

Зуев Петр Владимирович,

SPIN-код: 4169-3725

доктор педагогических наук, профессор кафедры физики, технологии и методики обучения физике и технологии, Уральский государственный педагогический университет; 620091, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; e-mail: zuew@yandex.ru

Новоселов Сергей Аркадьевич,

SPIN-код: 4200-5457

доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой теории и методики воспитания культуры творчества, Уральский государственный педагогический университет; 620091, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; e-mail: inobr@list.ru

Шамало Тамара Николаевна,

SPIN-код: 7580-2296

доктор педагогических наук, профессор кафедры физики, технологии и методики обучения физике и технологии, Уральский государственный педагогический университет; 620091, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; e-mail: tnshamalo@gmail.com

ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ СПОСОБНОСТЕЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ К ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВУ В УСЛОВИЯХ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕМЬИ И ШКОЛЫ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: физические эксперименты; физика; инженерные способности; младшие школьники; детское изобретательство; сетевое взаимодействие; взаимодействие семьи и школы; педагоги; родители; сотворчество; инженерное мышление; исследовательская деятельность; формирование изобретательской культуры

АННОТАЦИЯ. Возрождение инженерных школ в России предполагает участие школьников в разработке реальных инженерных проектов и соответствующей рационализаторской и изобретательской деятельности на базе ведущих вузов. Это актуализирует проблему готовности школьников к совместной со взрослыми изобретательской деятельности и как необходимую основу для этого решение проблемы развития у детей способностей к изобретательству. Целью данного исследования являются теоретическое обоснование и экспериментальная проверка эффективности процесса развития у детей изобретательских способностей посредством интеграции их изобретательской и исследовательской деятельности в ходе проведения физических экспериментов в условиях организации сетевого взаимодействия образовательных организаций и родителей. Системный и деятельностный подходы стали основными методологическими подходами описываемого в статье исследования, при этом, исходя из специфики предмета исследования, основным его методом был избран естественный педагогический эксперимент. Представленные в статье теоретическое обоснование и описание экспериментальной проверки эффективности процесса развития у детей способностей к изобретательству посредством их включения в исследовательскую деятельность в ходе проведения физических экспериментов в условиях организации сетевого взаимодействия педагогов образовательных организаций, детей и их родителей свидетельствуют о необходимости и воспроизводимости представленных в гипотезе исследования педагогических условий. Полученные результаты являются вкладом в теорию педагогики и образования в части обоснования новой образовательной формы развития изобретательства детей – сетевого сообщества образовательных организаций и родителей, взаимодействующих в процессе развития изобретательства детей на основе его интеграции с подготовкой и проведением физических экспериментов, содержательно связанных с преподавательским курсом физики для начальной школы. Полученные в исследовании результаты могут быть использованы в качестве системы ориентиров и педагогических инструментов для учителей, родителей и научно-педагогических работников для обеспечения эффективного функционирования сетевого взаимодействия образовательных организаций и родителей, направленного на развитие изобретательства младших школьников.

БЛАГОДАРНОСТИ: авторы выражают благодарность рецензентам за экспертное мнение и конструктивный подход. Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства просвещения РФ по теме: «Научно-методическое обеспечение сетевого взаимодействия образовательных учреждений и родителей по развитию детского изобретательства».

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Зуев, П. В. Физический эксперимент как средство развития способностей младших школьников к изобретательству в условиях сетевого взаимодействия семьи и школы / П. В. Зуев, С. А. Новоселов, Т. Н. Шамало. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2024. – № 6. – С. 76–91.

Zuev Petr Vladimirovich,

Doctor of Pedagogy, Professor of Department of Physics, Technology and Methods of Teaching Physics and Technology, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

Novoselov Sergey Arkadieovich,

Doctor of Pedagogy, Professor, Head of Department of Theory and Methodology of Education of the Culture of Creativity, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

Shamalo Tamara Nikolaevna,

Doctor of Pedagogy, Professor of Department of Physics, Technology and Methods of Teaching Physics and Technology, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

PHYSICAL EXPERIMENT AS A MEANS OF DEVELOPING THE ABILITIES OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS TO INVENT IN THE CONTEXT OF NETWORK INTERACTION BETWEEN FAMILY AND SCHOOL

KEYWORDS: physical experiments; physics; engineering abilities; primary school students; children's invention; network interaction; interaction between family and school; teachers; parents; co-creation; engineering thinking; research activities; formation of an inventive culture

ABSTRACT. The revival of engineering schools in Russia involves the participation of schoolchildren in the development of real engineering projects and the corresponding rationalization and inventive activities on the basis of leading universities. This actualizes the problem of schoolchildren's readiness for joint inventive activity with adults and, as a necessary basis for this, solving the problem of developing inventive abilities in children. The purpose of this study is to theoretically substantiate and experimentally verify the effectiveness of the process of developing inventive abilities in children through the integration of their inventive and research activities in the course of physical experiments in the context of organizing network interaction between educational organizations and parents. The system and activity approaches became the main methodological approaches of the study described in the article, while, based on the specifics of the subject of the study, a natural pedagogical experiment was chosen as its main method. Results and scientific novelty. The theoretical substantiation and description of the experimental verification of the effectiveness of the process of developing children's inventive abilities through their inclusion in research activities during physical experiments in the context of organizing network interaction between teachers of educational organizations, children and their parents presented in the article indicate the necessity and reproducibility of the pedagogical conditions presented in the research hypothesis. The results obtained are a contribution to the theory of pedagogy and education in terms of substantiating a new educational form of developing children's inventiveness – a network community of educational organizations and parents interacting in the process of developing children's inventiveness based on its integration with the preparation and conduct of physical experiments substantively related to the propaedeutic course of physics for elementary school. The results obtained in the study can be used as a system of guidelines and pedagogical tools for teachers, parents and scientific and pedagogical workers to ensure the effective functioning of the network interaction of educational organizations and parents aimed at developing inventiveness in primary school students.

ACKNOWLEDGEMENTS: The authors express their gratitude to the reviewers for their expert opinion and constructive approach. The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Education of the Russian Federation on the topic: "Scientific and methodological support for network interaction of educational institutions and parents to develop children's inventiveness".

FOR CITATION: Zuev, P. V., Novoselov, S. A., Shamalo, T. N. (2024). Physical Experiment as a Means of Developing the Abilities of Primary School Students to Invent in the Context of Network Interaction between Family and School. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 6, pp. 76–91.

Введение. В октябре 2021 года вектор развития российского образования был сориентирован на реализацию идеи возрождения инженерных школ в России, получившей свое научное и организационное обоснование в Федеральном проекте Министерства образования и науки РФ «Передовые инженерные школы». Этот проект является частью государственной программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» [5]. В развитие этого проекта Председатель Правительства РФ М. В. Мишустин подписал в феврале 2023 года постановление, предоставляющее школьникам возможность принимать участие в деятельности создаваемых на базе ведущих вузов России передовых инженерных школ. Теперь вместе со студентами и наставниками, представителями высокотехнологичных компаний, школьники могут быть включены в процесс разработки реальных инженерных проектов, в необхо-

димую для их реализации исследовательскую деятельность. Особое значение и привлекательность для подрастающего поколения представляет возможность участия в рационализаторской и изобретательской деятельности, направленной на решение производственных задач¹. Это актуализирует проблему готовности школьников к совместной со взрослыми изобретательской деятельности и как необходимую ос-

¹ Документы. Правительство расширило параметры программы развития передовых инженерных школ. 20 февраля 2023. Постановление от 11 февраля 2023 года № 196. URL: <http://government.ru/docs/47826/> (дата обращения: 20.12.2024); Документы. Правительство определило приоритетные направления проектов технологического суверенитета и структурной адаптации экономики России. Постановление от 15 апреля 2023 года № 603. URL: <http://government.ru/docs/48272/> (дата обращения: 20.12.2024); Кузьмин В. Школьники смогут посещать передовые инженерные школы. 20.02.2023. URL: <https://rg.ru/2023/02/20/shkolniki-smogut-poseshchat-peredovye-inzhenernye-shkoly.html> (дата обращения: 20.12.2024).

нову для этого решение проблемы развития у детей способностей к изобретательству уже в старшем дошкольном и младшем школьном возрасте, так как этот период детства является сензитивным для комплексного развития творческих способностей и приобщения детей к творчеству [3; 7; 14; 17].

Изобретательская деятельность является одним из видов творчества, который направлен на поиск инструментов и способов усиления и расширения возможностей человека за счет использования или создания новых материальных объектов окружающего мира и их преобразования, исходя из актуальных потребностей [17]. Изобретательство, которое можно рассматривать в зависимости от его результата и как вид субъективного творчества, и как вид объективного творчества, является общим и в наибольшей степени присущим всем детям проявлением креативности, начиная с дошкольного возраста. Дети начинают контактировать с объектами материального мира практически с первых месяцев жизни. Постепенно они начинают использовать их для удовлетворения своих потребностей (игрушки, элементы одежды, приспособления для детского питания, столовые и постельные принадлежности и т. д.). Изобретательство детей становится очевидным для любого находящегося в контакте с ними взрослого, когда они осваивают игры, в которых необходимо использовать различные материальные объекты: кубики, детали детских наборов для конструирования, природные и искусственные вещества, такие как песок, краски, пластилин. Когда дети «дорастают» до использования смартфонов, компьютеров и других гаджетов, то зачастую удивляют взрослых своей изобретательностью в использовании этих инструментов [9; 17].

Эта способность детей к изобретательству, которая, к сожалению, до сих пор остается недооцененной в педагогической теории и практике, вполне объяснима исходя из анализа истории развития человечества как вида: трудно оспорить тот факт, что именно изобретательство стало первым видом творческой деятельности в эволюционной траектории рода *Ното*. Действительно, эволюционной ступени «человек разумный» предшествовала эволюционная ступень «человек умелый», и как раз на этой стадии развития представители человеческого вида стали преобразовывать природные материалы в орудия труда, в инструменты для обеспечения более благоприятных условий для выживания и развития [17; 18]. Этот вид деятельности по преобразованию природных объектов соответствует всем основным признакам изобрета-

тельства. Таким образом, можно утверждать, что изобретательство, которое уже в то время было неразрывно связано с элементами познавательной деятельности, сделало человека разумным. И дети в процессе становления их сознания, развития и актуализации их общих способностей – интеллекта и креативности [7] – самостоятельно, в соответствии с их потребностями выстраивают отношения с окружающим их материальным и социальным миром. Они вновь и вновь проходят путь освоения, использования и преобразования материальных объектов, т. е. путь изобретательства и связанной с ним познавательной деятельности.

Естественно, что наиболее близкой к изобретательству по содержанию познавательной деятельности является сфера естествознания. Ее принято рассматривать как совокупность представлений и знаний о природных материальных объектах, явлениях и процессах. И, конечно же, физика как система знаний о наиболее общих закономерностях материального мира, свойствах материальных, в том числе технических, объектов (рычаг, блок, наклонная плоскость и т. д.) является необходимым когнитивным основанием для развития детского изобретательства. Основы физики доступны детям уже начиная с младшего школьного возраста, что доказано многими педагогами-исследователями и педагогами-практиками [11; 13; 20].

При этом физика – это экспериментальная наука, в которой знания об окружающем материальном мире и характеризующие этот мир законы базируются на фактах, установленных опытным путем. Именно поэтому для педагогической поддержки и развития способностей детей к изобретательству необходимо уже в младшем школьном возрасте (а, возможно, уже и в дошкольном возрасте) использовать физический эксперимент как инструмент для развития умения изобретать, как эффективный метод стимулирования творческого мышления детей [6; 9; 15].

Учебный физический эксперимент позволяет обучающимся не только наблюдать и описывать происходящие явления, но и активно влиять на них. Это способствует активизации их мыслительной деятельности [22]. Исследуя в процессе проведения педагогически организованных экспериментов процессы реализации в них различных физических законов и явлений, школьники во взаимодействии с педагогами и родителями могут частично или полностью самостоятельно формулировать исследовательские гипотезы, проводить их проверку, делать выводы, на основе которых могут появляться новые изобретательские задачи.

Все углубляющаяся цифровизация образовательных процессов, возможность использования для коммуникации основных субъектов процесса образования все новых и новых средств, развивающиеся дистанционные формы организации общего и дополнительного образования создают условия для повышения эффективности и качества применения физического эксперимента как средства развития изобретательства детей. Это открывает возможности для организации сетевого взаимодействия педагогов образовательных организаций, детей и их родителей, направленного на развитие изобретательства детей. Одним из примеров организации такого сетевого взаимодействия является научно-образовательный проект «Детская академия изобретательства», основной целью которого является создание открытого образовательного пространства, обеспечивающего условия для развития способностей детей к изобретательству в совместной со взрослыми деятельности в образовательном комплексе г. Екатеринбурга и городов Свердловской области [2; 14].

Таким образом, *целью проводимого авторами исследования являются теоретическое обоснование и экспериментальная проверка эффективности процесса развития у детей способностей к изобретательству посредством их включения в исследовательскую деятельность в ходе проведения физических экспериментов в условиях организации сетевого взаимодействия педагогов образовательных организаций, детей и их родителей.*

Необходимо выяснить особенности организации экспериментальной деятельности детей в условиях сетевого взаимодействия образовательных организаций и родителей, выявить структурные компоненты поисковой деятельности детей в ходе проведения экспериментов по физике, позитивно влияющие на развитие способностей детей к изобретательству, экспериментально проверить эффективность способов организации значимых для развития изобретательства детей компонентов.

Проводя исследование, авторы исходили из следующей *гипотезы*: организация деятельности детей по проведению физических экспериментов будет способствовать повышению эффективности развития изобретательских способностей детей, если педагоги в сетевом взаимодействии с родителями будут уделять особое внимание таким компонентам подготовки и проведения физического эксперимента, как:

- теоретическое априорное моделирование физических процессов и гипотетических результатов планируемого эксперимента;

- целенаправленное наблюдение за протеканием эксперимента с фиксацией влияющих на его результат факторов;

- анализ отдельных этапов эксперимента и его результатов;

- поиск ситуаций, в которых полученные результаты могут быть использованы для совершенствования технических объектов и способов их применения как в производственных процессах, так и в образовании, в спорте и быту.

При этом условием эффективности организации сетевого взаимодействия в процессе развития способностей детей к изобретательству является сотворчество детей и значимых для них взрослых с акцентом на организацию самостоятельной деятельности детей на основе интеграции видов творческой и исследовательской (включая физический эксперимент) деятельности и синтеза развивающих культурных практик в соответствии с современными федеральными образовательными стандартами и с учетом передовых тенденций в научно-технической сфере, что обеспечит передачу подрастающему поколению традиций созидательной деятельности.

Понятие «сотворчество» авторы определяют как взаимодействие субъектов деятельности по созданию творческого продукта (т. е. продукта, характеризующегося новизной) в процессе решения творческой задачи, в котором за каждым участником творческого процесса признаются право и способность на собственный вариант решения вне зависимости от возраста участников и их опыта творческой самореализации, что предполагает активную позицию всех субъектов творческого процесса, создание и сохранение участниками творческого процесса атмосферы творческого содружества и уважения к индивидуальному стилю творчества каждого из субъектов взаимодействия.

Очевидно, что необходимым условием сотворчества детей со значимыми взрослыми является сохранение субъектности детей в познавательной и изобретательской деятельности. Субъектность в сотворчестве трактуется авторами статьи как интегративное личностное качество, которое развивается и реализуется у каждого из взаимодействующих участников сотворческой деятельности посредством внутренне детерминированной конструктивно-преобразовательной активности, направленной на решение общей для всех участников творческой задачи в процессе совместного анализа и выбора наиболее эффективных вариантов ее решения, в котором каждый участник взаимодействия имеет возможность выходить за рамки ситуативной стимуляции творческой деятельности и активно-избирательно и

инициативно-ответственно осуществлять ее регуляцию, обеспечивая эффективное совместное решение творческих задач с выделением собственных деятельностных компонентов в создании нового творческого продукта, что обеспечивает личностно-творческое саморазвитие каждого участника сотворческого взаимодействия.

Обзор литературы и анализ практического опыта по развитию изобретательства детей. Рассматривая любую из областей науки, нетрудно заметить, что наиболее интересные и важные ее разделы связаны с анализом различных факторов, влияющих на объекты и процессы, характеризующие предмет изучения этой научной области. Поскольку самый дорогой ресурс человека – это время, провести исследовательскую работу быстро, с наименьшими трудозатратами и минимальным расходом энергии и других материальных ресурсов, но при этом получить максимальное количество достоверных знаний об исследуемом объекте – вот основная задача экспериментатора [21]. Человеку свойственно экспериментировать, тяга к эксперименту характеризует поведение ребенка практически с первых лет его жизни (эксперименты с бытовыми предметами, установление причинно-следственных связей при преодолении препятствий, при освоении различных видов движения с использованием детских транспортных средств, игрушек, моделей и т. д.). Со временем растущий человек начинает подходить к экспериментам осмысленно и чаще всего лишь во взрослой жизни, начиная со студенческой скамьи, встречается с научным экспериментом.

Но в публикациях многих исследователей отмечается, что уже в начальной школе можно и нужно вовлекать детей в совместное с педагогами и родителями проведение экспериментов в области физики, что способствует улучшению наблюдательности, мышления, памяти у детей, развитию их творческих способностей [6; 10; 15].

Так, еще в учебном издании Н. С. Дрентельна «Физические опыты в начальной школе», опубликованном в 1913 году [6], обоснованы необходимость и полезность научения детей «производству опытов», что кроме предварительного знакомства с наукой способствует развитию их самостоятельности (а это одно из важнейших условий развития изобретательства) в разработке простых приборов и приспособлений для экспериментов, развитию их мотивации к техническому творчеству (в тексте пособия – «охота мастерить»).

С. А. Холина [20] и В. А. Картунов [13] в своих статьях предложили ввести на основе деятельностного подхода пропедевтический

этап обучения физике в начальной школе, в котором значительное место отводится эксперименту и проектной деятельности учащихся, направленной на конструирование измерительных приборов и инструментов для проведения экспериментов.

О. Г. Надеева и Е. О. Заложных обосновали возможность развития таких сфер детской активности, как познавательная, речедвигательная, эмоциональная, коммуникативная, трудовая и др., при условии применения дифференцированного подхода к использованию учебного физического эксперимента в начальной школе [15].

В ряде работ внимание педагогов акцентируется на необходимости активного развития у детей умения экспериментировать, поскольку это способствует расширению их кругозора и активному усвоению знаний [31]. В этом контексте проведение научных экспериментов в школьных классах не только стимулирует интерес школьников к физике, но и развивает у них способности к критическому мышлению и анализу информации для успешного применения полученных знаний в реальной жизни [22; 8].

Проведенный авторами анализ англоязычных публикаций, посвященных проблеме развития творческих способностей детей, их изобретательства, показал, что в них рассматриваются различные аспекты создания условий для развития креативности детей, но практически отсутствуют идеи по развитию детского изобретательства. При этом в найденных статьях не рассматриваются вопросы организации для этого сетевого взаимодействия образовательных организаций и родительского сообщества. К рассматриваемой нами проблеме наиболее близко подошли в своей статье М. L. Ronkko, V. Yliveronon, K. Kangas [28]. Они изучили исследовательскую деятельность детей дошкольного возраста в процессе реализации лонгитюдного, интегративного технологического образовательного проекта Power Creatures. При этом анализировалось то, как дети действуют в контексте обучения, в котором исследовательская деятельность сочетается с творческой практической деятельностью детей, такой как проектирование и изготовление фантазийных войлочных существ. Представленные в статье результаты показывают, что игровая исследовательская деятельность способствует обучению дошкольников необходимым для их возраста технологиям и что дети способны переносить свое понимание технологического процесса из одной ситуации в другую. При этом вопрос о развитии изобретательских способностей детей посредством физического эксперимента не рассматривался.

Малазийский автор Т. Т. Kiong [25]

представил в своей статье результаты исследования того, насколько навыки решения изобретательских задач, формируемые, например, в процессе изучения теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), способствуют эффективному преодолению трудностей в процессе изобретательского проектирования как для студентов, так и для преподавателей изобретательства. При этом вопрос о развитии детского изобретательства в статье не ставился.

Термин «изобретательство» использовал в своей статье и Н. Eldiasty [24]. Он предложил и провел апробацию программы развития «двигательной ловкости», оценив ее влияние на развитие образного мышления дошкольников. В этой статье также не рассматривались проблемы развития изобретательства детей с использованием физического эксперимента.

В статье А. Schut [30] рассматривались вопросы, опосредованно связанные с развитием изобретательства младших школьников, а именно их затруднения и остановка в развитии проектной идеи, проявляющиеся в условиях командной проектной деятельности. При этом в статье не обсуждаются вопросы организации экспериментальной деятельности, которая могла вывести проектную группу школьников из тупика.

B. S. Rawlings, E. G. Flynn, R. L. Kendal [26] рассмотрели в своей статье один из аспектов, которому было уделено внимание и в нашем исследовании – проблема традиций в процессе формирования культуры творчества, культуры креативного мышления у детей младшего школьного возраста, но вопросы развития детского изобретательства не затронули.

K. J. Szmidt [32] посвятил свою статью проблеме интегрированной диагностики творческого потенциала и результативности творческого мышления в процессе развития креативности детей. Предложенная нами ассоциативно-синектическая технология (АС-технология) может рассматриваться как один из вариантов такой интегрированной диагностики, и в этом мы видим совпадение исследовательских интересов с автором анализируемой статьи [32].

В статье S. Saraat [29] предложено использовать коллаж для развития креативности детей. Мы находим сходство с этой статьей в том, что ее автор предлагает деятельностный инструмент, деятельностное средство для развития творческих способностей детей и предлагаемый нами физический эксперимент также рассматривается как средство, как инструмент развития творческой деятельности детей – изобретательства.

О. Titrek, N. Ylmaz, O. Ozguray [33] проанализировали влияние креативности педа-

гогов на развитие творческих способностей и творческой результативности детей. Их результаты могут быть полезными для проектирования системы сетевого взаимодействия образовательных организаций и родителей с детьми в процессе развития детского изобретательства.

C. Rominger [27] рассмотрел в своей статье влияние эмоциональной нагрузки на развитие способности к дивергентному мышлению. Интересно, что в структуре разработанной нами АС-технологии развития изобретательства важное место занимают компоненты, задающие позитивный эмоциональный настрой, что, безусловно, способствует повышению результативности изобретательской деятельности детей.

Проведенный далее анализ публикаций, посвященных развитию новых образовательных технологий – STEM-технологии¹ и STEAM-технологии [1], показал, что авторы недооценивают и не обсуждают вопросы развития изобретательства детей посредством использования этих интегрированных образовательных технологий, направленных на синтез знаний из различных сфер науки и технологии, а в STEAM-технологии еще и на интеграцию науки с искусством. При этом во всех проанализированных публикациях, как российских, так и англоязычных, не исследовались возможности использования физического эксперимента как средства развития детского изобретательства и не рассматривались вопросы организации для этого сетевого взаимодействия образовательных организаций и родителей и вопросы организации сотворчества детей, родителей и педагогов. Этот факт подтверждает актуальность проведенного авторами исследования и дает основание утверждать, что в этой сфере педагогических исследований российские авторы занимают лидирующие позиции.

Системный и деятельностный подходы стали основными **методологическими подходами** описываемого в статье исследования, при этом, исходя из специфики предмета исследования, **основным его методом** был избран *естественный педагогический эксперимент*, сопровождаемый непрерывным, связанным с *наблюдением теоретическим анализом, моделированием педагогических ситуаций и ситуаций нового для учащихся вида, а также анализом результатов учебно-исследовательской (экспериментальной) и творческой (изобретательской) деятельности младших*

¹ Experts say STEM education is the key to nurturing necessary talent. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/201901/14/WS5c3bf77aa3106c65c34e43f6.html> (mode of access: 20.12.2024).

школьников.

Естественный эксперимент был реализован в условиях интеграции известных организационных форм общего и дополнительного образования, в сетевом взаимодействии организаций общего и дополнительного образования, научно-педагогических работников Уральского государственного педагогического университета и родителей обучающихся. При этом, говоря о сетевом взаимодействии, авторы, проанализировав различные подходы к определению этого педагогического явления [19; 23], придерживаются следующей трактовки этого понятия. Сетевое взаимодействие в сфере образования – это система связей субъектов образования, устанавливаемых в процессе их образовательной деятельности и позволяющих разрабатывать и реализовывать в педагогической практике инновационные модели содержания образования и новые формы организации процессов образования на основе единства целей партнеров по взаимодействию и совместного использования ресурсов.

Базой исследования стали экспериментальные площадки Уральского государственного педагогического университета в образовательных учреждениях Екатеринбургa, участвующих в реализации научно-образовательного проекта «Детская академия изобретательства», и начальные классы инженерного профиля школы № 22 г. Верхняя Пышма.

Процесс и результаты исследования. Для обеспечения необходимого уровня мотивации, интереса обучающихся к проведению физических экспериментов с последующим переходом к изобретательской деятельности на начальном этапе естественного педагогического эксперимента был использован *биографический метод*. Детям в увлекательной форме были представлены примеры из жизни известных изобретателей, творческий успех которых был во многом определен проводимыми ими физическими экспериментами. Например, детям было рассказано о физических экспериментах, проводимых Ч. Э. Парсаном для создания паровой детской коляски, и о том, что впоследствии он стал изобретателем паровой турбины [9].

В процессе знакомства детей со спецификой физики как экспериментальной науки с типичным для физического научного метода стремлением количественно описать исследуемые объекты и процессы в качестве примера был приведен девиз И. Ньютона: «Гипотез не измышляю». Обсуждая это высказывание, дети приходят к осмыслению идеи экспериментальной достоверности, пронизывающей всю современную физику и науку в целом. Этой же

цели послужило и обсуждение с детьми высказывания М. В. Ломоносова: «Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений, рожденных только воображением» [9]. В результате у школьников формируется представление о том, что проведение физического эксперимента направлено на реальное изучение конкретного природного или связанного с объектами техники явления посредством его воспроизведения в строго контролируемых условиях.

Вместе с тем, обсуждая с детьми особенности мыслительной деятельности в ходе подготовки эксперимента, педагоги подчеркивают важность теоретического априорного моделирования физических процессов и гипотетических результатов планируемого эксперимента в процессе мысленного эксперимента. Чтобы этот этап был интересен детям, было предложено использовать в работе с детьми имитационные игры и «мозговой штурм», в ходе которого дети высказывают возможные варианты организации и технического оснащения эксперимента, возможное протекание изучаемого в эксперименте процесса. В результате такого обсуждения дети во взаимодействии со взрослыми делают предположения об ожидаемом результате эксперимента и влияющих на этот результат факторах. Был использован также вариант конференции идей (разновидность мозгового штурма) с применением программных продуктов, обеспечивающих работу в сетевом режиме, что позволило увеличить активность взаимодействия родителей с педагогами образовательных учреждений и научно-педагогическими работниками университета.

Не менее активное участие родителей в сетевом взаимодействии с использованием программных продуктов дистанционного обучения было обеспечено и на этапе целенаправленного наблюдения за протеканием экспериментов с фиксацией и совместным обсуждением влияющих на результат экспериментов факторов и этапе анализа хода экспериментов с обсуждением всех его деталей и результатов. Но особое внимание было обращено на «стыковку» эксперимента с организацией поиска ситуаций нового вида, в которых полученные в эксперименте результаты целесообразно использовать для совершенствования технических объектов и способов их применения в различных видах жизнедеятельности, знакомых детям. Для этого использовались известные технологии развития изобретательства – теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) и ТРИЗ-педагогика [4], а также ассоциативно-синектическая технология развития изобретательства (АС-технология) [17].

ТРИЗ и ТРИЗ-педагогика направлены

на поощрение нестандартного мышления детей, на поиск необычных путей решения задач [4]. Развитие творческого мышления детей на уроках физики также может осуществляться через использование качественных задач, ассоциирующихся со стихотворениями и детскими произведениями [9]. Такой метод помогает детям ассоциировать абстрактные физические явления с более конкретными образами из поэзии, что способствует их творческому воображению и пониманию сложных концепций. АС-технология еще более усиливает возможности таких ассоциаций и в отличие от ТРИЗ не ограничивается решением заранее подготовленных для детей задач. Она помогает включить детей в поиск ситуаций нового вида и формулирование новых технических творческих задач, что практически гарантированно приводит к созданию детьми в сотворчестве с родителями изобретений, зачастую соответствующих всем критериям патентоспособности.

Реализация взаимосвязи физического эксперимента с изобретательской деятельностью детей создает предпосылки для развития у них инженерных компетенций. Использование конструирования в урочной и внеурочной деятельности по физике для развития инженерных компетенций и стимулирования самостоятельной работы школьников нуждается в создании интерактивной образовательной среды, где учащиеся могут применять полученные знания на практике [9]. И сетевое взаимодействие образовательных учреждений с родителями становится важнейшим компонентом этой среды. Без такого взаимодействия было бы практически невозможно обеспечить доступное для детей использование научно-технической и патентной информации, что является необходимым компонентом изобретательства, который значительно повышает вероятность разработки детьми в сотворчестве со взрослыми не только субъективно новых, но и патентоспособных изобретений.

Таким образом, использование физического эксперимента в качестве средства развития изобретательства детей становится также эффективным инструментом для формирования инженерного стиля мышления, уже начиная с младшего школьного возраста. Продуктом инженерного мышления, как правило, является материальный объект, имеющий практическое значение. В связи с этим для организации работы по формированию инженерного мышления очень важно развивать у детей самостоятельность в составлении и решении разнообразных практических задач, поддерживать их творческую инициативу в процессе уточнения и решения задач, в совместной дея-

тельности педагогов и родителей способствовать формированию у детей понимания функциональных зависимостей между видимыми и невидимыми процессами на основе непрерывного пополнения запаса технических знаний, взаимосвязанных с предметным знанием, и в первую очередь, знаний по физике.

Именно поэтому, начиная с первого класса школы, дети-участники естественно-го эксперимента изучают с использованием специально разработанной рабочей тетради технические термины, цикл познания, научные методы изучения объектов природы, технические процессы и природные явления. Учащиеся активно выполняют проекты по физике и технике, участвуют в выставках технического творчества, в соревнованиях по робототехнике, в научно-практических конференциях, в конкурсах по 3D-моделированию.

При этом у детей формируются умения: устанавливать логические связи, комбинировать, рассуждать, сосредоточиваться на достижении поставленной цели, использовать произвольное внимание при анализе ситуации, производить сравнение в процессе подготовки отчета и доклада о результатах проектно-исследовательской работы. Перечисленные умения формируются у младших школьников в процессе учебы, при организации внеурочной деятельности, при реализации дополнительного образования, при выполнении практических работ, исследовательских проектов и решении экспериментальных задач.

Успешному формированию инженерного мышления у учащихся начальной школы в предложенном варианте развития изобретательства детей во взаимосвязи с организацией их экспериментальной деятельности по физике способствуют занятия по программам общего и дополнительного образования, направленным на формирование познавательного интереса к изучению предметов окружающей действительности (природным и техническим), а также к явлениям и процессам в живой природе и технике. Практика показывает, что во втором-третьем классах школы нужно создавать условия для формирования у учащихся внутреннего мотива к изучению предметов естественно-научного цикла, математики, технологии и информатики, желания познавать, исследовать, экспериментировать, создавать простейшие модели, технические объекты и приборы. Большая роль в этом процессе отводится родителям и старшим родственникам (бабушкам и дедушкам). Это именно те люди, кто может помочь, подсказать, поддержать, похвалить и вселить в ребенка уверенность в успехе начатого дела,

убедить в необходимости изучать и создавать технические объекты.

В проведенном естественном педагогическом эксперименте вновь подтвердился положительный эффект организации работы с детьми по изучению элементов занимательной науки, с использованием проведенных временем учебно-методических работ Я. И. Перельмана, Е. Н. Игнатъева, А. Е. Ферсмана, А. В. Цингера. Их книги помогают детям по-новому увидеть привычные предметы, привлечь их внимание к, казалось бы, давно знакомым явлениям. Эта вновь обретенная новизна восприятия объектов окружающего мира стимулирует интерес, который перерастает в познавательный мотив, что способствует концентрации внимания и активизации работы мышления.

И здесь вновь начинает играть важнейшую роль организованное сетевое взаимодействие образовательных учреждений и родителей. Педагоги и научно-педагогические работники организуют консультативную помощь родителям в их усилиях по формированию и развитию традиций семейного естественно-научного и технического воспитания, которое многократно повышает эффективность формирования элементов инженерного мышления детей.

Педагоги во взаимодействии с родителями организуют процесс развития изобретательства детей в ходе подготовки и проведения физических экспериментов, ориентируясь на необходимость формирования трех основных свойств инженерного мышления.

Первое из них – способность к структурированию процессов и объектов окружающего мира. Подобно тому, как талантливый поэт или композитор видит свое произведение до того, как он его запишет на бумаге словами или нотами, так и грамотный инженер или изобретатель способен сначала визуализировать, а затем воплотить структуру с помощью сочетания правил, моделей, догадок, интуиции. С этой целью инженеры создают модели, чтобы можно было проводить подробные предварительные обсуждения. Для формирования у детей этого качества педагоги во взаимодействии с родителями организуют процесс моделирования и обсуждения готовящегося эксперимента, а по его завершении инициируют обсуждение возможного использования результатов эксперимента для создания изобретения в той или иной области жизнедеятельности. В этом организованном посредством сетевого взаимодействия процессе используется система вопросов, на которые дети должны найти ответы, опираясь на помощь родителей:

– Что вы хотели проверить (или изобрести)? Сформулируйте цель.

– Как это можно сделать в наших условиях?

– Что нового в выбранном способе и почему он приведет к успеху?

– Для кого и в каких ситуациях будет полезен полученный результат?

– Что вам нужно для достижения цели и сколько времени необходимо?

– Какие промежуточные проверки вы планируете, чтобы узнать, добились ли вы планируемого результата?

На этапе перехода от физического эксперимента к поиску новой изобретательской задачи особенно хорошо удается формировать у детей второе свойство инженерного мышления – способность проектировать и планировать в условиях ограничений и неопределенности. Материальные объекты и процессы, в которых они участвуют, подвержены разного рода изменениям, которые влияют на достижение успеха в решении людьми связанных с этими процессами задач. Детям очень удобно это показать именно в процессе подготовки и проведения физических опытов и последующего решения технических задач изобретательского характера. Возникающие при этом ограничения стимулируют креативность, смекалку и находчивость детей.

Третье свойство инженерного мышления, формируемое в предложенном варианте организации взаимосвязи изобретательской деятельности детей с их экспериментальной деятельностью на материале физики, характеризуется умением давать продуманные оценки решениям и альтернативам. Очень часто в инженерной деятельности необходимо определить приоритеты в проектировании и распределении ресурсов, отличая более значимые цели от менее весомых. В ТРИЗ-педагогике часто используется пример проектирования яхты, которое требует найти компромисс между альтернативными вариантами выполнения ее отдельных конструктивных элементов. Детям демонстрируется необходимость нахождения продуманного, основанного на многократных оценках и проверках баланса затрат, веса, размера судна, высоты мачты, размера паруса, обеспечения безопасности при плавании, т. е. всего, что необходимо для соответствия яхты всем конкретным требованиям к судноходным характеристикам.

Процесс развития изобретательства детей требует от педагогов и родителей понимания сущности и необходимости формирования изобретательской культуры. Культура изобретательской деятельности – это совокупность содержательно-методологических, формально-логических, этических и эстетических требований и норм, предъявляемых к процессам изобретательства, а также экс-

пертизы, охраны, использования и коммерциализации результатов творческого труда изобретателя [16]. Очевидно, что невозможно говорить о сформированности всех компонентов культуры изобретательства у младших школьников. Но заложить ее основы, создать систему ориентиров для осознанного включения всех ее компонентов в деятельность субъекта изобретателя возможно уже в младшем школьном возрасте. Для этого в рамках естественного педагогического эксперимента с использованием сайта научно-образовательного сетевого проекта «Детская академия изобретательства» и размещенных на нем методических материалов была организована серия семинаров для участвующих в этом проекте педагогов и родителей, посвященная различным аспектам правового и патентно-информационного сопровождения детей в процессе изобретательства. Затем научно-педагогическими работниками Уральского государственного педагогического университета было организовано непрерывное консультирование детей, педагогов и родителей по вопросам создания изобретений, соответствующих критериям патентоспособности. Была проведена работа по подготовке заявок на изобретения и полезные модели и осуществлена переписка с экспертами Федерального института промышленной собственности, результатом которой стали патенты Российской Федерации на созданные творческими коллективами детей, их родителей и педагогов изобретения¹. При этом дети получили всю необходимую и доступную для их понимания информацию о проведении этапов патентно-информационного поиска, оформления и подачи заявки на изобретение и проведения ее экспертизы. Без организации сетевого взаимодействия образовательных организаций и родителей такой результат вряд ли был бы возможен.

Необходимо отметить, что проблема формирования у детей изобретательской культуры не сводится к обучению патентованию изобретений. Наиболее значимым аспектом педагогической работы по решению этой проблемы является формирование личности человека созидающего, который создает изобретения, имеющие в том числе и субъективную новизну. Важно организовать изобретательскую деятельность детей так, чтобы в ее процессе они создавали, воспитывали себя, свою творческую личность. В этом смысле изобретательская

¹ Патент на полезную модель «Пусковая установка для экспериментального запуска моделей ракет» № RU 184710, дата регистрации 06.11.2018; Патент на изобретение «Игрушка» № RU 2713961, дата регистрации 11.02.2020.

деятельность для учащихся является личностной созидательной деятельностью.

Изобретательство в образовательном смысле – это способ жизнедеятельности, специфический способ мышления, создающий психологические предпосылки для последующего (после окончания учебы) освоения профессии, освоения любой прогрессивной технологии, детерминирующий всю образовательную деятельность учащегося и наполняющий ее смысловым содержанием.

Одной из базовых площадок проведения естественного педагогического эксперимента по развитию изобретательства детей во взаимосвязи с организацией их деятельности по подготовке и проведению физических экспериментов является школа № 22 г. Верхняя Пышма. Формируя элементы инженерного мышления у учащихся начальных классов этой школы, учителя во взаимодействии с родителями и научно-педагогическими работниками университета применяют описанные выше методы и приемы развития изобретательства детей. В частности, организуется их исследовательская и проектная деятельность, которая начинается с первого класса в процессе обучения физике по пропедевтической программе, в которой существенная роль отводится физическому эксперименту во взаимосвязи с упражнениями ТРИЗ-педагогики и с занятиями 3D-моделированием и робототехникой. В основу обучения детей физике положена дидактическая идея академика П. Л. Капицы: «По моему мнению, хороших инженеров мало. Они должны состоять из 4-х частей: на 25% инженер должен быть теоретически образован, на 25% он должен быть художником (машину нельзя проектировать, ее нужно рисовать – меня так учили, и я тоже так считаю). На 25% он должен быть экспериментатором, то есть исследовать свою машину; и на 25% он должен быть изобретателем. Вот так должен быть составлен инженер. Это очень грубо и могут быть вариации. Но все эти элементы должны быть» [12]. Это остроумное и меткое выражение является годами проверенной истиной и подтверждается современными новомодными зарубежными течениями в виде STEM-технологии и STEAM-технологии² [1].

В организованной на базе 22-й верхнепышминской школы работе с младшими школьниками идея П. Л. Капицы нашла отражение в структуре образовательного процесса. Любой урок физики или внеурочная деятельность школьников в младших классах инженерного профиля осуществляется

² Experts say STEM education is the key to nurturing necessary talent. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/201901/14/WS5c3bf77aa3106c65c34e43f6.html> (mode of access: 20.12.2024).

следующим образом: учащиеся знакомят с теоретическим материалом, используя известные научные факты по изучаемой теме, затем обсуждают возможные модели, делают рисунки, создают материальный продукт (прибор, установку, технический объект), проводят эксперимент, получают результат и осуществляют его анализ.

Предложенная схема организации учебного занятия осуществляется на основе реализации деятельностного подхода. Деятельность детей обеспечивается дидактическим ресурсом [9] – идеальными и материальными объектами, обеспечивающими доступность обучения. Изобретательская деятельность детей организуется с помощью творческих заданий, предлагающих детям сконструировать модели технических устройств для их использования или проверки в ходе запланированных физических экспериментов. Структура творческих заданий продемонстрирована в ниже следующей таблице.

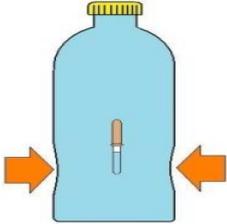
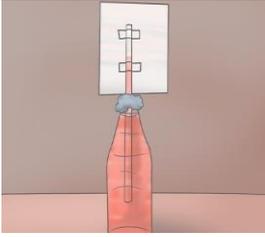
Выполнять такие задания можно в школе и дома, в сотворчестве с родителями, в том числе в условиях дистанционного консультирования сопровождения работы учителем. При этом использовались различные формы дистанционного сопровож-

дения: с применением компьютерных программ дистанционного обучения, с помощью сотовой связи или электронной почты. Форма отчета о выполнении творческого задания – фотография полученного результата с демонстрацией его работоспособности, технический рисунок и сообщение о наблюдаемом явлении. В результате выполнения творческих заданий дети создают папку-тетрадь электронных материалов, в которой хранятся их работы. По полученным материалам отбираются работы на конкурсы и выставки. Дома у школьников появляются приборы для проведения опытов и экспериментальных исследований. Такая организация обучения позволяет формировать навыки самостоятельной конструкторской работы, выполнения технического рисунка, исследовательской деятельности и изобретательского инженерного мышления.

В ходе конструирования предложенных в таблице технических устройств, их осмысления, экспериментальной проверки и «привязки» к решению различных технических задач дети предлагают варианты их усовершенствования, а также использования в соответствии с целями самостоятельно сформулированных изобретательских задач.

Таблица

Структура заданий по физике для развития изобретательства детей

№	Название	Материалы	Результат	Технический рисунок
1	Гигрометр	Сосновая шишка, зубочистка, подставка, шкала, клей, ручка	При изменении влажности в помещении стрелка прибора перемещается	
2	Картезианский водолаз	Пластиковая бутылка с крышкой, пипетка, вода	При нажатии на стенки бутылки пипетка наполняется водой, опускается	
3	Термоскоп Галилея	Небольшой стеклянный пузырек, резиновая или корковая пробка, пустой стержень от шариковой ручки	Подкрашенная в пузырке вода нагревается и, расширяясь, поднимается вверх	

Продолжение таблицы

№	Название	Материалы	Результат	Технический рисунок
4	Модель автомобиля с резиномотором	Корковая цилиндрическая пробка как основа для колес авто; зубочистки – оси для колес, картонная коробка из-под зубной пасты, резинка тонкая (для денежных купюр и лекарств)	После закручивания задних колес модель авто перемещается при наличии груза на задней части коробки	
5	Модель устройства на воздушной подушке	Деревянная катушка для ниток старого образца, CD-диск, клей, воздушный резиновый шарик	Совместив отверстия катушки и диска, необходимо приклеить или прилепить катушку к диску. Надеть на катушку шарик, надуть его с диском и поставить на горизонтальную поверхность стола	

Например, при изготовлении и проведении экспериментальных исследований «пушки Гаусса» – одной из разновидностей электромагнитного ускорителя масс, дети пришли к идее создания пусковой ракетной установки для моделей ракет в условиях закрытых помещений. Модель этой установки была создана в сотворческой деятельности с родителями, а затем с консультативной помощью научно-педагогических работников университета был проведен патентно-информационный поиск, подтвердивший новизну созданного в сетевом взаимодействии устройства, и подготовлена заявка на выдачу патента на сделанное детьми изобретение. После проведения экспертизы в Федеральном институте промышленной собственности на предложенное детьми изобретение был выдан патент РФ¹.

Аналогичные результаты были получены при использовании АС-технологии в процессе развития изобретательских способностей детей в школах и детских садах, являющихся экспериментальными площадками Уральского государственного педагогического университета. Например, в ходе экспериментального физического исследования поведения струй воздуха, выходящих через трубки, установленные в горловины надувных воздушных шаров, дети придумали новую игрушку-волчок, приводимую в движение выходящими из надувного шарика воздушными струями. На это детское изобретение также был выдан патент РФ².

¹ Патент на полезную модель «Пусковая установка для экспериментального запуска моделей ракет» № RU 184710, дата регистрации 06.11.2018.

² Патент на изобретение «Игрушка» № RU 2713961, дата регистрации 11.02.2020.

Обсуждение. Таким образом, проведенное исследование подтвердило возможность и эффективность организации сетевого взаимодействия педагогов образовательных организаций, детей и их родителей с целью активизации процесса развития у детей способностей к изобретательству с использованием дидактических и воспитательных возможностей физического эксперимента. В ходе исследования были рассмотрены различные аспекты интеграции процесса обучения младших школьников пропедевтического курсу физики с процессом развития изобретательства детей и формирования у них элементов инженерного мышления посредством организации педагогически структурированного физического эксперимента, в алгоритме которого были выделены этапы взаимодействия с родителями.

Было выявлено, что основанная на физическом эксперименте исследовательская деятельность младших школьников способствует не только углубленному пониманию физических явлений, но и развитию творческого мышления и инженерных навыков у детей. Предложенные инновационные методики обучения физике, ориентированные на развитие изобретательности у детей, показали свою эффективность, способствуя более глубокому усвоению учебного материала и стимулируя интерес к науке и технике. Показано позитивное взаимовлияние активизации творческого мышления, изобретательства обучающихся и возрастающей мотивации детей к изучению физики, т.е. включение изобретательских творческих задач в содержание обучения физике оказалось важным компонентом успешного образовательного процесса в начальных классах.

Рассмотренные психологические аспек-

ты развития изобретательства детей в процессе обучения физике позволили сделать вывод о том, что включение творческих элементов, направленных на активизацию детской поисковой деятельности, в структуру методического алгоритма изучения науки способствует формированию у младших школьников уверенности в своих силах и способностях. Следовательно, предложенный пропедевтический вариант обучения младших школьников физике, интегрированный на этапе подготовки и проведения физического эксперимента с организацией изобретательской деятельности детей, является эффективным инструментом развития не только научных знаний, но и творческих способностей детей, что способствует формированию нового поколения креативных инженеров и ученых.

В ходе исследования прошли проверку структурные компоненты поисковой деятельности детей при подготовке и проведении экспериментов по физике, позитивно влияющие на развитие способностей детей к изобретательству. Определены особенности организации экспериментальной деятельности детей в условиях сетевого взаимодействия образовательных организаций и родителей. Показано, что для обеспечения эффективности этого взаимодействия необходимо на этапе подготовки эксперимента уделять особое внимание теоретическому априорному моделированию физических процессов и гипотетических результатов планируемого эксперимента, а также конструированию измерительных и вспомогательных устройств, переходя уже на этом этапе от познавательной деятельности к изобретательской. Кроме того, в ходе эксперимента должно быть обеспечено целенаправленное наблюдение за его протеканием с фиксацией влияющих на его результат факторов и оценкой возможности их учета и использования в процессе разработки возможного изобретения.

Особой организации требует также деятельность детей по анализу отдельных этапов эксперимента и его результатов. Она является важнейшим компонентом, обеспечивающим преобразование познавательной деятельности детей в их изобретательскую деятельность. Именно по результатам аналитической деятельности организуется самостоятельный поиск детьми ситуаций нового для них вида (например, с помощью АС-технологии или методов ТРИЗ-педагогика). В этих гипотетических ситуациях полученные результаты становятся отправной точкой для совершенствования связанных с содержанием эксперимента технических объектов и способов их применения. Возможности применения полученных

детьми в эксперименте научных смыслов и технических идей могут быть найдены как в известных детям производственных процессах, так и в образовании, в спорте и быту.

Заключение. Полученные в ходе исследования результаты позволяют убедиться в том, что его цель достигнута. Представленные в статье теоретическое обоснование и описание экспериментальной проверки эффективности процесса развития у детей способностей к изобретательству посредством их включения в исследовательскую деятельность в ходе проведения физических экспериментов в условиях организации сетевого взаимодействия педагогов образовательных организаций, детей и их родителей свидетельствуют о необходимости и воспроизводимости представленных в гипотезе исследования педагогических условий. Полученные результаты являются вкладом в теорию педагогики и образования в части обоснования *новой* образовательной формы развития изобретательства детей – сетевого сообщества образовательных организаций и родителей, взаимодействующих в процессе развития изобретательства детей на основе его интеграции с подготовкой и проведением физических экспериментов, содержание связанных с пропедевтическим курсом физики для начальной школы. Была теоретически обоснована и экспериментально проверена значимость и доказана необходимость в аспекте позитивного влияния на развитие способностей детей к изобретательству таких структурных компонентов поисковой деятельности детей в ходе проведения экспериментов по физике, как: теоретическое априорное моделирование физических процессов и гипотетических результатов планируемого эксперимента; целенаправленное наблюдение за протеканием эксперимента с фиксацией влияющих на его результат факторов; анализ результатов эксперимента с целью поиска ситуаций нового вида, в которых полученные результаты могут быть использованы для совершенствования технических объектов и способов их применения.

Проведенное авторами исследование дает основание для введения в педагогическую практику нового требования к организации сетевого взаимодействия в процессе развития изобретательских способностей детей – организация сотворчества детей и значимых для них взрослых с соблюдением субъектности детей в изобретательстве. При этом сотворчество должно быть организовано на основе интеграции широкого спектра видов творческой и исследовательской (включая физический эксперимент) деятельности (по идее П. Л. Капицы, как минимум четырех видов деятельности) и син-

теза развивающих культурных практик. Это обеспечит передачу подрастающему поколению традиций научной и созидательной инженерной деятельности в соответствии с современными федеральными образовательными стандартами и с учетом передовых тенденций в научно-технической сфере.

Полученные в исследовании результаты могут быть использованы в качестве си-

стемы ориентиров и педагогических инструментов для учителей, родителей и научно-педагогических работников для обеспечения эффективного функционирования сетевого взаимодействия образовательных организаций и родителей, направленного на развитие изобретательства младших школьников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимова, Т. И. STEAM-образование как инновационная технология для Индустрии 4.0 / Т. И. Анисимова, О. В. Шатунова, Ф. М. Сабирова. – Текст : непосредственный // Научный диалог. – 2018. – № 11. – С. 322–332. – DOI: 10.24224/2227-1295-2018-11-322-332.
2. Бышева, М. В. Сущность и условия эффективного использования сетевого взаимодействия образовательных организаций для развития творческих способностей детей / М. В. Бышева, Н. Н. Ведерникова, С. А. Новоселов. – Текст : непосредственный // Стратегические ориентиры современного образования : сборник научных статей. Ч. 3 / Уральский государственный педагогический университет. – Екатеринбург, 2020. – С. 296–301.
3. Волков, И. П. Приобщение школьников к творчеству: из опыта работы / И. П. Волков. – М. : Просвещение, 1982. – 144 с. – Текст : непосредственный.
4. Гин, А. А. ТРИЗ-педагогика / А. А. Гин. – М. : Вита-Пресс, 2018. – 96 с. – Текст : непосредственный.
5. Гудяева, Л. А. Передовые инженерные школы как инструмент национального технологического суверенитета в контексте региональной социально-экономической повестки / Л. А. Гудяева, М. И. Прыгунова. – Текст : непосредственный // BUSINESS. EDUCATION. LAW. – 2023. – No. 1 (62). – P. 13–19.
6. Дрентельн, Н. С. Физические опыты в начальной школе. Руководство для учащихся, содержащее подробное описание приемов производства простейших опытов, главным образом на самодельных приборах / Н. С. Дрентельн. – Издание Т-ва И. Д. Сытина, 1913. – 284 с. – Текст : непосредственный.
7. Дружинин, В. Н. Психология общих способностей : учебное пособие для вузов / В. Н. Дружинин. – 3-е изд. – М. : Издательство «Юрайт», 2024. – 349 с. – Текст : непосредственный.
8. Зуев, П. В. Развитие инженерного мышления учащихся в процессе обучения / П. В. Зуев, Е. С. Кошечева. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 6. – С. 44–49.
9. Зуев, П. В. Дидактические основы эффективной подготовки молодежи к инженерно-технической деятельности : монография. – Издательские решения, 2022. – 174 с. – Текст : непосредственный.
10. Зуев, П. В. Развитие креативности учащихся в процессе их подготовки к инженерной деятельности / П. В. Зуев. – Текст : непосредственный // Стратегические ориентиры современного образования : сборник научных статей. Ч. 3 / Уральский государственный педагогический университет. – Екатеринбург, 2020. – С. 304–306.
11. Иванова, Н. Б. Методика подготовки учителей начальных классов к корректному преподаванию физических понятий / Н. Б. Иванова, Ю. В. Иванов, О. Ю. Иванов. – Текст : непосредственный // Вестник Белгородского института развития образования. – 2020. – Т. 7, № 3 (17). – С. 13–19.
12. Капица, П. Л. Карманный справочник физика-экспериментатора (цитатник) / П. Л. Капица. – М. : ИФП АН СССР, 1974. – 36 с. – Текст : непосредственный.
13. Картунов, В. А. Пропедевтическое ознакомление учащихся четвертых классов с физикой / В. А. Картунов. – Текст : непосредственный // Начальное образование. – 2018. – № 2. – С. 27–32.
14. Минюрова, С. А. Развитие сферы дошкольного образования на основе ресурсов сетевого взаимодействия образовательных организаций общего и высшего образования / С. А. Минюрова, К. В. Шевченко. – Текст : непосредственный // Дошкольное воспитание. – 2023. – № 8.
15. Надеева, О. Г. Учебный физический эксперимент в дошкольной организации и в начальной школе / О. Г. Надеева, Е. О. Заложных. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2017. – № 7. – С. 66–73.
16. Новоселов, С. А. Воспитание культуры творчества студентов как необходимый компонент образовательного процесса в педагогическом университете / С. А. Новоселов. – Текст : непосредственный // Понятийный аппарат педагогики и образования : коллективная монография / Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2019. – С. 273–281.
17. Новоселов, С. А. АС-технология комплексного развития творческих способностей детей / С. А. Новоселов, Л. С. Попова. – Текст : непосредственный // Дошкольное воспитание. – 2023. – № 8. – С. 18–23.
18. Робертс, Э. Происхождение человека. Эволюция / Э. Робертс ; пер. с англ. И. В. Павловой, О. В. Сергеевой. – М. : ООО «АСТ» ; ОГИЗ, 2014. – 256 с. – Текст : непосредственный.
19. Симонова, А. А. Понятие сетевого взаимодействия образовательных организаций / А. А. Симонова, М. Ю. Дворникова. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 5. – С. 35–40.
20. Холина, С. А. Проблема пропедевтического обучения физике в условиях модернизации системы образования / С. А. Холина. – Текст : непосредственный // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. – 2017. – № 2. – С. 140–147. – DOI: 10.18384/2310-7219-2017-2-140-147.
21. Чемезов, О. В. Теория эксперимента : учебное пособие / О. В. Чемезов, О. Ю. Маковская ; М-во науки и высшего образования РФ. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2022. – 96 с. – Текст : непосредственный.

22. Шамало, Т. Н. Учебный физический эксперимент как средство активизации мыслительной деятельности учащихся / Т. Н. Шамало, А. П. Усольцев. – Текст : непосредственный // Проблемы учебного физического эксперимента : сборник научных трудов. Вып. 28. – М. : ИСРО РАО, 2018. – С. 10–13.
23. Швецов, М. Ю. Сетевое взаимодействие образовательных учреждений профессионального образования в регионе / М. Ю. Швецов, Л. Д. Алдар. – Текст : непосредственный // Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Педагогика и психология. – 2012. – № 5. – С. 33–38.
24. Eldiasty, H. Impact of a dexterity programme on motor skills and inventiveness in 5–6-year-old children / H. Eldiasty et al. – Text : immediate // Journal of Physical Education and Sport. – 2023. – Vol. 23, no. 8. – P. 2041–2050.
25. Kiong, T. T. Issues and solutions on Inventive Problems-Solving Skills (IPSS) in invention course / T. T. Kiong et al. – Text : immediate // Cakrawala Pendidikan: Jurnal Pendidikan Ilmiah. – 2022. – Vol. 41, no. 2. – P. 468–480.
26. Rawlings, B. S. Personality predicts innovation and social learning in children: Implications for cultural evolution / B. S. Rawlings, E. G. Flynn, R. L. Kendal. – Text : immediate // Developmental science. – 2022. – Vol. 25, no. 1. – P. e13153.
27. Rominger, C. Creative thinking in an emotional context: Specific relevance of executive control of emotion-laden representations in the inventiveness in generating alternative appraisals of negative events / C. Rominger et al. – Text : immediate // Creativity Research Journal. – 2018. – Vol. 30, no. 3. – P. 256–265.
28. Ronkko, M. L. Investigative activity in pre-primary technology education – The Power Creatures project / M. L. Ronkko, V. Yliveronen, K. Kangas. – Text : immediate // Design and Technology Education: an International Journal. – 2021. – Vol. 26, no. 1. – P. 29–44.
29. Sapaat, S. Relationship between Collage Activities and Early Children's Creativity / S. Sapaat. – Text : immediate // GENIUS: Indonesian Journal of Early Childhood Education. – 2023. – Vol. 4, no. 2. – P. 109–122.
30. Schut, A. et al. Uncovering early indicators of fixation during the concept development stage of children's design processes / A. Schut et al. – Text : immediate // International Journal of Technology and Design Education. – 2020. – Vol. 30. – P. 951–972.
31. Sventitsky, G. D. Physical experiment as a means of enhancing the cognitive interest in physics lessons / G. D. Sventitsky. – Text : immediate // Physical and Mathematical Education. – 2016. – Issue 3 (9). – P. 89–93.
32. Szmidt, K. J. Identification of a Child's Creative Potential: Test, Observation, or Dialogue? Main Themes of the Discourse / K. J. Szmidt. – Text : immediate // Nauki o Wychowaniu. Studia Interdyscyplinarne. – 2023. – Vol. 17, no. 2. – P. 46–57.
33. Titrek, O. The Creativity Levels of Preschool Teachers / O. Titrek, N. Ylmaz, O. Ozguray. – Text : immediate // International Journal on Lifelong Education and Leadership. – 2023. – Vol. 9, no. 2. – P. 34–45.

REFERENCES

- Anisimova, T. I., Shatunova, O. V., Sabirova, F. M. (2018). STEAM-obrazovanie kak innovatsionnaya tekhnologiya dlya Industrii 4.0 [STEAM Education as an Innovative Technology for Industry 4.0]. In *Nauchnyi dialog*. No. 11, pp. 322–332. DOI: 10.24224/2227-1295-2018-11-322-332.
- Byvsheva, M. V., Vedernikova, N. N., Novoselov, S. A. (2020). Sushchnost' i usloviya effektivnogo ispol'zovaniya setevogo vzaimodeistviya obrazovatel'nykh organizatsii dlya razvitiya tvorcheskikh sposobnosti detei [The Nature and Conditions of Effective Use of Network Interaction of Educational Organizations for the Development of Creative Abilities of Children]. In *Strategicheskie orientiry sovremennogo obrazovaniya: sbornik nauchnykh statei*. Part 3. Ekaterinburg, pp. 296–301.
- Volkov, I. P. (1982). *Priobshchenie shkol'nikov k tvorchestvu: iz opyta raboty* [Introducing Schoolchildren to Creativity: From Work Experience]. Moscow, Prosveshchenie. 144 p.
- Gin, A. A. (2018). *TRIZ-pedagogika* [TRIZ Pedagogy]. Moscow, Vita-Press. 96 p.
- Gudyaeva, L. A., Prygunova, M. I. (2023). Peredovye inzhenernye shkoly kak instrument natsional'nogo tekhnologicheskogo suvereniteta v kontekste regional'noi sotsial'no-ekonomicheskoi povestki [Advanced Engineering Schools as an Instrument of National Technological Sovereignty in the Context of the Regional Socio-Economic Agenda]. In *BUSINESS. EDUCATION. LAW*. No. 1 (62), pp. 13–19.
- Drenteln, N. S. (1913). *Fizicheskie opyty v nachal'noi shkole. Rukovodstvo dlya uchashchikh, sodержashchee podrobnое opisanie priemov proizvodstva prosteishikh opytov, glavnyim obrazom na samodel'nykh priborakh* [Physical Exercises in Primary School. A Manual for Students, Containing a Detailed Description of the Principles of Producing Physical Exercises, Mainly on Self-Made Devices]. Izdanie T-va I. D. Sytina. 284 p.
- Druzhinin, V. N. (2024). *Psikhologiya obshchikh sposobnosti* [Psychology of General Abilities]. 3rd edition. Moscow, Izdatel'stvo «Yurait». 349 p.
- Zuev, P. V., Koshcheeva, E. S. (2016). Razvitie inzhenernogo myshleniya uchashchikhsya v protsesse obucheniya [Development of Engineering Thinking of Students in the Learning Process]. In *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*. No. 6, pp. 44–49.
- Zuev, P. V. (2022). *Didakticheskie osnovy effektivnoi podgotovki molodezhi k inzhenerno-tekhnicheskoi deyatel'nosti* [Didactic Foundations for Effective Preparation of Young People for Engineering and Technical Activities]. Izdatel'skie resheniya. 174 p.
- Zuev, P. V. (2020). Razvitie kreativnosti uchashchikhsya v protsesse ikh podgotovki k inzhenernoi deyatel'nosti [Developing Students' Creativity in the Process of Their Preparation for Engineering Activities]. In *Strategicheskie orientiry sovremennogo obrazovaniya: sbornik nauchnykh statei*. Part 3. Ekaterinburg, pp. 304–306.
- Ivanova, N. B., Ivanov, Yu. V., Ivanov, O. Yu. (202). Metodika podgotovki uchitelei nachal'nykh klassov k korrektnomu prepodavaniiyu fizicheskikh ponyatii [Methods of Training Primary School Teachers for Correct Teaching of Physical Concepts]. In *Vestnik Belgorodskogo instituta razvitiya obrazovaniya*. Vol. 7. No. 3 (17), pp. 13–19.

12. Kapitsa, P. L. (1974). *Karmannyi spravochnik fizika-eksperimentatora (tsitatnik)* [Pocket Handbook of Experimental Physicists (Quote Book)]. Moscow, IFP AN SSSR. 36 p.
13. Kartunov, V. A. (2018). Propedevticheskoe oznakomlenie uchashchikhsya chetvertykh klassov s fizikoi [Propaedeutic Introduction of Fourth-Grade Students to Physics]. In *Nachal'noe obrazovanie*. No. 2, pp. 27–32.
14. Minyurova, S. A., Shevchenko, K. V. (2023). Razvitie sfery doshkol'nogo obrazovaniya na osnove resursov setevogo vzaimodeistviya obrazovatel'nykh organizatsii obshchego i vysshego obrazovaniya [Development of the Preschool Education Sphere Based on the Resources of Network Interaction of Educational Organizations of General and Higher Education]. In *Doshkol'noe vospitanie*. No. 8.
15. Nadeeva, O. G., Zalozhnykh, E. O. (2017). Uchebnyi fizicheskii eksperiment v doshkol'noi organizatsii i v nachal'noi shkole [Educational Physical Experiment in Preschool and Primary School]. In *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*. No. 7, pp. 66–73.
16. Novoselov, S. A. (2019). Vospitanie kul'tury tvorchestva studentov kak neobkhodimyi komponent obrazovatel'nogo protsessa v pedagogicheskom universitete [Fostering a Culture of Creativity in Students as a Necessary Component of the Educational Process at a Pedagogical University]. In *Ponyatiinyi apparat pedagogiki i obrazovaniya: kollektivnaya monografiya*. Ekaterinburg, pp. 273–281.
17. Novoselov, S. A., Popova, L. S. (2023). AS-tehnologiya kompleksnogo razvitiya tvorcheskikh sposobnosti detei [AS-technology of Complex Development of Creative Abilities of Children]. In *Doshkol'noe vospitanie*. No. 8, pp. 18–23.
18. Roberts, E. (2014). *Proiskhozhdenie cheloveka. Evolyutsiya* [Origin of Man. Evolution]. Moscow, OOO «AST», OGIZ. 256 p.
19. Simonova, A. A., Dvornikova, M. Yu. (2018). Ponyatie setevogo vzaimodeistviya obrazovatel'nykh organizatsii [The Concept of Network Interaction of Educational Organizations]. In *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*. No. 5, pp. 35–40.
20. Kholina, S. A. (2017). Problema propedevticheskogo obucheniya fizike v usloviyakh modernizatsii sistemy obrazovaniya [The Problem of Propaedeutic Teaching of Physics in the Context of Modernization of the Education System]. In *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Pedagogika*. No. 2, pp. 140–147. DOI: 10.18384/2310-7219-2017-2-140-147.
21. Chemezov, O. V., Makovskaya, O. Yu. (2022). *Teoriya eksperimenta* [Theory of Experiment]. Ekaterinburg, Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta. 96 p.
22. Shamalo, T. N., Usoltsev, A. P. (2018). Uchebnyi fizicheskii eksperiment kak sredstvo aktivizatsii myslitel'noi deyatel'nosti uchashchikhsya [Educational Physical Experiment as a Means of Activating Students' Thinking Activity]. In *Problemy uchebnogo fizicheskogo eksperimenta: sbornik nauchnykh trudov*. Issue 28. Moscow, ISRO RAO, pp. 10–13.
23. Shvetsov, M. Yu., Aldar, L. D. (2012). Setevoe vzaimodeistvie obrazovatel'nykh uchrezhdenii professional'nogo obrazovaniya v regione [Network Interaction of Educational Institutions of Vocational Education in the Region]. In *Uchenye zapiski Zabaikal'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogika i psikhologiya*. No. 5, pp. 33–38.
24. Eldiasty, H. et al. (2023). Impact of a Dexterity Programme on Motor Skills and Inventiveness in 5–6-year-old Children. In *Journal of Physical Education and Sport*. Vol. 23. No. 8, pp. 2041–2050.
25. Kiong, T. T. et al. (2022). Issues and Solutions on Inventive Problems-Solving Skills (IPSS) in Invention Course. In *Cakrawala Pendidikan: Jurnal Pendidikan Ilmiah*. Vol. 41. No. 2, pp. 468–480.
26. Rawlings, B. S., Flynn, E. G., Kendal, R. L. (2022). Personality Predicts Innovation and Social Learning in Children: Implications for Cultural Evolution. In *Developmental science*. Vol. 25. No. 1, p. e13153.
27. Rominger, C. et al. (2018). Creative Thinking in an Emotional Context: Specific Relevance of Executive Control of Emotion-Laden Representations in the Inventiveness in Generating Alternative Appraisals of Negative Events. In *Creativity Research Journal*. Vol. 30. No. 3, pp. 256–265.
28. Ronkko, M. L., Yliveronen, V., Kangas, K. (2021). Investigative Activity in Pre-primary Technology Education – The Power Creatures Project. In *Design and Technology Education: an International Journal*. Vol. 26. No. 1, pp. 29–44.
29. Sapaat, S. (2023). Relationship between Collage Activities and Early Children's Creativity. In *GENIUS: Indonesian Journal of Early Childhood Education*. Vol. 4. No. 2, pp. 109–122.
30. Schut, A. et al. (2020). Uncovering Early Indicators of Fixation during the Concept Development Stage of Children's Design Processes. In *International Journal of Technology and Design Education*. Vol. 30, pp. 951–972.
31. Sventitsky, G. D. (2016). Physical Experiment as a Means of Enhancing the Cognitive Interest in Physics Lessons. In *Physical and Mathematical Education*. Issue 3 (9), pp. 89–93.
32. Szmidt, K. J. (2023). Identification of a Child's Creative Potential: Test, Observation, or Dialogue? Main Themes of the Discourse. In *Nauki o Wychowaniu. Studia Interdyscyplinarne*. Vol. 17. No. 2, pp. 46–57.
33. Titrek, O., Ylmaz, N., Ozguray, O. (2023). The Creativity Levels of Preschool Teachers. In *International Journal on Lifelong Education and Leadership*. Vol. 9. No. 2, pp. 34–45.