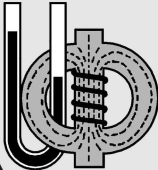


ISSN 2307-5457

*Primum
inter pares*

Материалы XXX Всероссийской
научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент:
Актуальные проблемы. Современные
решения“



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ

**УЧЕБНАЯ
ФИЗИКА**

Октябрь - декабрь 2025 №4

Издается с января 1997 года
Памяти В.В.Майера

СОДЕРЖАНИЕ

От редакции

О ПОСВЯЩЕНИИ ВЫПУСКОВ ЖУРНАЛА ПРОФЕССОРУ В. В. МАЙЕРУ3

Основная школа

В. В. Майер НАТУРНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
Е. И. Варакина СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ
А. В. Долженко ДЛЯ ФИЗИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА4

Старшая школа

Е. А. Самойлов КОМПЛЕКС ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ
В. Ю. Самойлова СТУДЕНТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ ВОСПИТАНИЮ
ШКОЛЬНИКОВ С ПРИЗНАКАМИ ОДАРЕННОСТИ20

Высшая школа

П. В. Казарин ЛЕКЦИОННАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ ПРИНЦИПА
Н. Ф. Услугин ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕМПФИРОВАНИЯ31
Е. И. Анисимов

С. В. Панькова ИЗУЧЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ
В. Г. Соловьёв КОЛЕБАНИЙ УПРУГОГО СТЕРЖНЯ
И. И. Толбухина В УНИВЕРСИТЕТСКОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ39
А. О. Юлина

Компьютер в эксперименте

В. Б. Пикулев МЕТОД ИК-СПЕКТРОСКОПИИ В УЧЕБНОМ
С. В. Логинова ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ50

Исследования

О. А. Яворук ПУТЕШЕСТВИЯ ПО ЛАБИРИНТАМ ЗНАНИЙ:
ОБОБЩЕННЫЕ ПЛАНЫ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ59

С. Г. Стоюхин СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕКИ АВТОРСКИХ ВИДЕОКЛИПОВ
И. Ю. Голубева ЛЕКЦИОННЫХ ДЕМОНСТРАЦИЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
С. М. Кокин МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА ФИЗИКИ68

АВТОРЫ ЖУРНАЛА74

СТАТЬИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ЖУРНАЛЕ В 2025 ГОДУ75

Этот и последующие выпуски журнала посвящаются д.п.н., профессору Майеру Валерию Вильгельмовичу (Глазов), основателю журнала, главному редактору (1997–2025 гг.) и автору прекрасных статей.

Редакция журнала:

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

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, kropach@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; внесены изменения в запись о регистрации средства массовой информации 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 02.12.25. Подписано в печать 24.12.25.

Дата выхода в свет: 25.12.25.

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

Заказ 172. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Современный вариант демонстрационного анализатора линейно поляризованного света (Майер В. В., Вараксина Е. И., Васильев И. А. Физические основы робототехники: совершенствование демонстрационного анализатора линейно поляризованного света // Учебная физика. — 2024. — № 4. — С. 31–50.)

Научная статья

ББК 74.262.23

УДК 53:004.9:371.3

О. А. Яворук

ПУТЕШЕСТВИЯ ПО ЛАБИРИНТАМ ЗНАНИЙ: ОБОБЩЕННЫЕ ПЛАНЫ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Современные технологии позволяют создать иллюзию пребывания в абстрактной виртуальной реальности. Панорамные арены, объединенные в виртуальные туры, являются весьма удобным способом представления учебных материалов, а их использование соответствует интересам и потребностям учащихся и находится в области профессиональных возможностей учителей физики. Система физических знаний может быть воплощена в виде виртуального лабиринта, и теперь мы можем блуждать по лабиринту знаний не в переносном, а в прямом (в очках виртуальной реальности) смысле.

Ключевые слова: обучение физике, новые технологии, виртуальная реальность, виртуальные туры, система знаний по физике, обобщенные планы.

O. A. Yavoruk

JOURNEYS THROUGH THE LABYRINTHS OF KNOWLEDGE: GENERALIZED PLANS IN VIRTUAL REALITY

Modern technologies make it possible to create the illusion of being in an abstract virtual reality. Panoramic arenas, combined into virtual tours, are a very convenient way of presenting educational materials, match to the interests and needs of students and are within the professional capabilities of teachers. The system of physical knowledge can be objectified in the form of a virtual labyrinth, and now we can wander through a labyrinth of knowledge not in a figurative sense, but literally (in virtual reality glasses).

Keywords: physics teaching, new technologies, virtual reality, virtual tours, physics knowledge system, generalized plans.

DOI: 10.62957/2307-5457-2025-4-59-67

1. Введение

Виртуальная реальность (*Virtual Reality, VR*) и ее адаптации к обучению порождают новые образовательные феномены, открывают возможности, которые для традиционного обучения недостижимы [1]. Эффект погружения в виртуальную реальность устраняет отвлекающие внешние раздражители и позволяет пользователю более активно участвовать в учебной деятельности [2]. Продолжаются исследования по интеграции виртуальной реальности в образовательный контекст, включая учебный дизайн, технические вопросы и этические аспекты [3].

Применение технологий виртуальной реальности в образовании движется в двух направлениях. Первое можно было бы условно назвать дублированием реальности. Например, мы проводим симуляцию эксперимента или явления, если эксперимент слишком дорогой и в школьной лаборатории неприменимый, или мы хотим посмотреть на явление с разных сторон, остановить время, заглянуть в каждый отдельный узел действующей экспериментальной установки или природного объекта. Мы копируем в трехмерную виртуальную реальность, а в процессе копирования улучшаем, упрощаем, делаем более понятными — физическую лабораторию, объект, установку или даже производственный процесс, смотрим на них в действии и изучаем [4, 5, 6].

Второе направление характеризуется виртуальной материализацией и визуализацией наших ментальных структур, помогающих понять способы мышления исследователей и их рассуждения. Можно водить пальчиком (указкой) по схеме, нарисованной на меловой доске, напечатанной в учебнике, начерченной на бумаге, разъясняя смысл наших действий, а можно бродить по такому лабиринту в виртуальной реальности, проходя по виртуальным коридорам (связям) от одного элемента (узла) схемы к другому, из одной виртуальной комнаты в другую. Формул, схем, графов, алгоритмов нет в обычной реальности — мы лишь визуализируем их. Здесь мы расширяем природную реальность, проводя мысленные эксперименты, невозможные в ней, без ее копирования [7, 8].

2. Обобщенные планы и система знаний по физике

Существует множество попыток наглядно объяснить для ученых, педагогов, учителей, студентов и учащихся разных возрастов, что изучается в курсе физики, и энтузиасты продолжают придумывать еще и еще [9]. По мнению А. В. Усовой [10], основными элементами системы физических знаний, например, являются: факты, понятия, законы, теории, картины мира. В 1969 году А. В. Усова опубликовала ставшие классическими обобщенные планы [11],

описывающие все эти элементы. Она смогла найти единые оптимальные внешние формы для выражения многообразного внутреннего содержания физических понятий, законов, теорий и т. д. Универсальной модели системы знаний, конечно же, не существует. А. В. Усова всегда предлагала обсуждать ее и согласовывать содержание элементов системы с учащимися, а потом уже применять на занятиях.

Обобщенный план может быть представлен в виде списка или графически. На начальном этапе обучения физике А. В. Усова рекомендовала публично демонстрировать такие планы на занятиях при работе учащихся с текстом определенного типа. Эти планы использовались при изучении физических явлений, физических величин, физических приборов, методов познания и т. д. В дальнейшем учащиеся применяли планы к любой научно-популярной, научной и учебной литературе не только в школе, но и в процессе самообразования. Также поощрялось самостоятельное создание таких планов.

В педагогических экспериментах А. В. Усовой планы демонстрировались на плакатах, записывались на доске или выдавались каждому ученику. Те же планы рекомендовались для домашних заданий. Следуя им, ученики учились понимать, что в тексте самое важное, на чем акцентировать внимание, строить краткие, четкие и последовательные ответы.

Идея обобщенных планов последовательно и творчески развивалась и дополнялась учениками А. В. Усовой [12, 13, 14, 15].

3. Виртуальные туры

Теперь идея обобщенных планов может быть переосмыслена с учетом возможностей обучения в виртуальной реальности, которая предлагает новые способы их использования: текущие подсказки, субтитры, наложенные на наблюдаемый объект или явление, VR-квесты. Они легко могут быть размещены вокруг наблюдателя в виртуальной реальности, как это иногда делают в школьных кабинетах физики — на стенах.

VR панорамы (арены, слайды) представляют собой абстрактные символические 360-градусные демонстрации, размещенные на внутренней поверхности виртуальной сферы, внутри которой присутствуют трехмерные изображения или видеоролики, со звуковым сопровождением или без него. Ученик находится в центре VR арены, просматривает и взаимодействует с учебными элементами посредством устройства виртуальной реальности (VR-очков, VR-шлема) и контроллеров. Виртуальный тур — это интерактивная последовательность таких панорамных слайдов, имитирующих существующие или воображаемые местоположения с возможностью перемещаться между ними. Технически виртуальные туры обес-

печивают естественный и удобный способ перемещения от одной 360–градусной панорамы к другой.

Мы можем обучать в виртуальной реальности, путешествуя по виртуальному образовательному пространству, которое внутри больше, чем снаружи. Снаружи мы видим учащегося, погруженного глазами в компактное *VR*–устройство, но внутри учащийся путешествует в неограниченном и бесконечном образовательном пространстве. Учащийся/геймер/наблюдатель надевает очки виртуальной реальности, запускает мобильное приложение и переходит к заглавному панорамному слайду виртуального тура. Затем наш ученик/игрок/наблюдатель переходит из одной *VR*–арены в другую, переходя от одной учебной задачи к другой.

4. Лабиринты знаний в *VR*

Слова «знание» и «лабиринт» легко соотносятся друг с другом, и любые истории, мифы, книги, песни, стихи, головоломки, викторины, квесты, игры и фильмы о лабиринтах знаний всегда будут пользоваться большой популярностью у наших учеников. Путешествуя по лабиринту знаний, мы метафорически преодолеваем трудности благодаря приобретаемому опыту, любопытству и удаче. Каждое путешествие наполнено приключениями, проблемами и загадками, направленными на лучшее понимание физики. Молодых людей часто интригует захватывающее слово «лабиринт», потому что оно символизирует путешествие, полное ловушек и испытаний.

Любая структурная схема теперь может быть воплощена в виде *VR*–лабиринта, и мы можем блуждать по лабиринту знаний не в переносном, а в прямом (в очках виртуальной реальности) смысле, взаимодействуя с каждым элементом схемы.

Процессинговая диаграмма виртуального тура «Система знаний по физике» представлена на рис. 1: здесь указаны названия всех панорам, а также переходы между ними. Игрок (ученик, студент, преподаватель) может перейти из одной панорамы в другую, как изображено на рисунке.

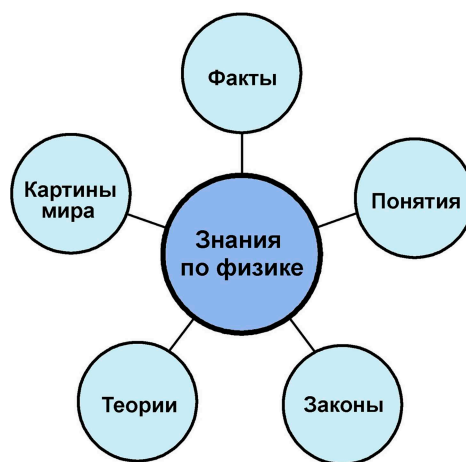


Рис. 1. Виртуальный тур «Система знаний по физике»

Обобщенный план «Физические явления» включен в процессинговую диаграмму виртуального тура, изображенную на рис. 2. Здесь все возможные переходы между панорамными аренами указаны в виде сплошных линий. Цифрами на схеме обозначены панорамные слайды: 1) внешние признаки явления; 2) условия, при которых протекает явление; 3) сущность явления; 4) связи данного явления с другими явлениями; 5) количественные характеристики явления; 6) области использования явления; 7) вредные последствия явления и способы их предотвращения; 8) квест «Физические явления».

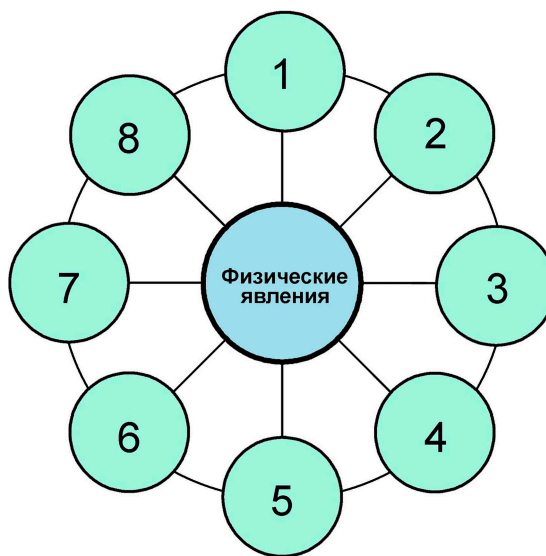


Рис. 2. Виртуальный тур «Физические явления»

Есть еще три виртуальных тура: «Физические величины» и «Физические явления: броуновское движение», основанные на идее обобщенных планов, а также VR тур «Герои научных революций», описывающий изменение физической картины мира.

Все перечисленные мобильные VR приложения универсальны, они могут быть запущены на самых простых и недорогих VR-устройствах, а также на планшетах и компьютерах. Технология виртуальных туров позволяет вносить соответствующие изменения, согласованные как с учащимися, так и с представителями различных методических школ, авторами учебников и учебных программ.

Интересно также дать ученикам задание самим составить виртуальный тур по параграфу, главе или целому учебнику. Конечно, это отнимает много сил и времени, но гораздо полезнее современных способов составления рефератов. Учащиеся старших классов вполне могут самостоятельно создавать трехмерные панорамы, виртуальные туры, VR-квесты: создание самодельных демонстраций в виртуальной реальности продолжает и развивает давние традиции обучения физике.

Виртуальная реальность позволяет нам находиться внутри и снаружи объекта, видеть трехмерные модели и исследовать яв-

ления, недоступные в школьном физическом кабинете. Но какой бы захватывающей ни была виртуальная реальность, изучение физики следует связывать с реальным физическим миром природы, мобильные приложения — всего лишь *VR*-руководства для изучения физики. Физика — экспериментальная наука, и мы должны преподавать ее, используя натурные наблюдения, измерения и эксперименты.

5. Ограничения *VR* обучения

Хотя технологии виртуальной реальности демонстрируют потенциал для значительного повышения вовлеченности и мотивации учащихся, некоторые исследователи признают наличие проблем, выделяют определенные ограничения виртуальной реальности, связанные с вопросами здоровья и безопасности [16].

Виртуальная реальность также сталкивается с такими трудностями, как дорогостоящее хрупкое аппаратное и трудно настраиваемое программное обеспечение, а также недостаточная подготовка преподавателей [17].

Существует необходимость дальнейших исследований для обеспечения долгосрочной эффективности и влияния этих технологий на результаты обучения [18]. Дело в том, что чрезмерное сочетание функций погружения, таких как трехмерность, аудиогид и визуальное управление, может привести к когнитивной перегрузке и последующим негативным эффектам [19].

В физике нас интересуют не сами виртуальные образы, а то, что именно они могут нам рассказать о Природе и ее познании, а проблема неспособности различать естественную и виртуальную реальность, реальные наблюдения и визуально наблюдаемые модели, эмпирические факты и их захватывающие фантастические интерпретации может привести к путанице в рассуждениях как учеников, так и учителей.

Обучение в виртуальной реальности имеет множество других проблемных философских, физиологических, психологических, дидактических и культурных аспектов, нуждающихся в обсуждении и осмыслении.

6. Апробация *VR*-приложений

Виртуальная реальность сегодня — королева образовательных технологий. Учащиеся интересуются виртуальной реальностью, и это неудивительно. Практика обучения в виртуальной реальности может подтвердить или опровергнуть существующие образовательные теории и подходы, а также указать новые направления их развития. Большинство интересных и полезных современных

образовательных ситуаций происходит при комбинировании деятельности учителя и учащихся внутри и вне виртуальной реальности. Эти идеи не конфликтуют друг с другом.

Методические рекомендации по преподаванию, программное обеспечение для виртуальной реальности, методы визуализации и учебные материалы, VR демонстрации и виртуальные туры были апробированы на очных и онлайн, индивидуальных и групповых занятиях по физике в 2022–2025 годах с учащимися 7–11 классов.

Возможности виртуальных туров «Физические величины» и «Физические явления» были обсуждены на научных конференциях в России (2022, 2023, 2025, Глазов, личное очное участие), США (2023, Гавайи, онлайн–доклад), Индии (2024, Керала, онлайн–доклад), Великобритании (2025, Оксфорд, личное очное участие), Испании (2025, Барселона, онлайн–доклад). Виртуальный тур «Герои научных революций», иллюстрирующий изменение физической картины мира, демонстрировался на научных конференциях в Китае (Гонконг, 2023, онлайн–доклад), Великобритании (2024, Кембридж, личное очное участие) и России (2024, Глазов, личное очное участие). Некоторые материалы этих конференций опубликованы, проиндексированы в международных базах данных и находятся в открытом доступе. Видеоролики с демонстрацией работы всех перечисленных приложений виртуальной реальности размещены на популярных видеохостингах.

7. Заключение

Технологии виртуальной реальности уже внесли значительный вклад в обучение физике, и исследователи подчеркивают необходимость их дальнейшей интеграции в образовательный процесс.

Новаторские идеи А.В.Усовой актуальны и сегодня. Ее обобщенные планы отличаются симметрией, ясностью, доступностью, элегантностью и простотой конструкции. Они удивительно совместимы со всеми разделами физики, а также с новыми технологиями обучения в виртуальной реальности. Более 55 лет спустя мы все еще находим новые способы их применения. Лабиринты знаний в виртуальной реальности являются естественным развитием усовской идеи структурности физических знаний и обобщенных планов.

При этом окно возможностей остается открытым. VR эксперименты, до сих пор возможные лишь в воображении, могут выявить ранее незамеченные особенности, достоинства и недостатки известных ментальных моделей. Многие устоявшиеся эпистемологические схемы могут быть наглядно воплощены и изучены в виртуальной реальности. Было бы интересно взглянуть, например, на работающий в трехмерном виртуальном пространстве цикл познания В.Г.Разумовского [20]. Наверняка, там выяснятся такие

подробности, обнаружатся такие закоулки, возникнут такие вопросы, о которых даже и не подозревало предыдущее поколение исследователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Feridun K.B., & Bayraktar Ü. The Future of Virtual Reality and Education // TOJET. — 2024. 23(3). — Pages 110–119. — ERIC: <https://eric.ed.gov/?q=EJ1434144>.
2. Ghazali A. K., Ab. Aziz N. A., Ab. Aziz K., & Tse Kian N. The usage of virtual reality in engineering education // Cogent Education. — 2024. 11(1). — DOI: <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2319441>.
3. Khan M.N., Ahmmed F., Al Zabir M.K., Lohar B., Walker S., & Lippert K.J. Concept Exploration of Virtual Humans in Education // 2024 International Conference on Smart Systems and Technologies (SST), Osijek, Croatia. — 2024. — Pages 95–100. — DOI: <https://doi.org/10.1109/SST61991.2024.10755230>.
4. Battipede E., Giangualano A., Boffi P., Clerici M., Calvi A., Cassenti L., Cialini R., Weghe T.L., Addimando L., Lanzi P.L., & Gallace A. Physics Playground: Insights from a Qualitative–Quantitative Study about VR–Based Learning. — 2024. — ArXiv: <https://arxiv.org/abs/2412.12941>.
5. Kortemeyer G. Using Virtual Reality for Teaching Kinematics // Journal of Physics: Conference Series. — 2024. — Vol. 2727. 012025. — DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2727/1/012025>.
6. Chaljub–Hasbún J., Cabero Almenara J., Michel–Acosta P., Bello R., & Pepin J. Usability of a virtual reality resource for oscilloscope teaching: expert assessment // IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation. — 2025. — Vol. 24. — Pages 1–15. — DOI: <https://doi.org/10.46661/ijeri.10917>.
7. Carlson G., Byer S. Immersive Philosophical Thought Experiments Through Virtual Reality. In: Tareq Z. Ahram and Christianne Falcão (eds) Metaverse, Virtual Environments and Game Design // AHFE International Conference. AHFE Open Access, AHFE International, USA. — 2025. — Vol. 178. — DOI: <http://doi.org/10.54941/ahfe1006349>.
8. Bompoy R. Can We Really Learn in the Metaverse? A Discussion on Learning Through Immersive Technology // Human and Artificial Rationalities. Advances in Cognition, Computation, and Consciousness. Lecture Notes in Computer Science, Springer, Cham. — 2025. — Vol. 15504. — DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-84595-6_22.
9. Still B. Mind Maps: Physics: How to Navigate the World of Science. Cheltenham, History Press Limited. 2020. 155 pages. ISBN 0750993839.
10. Усова А. В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. Издание 2-е изд., испр. — Москва: Издательство Университета РАО, 2007. — 309 с.
11. Усова А. В. Влияние системы самостоятельных работ на формирование у учащихся научных понятий: в 2-х томах: на материале курса физики первой ступени: диссертация ... доктора педагогических наук. — Челябинск, 1969. — Часть 2. — 448 с. (Диссертационный зал РГБ, Москва).
12. Звягин А. Н. Совершенствование систематизации знаний учащихся в процессе обучения в средней школе: на материале естественно-научных дисциплин: диссертация ... кандидата педагогических наук: 13.00.01. — Челябинск, 1978. — 245 с. (Диссертационный зал РГБ, Москва).

13. Даммер М. Д. Как использовать обобщенные планы на первой ступени обучения физике // *Физика в школе*. — 1993. — № 6. — С. 42.
14. Усова А. В., Беликов В. А. *Учись самостоятельно учиться: (Учеб. пособие)*; Челяб. гос. пед. ун-т. — Челябинск; Магнитогорск: Факел, 1997. — 128 с.
15. Суровикина С. А. *Теория деятельностного развития естественнонаучного мышления учащихся в процессе обучения физике: теоретический и практический аспект*. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. — 238 с.
16. Ferguson S., Smith-Mutegi D., & Cook-Snell B. Exploring VR User Experiences. *Technology, Knowledge and Learning* // *Technology, Knowledge and Learning*. Springer. — 2025. — DOI: <https://doi.org/10.1007/s10758-025-09820-2>.
17. Liu C. Application analysis of virtual reality technology in teaching and learning // *Advances in Educational Technology and Psychology*. — 2024. — Vol. 8. — Pages 196–203. — DOI: <http://dx.doi.org/10.23977/aetp.2024.080529>.
18. Bhatnagar D.A. Reimagining classroom practices with the lens of virtual reality and augmented reality for quality learning teaching in schools // *International Education and Research Journal (IERJ)*. — 2024. 10(4). — Pages 102–105. — DOI: <https://doi.org/10.21276/IERJ20188818541968>, p. 104.
19. Kubr J., Lochmannová A., & Hořejši, P. Immersive Virtual Reality Training in Industrial Settings: Effects on Memory Retention and Learning Outcomes // *IEEE Access*. — 2024. — Vol. 12. — Pages 168270–168282. — DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3496760>.
20. Разумовский В. Г., Майер В. В. *Физика в школе. Научный метод познания и обучение*. — Москва: ВЛАДОС, 2004. — 463 с.

г. Санкт-Петербург

Поступила в редакцию 20.07.25.