## REFERENCES

- Barthes, R. (1964). Rhetorique de l'image. *Communications*, 4, 40–51.
- Baysultanova, K. Sh., Gorbuleva, M. S., Melik-Gaykazyan, I. V., & Pervushina, N. A. (2024). A thought experiment for constructing a semiotic optimum in the classroom (based on the ethics lesson in the philosophy course). *ΠΡΑΞΗΜΑ. Problemy vizual'noy semiotiki – ΠΡΑΞΗΜΑ Journal of Visual Semiotics*, 3, 37–57. (In Russian). <https://doi.org/10.23951/2312-7899-2024-3-37-57>
- Chalmers, D. J. (2013). *The conscious mind: In search of a fundamental theory*. URSS: Librokom. (In Russian).
- Chervonnyy, M. A. (2022). Semiotic potential of teacher education. *Education & Pedagogy Journal*, 1, 13–22.
- Druzhinin, A. S. (2024). Language in the epistemology of radical constructivism. In *Yazyki i kul'tury v epokhu globalizatsii: osobennosti funktsionirovaniya, perspektivoy razvitiya i vzaimodeystviya* [Languages and cultures in the era of globalization: Features of functioning,

- prospects for development and interaction] (pp. 106–111). RUDN. (In Russian).
- Eco, U. (1976). Peirce's notion of interpretant. *MLN*, 91(6), 1457–1472.
- Gorbuleva, M. S., Melik-Gaykazyan, I. V., & Pervushina, N. A. (2024). Construction of the semiotic optimum in students' notes (On the example of an open lecture on ethics in a philosophy course). *ПРАΞΗΜΑ. Problemy vizual'noy semiotiki – ПРАΞΗΜΑ Journal of Visual Semiotics*, 2, 120–144. (In Russian). <https://doi.org/10.23951/2312-7899-2024-2-120-144>
- Grusche, S. (2019). Phenomenon-based learning and model-based teaching: Do they match? *Journal of Physics: Conference Series*, 1287(1), Art. 012066.
- Inishev, I. (2020). Speculative medium: The material dimension of interpretative experience in Gadamer's hermeneutic philosophy. *Horizon*, 9(1), 44–68. (In Russian). <https://doi.org/10.21638/2226-5260-2020-9-1-44-68>
- Kress, G., & Van Leeuwen, T. (2020). *Reading images: The grammar of visual design*. Routledge.
- Lotman, Yu. M. (1990). *Universe of the mind: A semiotic theory of culture (The Second World)*. Indiana University Press.
- Mayer, F. St., McPherson, F. C., Bruehlman-Senecal, E., & Dolliver, K. (2009). Why is nature beneficial? The role of connectedness to nature. *Environment and Behavior*, 41(5), 607–643.
- Melik-Gaykazyan, I. V. (2014). Semiotics of education or “keys” and “master keys” to modeling educational systems. *Ideji i idealy*, 6:4(22), 14–27. (In Russian).
- Melik-Gaykazyan, I. V. (2022). Semiotic diagnostics of the trajectory splitting between a dream of the past and dream of the future. *Elektronnyy nauchno-obrazovatel'nyy zhurnal “Istoriya”*, 13:4(114). (In Russian). <https://doi.org/10.18254/S207987840021199-7>
- Milinskij, A. (2024). The importance of the ability to transform formulas in the study of physics. *Bulletin of Pedagogical Sciences*, 5(3), 78–84.
- Monastyrskiy, L. M., & Dzhuzhuk, I. I. (2020). Conditions for the formation of natural scientific meanings within the framework of training in secondary vocational education programs (Using the physics course as an example). *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2, 2–8. (In Russian).
- Parshina, M. M. (2021). Integration of general education and professional training on the example of phenomenon-oriented learning. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 20. Pedagogicheskoe obrazovanie*, 2, 115–122. (In Russian).

- Piaget, J. (1952). The origins of intelligence in children. *International University*, 8, 59–64.
- Russell, J., & Kozma, R. (2005). Assessing learning from the use of multimedia chemical visualization software. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education* (pp. 299–332). Springer Netherlands.
- Saurov, Y. (2021). Questions of the content, methods and techniques of forming a physical worldview. *Physics in School*, 14(8), 196–215.
- Sebaeva, Z. (2021). Modern innovative technologies for teaching physics in the field of education. *Vestnik vuzov Kyrgystana*, 2, 125–139. (In Russian).
- Zhakpaev, K. (2023). Modern physics for high school students. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*, 4, 76–78. (In Russian). <https://doi.org/10.18411/trnio-07-2023-24>

*Ματεριαιλ οοοτυπυλ β ρεδακτυου 14.10.2024*