

Моделирование эксперимента в детском изобретательстве (на примере цифровой лаборатории «Тризобретатель»)

Нестеренко А.А.^a, Терехова Г.В.^b

^aк.п.н., ТРИЗ-специалист, онлайн-школа «Мастерские знаний», Петрозаводск, Россия, 185035

^b к.п.н, доцент, кафедра теоретической и прикладной психологии ФГБОУ ВО ЮУрГГПУ., Челябинск, Россия, 454003

Аннотация

Одна из проблем детского изобретательства заключается в отсутствии у детей практического опыта, необходимого для получения новой идеи. В среде «Тризобретатель», направленной на развитие изобретательских способностей младших школьников, этот опыт формируется на основе экспериментов и обобщается с помощью специальных дидактических инструментов, основанных на моделях из ОТСМ-ТРИЗ.

В докладе представлена разработанная авторами система учебных экспериментов исследовательского и изобретательского типа, позволяющая сформировать у ребенка необходимые научные представления посредством собственного экспериментирования с учетом возрастных особенностей детей и согласования цифровой и естественной экспериментальных сред.

Ключевые слова: образовательная среда, исследовательская деятельность, детское изобретательство, ОТСМ-ТРИЗ технологии

Abstract

One of the problems with children's inventive activity is the lack of practical experience for children to get a new idea. In the Triz-inventor environment, aimed at developing the inventive abilities of primary school students, this experience is formed on the basis of experiments and is generalized using special didactic tools based on models from OTSM-TRIZ.

The paper presents a system of “research” and “inventive” experiments, which allows a child to form the important scientific views through his own experimental activity, taking into account the age-specific characteristics of children and the coordination of digital and natural experimental environment.

Keywords: educational environment, research activities, children's inventive activities, OTSM-TRIZ technologies

1. Введение

Одна из проблем детского изобретательства заключается в отсутствии у детей практического опыта, необходимого для получения новизны в продуктах созидательной деятельности. Точность работы воображения, необходимого для конструирования образа идеальных решений зависит от опыта практической деятельности, который у детей младшего возраста ограничен в силу несамостоятельности и неполноты научных представлений об окружающем мире.

Формирование навыков продуктивного воображения в теоретическом аспекте основано на обучении пользоваться специальными мыслительными инструментами для получения и преобразования информации, разработанными на основе теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

В качестве базы для моделирования решений проблем на основе ТРИЗ младшими

школьниками нами разработана система учебных экспериментов исследовательского и изобретательского типа, позволяющая сформировать у ребенка необходимые научные представления посредством собственного экспериментирования с учетом возрастных особенностей детей и согласования цифровой и естественной экспериментальной среды.

2. Общая характеристика среды «Триизобретатель»

Разработанная нами образовательная среда "ТРИЗОБРЕТАТЕЛЬ" направлена на обучение детей решению проблем на авторском уровне; формированию опыта инновационно-исследовательской и изобретательской деятельности при работе с проблемой; оцениванию решения на основе критериев (вред, польза (результативность), эффективность (идеальность), для случаев, где важна вариативность решений – новизна, оригинальность).

Занятия проходят в групповой форме с помощью следующих средств обучения: рабочие тетради, шаблоны для организации групповой работы, комплекты наглядных материалов-инструментов: копилки, карточки признаков и функций, преобразователь, изобретометр (инструмент для оценки идеи), набор предметов для изобретательских экспериментов, игротека, цифровая лаборатория.

Для получения авторских решений дети погружаются в среду «Город изобретателей»: в «тренажерном зале» проводятся игры на развитие произвольности, командообразования, тренировку внимания, памяти, воображения, освоение инструментов. В ходе игр школьники свободно перемещаются по помещению. В «парке развлечений» проводятся подвижные игры, но с акцентом на фантастических преобразованиях, таких как движение по ленте времени, изменение размеров и других признаков объекта до величин, не существующих в реальности. В «музее» создают различные тематические выставки, группируют, классифицируют, ранжируют разными способами объекты из копилки, что формирует и развивает их мыслительные операции, необходимые для преобразования и создания объектов. В «лаборатории» дети осваивают изобретательские инструменты посредством получения практического опыта в экспериментировании. В игротеку включены игры, ориентированные в большей степени на формирование познавательных умений, а также развитие эмоциональной и волевой сферы.

3. Организация экспериментальной деятельности младших школьников в среде «Триизобретатель»

3.1. Эксперимент как элемент содержания изобретательского курса

В обучении младших школьников мы выделяем два вида экспериментов исследовательский и изобретательский. Первый направлен на исследование объектов окружающего мира, второй – на использование полученных в исследовательском эксперименте знаний для решения конкретных проблем. Поясним свою позицию.

Мы опирались на анализ процесса решения изобретательской задачи, предложенный в работе Н. Хоменко [2]. Опираясь на сформулированные им постулаты Классической ТРИЗ (объективных законов, противоречия и конкретики), автор рассматривает несколько типов сужения поискового поля в процессе решения проблемы. Они, в свою очередь, определяют компетенции, которыми должен владеть человек, решающий проблему, способные служить ориентирами при построении содержания программ подготовки изобретателей (рис. 1).

Проиллюстрируем, как это выглядит в обучении младших школьников на примере конкретной проблемной ситуации. Даны: кубики льда или ведерко снега, кастрюля и стакан с

напитком, охлажденным до 0оС, термометр. Требуется в течение заданного времени поддерживать температуру напитка в ноль градусов без холодильника в открытом стакане.



Рис. 1. Ограничения, определяющие роли решателя проблем (по Н.Н.Хоменко)

Вариант 1. «Идеальный случай» (рис. 2)

Известны объективные законы, действующие в проблемном поле, известны имеющиеся ресурсы. Попытка использовать ресурс приходит в противоречие с объективным законом. То есть ребенок знает, что лёд и снег плавятся при температуре 0оС и температура в период плавления остается постоянной. Ему непосредственно даны ресурсы. В этом случае наша задача – научить ребенка формулировать и решать противоречие. Чтобы поддерживать температуру, напиток должен быть в среде, где все время 0оС, а в комнате температура явно выше. Если «заглянуть глубже», среда должна все время отбирать тепло, чтобы напиток не согревался комнатным воздухом – и не должна отбирать тепло, чтобы самой не нагреваться. Имея ресурсы и зная закон постоянства температуры плавления, решить проблему несложно.



Рис. 2. «Идеальный случай». Известны и объективные законы, и ресурсы конкретной ситуации

Вариант 2. «Ученый» (рис.3)

В этом случае решателю известны законы, но он не знает ресурсов конкретной ситуации. Моделируя такую ситуацию в обучении, мы не показываем ребенку ресурсы, а предлагаем самому определить, как эти ресурсы могли бы выглядеть и только после этого предоставляем их для эксперимента. В этом случае мы опять же опираемся на знания учеником естественных законов. Дети могут предложить накрыть напиток шубой, перелить в термос или поставить в чашу со льдом или снегом, пока идет плавление, периодически добавляя в чашу новую порцию замерзшей воды.



Рис. 3. «Учёный». Известны объективные законы, ресурсы конкретной ситуации неизвестны.

Вариант 3. «Практик» (рис. 4)

Решателю хорошо известны ресурсы, но он не знает законов, которым эти ресурсы подчиняются. Моделируя ситуацию, мы предоставим все ресурсы для решения проблемы, но для ее решения потребуется изучить их свойства. Если ребенок не знает, что температура плавления льда и снега остается постоянной, пока идет этот процесс, без эксперимента не обойтись. Аналогично – если он не понимает, как происходит процесс теплопередачи, он



будет уверен, что помещение стакана с напитком под теплую шубу только быстрее его согреет.

Рис. 4. «Практик». Известны ресурсы конкретной ситуации, но неизвестны объективные законы, по которым эти ресурсы существуют.

Вариант 4. «Решатель проблем» (рис.5)

В этом случае человек умеет оперировать противоречиями, но у него нет достаточной информации ни о самих ресурсах для решения, ни о законах, которым эти ресурсы подчиняются. По крайней мере, он не знает те законы, которые необходимы для решения его проблемы. Здесь «ученый» и «практик» объединены общей ролью. Есть проблема, но нет знания ни о ресурсах, ни о законах, по которым эти ресурсы существуют.



Рис.5. «Решатель». Требуется исследовать и ресурсы, и законы, управляющие ими.

В курсе детского изобретательства мы готовим ребенка к роли решателя проблем, а значит, должны обеспечить овладение ролями и практика, и ученого. Такая подготовка осуществляется введением двух типов эксперимента. В исследовательском эксперименте ребенок изучает естественные законы, по которым живут ресурсы. В изобретательском – применяет эти законы в конкретной ситуации.

Так, в нашем примере исследовательские эксперименты позволят пронаблюдать 1) что температура снега сохраняется во все время плавления; 2) что мороженое под шубой тает медленней, чем на открытом воздухе в комнате. В изобретательском эксперименте предложим ситуацию, в которой нужно сохранять температуру объекта без термоса и холодильника.

Таким образом, изобретательский эксперимент представляет собой проблемную ситуацию, в которой нужно выполнить требуемое действие (строго говоря – получить нужные значения требуемых параметров). Здесь ученик отвечает на вопрос «Как это сделать?» и обязательно выполняет требуемые действия на практике. Исследовательский эксперимент дается в проблемной ситуации, требующей установления связей, зависимостей между параметрами системы. В ОТСМ-ТРИЗ технологии для его описания мы пользуемся моделью эффекта: изменение одних признаков ведет за собой изменение других. Эти связи

наблюдаются и фиксируются, чтобы затем использоваться при решении проблем.

Постановке исследовательского эксперимента предшествует выдвижение гипотез. Постановке изобретательского – решение проблемы с помощью инструментов ТРИЗ (предпочтительно – с использованием детского алгоритма).

Раскроем подробнее оба случая.

3.2. Исследовательский эксперимент

Исследовательский эксперимент призван продемонстрировать ребенку естественнонаучные закономерности, управляющие «поведением» ресурсов. Демонстрация таких экспериментов обычно вызывает у детей большой энтузиазм, чем сегодня активно пользуются организаторы детских научных шоу. Принято считать, что научные опыты вызывают у ребенка удивление и желание понять суть наблюдаемых явлений. На практике чаще всего дети хотят узнать, как воспроизвести опыт, но лишь немногие задаются вопросом «почему так получается?» Однако для использования полученных в эксперименте фактов нужно понимать границы их применения, уметь, понять, в каких условиях закономерность будет проявляться, в каких – нет, т.е. нужно обобщить полученные в эксперименте знания в форме доступной ребенку модели.

Мы использовали в данном случае модель маленьких человечков, предложенную М.Н. Шустерманом, Б.Л. Злозиным, С.И. Ивановым и др. для моделирования физических эффектов и явлений [1]. Этой моделью можно проиллюстрировать практически все базовые признаки, изучаемые в среде «Тризобретатель» и связанные с ними эффекты. Агрегатные состояния показываются сцеплением человечков (твердые держатся за руки, жидкие – нет) и расстоянием между ними (газообразные расположены достаточно далеко друг от друга, жидкие – почти вплотную); температура – скоростью их движения (чем она выше, тем человечки движутся быстрее), звук – передаваемым от одного «человечка» к другому толчком (так запускается волна), плотность – расстоянием между ними и т.п. (рис.6). Прежде, чем ответить на вопрос «Что будет, если...» дети моделируют иллюстрацию эксперимента человечками и на ее основе предсказывают результат опыта. Например, прежде чем ответить на вопрос о том, как будет меняться температура льда во время таяния, моделируем процесс: силы человечков уходят на разрыв связей между сцепленными ручками, на то, чтобы ускориться (повысить температуру) сил уже не остается скорость не меняется. Дети делают вывод, что температура вещества в период плавления будет оставаться постоянной.

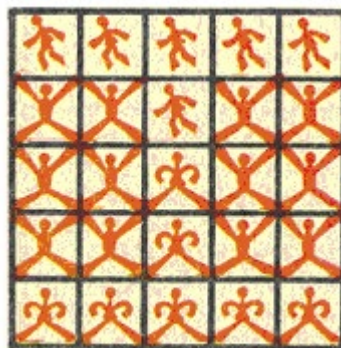


Рис. 6. Модель проруби во льду из книги «Изобретатель пришёл на урок» [1], рис. А.Д. Гладышева, Н.А. Аслановой

Таким образом, работа с исследовательским экспериментом проходит следующие этапы:

1. Постановка проблемы «Что будет, если?»
2. Моделирование ситуации человечками, на основе модели – ответ на вопрос (выдвижение гипотезы).
3. Проверка гипотезы на практике в эксперименте.
4. При необходимости - изменение граничных условий, повторение процесса.
5. Фиксация результатов эксперимента в виде рисунка, схемы, отражающей связь признаков.
6. Выводы о том, где можно применить полученное решение.

3.3. Изобретательский эксперимент

Изобретательский эксперимент, по сути, представляет собой решение практической изобретательской задачи. Однако, вводя понятие изобретательского эксперимента, мы договариваемся с детьми о том, что задачи могут быть поставлены условно, мы как бы моделируем проблемную ситуацию, не обязательно привязывая ее к действительности. Настоящая изобретательская задача решается для того, чтобы что-то улучшить, кому-то помочь. Изобретательский эксперимент тренирует изобретательские способности и позволяет собрать копилку полезных идей.

Работа с изобретательским экспериментом опирается на опыт, полученный ребенком в экспериментах исследовательских. Её этапы:

1. Постановка проблемы «Как получить заданный результат?»
2. Анализ ситуации по детскому алгоритму (мы используем адаптированный вариант модели «Клещи» - вопросы: «ЧТО ЕСТЬ? – ЧТО НАДО? – ЧТО МЕШАЕТ?») позволяют сформулировать требования к ресурсам и далее осуществляется поиск ресурсов с требуемыми свойствами, при необходимости – решение противоречия и преобразование ресурсов.
3. Проверка полученной идеи на практике (собственно эксперимент).
4. При необходимости – возврат к анализу, корректировка решения или поиск новой идеи.
5. Фиксация результатов,
6. Выводы о том, где еще можно применить полученное решение.

Остановимся подробнее на моделировании экспериментальной деятельности детей посредством программного продукта цифровой лаборатории.

4. Моделирование эксперимента в цифровой лаборатории

4.1. Состав и структура цифровой лаборатории

Программный комплекс состоит из лабораторного оборудования для практических занятий по авторской программе «ТРИЗобретатель»; мультимедийной обучающей программы для ПК по проведению экспериментов в ТРИЗ-лаборатории; интерактивных занятий (с использованием флеш-анимации и видео) на онлайн-платформе, поддерживающей SCORM формат для онлайн-обучения.

В состав оборудования ТРИЗ-лаборатории входит 20 модулей, рассчитанных на 4 года обучения. Каждый модуль ТРИЗ-лаборатории должен включать в себя один датчик и комплект необходимого оборудования для проведения экспериментов по данной теме: 1) базовая платформа – типа Arduino ATmega328 (16 МГц, 32к Flash, 2к RAM, 14 портов, из них до 6 с ШИМ и 8 АЦП); 2) язык программирования является C++; 3) блок питания на 220 В с выходным напряжением не менее 12 В; 4) мощность блока питания 12 Вт; 5) группа датчиков Arduino совместимые.

Таблица 1. План разработки программного комплекса цифровой лаборатории

	Общее описание разрабатываемого продукта	1 год разработки	2 год разработки	3 год разработки
1	Разработка лабораторного оборудования для экспериментально-исследовательских работ по авторской программе «ТРИЗобретатель»	Прототипы 5 лабораторных модулей с 30 экспериментами	Прототипы 7 лабораторных модулей с 42 экспериментами	Прототипы 8 лабораторных модулей с 48 экспериментами
2.	Разработка мультимедийной программы для ПК по работе в ТРИЗ-лаборатории	Разработка общей стилистики\дизайн, главного героя + полная реализация 5 модулей в мультимедийной программе для 1 года обучения	Полная реализация 7 модулей в мультимедийной программе	Полная реализация 8 модулей в мультимедийной программе
3.	Разработка интерактивных занятий на платформе, поддерживающей SCORM формат по онлайн-обучению теоретической части авторской программы «ТРИЗобретатель»	Общий дизайн/стилистика + разработка 32 интерактивных уроков на 1 год обучения	Разработка 96 интерактивных уроков на 1-2 год обучения	Разработка 128 интерактивных уроков на 3-4 год обучения

Такой программный комплекс позволяет в образовательной среде создать условия для формирования у младших школьников исследовательских навыков в непосредственном экспериментировании в цифровом сопровождении, на основе полученных экспериментальных данных устанавливать эмпирические закономерности, формировать предположения гипотетического характера при решении изобретательских задач, а также планировать свою экспериментальную деятельность для проверки изобретательского решения проблемы. Приблизить цифровую экспериментальную работу к естественным условиям исследования в образовательной среде.

Кроме того, работа в цифровой лаборатории формирует представление младшего школьника о роли и месте эксперимента в познавательной деятельности. Разработанный анимационный контент учебных экспериментов приближен к естественным лабораторным условиям (Рис.7.) и, таким образом, в наглядной доступной форме демонстрирует справедливость закона или явления, теоретически пока еще не изученного детьми этого возраста.

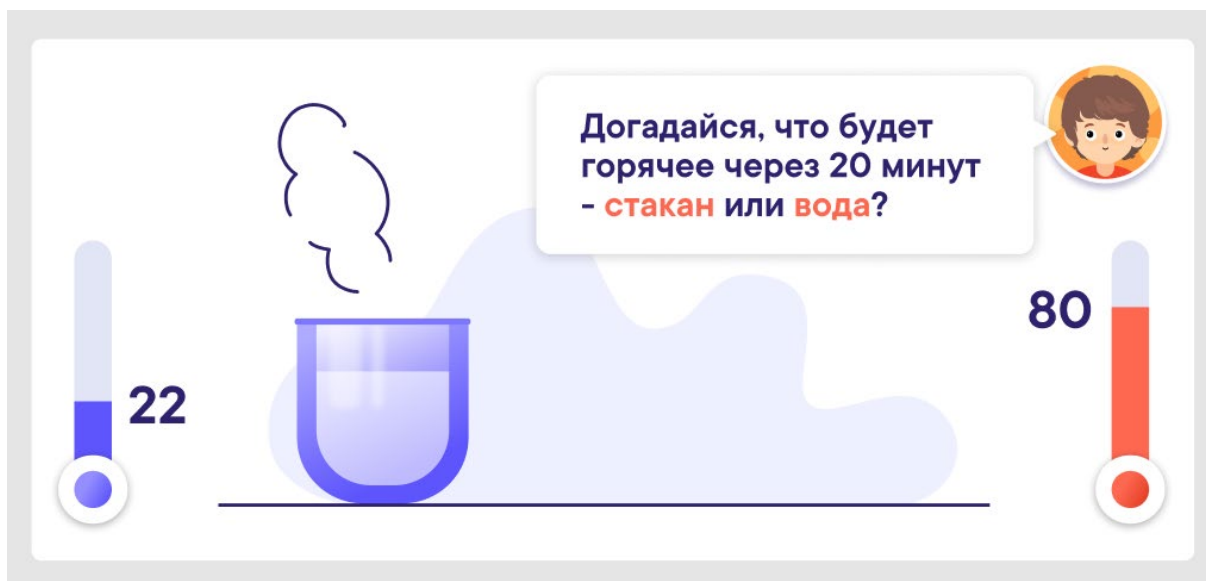


Рис.7. Приближение к естественным лабораторным условиям анимации учебного эксперимента цифровой лаборатории

Программа предусматривает так же проведение собственных экспериментов учащимися, что в совокупности формирует не только пассивные, но и активные экспериментальные навыки. Происходит не только ознакомление ребенка с новыми фактами, но и накопление фонда ментальных приемов и мыслительных операций, необходимых для изобретательской деятельности.

Особенность предложенной организации экспериментальной деятельности детей формирует исследовательский тип поведения, при котором они вовлечены в преобразование окружающей действительности посредством решения возникающих проблем. При этом активно формируются новообразования этого возраста, а также развиваются понятийная речь и память, сенсорный опыт, который является источником наших знаний о мире и самих себе. Повышается точность и качество представлений, суждений и умозаключений, продуктивность воображения, произвольное внимание, что является основой для формирования научной картины мира. Это связано с постоянно возникающей необходимостью совершать операции анализа и синтеза, сравнения и классификации, обобщения и экстраполяции, интерпретации увиденного, сосредотачиваться на определенном объекте длительное время и на нескольких объектах одновременно, поддерживать высокие уровни концентрированности и интенсивности внимания, возможность совершать несколько действий или следить за несколькими процессами одновременно, не теряя ни одного из них из поля зрения, формулировать обнаруженные закономерности и выводы в том числе и на основе собственных эмоциональных переживаний, полученных в результате согласованности виртуальной симуляции и естественных условий экспериментирования. Программный продукт предполагает так же онлайн задания для проведения по изученным темам экспериментов в домашних условиях.

4.2. Организация деятельности на базе цифровой лаборатории

Работа на базе цифровой лаборатории объединяет исследовательский и изобретательский эксперимент, организуя деятельность ребенка по изучению законов природы и их изобретательскому применению. Работа начинается с освоения модели маленьких человечков, позволяющей объяснять и прогнозировать результаты исследовательских экспериментов. Далее последовательно включаются

- Исследовательские эксперименты, в которых требуется спрогнозировать результат, опираясь на модель «человечков» и воспроизвести опыт по заданному алгоритму;
- Исследовательские эксперименты, в которых варьируются материалы и исходные данные, предоставляя ребенку большой объем самостоятельности;
- Изобретательские эксперименты и / или изобретательские задачи. В зависимости от особенностей темы они могут не обязательно требовать практической реализации. Важно, что их решение опирается на знания, полученные в исследовательских экспериментах.

Приведем пример содержания экспериментальной работы на одном из модулей.

Модуль 1. Температура и агрегатное состояние.

Цель экспериментальной работы (серии экспериментов): сформировать представления о температуре тел, шкалах, диапазонах и способах ее измерения; сформировать представления об условиях поддержания устойчивости температуры для веществ с фазовым переходом; сформировать представления о способах изменения влажности воздуха.

На базе серии экспериментов ребенком будут решены проблемы: как сохранить чай горячим (рис.8); как быстро остудить воду; как нарезать кубики льда; как получить воду в пустыне и др.

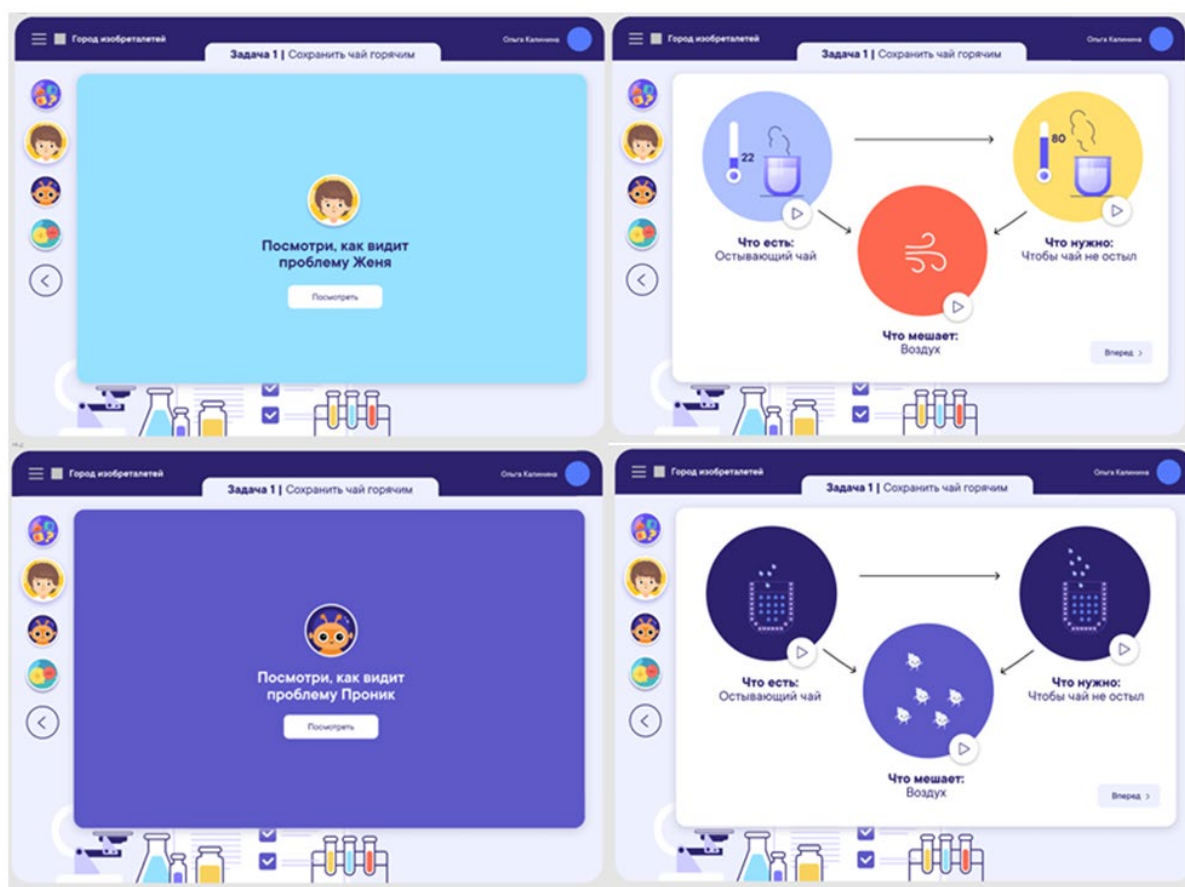


Рис. 8. Отображение проблемы в цифровой лаборатории

Программой предусмотрена следующая последовательность проведения серии экспериментов: опыт демонстрация (является частью занятия, направленного на установление связи между теоретической вводной беседой и практическим решением проблемы, реализуется в двух режимах: реального проведения эксперимента «как мы это видим» и внутреннего изменения (на примере моделирования героя, который «может видеть все изнутри»

(Рис.9)); опыт-модификация (самостоятельный опыт ребенка по инструкции); решение изобретательской проблемы (постановка эксперимента для доказательства своего решения).

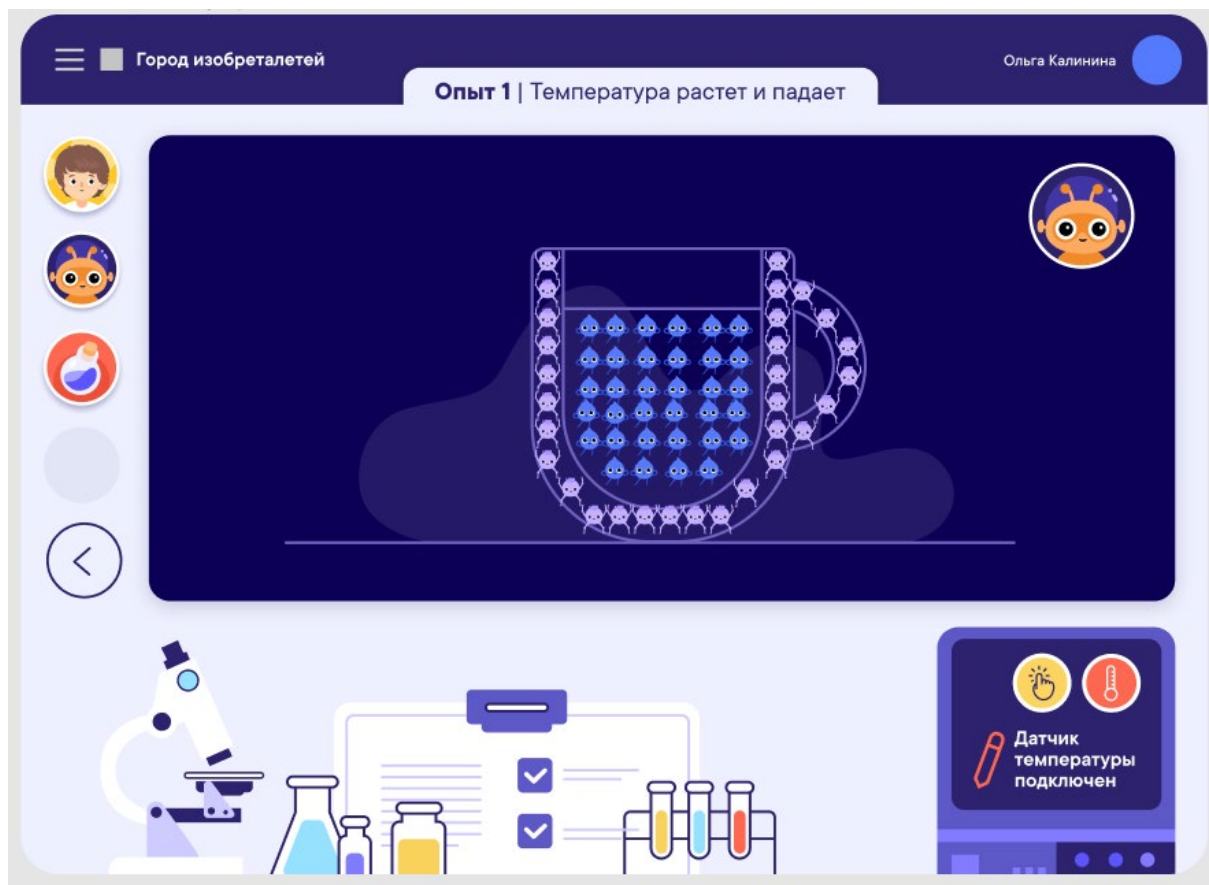


Рис.9. Использование модели маленьких человечков для анимации эксперимента

5. Заключение

Таким образом, предложенный способ организации образовательной среды позволяет расширить задачи экспериментальной деятельности детей по решению проблем изобретательского характера, а именно сформировать навыки корректной постановки гипотез в поисковой деятельности; повысить точность практических решений при проявлении интеллектуальной инициативы; развить умения определять экспериментально достоверные решения проблемы; формировать желание пользоваться специальной терминологией научного характера, вести конструктивный диалог в процессе совместной исследовательской деятельности, самостоятельно формулировать гипотезы и выводы экспериментальной деятельности.

Благодарности

Авторы благодарят **Марину Бойтуш, генерального директора ООО "Формула Успеха"** за организацию и руководство проектом «Разработка информационно-образовательной системы с ТРИЗ-лабораторией для развития инновационного мышления и навыков созидательной деятельности детей», поддержанного Фондом содействия инновациям, 2019-2021.

Список литературы

1. Злотин Б.Л., Зусман А.В. Изобретатель пришел на урок. - Кишинев: Лумина, 1989. - 225 с.
2. Хоменко Н.Н. Эффективное образование и инструменты управления проблемами на базе ОТСМ-ТРИЗ. [Электронный ресурс]. – URL: https://otsm-triz.org/sites/default/files/ready/jurmala_ru_print_f.pdf

Автор для контакта:

Нестеренко Алла Александровна, allatriz@gmail.com