ISSN 2307-5457

Primus inter pares

Материалы XXX Всероссийской научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения"

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ

УЧЕБНАЯ ФИЗИКА

Июль - сентябрь 2025 №3

Издается с января 1997 года

СОДЕРЖАНИЕ

Основная школа

Р. М. Абдулов, М. С. Свечникова — ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗДЕЛА «ДАВЛЕНИЕ» 3

Старшая школа

М. А. Фаддеев, Ю. В. Масленникова, Н. С. Тараканов — ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕЛОМЛЕНИЯ И ОТРАЖЕНИЯ ПУЧКОВ СВЕТА В ТРЕУГОЛЬНОЙ ПРИЗМЕ 11

Высшая школа

А. И. Грибков, Р. В. Романов — ПРОСТОЙ МАЯТНИК: ИСТОРИЯ, ТЕОРИЯ, РЕАЛЬНОСТЬ И ВИРТУАЛЬНОСТЬ 22

А. А. Кривушин, О. А. Милованова, С. А. Кривушина — ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ИМПЕДАНС БИОТКАНИ В УЧЕБНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА 40

В. В. Майер, Ю. А. Корнев — ПОЛУЧЕНИЕ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОТ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ПЬЕЗОГЕНЕРАТОРА 56

Технологии обучения

П. В. Зуев, В. Е. Сидоров — ПРОПЕДЕВТИКА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ УЧАЩИХСЯ ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССОВ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ В УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА 66

Науковедение

Ю. А. Сауров — ЭССЕ О КНИГЕ «ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ» 76

АВТОРЫ ЖУРНАЛА 80

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
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, 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 02.09.25. Подписано в печать 25.09.25.
Дата выхода в свет: 30.09.25.
Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 5,0.

Заказ 171. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Экспериментальная установка для проверки закона Кулона в демонстрационном опыте.

Научная статья
ББК 74.262.23
УДК 372.853

П. В. Зуев, В. Е. Сидоров

ПРОПЕДЕВТИКА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ УЧАЩИХСЯ ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССОВ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ В УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА

В статье представлен обзор опыта обучения физике учащихся инженерных классов. Дан краткий анализ психологических особенностей учащихся начальной школы. Отмечены необходимость раннего изучения физики, особенности организации обучения в рамках образовательного кластера и преимущества такой организации. Проанализированы и названы основные трудности обучения физике учащихся инженерных классов начальной школы. Раскрыты конкретные методические решения: вступительные испытания, содержание деятельности школьников, тематика проектов; дан образец применяемых дидактических материалов.
Ключевые слова: инженерные классы, начальная школа, психологические особенности, образовательный кластер, обучение физике.

P. V. Zuev, V. E. Sidorov

PROPAEDEUTICS OF TEACHING PHYSICS TO STUDENTS IN ENGINEERING CLASSES AT ELEMENTARY SCHOOLS WITHIN AN EDUCATIONAL CLUSTER

The article provides an overview of the experience of teaching physics to students in engineering classes. It provides a brief analysis of the psychological characteristics of primary school students. The article highlights the importance of early physics education, the specific features of teaching within an educational cluster, and the benefits of such an approach. The article also analyzes and identifies the main challenges in teaching physics to students in engineering classes at primary schools. Specific methodological solutions are disclosed: entrance tests, the content of children's activities, and the topics of projects. An example of the applied didactic materials is provided.
Keywords: engineering classes, elementary school, psychological characteristics, educational cluster, physics education.

DOI: 10.62957/2307-5457-2025-3-66-75

Современное общество, которое принято называть постиндустриальным, характеризуется высоким темпом развития новых технологий, что, безусловно, отражается на тенденциях совершенствования

Учебная физика. 2025. № 3. С. 66–75
© Зуев П. В., Сидоров В. Е., 2025

образования. В нестабильном, быстро меняющемся мире с лавинообразным ростом знаний изменяются роли субъектов образовательного процесса, расширяется их круг, преобразуются функции. Теперь ученик является объектом внимания не только учителей и родителей, но и педагогов дополнительного образования, производственников, социальных и силовых структур, преподавателей вузов, коммерческих организаций. Следует отметить, что в обучении детей большую ценность приобретают не только знания, но и, прежде всего, обобщенные практические, экспериментальные, интеллектуальные, творческие, коммуникативные умения, которые будут необходимы учащимся в течение всей жизни.

Одной из тенденций современного образования является ранняя специализация (профильность обучения). Усиление роли инженерного образования в нашей стране и за рубежом потребовало пересмотра отношения к изучению базовых учебных дисциплин, на которых держится инженерное дело: физики, математики, черчения, информатики и химии. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью формирования у детей не только базовых знаний в области физики, но и навыков, которые помогут им в дальнейшем обучении и в жизни. Важно отметить, что начальная школа — это тот период, когда закладываются основы понятийного, словесно–логического мышления. Именно в это время необходимо активно развивать у детей умение мыслить критически, находить логические связи между предметами и явлениями. Введение в физику на ранних этапах обучения может стать мощным инструментом для достижения этой цели, если использовать адекватные, эффективные методы и подходы к обучению.

Младший школьный возраст в периодизации Д. Б. Эльконина завершает эпоху детства и определяется хронологическими границами от 7 до 12 лет. Это период интенсивной ориентации ребенка в сфере социально–предметных отношений и опережающего темпа развития операционно–технической сферы деятельности и познавательных способностей [20]. Младший школьный возраст — это сензитивный период для формирования познавательного отношения к миру, навыков учебной деятельности, организованности и саморегуляции [1]. Главная особенность социальной ситуации развития заключается в том, что с поступлением в школу ребенок впервые становится субъектом общественно значимой и общественно оцениваемой деятельности — учебной. Все отношения ребенка с миром теперь опосредуются его новой социальной позицией — позицией школьника. Доминирующей психической функцией в младшем школьном возрасте становится мышление. Центральной линией развития выступает интеллектуализация и, соответственно, формирование опосредованности и произвольности всех психических процессов: восприятие преобразуется в наблюдение; память реализуется как произвольное запоминание и воспроизведение с опорой на мне-

мотехнические средства (например, план) и становится смысловой; речь становится произвольной, построение речевых высказываний осуществляется с учетом цели и условий речевой коммуникации; внимание приобретает произвольность [4]. Ведущая деятельность учащихся начальной школы — учебная, она предполагает овладение обобщенными способами действий в системе научных понятий, поэтому все психологические новообразования младшего школьного возраста формируются именно в учебной деятельности, а их содержание и качество определяются методами обучения и особенностями ее организации.

История развития образования в России показывает, что раннее обучение физике возможно и полезно. Примером являются горнозаводские школы, семейное изучение основ наук по классическим пособиям Я. И. Перельмана [2, 15], Е. И. Игнатьева [12], А. Е. Ферсмана [18], А. В. Цингера [19].

Цель раннего изучения физики, по мнению А. В. Цингера, заключается в том, «чтобы дать элементарные сведения, ознакомить с принятыми терминами, помочь научиться примитивному экспериментированию, а главное, возбудить интерес к содержанию физики и привить любовь к наблюдению» [19, с. 5].

Основная цель обучения физике с первого класса школы — это создание для учащихся условий, позволяющих максимально взаимодействовать с реальными (материальными) объектами, знакомиться с природными явлениями и методами познания [14], сформировать интерес к наблюдениям, экспериментированию, конструированию, изобретательству.

В Свердловской области с 2015 года реализуется Программа Губернатора «Уральская инженерная школа», осуществляется обучение детей, начиная со старшего дошкольного возраста. Однако в школе № 22 города Верхняя Пышма, являющегося медной столицей Урала, физика изучается в инженерных классах с 7 лет, то есть с момента поступления в школу, в связи с чем можно сделать некоторые промежуточные выводы [13]. О необходимости и возможности создания инженерных классов, начиная с 7–летнего возраста, разговор шел в предыдущих статьях [5–10]. Идеи, лежащие в основе этой работы, обсуждались в нешем докладе [11].

Проведенное сравнение программы естественнонаучного цикла TIMSS для 4 класса с отечественными программами курса «Окружающий мир» показывает расхождение как в объеме часов изучаемого содержания (меньшее число содержательных единиц), так и в наполнении содержания изучаемых тем. В содержании курса «Окружающий мир» отсутствует 7 больших тем, которые представлены в содержательной области «Физические науки» TIMSS: «Источники энергии», «Силы и движение», «Тепловые», «Световые», «Звуковые», «Электрические» и «Магнитные явления». Кроме того, переход из начальной школы в среднее звено приводит к разрыву естественно-

научной подготовки учащихся 5–6 классов, при этом первоначальные естественнонаучные знания, полученные в начальной школе, и связанные с ними умения забываются и теряются [Концепция преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях РФ, реализующих основные образовательные программы. Утверждена Решением Коллегии Министерства Просвещения РФ. Протокол от 03.12.2019 г. № ПК–4вн].

Организация внеурочной пропедевтической деятельности по физике начинается с письменного заявления родителей и последующего тестирования первоклассников, поступающих в школу по микрорайону и желающих обучаться в инженерном классе. Тест для отбора в первый инженерный класс состоит из двух частей: первая ориентирована на определение общей готовности ребенка к школе, а вторая позволяет выявить способность и умение будущего первоклассника создавать действующие модели простейших устройств (волчка, флюгера, домика из листа бумаги, гудящей флейты, катапульты и т. д.). Материалы и инструменты для поделок дети приносят с собой, а инструктаж получают перед выполнением предложенного задания. Время для выполнения 30–40 минут. Экспериментальное задание имеет больший весовой коэффициент по сравнению с теоретическим, и при равных баллах за работу в инженерный класс проходит тот, кто получил больший балл за экспериментальное задание. Следует отметить, что ребенок не просто делает модель, он ее доводит до рабочего состояния и демонстрирует эксперту.

Зачисление в инженерный класс осуществляется на конкурсной основе. Списки претендентов публикуются на сайте школы. В первой декаде сентября для родителей проводится родительское собрание, где подробно формулируется цель созданного инженерного класса, сообщаются особенности обучения: обязательная помощь ребенку в выполнении домашних экспериментальных заданий, в подборке и предоставлении необходимого оборудования, наблюдение за выполнением домашнего задания и соблюдением правил техники безопасности, посещение технических мероприятий, чтение занимательной литературы по физике и технике, участие в технических кружках и конкурсах, выполнение проектов с первого класса и до выпуска из школы. Родителям предлагаются примерные темы проектов для учащихся 1 класса и перечень тем внеурочных занятий по курсу «Личность, природа, физика», который рассчитан на 34 часа в год по одному занятию в неделю в режиме внеурочной деятельности учащихся.

1. Личность.
2. Деятельность.
3. Познание.
4. Что такое наука?
5. Природа.
6. Человек — часть природы.

7. Наука как вид деятельности.
8. Науки о природе.
9. Измерительные приборы.
10. Наблюдения.
11. Тела и вещества.
12. Модель.
13. Эксперимент.
14. Явления природы.
15. Химические явления.
16. Физические явления.
17. Атмосферное давление.
18. Опыты по теме «Атмосферное давление».
19. Архимедова сила.
20. Механическое движение.
21. Опыты по теме «Механические явления».
22. Тепловые явления.
23. Опыты по теме «Тепловые явления».
24. Электризация тел.
25. Задания по теме «Электризация тел».
26. Электрический ток.
27. Действия электрического тока.
28. Постоянные магниты.
29. Электромагнитные явления.
30. Опыты по теме «Электромагнетизм».
31. Звуковые явления и источники звука.
32. Основные характеристики звука.
33. Световые явления.
34. Конкурс естествоиспытателей.

Для проведения занятий класс делится на две группы, одна группа занимается информатикой, другая — физикой. Продолжительность занятия 40 минут. Деление класса необходимо для качественной самостоятельной работы учащихся по созданию моделей приборов и проведению экспериментов с их использованием. Например, при изучении темы «Тепловые явления» в начале урока школьники наблюдают серию опытов по расширению твердых, жидких и газообразных тел при нагревании. Отвечают на вопросы учителя: Что происходит с телом при нагревании? Какие явления, изменения мы наблюдаем? Как называются эти изменения? Только ли при нагревании изменяется объем тела? Затруднения при ответах на поставленные вопросы решаются экспериментальным методом. Школьникам выдается стеклянный флакон, крышка для него, прозрачная трубка для коктейля и подкрашенная вода. Первокласснику надо изготовить термоскоп Галилея и убедиться, что при нагревании прибора до температуры, соизмеримой с температурой тела человека, вода расширяется и поднимается вверх по трубке. Получив кубики льда, ученики убеждаются, что при повышении температуры изменяется

агрегатное состояние вещества: твердый лед превращается в воду. Далее учащимся сообщается, что *температура* — это характеристика внутреннего состояния вещества, показывающая степень нагретости тел. Температуру измеряют прибором *термометром,* который имеет разные виды и разные назначения.

Сообщается информация об основных единицах измерения температуры в международной системе (СИ) — это Кельвин (К). В повседневной жизни часто используют градус Цельсия (°С). Шкала Цельсия широко используется в нашей стране, и поэтому важно знать, что за 0° температуры в этой шкале принимается температура таяния льда, а за 100° — температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении.

Домой ученики получают листок с конспектом и заданием из тетради на печатной основе, а учителю посылают на почту результаты выполненного задания (рис. 1). Тетрадь разработана П. В. Зуевым, отправлена в издательство «Просвещение», проходит апробацию. При необходимости ученики посылают фото прибора, который сделали самостоятельно.

Ожидаемые результаты обучения в 1 классе: 1) узнавать изученные объекты и явления живой и неживой природы; 2) знать, что такое физическое явление; 3) уметь отличать природные, физические и химические явления друг от друга; 4) понимать, что человек — часть природы; 5) знать цикл познания; 6) уметь выделять основные уровни познания (теоретический и эмпирический), а также используемые в них методы; 7) знать основные признаки личности, определение и структуру деятельности; 8) владеть умениями поиска необходимой информации.

В последующих классах начальной школы дети продолжают знакомство с физикой и ее ролью в жизни человека, общества и природы. Постепенно изменяются методы обучения: учебная деятельность становится более самостоятельной, расширяется и усложняется содержание образования, широко используется лабораторное оборудование для проведения фронтальных лабораторных работ, усложняются домашние задания, приобретая поисково–аналитический характер изучения физического объекта или явления.

Подобная организация пропедевтического обучения физике учащихся инженерных классов начальной школы позволяет восполнить недостающие темы по физике в курсе «Окружающий мир» и повысить уровень естественнонаучной грамотности школьников при изучении курса «Естествознание» [3] в 5 и 6 классах основной школы.

Бесспорным преимуществом создания инженерных классов, начиная с момента обучения детей в школе, является процесс вовлечения учащихся в интеллектуально–производственную образовательную среду, максимально используя возможности образовательного кластера [17]. Наш образовательный кластер — это совокупность учебных заведений, центров дополнительного образова-

Тепловые явления — это физические явления, которые связаны с нагреванием и охлаждением тел.

Нагревание и охлаждение, испарение и кипение, плавление и отвердевание, конденсация — все это примеры тепловых явлений.

- Ощущение тепла или холода — субъективный фактор, который зависит от восприимчивости человека и его состояния, поэтому данную характеристику измеряют прибором — **термометром**.
- Любое измерение температуры требует времени для того, чтобы термометр мог войти в состояние теплового равновесия с телом, температуру которого мы измеряем.
- Термометр показывает собственную температуру, которая в состоянии теплового равновесия равна температуре тела!

Нормальная температура человека равна $+36,6\,^\circ$C*, критическая температура человека составляет* $+42\,^\circ$C.
Наибольшая температура на Земле $+58\,^\circ$C*, самая низкая температура на Земле равна* $-88\,^\circ$C.
Температура на поверхности Солнца $+6000\,^\circ$C.

Вопросы и задания

1. Положите одну руку на деревянный стол, а второй рукой обхватите металлическую ножку стула и почувствуйте разницу, результат запишите.

2. Найдите дома все термометры и запишите, какие есть и для каких целей применяются.

3. Измерьте температуру собственного тела в спокойном состоянии, а затем сделайте 30 быстрых и глубоких приседаний и еще раз измерьте температуру. Результат запишите

Рис. 1. Фрагмент тетради на печатной основе

ния и предприятий, взаимодействующих по подготовке учащихся к инженерно–технической деятельности. Этому способствуют встречи с инженерами–наставниками, преподавателями технического университета, студентами. Большую роль играет участие обучающихся в конкурсе «Инженериада» [16], в технических выставках, олимпиадах, инженерных соревнованиях, конкурсах изобретателей, соревнованиях по техническим видам спорта, 3*D*–моделированию и робототехнике. Безусловно, все перечисленное выше создает необходимую творческую атмосферу и вызывает желание взаимодействовать со средой творчества и изобретательства. Наибольшего успеха достигают учащиеся, которые с родителями участвуют во всех мероприятиях, вместе выполняют проектные работы. Из предложенных учащимся тем для выполнения проектов 70% связаны с физикой и техникой. Вот только некоторые из них: *Создание действующей модели ветрогенератора. Передаточные механизмы в построении модели тихоходного лифта из Лего. Изучение плавания тел на модели подводной лодки. Создание модели транспортного средства на воздушной подушке. История создания калейдоскопа и изготовление модели в домашних условиях. Создание модели автомобиля на солнечной батарее. Влияние влажности на здоровье человека и виды гигрометров. Кристаллы, их выращивание и применение в быту и технике. Создание трансформатора Тесла и опыты с ним.*

Механизм выбора тем для проекта школьника следующий: из рекомендованного списка тем школьник выбирает понравившуюся ему. Учитывая, что проект обязательно предполагает наличие материального продукта, возникает необходимость поиска и приобретения материалов и инструментов для его изготовления. Родители имеют возможность изменить тему в случае возникших проблем, предварительно согласовав ее с учителем как по формулировке, так и по получению конкретного продукта. Субъекты учебного процесса получают подробный инструктаж по выполнению и оформлению проекта в соответствии с требованиями Положения о проектной деятельности, а также могут получить личную консультацию учителя. Большинство учащихся и родителей с интересом воспринимают занятия по физике и выполнение проектного задания, но это состояние достигается путем преодоления больших трудностей дидактического, материального и психологического плана.

В первом классе не все дети умеют читать и писать или делают это недостаточно хорошо, поэтому нужны дидактические средства, которые позволят устранить или уменьшить данную проблему без потери интереса к изучению физики. Начиная с 3 класса, возникает проблема с использованием специального оборудования для безопасного самостоятельного экспериментирования учащимися. Такого оборудования мало, не всегда оно удобно для использования. Чтобы ученик мог успешно экспериментировать в домашних усло-

виях и получать помощь в написании проектов, необходима специальная подготовка учителей начальной школы, учителей физики, родителей, нужны рабочие тетради для каждого ученика, необходимо и учебное пособие по обучению физике и созданию домашних экспериментальных установок для проведения опытов.

Некоторые выводы. Обучение физике учащихся с 1 класса инженерного профиля не только возможно, но и необходимо (именно в инженерных, технических, физических, то есть профильных классах).

Для обучения нужны адекватные целям и программам дидактические пособия и учебное оборудование с учетом возраста обучаемых, уровня знаний и их жизненного опыта.

Нужен примерный перечень учебных фильмов, иллюстрирующих физические явления и использование законов физики в современном производстве.

Важной задачей считаем подготовку учителей физики и начальной школы, способных эффективно обучать учащихся 1–х и 4–х классов, организовывать проектно–исследовательскую деятельность, заниматься моделированием и изобретательством.

Итак, предстоит большая и сложная работа, которая продиктована временем и оправдана необходимостью подготовки технически грамотных людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баматова Д. К. Теория и методика формирования приемов анализа и синтеза у младших школьников в процессе обучения математике // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2010. — № 5. — С. 135–140.
2. Ваганов А. Г. Я. И. Перельман и социальные эффекты жанра «занимательная наука» // Социология науки и технологий. — 2017. — Т. 8. — № 4. — С. 28–36.
3. Гуревич А. Е., Исаев Д. А., Понтак Л. С. Естествознание. 5–6 классы. Учебник для общеобразовательных учебных заведений. — М.: Дрофа, 2021.
4. Евтухова И. Н. Особенности развития мышления в младшем школьном возрасте // Образование и воспитание. — 2023. — № 1 (42). — С. 46–49. — URL: https://moluch.ru/th/4/archive/241/7969/ (дата обращения: 12.10.2024).
5. Зуев П. В. Первоклассная физика. — В сборнике: Методика преподавания в современной школе: актуальные проблемы и инновационные решения. Материалы Российско—узбекской научно–методической конференции. — Санкт–Петербург, 2023. — С. 290–293.
6. Зуев П. В. Формирование инженерного мышления у обучающихся начальной школы в процессе внеурочной деятельности по физике. — В сборнике: Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам. Материалы Всероссийской научно–практической конференции. Отв. редактор А. П. Усольцев. — Екатеринбург, 2023. — С. 45–50.

7. Зуев П. В. Дидактическая ценность цитаты академика П. Л. Капицы о подготовке инженера // Учебная физика. — 2023. — № 1. — С. 55–58.
8. Зуев П. В. Дидактические основы эффективной подготовки молодежи к инженерно–технической деятельности: монография. — Екатеринбург: Издательские решения, 2022. — 188 с.
9. Зуев П. В. Простые опыты и наблюдения как средство повышения эффективности экспериментальной подготовки учащихся // Учебная физика. — 2022. — № 2. — С. 51–54.
10. Зуев П. В., Кощеева Е. С. Повышение эффективности учебно–исследовательской компетентности учащихся в процессе обучения физике // Учебная физика. — 2021. — № 1. — С. 42–45.
11. Зуев П. В. О целесообразности изучения физики в инженерных классах начальной школы в условиях образовательного кластера // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 41. — М.: ИСРО РАО, 2025. — С. 3–6.
12. Игнатьев Е. И. Законы природы, опыт общедоступного изложения основных начал современного научного миропонимания. — Петроград: тип. т–ва А. С. Суворина «Новое время» , 1916 год. — 126 с.
13. Комплексная программа «Уральская инженерная школа» на 2015–2034 годы. Указ Губернатора Свердловской области от 6 октября 2014 года № 453–УГ.
14. Майер В. В. Элементы учебной физики как основа организации процесса научного познания в современной системе физического образования: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора педагогических наук / Майер Валерий Вильгельмович. — Москва, 2000. — 44 с.
15. Перельман Я. И. Занимательная физика. — М.: Наука, 1986. — 224 с.
16. Положение о конкурсе учащихся и студентов «Инженериада УГМК» взамен ранее действующего П 7–9–001–2018. — Дата введения 1.12.2019.
17. Романова О. В. Уральская инженерная школа 2.0: кластерный подход в подготовке инженерных кадров // Мир науки. Педагогика и психология. — 2023. — Т. 11. — № 6. — URL: https://mir-nauki.com/PDF/56PDMN623.pdf
18. Ферсман А. Е. Занимательная минералогия. — Ленинград, 1933 год.
19. Цингер А. В. Начальная физика. Первая ступень: Изд. 2–е изд. — М.: Изд–во М. В. Саблина, 1911. — 415 с.
20. Эльконин Д. Б. Проблемы периодизации психического развития в детском возрасте // Вопросы психологии. — 1971. — № 4. — С. 66–86.

Уральский государственный
педагогический университет

Поступила в редакцию 25.06.25.