

## ПСИХОЛОГИЯ ОБРАЗОВАНИЯ EDUCATIONAL PSYCHOLOGY

Научная статья | Original paper

# Психологические основания обучения младших школьников простейшему экспериментированию

Е.В. Чудинова<sup>1</sup> ✉, И.А. Шишкина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований» (Психологический институт им. Л.В. Щукиной), Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> ГБОУ «Школа № 91», Москва, Российская Федерация

✉ chudinova\_e@mail.ru

### Резюме

**Контекст и актуальность.** Экспериментирование как общий способ действия и мышления создает базу для понимания всех естественных наук. Поэтому умение экспериментировать считается важным результатом современного начального образования. Однако условия эффективного обучения младших школьников экспериментированию и возрастные возможности усвоения этого способа действий не выявлены, что определяет актуальность данного исследования. **Цель.** Установить особенности простейшего экспериментирования как способа действия и охарактеризовать возрастные возможности и условия освоения этого способа младшими школьниками через проектирование экспериментального обучения. **Гипотеза.** Планирование простейших экспериментов входит в возрастные возможности младших школьников. Эффективность освоения способа действий зависит от самостоятельности учеников в открытии необходимости контроля условий эксперимента. **Методы и материалы.** Логико-предметный и логико-психологический анализ простейшего экспериментирования. Анализ видеозаписей формирующего эксперимента. Сравнительное обследование: экспериментальный класс (27 учеников, 14 девочек и 13 мальчиков), который обучался экспериментированию в соответствии с принципами системы Д.Б. Эльконина-В.В. Давыдова, и три контрольных класса (два вторых класса, всего 50 учеников, из них 20 девочек и 30 мальчиков, один четвертый класс, 25 учеников, из них 10 девочек и 15 мальчиков), обучавшиеся по традиционной методике. **Результаты.** Ученики второго класса, обучавшиеся экспериментированию через постановку и решение учебной задачи, продемонстрировали понимание различий между экспериментальными и контрольными условиями и планировали эксперименты на уровне четвероклассников, обучающихся по традиционной программе (U-критерий Манна-Уитни,  $p = 0,117$ ). Анализ видеозаписей уроков и контрольные замеры выявили динамику и ключевую трудность в освоении экспериментирования, связанную с необходимостью одновременного выполнения двух противо-

положных действий — противопоставления и уравнивания условий для экспериментальных и контрольных объектов. **Выводы.** Показано, что простейшее экспериментирование доступно для освоения младшими школьниками, однако существенным условием освоения является самостоятельное открытие учениками необходимости контроля условий опыта. Рекомендовано для достижения этого важнейшего метапредметного результата усилить деятельностный характер обучения экспериментированию в традиционной начальной школе.

**Ключевые слова:** простейшее экспериментирование, решение учебной задачи, способ действия, планирование эксперимента, логико-предметный анализ, логико-психологический анализ, возрастные возможности

**Благодарности.** Авторы благодарят за помощь в обработке данных О.В. Морозову.

**Дополнительные данные.** Наборы данных доступны по адресу: <https://ruspsydata.mgppu.ru/workflowitems/160/view>.

**Для цитирования:** Чудинова, Е.В., Шишкина, И.А. (2025). Психологические основания обучения младших школьников простейшему экспериментированию. *Психологическая наука и образование*, 30(2), 100–113. <https://doi.org/10.17759/pse.2025300208>

## Psychological bases for teaching elementary schoolchildren simple experimentation

E.V. Chudinova<sup>1</sup> ✉, I.A. Shishkina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal Scientific Centre for Psychological and Interdisciplinary Research (Psychological Institute of the Russian Academy of Education), Moscow, Russia

<sup>2</sup> School No. 91, Moscow, Russia

✉ chudinova\_e@mail.ru

### Abstract

**Context and relevance.** Experimentation as a general way of acting and thinking provides the basis for understanding all the natural sciences. That is why the ability to experiment is considered an important outcome of modern primary education. However, the conditions of effective training of junior schoolchildren in experimentation and the age possibilities of mastering this method of action have not been identified, which determines the relevance of this study. **Objective.** To describe the peculiarities of the simplest experimentation as a way of action and to characterise the age possibilities and conditions of mastering this way by junior schoolchildren through the design of experimental teaching. **Hypothesis.** Planning of the simplest experiments is included in the age possibilities of junior schoolchildren. The effectiveness of mastering the mode of action depends on the independence of pupils in discovering the need to control the conditions of the experiment. **Methods and materials.** Logical and logical-psychological analysis of the simplest experimentation. Formative experiment (analysis of video recordings). Comparative survey: an experimental class (27 pupils, 14 girls and 13 boys), which was taught experimentation in accordance with the principles of the D.B. Elkonin-V.V. Davydov system, and three control

classes (two second classes, a total of 50 pupils, including 20 girls and 30 boys, and one fourth class, 25 pupils, including 10 girls and 15 boys), taught according to the traditional method. **Results.** Second grade students who were taught experimentation through setting and solving a learning problem demonstrated an understanding of the differences between experimental and control conditions and planned experiments at the level of fourth graders taught using the traditional curriculum (Mann-Whitney U-criterion,  $p = 0,117$ ). Analysis of lesson videos and control measurements revealed dynamics and a key difficulty in mastering experimentation related to the need to simultaneously perform two opposite actions — opposing and equalising conditions for experimental and control subjects. **Conclusions.** It is shown that the simplest experimentation is accessible for mastering by junior schoolchildren, but the essential condition of mastering is the pupils' independent discovery of the necessity of controlling the conditions of experience. It is recommended to strengthen the activity character of teaching experimentation in traditional primary schools in order to achieve this important meta-subject result.

**Keywords:** elementary experimentation, learning task solving, mode of action, experiment planning, logical-subject analysis, logical-psychological analysis, age-appropriate

**Acknowledgements.** The authors are grateful to O.V. Morozova for assistance in data processing.

**Supplemental data.** Datasets available from <https://ruspsydata.mgppu.ru/workflowitems/160/view>.

**For citation:** Chudinova E.V., Shishkina I.A. (2025). Psychological bases for teaching elementary schoolchildren simple experimentation. *Psychological Science and Education*, 30(2), 100–113. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/pse.2025300208>

## Введение

Среди современных требований к результатам начального образования не последнее место занимают так называемые метапредметные образовательные результаты, в частности умение экспериментировать, устанавливать причинно-следственные связи, делать выводы и обосновывать их результатами опытов и измерений. Аналогичные требования зафиксированы и в части предметных результатов курса «Окружающий мир» (приказ Минпросвещения России..., 2021). Достижение этих результатов проверяется, например, в одной из задач ВПР по окружающему миру для 4 класса (ВПР. Окружающий мир. 4 класс, 2023). Она предполагает наличие у выпускника начальной школы не только способности вычитывать и понимать информационный текст, но и планировать эксперимент для проверки некоторой гипотезы, осознавать различия эксперимента

и контрольного опыта, выявлять необходимость соответствующих измерений.

Однако в методической литературе отсутствуют обоснование необходимости начинать обучение экспериментированию в начальной школе, понимание, в какой мере должны быть освоены эти умения, отсутствует анализ подходов к реализации педагогами этой задачи, что связано, в частности, с недостаточностью психологических исследований этой проблематики. Большинство психолого-педагогических исследований обнаруживает положительное влияние раннего внедрения обучения научным методам на развитие мышления, способностей, знаний и личностных качеств учеников (Abualrob, 2019; Levy, Mensah, 2021; Oktaviani et al., 2023; Siti et al., 2023; Twizeyimana et al., 2024; Zainil et al., 2023), подчеркивает возрастание интереса учеников к изучению окружающего мира, если обучение основано на реальном экспериментировании

(Трофимова, 2024; Lewis, 2019), указывает на роль постановки задач учителем и выявляет необходимость изменений в подготовке учителей (Санина, 2023; Estapa, Tank, 2017; Stari et al., 2020). Лишь незначительная часть работ посвящена анализу самого способа действия и изучению трудностей в освоении экспериментирования (Osterhaus et al., 2016; Valanides et al., 2014). Некоторыми исследователями отмечается плохая обучаемость детей в отношении контроля условий эксперимента, делается вывод о том, что это возможно лишь на 4-6 годах обучения в школе (Osterhaus et al., 2016).

Для разработки или оценки методических подходов к обучению, прежде всего, необходимо дать психологическую характеристику экспериментирования как способа действия, подлежащего освоению в начальной школе, то есть осуществить логику-предметный и логику-психологический анализ учебного содержания. Так, например, В.В. Рубцов пишет: «...в психолого-педагогическом исследовании должны быть внутренне связаны логику-предметный и логику-психологический анализ содержания и методов обучения, подход к возрастным возможностям детей как к феномену, который не является данным или заданным, а есть то, что еще только раскрывается и складывается (*образуется*) в процессе формирующего эксперимента» (Рубцов, 2005, с. 17). Результаты логику-предметного и логику-психологического анализа служат основанием проектирования формирующего эксперимента, позволяющего выявить и описать ход и результаты освоения этого содержания, выявить возрастные возможности и возможные трудности учеников. Это, в свою очередь, позволит разработать как методические подходы к обучению школьников, так и направления подготовки учителей для достижения заявленных ФГОС результатов.

Эксперимент как способ получения ответов на вопросы, задаваемые Природе, известен с древности, на протяжении многих веков он развивался и совершенствовался, став сущностным основанием науки Нового времени (Ахутин, 1976; Степин, 2000; Суворов, 1972). Сутью экспериментирования, в

отличие от целенаправленного наблюдения или практических проб, является противопоставление и сравнение двух одинаковых объектов (одного объекта в разное время существования), помещенных в различные условия. Понятно, что в современном научном эксперименте важное значение приобретают вопросы достоверности, точности, воспроизводимости эксперимента (см., например, (Степин, 2000)), однако эти вопросы не могут и не должны затрагиваться в обучении младших школьников. Именно поэтому мы говорим о **простейшем** экспериментировании, имея в виду лишь сущностные особенности этого способа действий. Это касается и сравнения в простейшем экспериментировании двух объектов, а не двух обширных (статистически осмысленных) групп объектов. Важной особенностью простейшего эксперимента является также его однофакторность.

Экспериментирование является сознательным и планируемым действием. Оно определяется, в первую очередь, гипотезой — предположением о течении процесса. В науке зачастую гипотеза выдвигается «от теории», и действие по ее формулированию является дедукцией, то есть логическим выводом. Однако в случае простейшего экспериментирования гипотеза обычно выдвигается путем интуитивного усмотрения некоторой возможной связи между объектами или процессами (как и создание новой теории, см. (Суворов, 1972)). Это важно для понимания организации обучения, ведь в таком случае действие выдвижения гипотезы мы не можем целенаправленно формировать, а лишь создавать в обучении ситуации, которые будут провоцировать выдвижение предположений и, соответственно, амплифицировать развитие этой способности.

Некоторые гипотезы могут быть непроверяемыми на данный момент времени в силу отсутствия необходимых для проверки средств, другие — принципиально непроверяемыми. Так, в простейшем экспериментировании непроверяемыми часто оказываются выдвигаемые учениками предположения

с неясной формулировкой, которые невозможно операционализировать, например, «одуванчики закрываются из-за погоды»<sup>1</sup>.

В результате освоения простейшего экспериментирования ученик должен уметь планировать эксперимент в соответствии с высказанным предположением. Необходимыми моментами такого плана являются:

- Два сопоставляемых объекта (экспериментальный и контрольный);
- Определение в соответствии с гипотезой различия в условиях для экспериментального и контрольного объектов;
- Уравнивание других условий для экспериментального и контрольного объектов;
- Формулирование предположений о будущих результатах эксперимента и контрольного опыта для двух случаев (если гипотеза верна и если ошибочна).

Важным моментом экспериментирования, даже в его простейших формах, является получение и описание результата и извлечение вывода (подробнее об этом см. (Чудинова, Шишкина, 2024)). Эти моменты частично выделяются также исследователями понимания младшими школьниками так называемого «дизайна эксперимента» (experimental design), которые, однако, сосредотачивают свое внимание не на возможностях формирования, а преимущественно на измерении детских достижений (Osterhaus et al., 2016). Вопросы различения видимого и мыслимого, результата и вывода очень интересны, но заслуживают отдельного изучения, в данной работе мы не будем их рассматривать.

Логико-предметный и логико-психологический анализ экспериментирования дает возможность понять его значение для развития мышления и сознания человека. Освоение простейшего экспериментирования создает базу для понимания причинности и четкого различения временной и причинно-следственной последовательности событий.

Ошибочные умозаключения типа «Моя жена заболела после вакцинации, значит, вакцина провоцирует болезнь» характерны не только для детей, но и для многих взрослых.

Логическая конструкция причинности является основанием научного знания и учебных предметов, построенных на его базе. Рассказывая об экспериментах одного из основоположников науки Нового времени, Галилея, А.В. Ахутин пишет: «Эти бесчисленные эксперименты обладают способностью доказывать еще до того, как их реально осуществляют... Галилей мыслит экспериментально, в экспериментах, посредством эксперимента, но всякий раз оказывается, что он «и до опыта убежден» в истинности результата...» (Ахутин, 1976, с. 3). По сути, Галилей демонстрирует внешне развернутый, представленный в словах естественного языка процесс научного размышления, то, что в современных научных статьях существует лишь имплицитно.

Это означает, что тексты учебников физики, химии, биологии, астрономии не могут быть поняты детьми без освоения этого базового способа практического действия и мышления. Поэтому простейшее экспериментирование необходимо на этапе начальной школы.

В отличие от других курсов начального естествознания (1–4 классы), в обучении по системе Д.Б. Эльконина-В.В. Давыдова способ простейшего экспериментирования открывается детьми в совместно-распределенной учебной деятельности (на материале процесса закрывания шишек во влажную погоду). Учебная задача на поиск способа действий возникает при попытке объяснить, что случилось с сосновыми шишками, которые вчера лежали на дорожке открытыми, с растопыренными чешуйками, а сегодня закрылись (вариант конкретно-практической задачи: «заставить открытые шишки закрыться»). Предложенные учениками версии («из-за холода», «из-за темноты», «из-за

<sup>1</sup> Более подробно простейшее экспериментирование и особенности работы с детскими предположениями описаны нами ранее (Чудинова, Шишкина, 2024).

сырости» и т.п.) первоначально не являются гипотезами, они становятся ими в процессе столкновения, обнаружения, что разные ответы возможны и неизвестно, который из них верен. Известный ученикам способ наблюдения для утверждения одной из версий не срабатывает, поскольку учитель создает ситуацию одновременного изменения всех названных условий.

Ученики ищут новый способ, придумывая, как сделать так, чтобы менялось (воздействовало) только одно условие, например, холод. Идея положить шишку в холодильник оказывается недостаточной, поскольку «а вдруг она закрылась бы и без холодильника?». Обнаруживается необходимость контрольного объекта (другой шишки), которую нужно поместить в тепло. Еще один мысленный шаг — идея уравнивания всех остальных условий («если в холодильнике темно, то и шишке, лежащей в тепле, тоже должно быть темно, иначе непонятно, из-за чего она закроется, из-за холода или из-за темноты»).

Найденный новый способ поиска ответов на вопросы сравнивается с известным ранее наблюдением, необходимые действия фиксируются в знаково-символической схеме способа. Затем способ осваивается в практике экспериментирования с другими природными объектами (см. Чудинова, Шишкина, 2024). Продолжительность этого этапа обучения составляет примерно 8 уроков.

Проведенный нами анализ материалов, опубликованных по данной проблематике, позволил организовать и провести исследование, целью которого было описание особенностей простейшего экспериментирования как способа действия и выявление возрастных возможностей и условий освоения этого способа младшими школьниками через проектирование экспериментального обучения и анализ его хода и результатов.

Гипотеза исследования состояла в том, что полноценное освоение экспериментирования даже в его простейшей форме требует открытия учениками этого способа действий и его уяснения в форме организации учебной деятельности. Простой рассказ и demonstra-

ция экспериментов, так же как и самостоятельное выполнение простых экспериментов по готовой инструкции (традиционное обучение по курсу «Окружающий мир» системы «Школы России», по которой работает преобладающее большинство школ нашей страны), не может обеспечить становление требуемых ФГОС способностей.

Соответственно, первой задачей нашего исследования был логико-предметный и логико-психологический анализ экспериментирования как способа действий, подлежащего освоению младшими школьниками. Этот анализ отчасти был осуществлен ранее (Чудинова, Шишкина, 2024) и кратко охарактеризован как простейшее экспериментирование. Второй задачей была оценка эффективности обучения экспериментированию в традиционной школе, проектирование экспериментального обучения и сравнение достижений этих учеников с результатами обучения по традиционной методике, а также выявление и описание трудностей в ходе экспериментального формирования.

## Материалы и методы

Для оценки способности учеников начальной школы планировать простой эксперимент, осознавая различия эксперимента и контрольного опыта, была разработана диагностическая методика, состоящая из трех заданий. Все эти задания применялись только для диагностики и не использовались в обучении. В первом задании требовалось предсказать результат поставленного простого эксперимента в случае, если гипотеза верна; во втором — указать условия в соответствии с гипотезой, необходимые для контроля; в третьем — выбрать варианты условий для проведения эксперимента в соответствии с его задачей:

1. *Маша думает, что для прорастания семян нужна влага. Она взяла блюдце (А) с мокрой ватой и положила на вату 5 семян. Потом Маша взяла другое блюдце (Б) с сухой ватой, положила на вату 5 семян и поставила оба блюдца в теплое место. Что получится в результате, если Маша права?*



2. Коля предположил, что соленая вода замерзает быстрее, чем вода из-под крана. Он взял два пластиковых стакана. В первый стакан он налил воду, добавил и размешал соль, потом поставил стакан в морозильник. Запиши в таблицу, что нужно сделать со вторым стаканом, чтобы проверить предположение Коли.

Первый стакан	Второй стакан
100 г воды	?
Столовая ложка соли	?
Поставить в морозильник	?

3. Рядом с гнездами чаек клали разные предметы (кубики, шары, яйца) и смотрели, что будут с ними делать чайки. Некоторые округлые предметы (шары, яйца) чайки закатывали себе в гнездо. Предметы другой формы они не трогали. Так ученые поняли, что чайки различают форму предметов.

Что нужно предлагать чайкам, чтобы узнать, различают ли чайки цвета? Отметь крестиком ☒ нужные предметы.

☐ маленькие деревянные шары красного цвета,

☐ маленькие металлические блестящие шары,

☐ маленькие деревянные яйца синего цвета,

☐ маленькие деревянные шары белого цвета,

☐ большие деревянные шары желтого цвета

☐ маленькие деревянные шары желтого цвета.

Эта работа была предложена ученикам, оканчивающим 4 класс московской общеобразовательной школы (25 человек, из них 10 девочек и 15 мальчиков), и ученикам двух классов в конце второго года обучения из той же школы (50 человек, из них 20 девочек и 30 мальчиков). Для сравнения с этой группой, а также для анализа хода и затруднений в освоении простейшего экспериментирования мы взяли 2 класс общеобразовательной московской школы, в котором дети обучались по курсу «Окружающий мир» в системе

Д.Б. Эльконина-В.В. Давыдова (27 человек, из них 14 девочек и 13 мальчиков). Это сравнение носило предварительный характер, поэтому мы не учитывали множество иных факторов, способных повлиять на результаты работы учеников, таких как, например, образовательный уровень родителей, опыт преподавания учителей и т.п.

В число задач исследования, кроме проверки гипотезы, входил анализ детских затруднений при открытии и освоении способа для уточнения возрастных возможностей учеников младшего школьного возраста. Поэтому в школе, где обучение проводилось по системе Д.Б. Эльконина-В.В. Давыдова, осуществлялось включенное наблюдение и проводился анализ видеозаписей уроков открытия экспериментирования и уроков конкретизации (3 видеозаписи), а также результатов трех небольших проверочных работ (варианты задачи 2 из диагностической работы, отличающиеся по гипотезам и материалам описанных в них опытов).

Две подобные проверочные работы были проведены с промежутком в неделю, третья — через месяц после изучения темы, в конце учебного года была проведена итоговая диагностическая работа, приведенная выше.

## Результаты

Поставленная в классе, обучавшемся по системе Д.Б. Эльконина-В.В. Давыдова, учебная задача на открытие экспериментирования решалась учениками с трудом. Затруднения вызвал вопрос, провоцирующий идею сравнения двух шишек. Когда эта мысль возникла в классе, учителем был предложен простой материализованный вариант для противопоставления и уравнивания условий в планировании конкретных экспериментов с шишками (рис. 1).

Это позволило детям работать на доске и на парте (в группе), рассуждать об условиях эксперимента, раскладывая соответствующие плашки с записанными вариантами условий перед собой. Эксперимент с шишками был поставлен (рис. 2), его результаты обсуждены на следующем занятии.



**Рис. 1 (слева).** Ученики обсуждают условия возможного эксперимента, работая в группе  
**Fig. 1 (left).** Pupils discuss the conditions of a possible experiment, working in a group



**Рис. 2 (справа).** Ученики сообразно своему плану положили шишки в два светонепроницаемых контейнера. В одном из них шишка на влажной губке, в другом контейнере с шишкой сухо  
**Fig. 2 (right).** The pupils put the cones into two lightproof containers according to their plan. In one of them the cone is on a wet sponge, in the other container the cone is dry

Первая проверочная работа, проведенная в начале урока, следующего за уроком открытия нового способа действий, показала, что 33% учеников класса отчетливо поняли, как нужно действовать, проверяя свое предположение, и способны осознанно продумать план проверки другой гипотезы самостоятельно (рис. 3 и 4). Это означает, что они ухватили и удержали именно суть способа действий, поскольку

действовать пришлось на новом незнакомом материале.

В течение следующих уроков продолжалось своеобразное «длание» учебной задачи на других подобных материалах (опыты с водой и снегом, планирование экспериментов по прорастанию семян и т.п.). В решении каждой подобной задачи ученики должны были выстроить логические рассуждения о возможном результате эксперимента в со-

Маша предположила, что пшеница прорастёт быстрее в тепле. Она положила по 10 семян пшеницы в две баночки на вату. Запиши, что должно быть в контрольном опыте.

Эксперимент	Контрольный опыт
влажно	влажно
есть воздух	есть воздух
тепло	холодно

Маша предположила, что пшеница прорастёт быстрее в тепле. Она положила по 10 семян пшеницы в две баночки на вату. Запиши, что должно быть в контрольном опыте.

Эксперимент	Контрольный опыт
влажно	сухо
есть воздух	нет воздуха
тепло	холодно

**Рис. 3, 4.** Слева — типичная успешная проверочная работа. В работе справа ученик уловил мысль о противопоставлении условий в эксперименте и контрольном опыте, но не понял, что для исследования влияния одного из условий остальные должны быть уравнены

**Fig. 3, 4.** On the left is a typical successful test paper. In the work on the right, the student grasped the idea of contrasting the conditions in the experiment and the control experiment, but did not realise that in order to investigate the effect of one of the conditions, the other conditions must be equated



ответствии с его гипотезой: что будет с экспериментальным и контрольным объектом, **если гипотеза верна**; что будет с экспериментальным и контрольным объектом, **если гипотеза неверна**? В случае, если условия эксперимента не были организованы нужным образом, в рассуждении бинарная оценка результата оказывалась невозможной, поскольку нельзя было исключить других возможностей (если одновременно меняются два условия, то непонятно из-за какого изменения будет достигнут возможный результат). Так возникала необходимость перестроения плана эксперимента.

Разнообразные задания на планирование и постановку простейших экспериментов давались ученикам в течение месяца (два урока в неделю), а затем класс перешел к изучению следующей темы. Сравнительные результаты диагностической работы, проведенной в конце года, представлены в таблице.

Обсуждение результатов

По таблице видно, что ученики четвертых классов, обучающихся по традиционной программе, не обладают в достаточной степени умениями, требуемыми ФГОС (46% успешных решений). На сходные результаты указывают и другие исследователи: масштабные обследования показывают, что пяти-шестиклассники корректно решают задачи на экспериментирование в 50% случаев, если им дается контекстная поддержка в виде рисунков, выбора закрытых ответов и пр. (Osterhaus et al., 2016). Второклассники, которые прицельно открывали и осваивали простейшее экспериментирование, справились с заданиями на планирование эксперимента и предсказание его результатов примерно так же, как и выпускники начальной школы, и значительно опередили второклассников, обучавшихся по наиболее широко распространенной программе «Окружающего ми-

Таблица / Table

Результаты итоговой диагностической работы  
(средний показатель решаемости задач в %)  
Results of the final diagnostic work (average problem solving index in %)

	Обучение простейшему экспериментированию, система Эльконина-Давыдова, 2 класс / Basic experimentation learning, Elkonin-Davydov system, 2nd grade classes	Традиционное обучение по курсу «Окружающий мир», 2 классы / Traditional learning in the World Around Us course, 2nd grade classes	Традиционное обучение по курсу «Окружающий мир», 4 класс / Traditional learning in the World Around Us course, 4th grade classes
Предсказание результата, если гипотеза верна (0/1 баллов) / Prediction of the result if the hypothesis is correct (0/1 points)	50 <sup>2</sup>	22	44
Определение контрольных условий (0/1 баллов) / Identification of control conditions (0/1 points)	69	52	80
Выбор объектов для эксперимента (0/1/2 балла) / Selection of objects for the experiment (0/1/2 points)	19	7	30
Средний результат по трем заданиям (из 4 баллов) / Average result for the three tasks (out of 4 points)	39	22	46

<sup>2</sup> Итоговую работу писали 24 человека.

ра». Для сравнения успешности выполнения диагностической работы детьми с разным уровнем освоения экспериментирования использовался U-критерий Манна-Уитни. Были обнаружены статистически значимые различия между вторыми контрольными и вторым экспериментальным классами ( $p = 0,009$ ), а между четвертыми контрольными и вторым экспериментальным классами различия обнаружить не удалось ( $p = 0,117$ ).

Проследив динамику освоения простейшего экспериментирования отдельными учениками экспериментального класса, можно сказать, что для значительного числа учеников это обучение все равно было недостаточно эффективным. По динамике индивидуального прогресса каждого ребенка от первой до итоговой проверки<sup>3</sup> мы разделили класс на три группы:

1. Нестойкий результат или отсутствие прогресса — 11 учеников;

2. Постепенный прогресс в условиях «дления» учебной задачи (решения подобных задач с аналогичной проблематизацией) — 4 ученика;

3. Быстрое схватывание в процессе решения учебной задачи (на первом-втором уроке темы) с последующим систематическим верным решением подобных по степени трудности задач на другом материале — 14 учеников.

Отсутствие видимого прогресса учеников в освоении нового способа действий не коррелирует с пропусками занятий (коэффициент Спирмена  $r = 0,16$ ;  $p = 0,426$ ). По всей видимости, то, что ярко обнаруживается учеником, становится для него открытием, усваивается сразу эффективно и запоминается прочно. Так, ученик из третьей группы, присутствовавший на первых двух уроках темы и пропустивший затем 5 уроков, был успешен в написании отсроченной проверочной работы.

Вероятно, отсутствие прогресса у значительного числа учеников связано с их недостаточной включенностью в учебный

процесс, что может определяться как недостаточной познавательной мотивацией, так и другими причинами, например, плохим пониманием русской речи у отдельных детей.

Наблюдения за ходом экспериментального формирования показывают, что психологическим основанием понимания смысла экспериментирования и умения планировать эксперимент в соответствии с некоторой гипотезой становится различие экспериментального и контрольного объектов (противопоставленных и уравненных условий, в которые помещаются выбранные объекты), сделанное учениками в совместном практическом действии. Невозможность сделать логический вывод из сравнения, если такая работа с условиями не произведена, способствует возникновению в системе логических рассуждений ребенка новой, не бинарной, оценки результата, когда ответом на поставленный в эксперименте вопрос может быть не только «Да» или «Нет», но еще и ответ «Возможно» (Бугрименко, 2004), в том случае, когда недостаточно точно организованы условия для контрольного объекта, и в итоге гипотеза не может быть опровергнута или подтверждена, эксперимент должен быть проделан заново.

## Заключение

Подводя итог, можно отметить, что цель проведенного исследования достигнута и поставленные задачи решены:

- Логико-предметный анализ экспериментирования показывает, что освоение этого способа действий создает базу для понимания причинности и четкого различия временной и причинно-следственной последовательности событий и тем самым служит базой для понимания учебных текстов естественно-научных предметов основной школы.

- Логико-психологический анализ показывает, что учебное содержание в рамках начальной школы может и должно ограничи-

<sup>3</sup> На основании результатов серии из четырех проверок. Объем статьи не позволяет привести здесь все результаты.

ваться простейшим экспериментированием, сутью которого является противопоставление двух объектов, помещенных в разные условия сообразно проверяемому предположению, при том, что остальные условия в экспериментальном и контрольном опыте должны быть уравнены. Этот способ действия необходимо отличать от практических проб, «детского экспериментирования» (по Н.Н. Поддьякову), демонстрационных опытов и традиционных лабораторных работ, а также научного эксперимента.

- Данные диагностики говорят о том, что освоение простейшего экспериментирования входит в возрастные возможности младших школьников, однако рассказ учителя, демонстрация и самостоятельное выполнение простых экспериментов по готовой инструкции, осуществляемые в традиционном обучении по курсу «Окружающий мир» системы «Школы России», по которой работает подавляющее большинство школ нашей страны, не обеспечивает в полной мере понимания смысла простейшего экспериментирования. В отношении умения планировать простейший эксперимент выпускники начальной школы достигают тех же результатов, что второклассники в условиях обучения, носящего деятельностный характер (система Д.Б. Эльконина-В.В. Давыдова).

- Данные качественного анализа процесса формирования способа экспериментирования говорят, что необходимость одновременного совершения двух противоположных по смыслу реципрокных действий (противопоставление и уравнивание) и является главным камнем преткновения в уяснении детьми нового способа. Возможно, это связано с неразличением цели эксперимента (проверка гипотезы) и цели практического воздействия на объект (получение практиче-

ского эффекта) (Osterhaus et al., 2016), но это требует дополнительного исследования. Необходимо также проверить, насколько ученики различают и соотносят свой план с реальностью протекающего эксперимента. Предстоит также оценить влияние экспериментального формирования на преодоление феноменов Пиаже, характеризующих стадию конкретных операций в мышлении младших школьников. В дальнейшем исследовании мы хотим проверить, влияет ли изменение формы обучения (открытие простейшего экспериментирования не в ситуации реальной задачи, а в виртуальной лаборатории (Чудинова, 2022)) на повышение мотивации и эффективности обучения экспериментированию детей с разнообразными школьными трудностями.

**Ограничения.** В сравнении результатов итоговой диагностики мы не учитывали множество факторов, способных повлиять на результаты работы учеников, таких как, например, образовательный уровень родителей, опыт преподавания учителей и т.п. Ход экспериментального формирования и динамика работы учеников были исследованы в рамках работы одного экспериментального класса, что, безусловно, требует проверки и сопоставления с динамикой обучения в других классах по той же методике.

**Limitations.** In comparing the results of the final diagnostics, we did not take into account many factors that can influence the results of pupils' work, such as, for example, parents' educational level, teachers' teaching experience, etc. The progress of experimental formation and the dynamics of pupils' work was investigated within the framework of one experimental class, which, of course, requires verification and comparison with the dynamics of learning in other classes using the same methodology.

#### Информация об авторах

1. Ахутин, А.В. (1976). *История принципов физического эксперимента*. М.: Наука.  
Akhutin, A.V. (1976). *History of the principles of physical experimentation*. Moscow: Publ. Nauka (In Russ.).

2. Бугрименко, Е.А. (2004). Знак и позиция в экспериментально-генетическом методе. *Вопросы психологии*, 1, 80–91.  
Bugrimenko, E.A. (2004). Sign and position in the experimental genetic method. *Questions of psychology*, 1, 80–91. (In Russ.).

3. ВПР. Окружающий мир. 4 класс. Образец.  
URL: [https://fioco.ru/Media/Default/Documents/%D0%92%D0%9F%D0%A0-2023/VPР\\_OKR-4\\_DEMO\\_2023.pdf](https://fioco.ru/Media/Default/Documents/%D0%92%D0%9F%D0%A0-2023/VPР_OKR-4_DEMO_2023.pdf) (дата обращения: 02.10.2023).  
*UPR. Surrounding World. 4th grade. Sample. (2023).*  
URL: [https://fioco.ru/Media/Default/Documents/%D0%92%D0%9F%D0%A0-2023/VPР\\_OKR-4\\_DEMO\\_2023.pdf](https://fioco.ru/Media/Default/Documents/%D0%92%D0%9F%D0%A0-2023/VPР_OKR-4_DEMO_2023.pdf) (viewed: 02.10.2023). (In Russ.).
4. Приказ Минпросвещения России от 31 мая 2021 г. № 286. URL: <https://fgosreestr.ru/uploads/files/14e6445c39109a753ec3b7d239e46fdb.pdf> (дата обращения: 03.10.2023).  
*Order of the Ministry of Education of the Russian Federation No. 286 of 31 May (2021).* URL: <https://fgosreestr.ru/uploads/files/14e6445c39109a753ec3b7d239e46fdb.pdf> (viewed: 03.10.2023). (In Russ.).
5. Рубцов, В.В. (2005). В.В. Давыдов — основатель научной школы и директор Психологического института РАО. *Культурно-историческая психология*, 1(2), 17–29.  
Rubcov, V.V. (2005). V.V. Davydov is the founder of the scientific school and director of the Psychological Institute of the Russian Academy of Education. *Cultural-historical psychology*, 1(2), 17–29. (In Russ.).
6. Санина, С.П. (2023). Формирование профессиональной готовности студентов к организации совместной учебной деятельности младших школьников. *Вестник практической психологии образования*, 20(1), 27–37. DOI:10.17759/bppe.2023200103  
Sanina, S.P. (2023). Formation of professional readiness of students to organise joint learning activities of junior schoolchildren. *Bulletin of Practical Educational Psychology*, 20(1), 27–37. DOI:10.17759/bppe.2023200103 (In Russ.).
7. Степин, В.С. (2000). *Теоретическое знание*. М.: Прогресс-Традиция.  
Stepin, V.S. (2000). *Theoretical knowledge*. Moscow: Publ. Progress-Traditsiya. (In Russ.).
8. Суворов, С.Г. (1972). Опыт и физическая теория. В: *Эйнштейновский сборник* (с. 359–393). М.: Наука.  
Cuvorov, S.G. (1972). Experience and Physical Theory. In: *Einstein Compendium*. (pp. 359–393). Moscow: Nauka. (In Russ.).
9. Трофимова, Т.Д. (2024). *Опыты и эксперименты — эффективное средство формирования УУД у младших школьников*. URL: <https://nsportal.ru/nachalnaya-shkola/okruzhayushchii-mir/2020/12/10/master-klass-primenenie-modulnoy-sistemy> (дата обращения: 03.04.2024).  
Trofimova, T.D. (2024). *Experiments — an effective means of forming SDGs in junior schoolchildren*. URL: <https://nsportal.ru/nachalnaya-shkola/okruzhayushchii-mir/2020/12/10/master-klass-primenenie-modulnoy-sistemy> (viewed: 03.04.2024). (In Russ.).
10. Чудинова, Е.В. (2022). Цифровая лаборатория как средство провокации и организации поисковой активности. В: Давыдов чтения. Сборник тезисов участников II международной научно-практической конференции (с. 113–114). URL: [https://psyjournals.ru/nonserialpublications/davydov\\_readings\\_2022/davydov\\_readings\\_2022.pdf](https://psyjournals.ru/nonserialpublications/davydov_readings_2022/davydov_readings_2022.pdf) (дата обращения: 01.10.2024).  
Chudinova, E.V. (2022). The Digital Lab as a means of provoking and organising exploratory activity resurs. In: *Davydov Readings. Collection of abstracts of participants of the II International Scientific and Practical Conference*. (pp. 113–114). URL: [https://psyjournals.ru/nonserialpublications/davydov\\_readings\\_2022/davydov\\_readings\\_2022.pdf](https://psyjournals.ru/nonserialpublications/davydov_readings_2022/davydov_readings_2022.pdf) (viewed: 01.10.2024). (In Russ.).
11. Чудинова, Е.В., Шишкина, И.А. (2024). Организация простейшего экспериментирования в начальной школе (курс «Окружающий мир» 1–4). В: *Тренер-технолог — новая педагогическая позиция. Сборник материалов VI съезда тренеров-технологов деятельностных образовательных практик* (с. 166–181). М.: Некоммерческое партнерство «Авторский Клуб».  
Chudinova, E.V., Shishkina, I.A. (2024). Organisation of simple experimentation in primary school («Environment», 1–4)]. In: *Trainer-technologist — a new pedagogical position. Collection of materials of the VI Congress of trainers-technologists of activity-based educational practices* (pp. 166–181). Moscow: Publ. Avtorskii Klub. (In Russ.).
12. Abualrob, M.M. (2019). The role of science teachers in developing the 21st century skills for the elementary school students. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 15(1). DOI:10.29333/ijese/6368 (viewed: 02.10.2024).
13. Bullock, M., Sodian, B., Koerber, S. (2009). Doing experiments and understanding science: Development of scientific reasoning from childhood to adulthood. In: *Human development from early childhood to early adulthood. Findings from the Munich Longitudinal Study* (W. Schneider & M. Bullock, eds.) (pp. 173–197). Munich: Psychology Press.
14. Estapa, A.T., Tank, K.M. (2017). Supporting integrated STEM in the elementary classroom: a professional development approach

- centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM Education*, 4. URL: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-017-0058-3>. DOI:10.1186/s40594-017-0058-3 (viewed: 15.08.2024).
15. Lewis, A.D. (2019). Practice what you teach: How experiencing elementary school science teaching practices helps prepare teacher candidates. *Teaching and Teacher Education*, 86. DOI:10.1016/j.tate.2019.102886
  16. Levy, A.R., Mensah, F.M. (2024). Learning through the experience of water in elementary school science. *Water*, 13(43). URL: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/1/43>. DOI:10.3390/w13010043 (viewed: 20.08.2024).
  17. Murphy, C., Varley, J., Veale, O. (2012). I'd rather they did experiments with us... Than just talking: Irish children's views of primary school science. *Research in Science Education*, 42. URL: [https://www.researchgate.net/publication/225751784\\_I'd\\_rather\\_they\\_did\\_Experiments\\_with\\_us\\_Than\\_just\\_Talking\\_Irish\\_Children's\\_Views\\_of\\_Primary\\_School\\_Science](https://www.researchgate.net/publication/225751784_I'd_rather_they_did_Experiments_with_us_Than_just_Talking_Irish_Children's_Views_of_Primary_School_Science). doi:10.1007/s11165-010-9204-3 (viewed: 10.08.2024).
  18. Siti, N., Jumyati, J., Yuliyanti, Y., Lukman, N. (2023). Scientific approach to learning science in elementary schools. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8). DOI:10.29303/jppipa.v9i8.3680
  19. Osterhaus, C., Koerber, S., Sodian, B. (2016). Experimentation skills in primary school: an inventory of children's understanding of experimental design. *Frontline Learning Research*, 3(4). DOI:10.14786/flr.v3i4.220
  20. Stari, C., Haniotis, S., Sguilla, S. (2020). Experimentation in primary school: discover and understand or verify what is expected? *Journal of Physics Conference Series*, 1512 (1). DOI:10.1088/1742-6596/1512/1/012010
  21. Oktaviani, A.S., Ilham, M.P.P., Haryati, T. (2023). Technology-based learning and 21st-century skills for primary school students. *ICITEP International Conference on Innovation and Teacher Professionalism*, 2023. DOI:10.18502/KSS.V8I10.13451
  22. Twizeyimana, E., Shyiramunda, T., Dufitumukiza, B., Niyitegeka, G. (2024). Teaching and learning science as inquiry: an outlook of teachers in science education. *SN Social Science*, 4(2). DOI:10.1007/s43545-024-00846-4
  23. Valanides, N., Papageorgiou, M., Angeli, C. (2014). Scientific investigations of elementary school children. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1). DOI:10.1007/s10956-013-9448-6
  24. Zainil, M., Kenedi, A.K., Rahmatina, Indrawati, T., Handrianto, C. (2023). The influence of a STEM-based digital classroom learning model and high-order thinking skills on the 21st-century skills of elementary school students in Indonesia. *Journal of Education and e-Learning Research*, 10(1). DOI:10.20448/jeelr.v10i1.4336

### Информация об авторах

Елена Васильевна Чудинова, кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований» (Психологический институт им. Л.В. Шукиной), Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3923-781X>, e-mail: [chudinova\\_e@mail.ru](mailto:chudinova_e@mail.ru)

Ирина Александровна Шишкина, учитель, ГБОУ «Школа № 91», Москва, Российская Федерация, e-mail: [shustia726@gmail.com](mailto:shustia726@gmail.com)

### Information about the authors

Elena V. Chudinova, PhD in Psychology, Leading Researcher, Federal Scientific Centre for Psychological and Interdisciplinary Research (Psychological Institute of the Russian Academy of Education), Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3923-781X>, e-mail: [chudinova\\_e@mail.ru](mailto:chudinova_e@mail.ru)

Irina A. Shishkina, teacher, School No. 91, Moscow, Russia, e-mail: [shustia726@gmail.com](mailto:shustia726@gmail.com)

### Вклад авторов

Чудинова Е.В. — идеи исследования; аннотирование, написание и оформление рукописи; планирование исследования; контроль за проведением исследования, анализ данных.

Шишкина И.А. — идеи исследования; поиск методических решений в формирующем эксперименте, проведение обследований, анализ данных.

Все авторы приняли участие в обсуждении результатов и согласовали окончательный текст рукописи.

### ***Contribution of the Authors***

Elena V. Chudinova — ideas; annotation, writing and design of the manuscript; planning of the study; control over the study, data analysis.

Irina A. Shishkina — ideas; search for methodological solutions in the formative experiment, conducting surveys, analysing data.

All authors participated in the discussion of the results and agreed on the final text of the manuscript.

### ***Конфликт интересов***

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### ***Conflict of Interest***

The authors declare no conflict of interest.

### ***Декларация об этике***

Исследование было рассмотрено и одобрено Этическим комитетом ФГБОУ ВО «Московский государственный психолого-педагогический университет» (№ протокола от 10.01.2025 г.).

### ***Ethics Statement***

The study was reviewed and approved by the Ethics Committee of Moscow State University of Psychology and Education (report no, 2025/01/10).

Поступила в редакцию 24.10.2024

Поступила после рецензирования 13.12.2024

Принята к публикации 17.02.2025

Опубликована 30.04.2025

Received 2024 10 24.

Revised 2024.12.13.

Accepted 2025 02.17.

Published 2025 04.30.