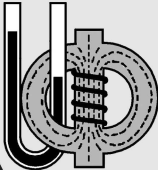


ISSN 2307-5457

*Primum  
inter pares*

Материалы XXX Всероссийской  
научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент:  
Актуальные проблемы. Современные  
решения“



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ  
  
**УЧЕБНАЯ  
ФИЗИКА**  
  
Январь - март 2025 №1  
  
Издается с января 1997 года

## СОДЕРЖАНИЕ

### Хроника

|                                                                                                                                          |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| XXX ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКАЯ<br>КОНФЕРЕНЦИЯ «УЧЕБНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ:<br>АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ. СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ» ..... | 3 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

### Основная школа

|                  |                                        |    |
|------------------|----------------------------------------|----|
| В. В. Майер      | ПРЕПАРАТЫ ИЗ ЛИКОПОДИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО |    |
| Е. И. Вараксина  | НАБЛЮДЕНИЯ И ДЕМОСТРАЦИИ ДИФРАКЦИИ     |    |
| И. А. Васильев   | СВЕТА В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ .....           | 15 |
| Е. А. Широбокова |                                        |    |

### Старшая школа

|                |                                |    |
|----------------|--------------------------------|----|
| С. И. Официн   | МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ ОПЫТОВ     |    |
| О. В. Кирьяков | С КАТУШКОЙ ИНДУКТИВНОСТИ ..... | 28 |

|                |                                          |    |
|----------------|------------------------------------------|----|
| И. Ю. Зворыкин | УЧЕБНЫЙ ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ               |    |
| М. Р. Каткова  | ВЫСОКООМНОЙ ПРИСТАВКИ К ВОЛЬТМЕТРУ ..... | 34 |

### Высшая школа

|                 |                                               |    |
|-----------------|-----------------------------------------------|----|
| Е. И. Вараксина | УЧЕБНЫЕ ОПЫТЫ ПО ДИФфуЗИИ НА УРОЧНЫХ          |    |
| В. В. Майер     | И ВНЕУРОЧНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ХИМИИ И ФИЗИКЕ ..... | 39 |
| Л. В. Шиляева   |                                               |    |

|                |                                               |    |
|----------------|-----------------------------------------------|----|
| И. В. Гребенев | ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ РЕШЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ.... | 56 |
| П. В. Казарин  |                                               |    |
| Е. В. Чупрунов |                                               |    |

### Исследования

|                |                                         |    |
|----------------|-----------------------------------------|----|
| А. П. Усольцев | РАЗВИТИЕ МЫШЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ СРЕДСТВАМИ |    |
| Т. Н. Шамало   | УЧЕБНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ..... | 66 |
| Б. М. Игошев   |                                         |    |

### От редакции

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| АКТИВНЫЙ ДЕЯТЕЛЬ ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ<br>(в память о Геннадии Григорьевиче Никифорове) ..... | 74 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                      |    |
|----------------------|----|
| АВТОРЫ ЖУРНАЛА ..... | 76 |
|----------------------|----|

---

---

**Редакция журнала:**

В. В. Майер (главный редактор), Р. В. Акатов, Е. И. Вараксина, Л. С. Кропачева

**Редакционный совет:**

|                  |                                          |
|------------------|------------------------------------------|
| С. В. Барышников | д.ф.-м.н., профессор, Благовещенск       |
| И. В. Гребенев   | д.п.н., профессор, Нижний Новгород       |
| М. Д. Даммер     | д.п.н., профессор, Челябинск             |
| П. В. Зуев       | д.п.н., профессор, Екатеринбург          |
| О. В. Лебедева   | д.п.н., доцент, Нижний Новгород          |
| Ю. А. Сауров     | д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров |
| А. П. Усольцев   | д.п.н., профессор, Екатеринбург          |
| А. А. Шаповалов  | д.п.н., профессор, Барнаул               |

**Оргкомитет конференции:**

|                          |                                         |
|--------------------------|-----------------------------------------|
| Н. Я. Молотков           | д.п.н., профессор, Тамбов               |
| Г. Г. Никифоров          | к.п.н., доцент, ИСПО РАО, Москва        |
| Ф. А. Сидоренко          | д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург      |
| Я. А. Чиговская-Назарова | к.филол.н., доцент, ректор ГИПУ, Глазов |
| Т. Н. Шамало             | д.п.н., профессор, Екатеринбург         |

**Перечень ВАК:** Журнал «Учебная физика» включен Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Минобрнауки России в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

**Адрес редакции, издателя и типографии:** 427621, Удмуртия, Глазов, Первомайская, 25, ФГБОУ ВО «ГИПУ», Телефон: (341 41) 5–32–29.  
E-mail: [uch-fiz@mail.ru](mailto:uch-fiz@mail.ru), [kropa@bk.ru](mailto:kropa@bk.ru)

---

---

**Учредитель:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет имени В. Г. Короленко»

Журнал «Учебная физика» зарегистрирован Комитетом Российской Федерации по печати 4 февраля 1997 года, регистрационный № 015686, перерегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 2 мая 2017 года, ПИ № ФС77–69506.

**Подписной индекс:** 79876.

Использование и перепечатка материалов допускаются только по договоренности с редакцией журнала.

Сдано в набор 03.03.25. Подписано в печать 27.03.25.

Дата выхода в свет: 31.03.25.

Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,75.

Заказ 169. Тираж 200 экз. Цена свободная.

**Первая страница обложки:** Демонстрация натурной модели сердца доцентом А. В. Долженко на XXX Всероссийской научно-практической конференции «Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения».

*Научная статья*

ББК 74.262.23

УДК 372.853

А. П. Усольцев, Т. Н. Шамало, Б. М. Игошев

## РАЗВИТИЕ МЫШЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ СРЕДСТВАМИ УЧЕБНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В статье рассматривается проблема использования учебного физического эксперимента с целью развития мышления школьников. Указывается негативная тенденция стирания граней между натурным и виртуальным экспериментом в практике обучения. Предлагается построение системы учебных физических экспериментов на основе учета принципов развития мышления в соответствии с обобщенным алгоритмом организации изучения учебного раздела физики в школе.

*Ключевые слова:* система школьного физического эксперимента, принципы развития мышления, структура изучения темы.

A. P. Usoltsev, T. N. Shamalo, B. M. Igoshev

## THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' THINKING BY MEANS OF AN EDUCATIONAL PHYSICAL EXPERIMENT

The article deals with the problem of using an educational physical experiment to develop the thinking of schoolchildren. The negative tendency of erasing the differences between full-scale and virtual experiments in the practice of teaching is indicated. It is proposed to build a system of educational physical experiments based on the principles of thinking development in accordance with a generalized algorithm for organizing the study of the educational section of physics at school.

*Keywords:* the system of school physical experiment, the principles of thinking development, the structure of studying the topic.

DOI: 10.62957/2307-5457-2025-1-66-73

### 1. Постановка проблемы

Предметная деятельность, направленная на преобразование окружающего мира, лежит в основе мышления человека. Замещение «гаджетами» работы руками у современных детей, особенно в младшем

возрасте, приводит к деформациям их мышления, негативный эффект которых еще только предстоит выявить. Развитие искусственного интеллекта (ИИ) приводит к тому, что человек заменяется машиной не только там, где требуются рутинные технические операции, но и в интеллектуальной сфере. Если не вставать на позиции луддизма и рассматривать ИИ и «гаджеты» не как безусловное зло, а как инструмент в арсенале человека для преобразования действительности и его освобождения от рутинной работы в пользу творчества, то ответ на вопрос — в чем миссия школьного натурного эксперимента в современных условиях? — очевиден: натурный эксперимент призван развивать мышление ребенка, сохраняя его связь с материальным миром. И диалектика при этом такова: эксперимент, с одной стороны, должен нивелировать отрицательное влияние цифровых технологий на ребенка, а с другой стороны, максимально использовать их возрастающие возможности для реализации своей миссии.

Утверждение «посмотрел эксперимент, воспроизвел эксперимент — значит развил свое мышление», часто по умолчанию бытующее в среде преподавателей физики, нельзя считать верным. Сложность и изящество технических решений в ходе разработки и проведения демонстрации не являются гарантией их дидактической результативности при использовании в учебном процессе. Возникает проблема: «Каким образом использовать натурный физический эксперимент в качестве инструмента развития мышления?»

Решением проблемы будем считать формулировку требований к использованию учебного физического эксперимента, выполнение которых будет не только способствовать достижению предметных результатов по физике, но позволит развивать мышление обучающихся.

## 2. Решение проблемы

Эти требования возможно сформулировать на основе принципов развития мышления, выделенных нами [12].

Кратко опишем эти требования.

1. Создание для обучающегося возможности выбора (*принцип субъектности*).

2. Выделение существенных сторон предмета изучения (*принцип наглядности*).

3. Системное представление учебных элементов в их взаимосвязях, приводящее к усложнению когнитивно-репрезентативных структур в сознании обучающегося (*принцип системности*).

4. Выделение в мыслительной деятельности норм, шаблонов, алгоритмов, являющихся своего рода «инструментом» мышления, позволяющих быстро и безошибочно добиваться требуемого результата в типовых ситуациях и сводить нетиповые ситуации к типовым (*принцип нормируемости*).

5. Возможность проявления воображения обучающегося, выхода за рамки любых шаблонов и алгоритмов (*принцип творчества*).

6. Предоставление обучающемуся дихотимически связанных моделей — диалектически взаимоисключающих и дополняющих друг друга для целостного понимания изучаемого объекта (*принцип дополнительности*).

Все эти требования диалектически связаны между собой, их выполнение невозможно при использовании одного или нескольких отдельных, несвязанных между собой экспериментов. Необходимо построение и использование системы школьного физического эксперимента, поэтапно формирующей в сознании учеников систему знаний по той или иной теме школьного курса физики.

Таблица 1

Обобщенный алгоритм организации изучения учебного раздела в соответствии с принципами развития мышления школьников

| № | Этап                                          | Принцип                                    |
|---|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | Активизация субъектности                      | Субъектности                               |
| 2 | Изучение ключевой ситуации                    | Наглядности                                |
| 3 | Введение основных понятий                     | Наглядности                                |
| 4 | Построение обобщающей схемы                   | Системности                                |
| 5 | Наполнение обобщающей схемы частностями       | Нормируемости                              |
| 6 | Создание пространства альтернатив для ученика | Творчества, дополнительности, субъектности |

Возможный вариант такой системы нами реализован на основе обобщенного поэтапного алгоритма использования натурального физического эксперимента при изучении отдельного раздела школьного курса физики (табл. 1). Опишем эти этапы подробнее.

### 2.1. Активизация субъектности

Любой самый изящный и оригинальный физический опыт будет иметь нулевой учебный эффект, если обучающиеся не проявят к нему никакого интереса, не поймут суть демонстрируемых им процессов. Организация внимания учеников в ходе усвоения темы или отдельного понятия начинается со стадии непроизвольного внимания, которая, в случае успеха, должна перерасти в произвольное внимание и, наконец, в послепроизвольное внимание, которое и будет являться проявлением и развитием субъектности обучающегося. Именно послепроизвольное внимание является проявлением субъектности, и, одновременно, средством ее развития. Физический эксперимент, необходимый для начального эмоционального всплеска, должен быть в какой-то степени похожим на иллюзион. Именно на этом этапе нужно и можно использовать весь арсенал так называемых «занимательных опытов», результаты которых удивляют, вызывают диссонанс с имеющимся у школьников опытом и бытовыми представлениями.

Классикой жанра являются опыты, описанные Я. И. Перельманом в его неустаревающей книге «Занимательная физика».

Необходимо признать, что на этом этапе физическому эксперименту составляет конкуренцию мультимедиа, где присутствует максимум динамики, движения, звуков и действия, что привычно для восприятия современным школьником. Но можно осторожно утверждать, что наступает пресыщение такого рода контентом, а натурный эксперимент сегодня часто является экзотикой для ученика, и поэтому вызывает у него неподдельный интерес. Например, никакой видео-контент не сравнится по вызываемым у школьника эмоциям с запуском реактивного прибора из пластиковой бутылки, ставшего безусловным «хитом» простого эксперимента [5].

На этом этапе целесообразно использовать опыт (или видеофрагмент), показывающий применение изучаемого явления на практике, в быту и на производстве. Задача такой демонстрации — сформировать у школьника понимание значимости изучаемого материала в жизни человека, дать ему ответ на вопрос «А зачем мне нужно изучать это физическое явление?». Такой опыт призван обеспечить послепроизвольное внимание ученика, обусловленное пониманием практического значения изучаемого явления. Таких опытов очень мало, и эта ниша практически не заполнена. В качестве примера можно привести предложения по изучению процесса распространения дымовых газов в помещении на математической модели, адекватность которой проверяется экспериментально [11].

Естественно, что принцип субъектности должен учитываться на всех этапах использования эксперимента при изучении темы, который, как следует из его формулировки, реализуется, в основном, через создание ситуации выбора. Возможность выбора в полной мере обеспечивается на заключительном этапе, о котором будет сказано ниже.

## 2.2. Изучение ключевой ситуации

Ключевым элементом, связывающим все учебные элементы темы между собой, является физическое явление. Именно на этом этапе эксперимент призван максимально наглядно продемонстрировать то физическое явление, которое дальше будет изучаться. Главной целью такой демонстрации является формирование в сознании обучающегося наглядного образа, позволяющего максимально точно выделить сущность явления и его признаки, определить условия протекания и, по возможности, выделить основные характеристики.

Очень важно сформировать правильный наглядный образ явления именно на начальной стадии его изучения, так как именно этот первоначальный образ сохраняется в памяти надолго. В случае неудачного выбора «главной» демонстрации явления может сформироваться совершенно неверное представление, которое будет сильно тормозить дальнейшее формирование требуемых физических понятий. Например, если при начальном изучении равномерного движения показать

демонстрацию, где на равномерно движущейся ленте качающийся маятник мелом оставляет следы, то у школьника может сформироваться устойчивая зрительная ассоциация маятника с равномерным движением.

В качестве положительного примера можно привести демонстрацию основных законов физической оптики [7], где наглядно, зрелищно (что тоже немаловажно) показываются законы прямолинейного распространения света в однородной среде, независимости световых пучков, отражения и преломления света.

Именно на стадии опытной демонстрации сущности явления максимально эффективным будет совместное использование компьютерных интерактивных моделей, которые, с одной стороны, способствуют выделению абстрактной сущности явления и формированию соответствующих физических понятий, а с другой стороны, позволяют сравнить эти модели с реальным экспериментом, и, тем самым, проверить их адекватность [1]. Например, опыт по интерференции целесообразно дополнить демонстрацией и изучением компьютерной модели интерференции круговых волн от двух точечных источников, позволяющей увидеть интерференционную картину при различных условиях [6].

### 2.3. Введение основных понятий

Как видно, предыдущий этап демонстрации явления плавно и желательно «бесшовно» должен переходить в стадию введения основных понятий. На этой стадии желательно показать серию демонстраций, системно связывающих понятия воедино. Например, демонстрация прямолинейного распространения света в дальнейшем может сопровождаться демонстрацией, показывающей тень, полутень, моделировать солнечные и лунные затмения, а также показывать границы применения законов геометрической оптики.

На этом этапе должен учитываться принцип наглядности. В реализации этого принципа используются возможности мультимедийных средств и натурального эксперимента, позволяющие отбросить все второстепенное, максимально «обеднить» визуализированный ряд до модельности, чтобы была визуально показана абстрактная сущность изучаемого процесса. Возникающий при этом наглядный образ уже обобщен до уровня понятия, что значительно повышает вероятность «правильного понимания» учеником изучаемого материала, развития его когнитивно-репрезентативных структур в требуемом направлении.

Например, использование цифровой лаборатории позволяет очень наглядно демонстрировать соответствие характеристик звука (высоты и громкости) физическим характеристикам звуковой волны (частоте и амплитуде). Тогда в сознании учащихся, например, высокий и громкий звук будет ассоциироваться с видом на экране компьютера графика амплитудного колебания высокой частоты.

### 2.4. Построение обобщающей схемы

Дальнейшее изучение физического явления и формирование связанных с ним ключевых понятий должно привести к конкретизации и

обособлению отдельных разделов и частных. Все это в итоге должно привести к единой системе, поэтому на данном этапе должен, в первую очередь, реализоваться принцип системности. Например, демонстрация измерения средних скоростей и ускорений, наблюдения траектории движения при прямолинейном равномерном и равноускоренном движении, при движении по окружности, при движении тела, брошенного под углом к горизонту, при колебательном движении должна сформировать в сознании ученика общность всех этих демонстраций как демонстраций механического движения, так и различия, определяющие разделение механического движения на разные виды.

Демонстрации из раздела «оптика» призваны показать, с одной стороны, их общность как способов показа и изучения свойств электромагнитной волны, а с другой стороны, различия, определяемые условиями сопоставления размеров препятствий с длиной световой волны. Уменьшение щели, через которую проходит луч света, приводит к уменьшению размеров полосы света на экране, а затем, при каком-то пороговом значении, получаемая на экране картинка принципиально становится другой и показывает уже интерференцию.

Наиболее общая система, охватывающая весь окружающий мир, определяет научное мировоззрение школьников, а формируемые при этом когнитивно-репрезентативные системы определяют критичность их мышления.

## 2.5. Наполнение общей схемы частностями

После того, как основные понятия усвоены, на их фундаменте создана обобщенная схема темы, необходимо «заполнить» полученную ментальную структуру максимально разнообразными конкретными образами. На этом этапе используется максимально разнообразный спектр опытов и демонстраций — от самых простых домашних экспериментов [3], экспериментальных заданий и задач [4] до проведения экспериментальных исследований разного уровня сложности и новизны. Но вся эта внешняя «пестрота» призвана научить школьника видеть общее и использовать имеющиеся у него мыслительные алгоритмы и шаблоны — нормы [9]. Таким образом, становится актуальной реализация принципа нормирования, где в качестве нормы самого высокого уровня обобщения выступает цикл научного познания «факты → модель → следствия → эксперимент» [10] и/или методологическая структура учебного физического эксперимента: условия → результат → анализ [8].

Причем эти нормы должны формироваться в определенной последовательности в зависимости от развития мышления школьников и их продвижения в изучении физики. Например, в ходе проведения эксперимента в 7 классе подробно разбирается алгоритм построения графика зависимости давления жидкости от глубины по точкам, а использование при этом цифровой лаборатории представляется нецелесообразным. В одиннадцатом классе, когда понятие графика у школьника сформировано во внутреннем плане, детальное обсуждение принципов его построения совершенно излишне. Поэтому использование цифровой лаборатории позволяет быстро и наглядно демон-

стрировать вольтамперные характеристики различных электрических цепей и формировать при этом новые нормы, связанные с пониманием причинно-следственных связей между напряжением и силой тока.

### 2.6. Создание пространства альтернатив для ученика

Уже на предыдущем этапе выбор внимания школьника определяется его потребностями и способностями. Ему должен быть предоставлен спектр различных альтернатив для разного рода деятельности, в котором он нашел бы свою индивидуальную траекторию. На этом этапе важен учет принципа дополнительности, который, связывается с ключевой дихотомией человека: внешним миром (изучаемым естественнонаучными науками) и его внутренним духовным миром (развиваемым сферой гуманитарных наук и искусства).

Ученик, углубленно изучающий физику и имеющий инженерные задатки, может развиваться в области учебного физического эксперимента и получать в ней объективно новые результаты [2]. Школьник, увлекающийся информационными технологиями, может разрабатывать цифровой или имитационный эксперимент. Принцип дополнительности в этом случае реализуется через диалектическую дихотомию натуральных и цифровых экспериментов.

Будущий животновод может создавать собственную автопоилку для хомяка, будущий врач — разрабатывать новые технические средства для диагностики заболеваний, будущий художник в ходе создания художественных объектов будет осваивать технологии, необходимые ему для творчества, и экспериментировать со светом, звуком и материалом, создавать арт-объекты. Таким образом, и гуманитарий находит для себя смысл в экспериментировании и конструировании. Естественно, что во всех этих случаях необходима эвристика, креативность, выход за рамки сформированных шаблонов, что и доказывает необходимость учета принципа творчества.

Именно на завершающем этапе в высшей степени начинает проявляться субъектность школьника, которая прошла путь от непроизвольного удивления при наблюдении интересного опыта, показанного учителем, до сознательного и напряженного труда по созданию чего-то нового.

## 3. Заключение

Применение разных видов и форм эксперимента с целью развития мышления обучающихся целесообразно поэтапно осуществлять в соответствии с обобщенным алгоритмом организации изучения учебного раздела: активизация субъектности, изучение ключевой ситуации, введение основных понятий, построение обобщающей схемы, наполнение обобщающей схемы частностями, создание пространства альтернатив для ученика.

Система физического эксперимента, сопровождающая ученика на этих этапах, может выглядеть следующим образом:

- знакомство с изучаемым физическим явлением начинается с занимательных опытов и опытов, показывающих использование и учет явления в жизни и на производстве;

- далее следует «ключевая» демонстрация, формирующая наглядный образ изучаемого явления;
- последующие демонстрации направлены на формирование основных понятий, характеризующих изучаемое явление;
- затем предлагается максимально возможный спектр различных опытов и видов экспериментальной деятельности — от простых опытов и экспериментальных задач до работ физического практикума и творческой деятельности по созданию и модернизации физических демонстраций. Это обеспечивает множество альтернатив для дальнейшего творчества обучающегося в разных сферах: от проектно-исследовательской, изобретательской деятельности до создания художественных арт-объектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова Д. А., Оспенникова Е. В. Компьютерные симуляции учебного физического эксперимента: методологический и дидактический аспекты применения в обучении // Педагогическое образование в России. — 2021. — № 6. — С. 13–23.
2. Вараксина Е. И. Научная деятельность в учебном физическом эксперименте // Учебная физика. — 2021. — № 1. — С. 46–66.
3. Зуев П. В. Простые опыты по физике в школе и дома [Электронный ресурс]: метод. пособие для учителей. — М.: Флинта, 2012. — 141 с.
4. Кудинов В. В., Даммер М. Д. Экспериментальные задачи и задания: понятия и классификации // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. — 2010. — № 23(199). — С. 75–81.
5. Майер В. В., Васильев И. А. Ученический проект: демонстрация ракеты на уроке // Учебная физика. — 2015. — № 1. — С. 3–6.
6. Майер В. В., Вараксина Е. И. Цифровой образовательный ресурс: формирование наглядного образа интерференции света // Учебная физика. — 2024. — № 2. — С. 3–15.
7. Майер В. В., Вараксина Е. И. Экспериментальное обоснование основных законов физической оптики // Учебная физика. — 2024. — № 2. — С. 16–31.
8. Майер В. В. Элементы учебной физики как основа организации научного познания в современной системе физического образования: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Майер Валерий Вильгельмович. — Глазов, 2000. — 409 с.
9. Оспенникова Е. В. Место эксперимента в системе научного познания // Учебная физика. — 2002. — № 2. — С. 31–41.
10. Разумовский В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: пособ. для учителей. — М.: Просвещение, 1975. — 272 с.
11. Складов, К. А., Сушко Е. А., Чухлебов А. В. Организация проведения экспериментов по подтверждению адекватности математической модели процессов распространения дымовых газов в помещении // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. — 2013. — № 1–1(2). — С. 425–429.
12. Усольцев А. П. Принципы развития мышления. — Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2023. — 220 с.

Уральский государственный  
педагогический университет

Поступила в редакцию 09.12.24.