

УДК 37.036.5

РАЗВИТИЕ ГИБКОСТИ МЫШЛЕНИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ НА ВНЕУРОЧНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ПРОГРАММЕ «ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ КОМБИНАТОРИКА»

© 2018 г.

И.Б. Румянцева, И.И. Целищева

Румянцева Ирина Борисовна, к.пед.н., доц.; доцент кафедры математики, физики и методики обучения
Шуйского филиала Ивановского государственного университета
irina.rum2011@yandex.ru

Целищева Ира Ивановна, доц.; доцент кафедры математики, физики и методики обучения
Шуйского филиала Ивановского государственного университета
irina.rum2011@yandex.ru

*Статья поступила в редакцию 15.12.2017**Статья принята к публикации 29.01.2018*

Представляются результаты применения авторской программы организации внеурочной деятельности младших школьников «Занимательная комбинаторика». Рассматривается педагогический эксперимент, проводившийся с детьми 7–8 лет на базе школы № 2121 им. маршала Советского Союза С.К. Куркоткина (г. Москва). Описывается технология развития гибкости мышления школьников средствами решения комбинаторных задач, которая предусматривает последовательную реализацию ряда этапов: подготовка к выполнению комбинаторных заданий; выполнение комбинаторных заданий на основе предметного моделирования; выполнение комбинаторных заданий на основе графического моделирования; обобщение рациональных приёмов систематического перебора как основы дальнейшего введения комбинаторных формул. Подтверждается гипотеза о том, что целенаправленное и поэтапное овладение школьниками методами выполнения комбинаторных заданий способствует развитию гибкости их мышления как важного компонента математического мышления.

Ключевые слова: внеурочная деятельность школьника, развитие гибкости мышления младших школьников, комбинаторные задачи.

Проблема исследования

В Указе президента РФ (№ 899 от 07.07.2011) о приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники и перечне критических технологий РФ обозначен вектор на развитие нано-, био-, информационных, когнитивных технологий. Но чтобы эти направления успешно реализовывались и позволяли получать качественные результаты, нужны высококвалифицированные специалисты. Основная профессиональная подготовка таких специалистов происходит в условиях среднего и высшего образования. Но следует отметить, подготовка мышления растущего человека к проектной и технической деятельности начинается гораздо раньше.

Один из первых этапов проектирования – это рассмотрение различных вариантов выполнения планируемой работы для достижения результата. На следующем этапе из нескольких вариантов выбирается один, наиболее оптимальный. Поэтому для проектирования инновационных разработок в сфере робототехники, кибернетики, нанотехнологий и т.д. человеку важно иметь способность просчитывать разные способы своих действий, видеть различные алгоритмы до-

стижения поставленной задачи, выдвигать гипотезы и предположения, создавать новые разнообразные и оригинальные продукты. Достижение высокого уровня развития этой способности растущего человека – стратегическая задача, которая требует проведения регулярного, длительного развивающего обучения. Способность человека в процессе интеллектуальной деятельности вырабатывать разные способы решения задачи, находить разные варианты применения какого-либо объекта, видеть несколько путей выхода из проблемной ситуации психологи связывают с гибкостью его мышления.

Обзор литературных данных

Влияние обучения математике на развитие гибкости мышления подчёркивали Л.В. Занков, А.Н. Колмогоров, В.А. Крутецкий, Н.И. Непомнящая, В.Ф. Парламарчук и другие. Гибкость и разносторонность мышления, по мнению В.Ф. Парламарчук, зависит от умения сравнивать объекты, сознательно находить новые признаки в них, рассматривая с разных сторон, что обеспечивается обучением фундаментальным основам математики.

Учёные, изучавшие математические способности, выделяли те их показатели, которые относятся к проявлениям гибкости мышления. Ещё А.Н. Колмогоров считал основной и существенной особенностью математического мышления «способность находить пути решения, не подходящие под стандартное правило» [1, с. 17]. В.А. Крутецкий выделял в качестве компонента математических способностей «свободное переключение от одной умственной операции к другой, свободу от шаблонов и трафаретов» [2, с. 79]. Ф. и Ж. Папи считали «рассмотрение ситуации с различных сторон наиболее эффективным фактором, развивающим математические способности» [3, с. 17].

По мнению Л.В. Занкова, основным направлением математической подготовки должно стать развитие таких средств мыслительной деятельности, как гибкость и быстрота реакций. Л.В. Занков уделяет особое внимание развитию гибкости мышления младших школьников: «когда речь идёт о мышлении, на первый план обычно выдвигается вопрос об усвоении знаний и понятий. Говорится также о процессах сравнения и обобщения. Но особое значение приобретает одна особенность мышления, которая до настоящего времени оставалась в тени. Мы имеем в виду рассмотрение одного и того же предмета с разных точек зрения» [4, с. 139].

Таким образом, гибкость мышления растущего человека возможно развивать средствами решения математических задач, отвечающих вышеуказанным требованиям.

Методические возможности комбинаторных задач

Подобным требованиям удовлетворяют комбинаторные задачи. Они характеризуются как задачи, требующие выбора из некоторого заданного множества его подмножества в том или ином порядке. Включение комбинаторных задач в обучение детей от случая к случаю не позволяет решить проблему развития гибкости мышления. Возникает необходимость использования системы обучения детей решению комбинаторных задач.

Наш многолетний опыт убедил нас, что развивать такой компонент творческого мышления, как гибкость, необходимо начиная с дошкольного и младшего школьного возраста. Причём кратковременная педагогическая деятельность в данном направлении не имеет большого развивающего эффекта. Развивающие занятия должны быть регулярными и построенными на психологической основе. Существуют большие возможности интеллектуального развития школьников

во внеурочной деятельности. Это отмечалось участниками Всероссийской научно-практической конференции «Организация внеурочной деятельности школьников: опыт, проблемы, перспективы», прошедшей 24.11.2016 на базе Ивановского государственного университета.

Теоретические предпосылки экспериментального исследования

С целью реализации направления интеллектуального развития школьников во внеурочной деятельности, указанного во ФГОС НОО, нами разработана и внедряется в практику дополнительная образовательная программа «Занимательная комбинаторика» [5], которая направлена на овладение учащимися различными методами решения комбинаторных задач с применением конструирования и моделирования.

В процессе реализации этой программы «обучение выступает не самоцелью, а условием интеллектуального развития детей. Дети самостоятельно добывают знания и способы действия, перестраивают ранее полученные способы решения задач, открывают новые способы. В процессе освоения программы у учащихся развиваются приёмы умственных действий: сравнение, классификация, анализ, синтез и обобщение. Учащиеся учатся применять при выполнении комбинаторных заданий следующие методы: метод практического перебора, графический метод (с применением таблиц и графов), метод обобщённых рассуждений» [6, с. 210]. В помощь педагогу нами разработаны методические рекомендации к каждому занятию, в соответствии с тематическим планом [7].

Содержание программы обеспечивает реализацию технологии, построенной на дидактическом синтезе обучения и развития. «Дидактический синтез» – это второй уровень интеграции в учебном процессе (по В.П. Аберган [8]), предполагающий единство, взаимопроникновение таких процессов, как обучение, развитие, воспитание, коррекция, адаптация, социализация и т.д. для достижения комплексной дидактической цели. Мы относим указанную технологию к интегративным технологиям в образовании, т.к. она является результатом интеграции технологии развития гибкости мышления детей Е.С. Ермаковой [9] и технологии обучения детей решению комбинаторных задач.

Отличительной особенностью программы является то, что в ней реализована авторская технология обучения детей решению комбинаторных задач, которые выступают средством развития гибкости мышления. В основе технологии лежат следующие принципы:

– «психологическое содержание обучения составляет стратегия развития гибкости мышления детей (следование этапам её формирования);

– учёт процесса интериоризации (первоначальное выполнение заданий детьми в практической деятельности, затем перенесение практических действий через речевые в план умственных действий);

– тесная связь содержания комбинаторных заданий с основным содержанием начального курса математики в соответствии с образовательными стандартами для детей младшего школьного возраста;

– последовательное использование метода перебора с целью обучения рациональным приёмам систематического перебора и как основы для введения в дальнейшем комбинаторных правил и формул» [10, с. 75].

Актуальность программы «Занимательная комбинаторика» обусловлена тем, что, во-первых, младший школьный возраст затрагивает сенситивный период развития ребёнка, когда наиболее интенсивно развиваются свойства творческого мышления при создании специальных условий. Во-вторых, программа является преемственной по отношению к стохастической линии, введённой в настоящее время в содержание математики в старших классах общеобразовательной школы.

Мы провели анализ содержания современных программ и учебников математики для начальной школы следующих авторов: М.И. Моро, М.А. Бантова и др. (ООП «Школа России»); Г.В. Дорофеев, Т.Н. Миракова (ООП «Перспектива»); Н.Б. Истомина (ООП «Гармония»); Т.Е. Демидова, С.А. Козлова, А.П. Тонких (ООП «Школа 2100»); В.Н. Рудницкая (ООП «Начальная школа XXI век»). Он показал, что комбинаторные задания представлены в них эпизодически, предлагаются для выполнения от случая к случаю как средство применения обучающимися знаний вопросов нумерации. В учебниках нет чёткой системности в последовательном развитии у детей комбинаторных умений, не разъясняются основные комбинаторные понятия, не формируются представления о комбинаторных методах решения задач, доступных младшим школьникам. Всё это в итоге позволяет младшим школьникам выполнять комбинаторные задания лишь на интуитивном уровне, не способствуя подготовке к продвижению, а тем более к переходу на понятийный уровень.

Необходимо отметить, что в системе начального образования широко применяется авторская программа внеурочной деятельности Е.Э. Кочуровой «Занимательная математика» [11], основная цель которой – повысить интерес

детей к математике средствами разнообразных эвристических задач, дидактических, развивающих и подвижных игр, соревнований по темам «Числа. Арифметические действия. Величины», «Мир занимательных задач», «Геометрическая мозаика». Безусловным достоинством этой программы являются разнообразие и насыщенность её содержания разнообразными заданиями, видами деятельности детей и формами взаимодействия школьников. Но в данной программе не просматривается чёткая психологическая основа развития интеллекта младших школьников средствами математики (например, на основе поэтапного формирования умственных действий П.Я. Гальперина), не выделены этапы, позволяющие реализовывать принцип преемственности и последовательности во внеурочной деятельности.

В нашей авторской программе «Занимательная комбинаторика» иные приоритеты в расстановке основных целей, одна из которых – развитие гибкости мышления обучающихся средствами выполнения комбинаторных заданий практико-ориентированной направленности. Авторами теоретически обоснованы стратегия, принципы внеурочной деятельности, выделены этапы работы. Новизна программы обусловлена своей направленностью на реализацию технологии развития гибкости мышления детей, соответствующей современной теории психологии обучения и развития детей, теории и методике обучения математике детей младшего школьного возраста.

Программа является естественным дополнением начального курса математики в школе. Она педагогически целесообразна, т.к. в процессе её реализации происходит не только усвоение определённого математического содержания, но и обогащение опыта творческой деятельности учащихся, расширение математического кругозора детей.

Цель программы – общеинтеллектуальное развитие личности учащихся средствами овладения методами решения творческих, эвристических и комбинаторных заданий, математического содержания в условиях внеурочной деятельности образовательного учреждения.

Программа ставит целью решение следующих задач:

– формировать умение применять метод моделирования при поиске способов решения проблем творческого, поискового и комбинаторного характера (с математическим содержанием);

– формировать умение использовать знаково-символические средства (таблица, направленный и ненаправленный графы, граф-дерево и др.) представления содержания математиче-

ских заданий для его всестороннего анализа и выработки нескольких способов решения обозначенной проблемы;

– формировать умение выполнять логические действия: сравнение, анализ, синтез, обобщение, классификацию по родо-видовым признакам рассматриваемых наборов элементов комбинаторных заданий;

– формировать умение устанавливать причинно-следственные связи в содержании комбинаторных заданий; на основе практического опыта строить рассуждения в обобщённом виде для выработки рациональных приёмов систематического перебора, как основы дальнейшего введения комбинаторных формул;

– уточнить, дополнить и обобщить знания учащихся о множествах, отношениях между множествами, операциях над множествами (объединения, пересечения, вычитания, декартова произведения), а также об элементе множества и отношениях между элементами множества;

– познакомить с рядом понятий теории множеств и математической логики («некоторый», «каждый», «все», «отдельные», «множество», «элемент множества», «часть», «целое»), понимать смысл союзов-связок «и», «или», частицы «не» и других и применять эти знания при решении практико-ориентированных комбинаторных заданий;

– подготовить мышление учащихся к изучению тем стохастической линии курса математики старших классов.

Теоретико-методологические основы курса строятся на системно-деятельностном подходе. Программа рассчитана на 128 часов и предполагает проведение регулярных еженедельных (1 раз в неделю) внеурочных занятий со школьниками 1–4 классов.

При взаимодействии с детьми в процессе их общеинтеллектуального развития используются следующие виды деятельности: игровая, исследовательская, поисковая, предметная, коммуникативная, проектная, конструктивная.

Психологическое обеспечение программы включает в себя следующие компоненты:

– создание комфортной, доброжелательной атмосферы на занятиях;

– организация рефлексии и саморефлексии деятельности детей на занятии;

– применение парных и групповых форм обучения, с учётом индивидуально-типологических особенностей учащихся.

Экспериментальная методика

Реализация экспериментальной программы на практике предполагает соблюдение ряда этапов, каждый из которых опирается на закономерности

развития гибкости мыслительной деятельности детей и логику изучения комбинаторики.

Первый этап – подготовка детей к решению комбинаторных задач. На этом этапе выполняются задания на выделение признаков, установление сходства и различия предметов; задания на классификацию различных объектов (с указанием основания для классификации и без указания, с указанием количества классов разбиения и без указания).

На подготовительном этапе у обучающихся формируется ряд элементарных понятий и положений теории множеств. Такие слова, как «некоторый», «каждый», «все», «отдельные» и другие встречаются в большинстве формулировок комбинаторных задач. Без осознанного понимания математического смысла этих слов ребёнок не сможет вырабатывать правильные решения. Организовать работу по усвоению этих и подобных им понятий можно следующим образом. Детям предлагается внимательно послушать и решить следующие задачи.

1. Все ученики вашего класса пойдут завтра в кино. Пойдёшь ли в кино ты?

2. Все ли животные имеют волосяной покров?

3. Все ли квадраты жёлтые?

4. Часть ребят пойдёт в кино, а часть в парк. Пойдёт ли в кино Коля?

5. Назовите имена каждого мальчика своего класса (группы). Сколько среди них различных?

6. Назовите имена некоторых девочек группы. Зовут ли хотя бы одну девочку из группы Машей?

7. Отдельные животные зимой впадают в спячку. Можно ли в зимнем лесу встретить животное?

8. Почему вы так считаете? Что означают слова «все», «некоторые», «отдельные», «часть»? Что же больше: «все» или «некоторые», «целое» или «часть»?

Для усвоения смысла союзов-связок «и», «или» возможно выполнение с детьми следующих заданий.

9. Завтра будет солнечно или холодно. Какая погода может быть завтра?

10. Завтра будет солнечно и холодно. Какая погода будет завтра?

11. Нарисуйте треугольник и квадрат.

12. Нарисуйте круг или прямоугольник. Сколькими способами ты сможешь выполнить задание?

Важное место в ходе подготовительного этапа также должны занять упражнения, направленные на развитие умения устанавливать отношения между элементами множеств и между множествами. Большой интерес у детей

вызывают игры с двумя и тремя обручами. Например, игры «Вершки и корешки», «Дикие животные Европейской и Азиатской частей России», «Садовые и лесные ягоды», «Садовые и полевые цветы» и др., где играющие должны разложить карточки с предметами в обручи (пересекающиеся или непересекающиеся), согласно определённому условию.

Второй этап – этап овладения практически действиями как способом решения комбинаторных задач. На этом этапе комбинаторные задачи решаются детьми на основе практических действий путём перебора. Перебор может предусматривать обнаружение как всех возможных комбинаций с объектами, так и лишь их части, удовлетворяющей условиям, заданным в задаче.

Например, детям предлагается приготовить для Маши и трёх медведей разные компоты из пяти фруктов (трёх яблок и двух груш разного цвета). В каждом компоте должно быть четыре фрукта. Сначала дети используют элементарное моделирование, замещая фрукты геометрическими фигурами (кругами и треугольниками разного цвета). Затем каждый ребёнок самостоятельно выполняет задание, составляя четыре вида компотов, с помощью перебора различных комбинаций бумажных геометрических фигур разного цвета. В итоге у школьников получается 5 различных рецептов компотов для медведей и Маши.

Третий этап – этап использования таблиц и графов при решении комбинаторных задач.

На этом этапе происходит переход обучения от предметных действий к использованию схематизации. Накопленный на предыдущем этапе практический опыт дети обобщают, переходя к более рациональным средствам организации перебора: таблицам и графам. Это позволяет более чётко выстраивать ход своих рассуждений, учитывать все возможные ситуации перебора.

Практико-ориентированное значение имеют следующие задания, которые выполняются с помощью таблиц.

Задание 1. Мама готовит суп, в который ей нужно положить морковь и лук. У неё есть три морковки разного размера и три луковицы разного размера. Сколькими способами мама может отобрать для супа одну морковь и одну луковицу?

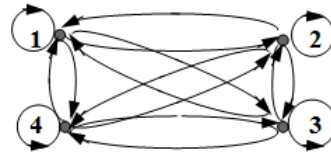
	○	○	○
△	△○	△○	△○
△	△○	△○	△○
△	△○	△○	△○

Задание 2. Даша решила нарисовать натюрморт из трёх яблок (зелёного, жёлтого и красно-

го). Она стала думать, как их лучше расположить на картине. Помогите Даше найти все варианты расположения яблок на натюрморте и выбрать лучший вариант. Впишите свои варианты в таблицу.

Задание 3. «Меню для крольчихи». Педагог предлагает решить задачу: «Даша приехала в деревню к бабушке и дедушке. У них жила большая крольчиха. Бабушка с дедушкой приготовили ей в качестве корма на неделю четыре морковки разного размера и три кочана капусты разных размеров. Бабушка сказала Даше, что эти овощи нужно давать крольчихе в течение недели. Для этого она попросила Дашу составить овощное меню на одну неделю для крольчихи».

На этом этапе предлагаются задачи, выполняемые детьми с помощью ориентированных и неориентированных графов. Например: Рассмотрим такую ситуацию на примере задачи: «На стройке мастеру выдали много табличек с цифрами 1, 2, 3, 4. К скольким квартирам с двузначными номерами он сможет составить таблички и прикрепить их?».



Четвёртый этап – этап обобщения рациональных приёмов систематического перебора как основы для дальнейшего введения комбинаторных формул.

Обобщая рациональные приёмы систематического перебора, дети переходят на такой уровень решения комбинаторных задач, когда они могут, рассуждая вслух, проводить доказательства в обобщённом плане, не обращаясь к выделению каждого частного варианта перебора. Следует заметить, что здесь подразумевается не полный отказ от схем, таблиц и графов, а лишь их рациональное использование при необходимости (например, затруднении) поиска решения в исследовании каждой новой комбинаторной ситуации. Все сформированные на предыдущих этапах комбинаторные действия детей позволяют на заключительном этапе предлагать детям задачи и на правило суммы, и на правило произведения, а также задачи, связанные с подсчётом размещений, перестановок и сочетаний из n элементов по m элементов. Таким образом, дети имеют возможность по-новому посмотреть на способ решения уже знакомых задач, а также познакомиться с новыми комбинаторными задачами.

Этап обобщения рациональных приёмов систематического перебора целесообразнее начать с комбинаторных задач на правило суммы. Правило суммы дети могут «открыть» для себя на

примере такой задачи: «В вазе лежат 4 яблока и 3 груши. Сколькими способами можно из вазы взять один из фруктов?». Приведём возможный вариант беседы учителя с детьми:

- Что значит «взять один из фруктов»?
- Взять яблоко или грушу.
- Сколькими способами можно взять одно яблоко? Почему?
- Четырьмя способами, т.к. яблок всего 4 и они разные.
- Сколькими способами можно взять одну грушу и почему?
- Одну грушу можно взять тремя способами, т.к. груш всего 3 и они различные.
- Сколькими способами можно взять один из фруктов?
- семью способами.
- Подумайте, как получилось число 7?
- $4 + 3 = 7$.
- Это правило суммы.

Каждый этап обучения комбинаторике, хотя и связан с возрастными особенностями интеллектуального развития детей 6–10 лет, не имеет жёсткой привязки к определённой возрастной группе. Методику этих этапов мы раскрыли в системе конспектов 128 занятий (Румянцева И.Б., Целищева И.И. Занимательная комбинаторика: Учебное пособие. Шуя: Изд-во Шуйского филиала ИвГУ, 2015. 230 с.), а также в своих публикациях в журналах ВАК «Начальная школа», «Начальное образование», «Начальная школа До и После».

Формы подведения итогов реализации программы – тесты, викторины, выставки, соревнования, проекты, конкурсы. Закончить и обобщить полученные детьми знания рекомендуется в ходе выполнения и защиты проектов по составлению детьми своих комбинаторных заданий разных типов.

Программа внеурочной деятельности И.Б. Румянцевой, И.И. Целищевой «Занимательная комбинаторика» успешно применяется в Ивановской области и за её пределами.

Результаты исследования

Проведём анализ результатов применения во внеурочной деятельности учащихся первых классов этой технологии в 2016/17 уч. году в школе № 2121 им. маршала Советского Союза С.К. Куркоткина (г. Москва). Экспериментальную группу составили 26 учащихся первых классов, с которыми учитель начальных классов Е.Б. Муравьёва регулярно в течение учебного года организует занятия по программе И.Б. Румянцевой и И.И. Целищевой «Занимательная комбинаторика». Группа формировалась на

добровольной основе из обучающихся параллельных классов, по желанию и познавательному интересу школьников. Другая часть школьников из этих же классов (35 учащихся) – контрольная группа, не принимавшая участия в специально организованных занятиях.

В ходе экспериментальной работы была подвергнута статистической проверке гипотеза о том, что организация внеурочной деятельности младших школьников по программе «Занимательная комбинаторика», построенной на основе интегративной технологии, оказывает влияние на развитие гибкости их мышления. Для оценки уровня развития гибкости мышления школьников контрольной и экспериментальной групп была использована методика Е.С. Ермаковой «Найди похожий» [12]. В начале учебного года (констатирующий этап) был изучен начальный уровень развития гибкости мышления, а в конце учебного года (контрольный этап) итоговый уровень.

Характеристики положения выборок на констатирующем этапе контрольной группы ($X_{cp.} = 2.400$, $Mo=2$, $Me=2$) и экспериментальной группы ($X_{cp.}=2.538$, $Mo=2$, $Me=2$) практически совпадают, что говорит о равных стартовых возможностях групп школьников, о равных начальных условиях эксперимента. Выборки центрированы и равномерно распределены. Так как средние значения выборок представительны, то можно сделать вывод о том, что в целом уровень развития гибкости мышления у школьников на констатирующем этапе – ниже среднего (по тестовой методике Е.С. Ермаковой).

С помощью t -критерия Стьюдента проверим на уровне значимости $\alpha=0.05$ следующую гипотезу: до проведения эксперимента обе группы по исследуемому признаку однородны (средние результаты в указанном тесте для обеих групп не имеют статистически значимого различия). Расчёты, полученные в среде Excel, позволили нам воспользоваться средними арифметическими значениями выборок и дисперсиями (констатирующего этапа), которые соответственно равны $X_{cp.}=2.538$; $Y_{cp.}=2.4$; $D_x=1.2984$; $D_y=1.6$. Для вычисления t -эмпирического воспользуемся следующей формулой (*)

$$t_{эмп} = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{M \cdot D_x + N \cdot D_y}} \cdot \sqrt{\frac{M \cdot N}{M + N} \cdot (M + N - 2)},$$

где M и N – объёмы выборок сравниваемых групп, D_x , D_y – дисперсии выборок, \bar{x} и \bar{y} – средние значения выборок.

Вычисления позволили нам получить следующий результат $t_{эмп}=0.4328$. По таблице

Таблица

Сравнительные результаты оценки уровня развития гибкости мышления школьников контрольной и экспериментальной групп

Уровень развития гибкости мышления	Констатирующий этап				Контрольный этап			
	Экспериментальная группа (26 чел.)		Контрольная группа (35 чел.)		Экспериментальная группа (26 чел.)		Контрольная группа (35 чел.)	
	Кол-во чел.	%	Кол-во чел.	%	Кол-во чел.	%	Кол-во чел.	%
Низкий	17	65.3	23	65.7	4	15.4	20	57.1
Средний	7	26.9	7	20	15	61.5	10	28.6
Высокий	2	7.8	5	14.3	6	23.1	5	14.3

«Критические значения t -критерия Стьюдента» находим $t_{кр.}(\alpha, \nu)=2.000$ при заданном уровне значимости $\alpha=0.05$ и числе степеней свободы $\nu=M+N-2=59$. Сравним полученные значения $t_{эмп}=0.4328$ и $t_{кр.}=2.0211$. Не сложно заметить, что $t_{эмп} < t_{кр.}$. Поэтому выдвинутая гипотеза принимается с вероятностью 95%, т.е. группы по исследуемому признаку на констатирующем этапе однородны.

В течение учебного года (один раз в неделю) с учащимися экспериментальной группы во внеурочное время организовывались внеурочные занятия в соответствии с интегративной технологией развития гибкости мышления детей средствами решения комбинаторных заданий.

В конце учебного года был реализован контрольный этап эксперимента. Характеристики положения выборок на контрольном этапе эксперимента контрольной группы ($X_{ср.}=2.686$, $Mo=2$, $Me=2$) и экспериментальной группы ($X_{ср.}=3.5769$, $Mo=4$, $Me=4$) существенно различаются. Серединные значения выборки контрольной группы соответствуют показателям низкого уровня развития гибкости мышления. Тогда как характеристики положения выборки экспериментальной группы соответствуют показателям среднего уровня развития гибкости мышления. Процентное соотношение результатов оценки уровня развития гибкости мышления школьников обеих групп представим в таблице.

Воспользуемся t -критерием Стьюдента для сравнения двух выборочных средних арифметических значений выборок X_k и Y_k , полученных на контрольном этапе эксперимента. Принимаем предположение о нормальности распределения генеральной совокупности, из которой получены результаты. Для оценки выдвинутой двусторонней гипотезы ($H_0: X_{ср.} = Y_{ср.}$) был использован t -критерий Стьюдента при уровне значимости 0.05. Альтернативная гипотеза заключалась в следующем: уровень развития гибкости мышления учащихся контрольной и экспериментальной групп имеет значимые различия на контрольном этапе эксперимента.

Расчёты, полученные в среде Excel, позволили нам воспользоваться средними арифметическими значениями выборок и дисперсиями

(контрольного этапа), которые соответственно равны $X_{ср.}=3.5769$; $Y_{ср.}=2.6857$; $D_x=1.1338$; $D_y=1.5159$. Для вычисления t -эмпирического воспользуемся формулой (*).

Она позволяет найти значение $t_{эмп}=2.9103$. Число степеней свободы $\nu=59$. Полученное значение $t_{эмп.}$ сравним с критическим значением $t_{кр.}(\alpha, \nu)=2.0001$. Так как $t_{эмп.} > t_{кр.}$, то средние значения сравниваемых выборок не совпадают, достоверность различий средних значений сравниваемых выборок составляет 95%. Таким образом, различие результатов не случайно, оно обусловлено организацией с учащимися экспериментальной группы дополнительной внеурочной деятельности по программе «Занимательная комбинаторика». Проведённая статическая проверка гипотезы и данные таблицы позволяют констатировать, что уровень развития гибкости мышления у учащихся экспериментальной группы выше, чем у учащихся контрольной группы.

Наблюдается положительная динамика в развитии гибкости мышления школьников экспериментальной группы, в сравнении с результатами диагностики этого свойства мышления у школьников контрольной группы.

Применение методов наблюдения и анализа работ детей на уроках и во внеурочной деятельности, а также методов описательной статистики и определения достоверности и различий групп позволили нам прийти к следующим выводам.

Выводы

Конструирование и организация деятельности детей младшего школьного возраста на основе интегративной технологии развития гибкости мышления, средствами решения комбинаторных задач, обеспечивает достижение более высоких результатов в развитии у них такого свойства творческого мышления, как гибкость.

Младшие школьники, имеющие выше среднего и высокий уровни развития гибкости мышления, обнаруживают способности:

– выделять различные признаки и свойства объекта, порой рассматривая его с точки зрения различных понятий и отношений, под «разными углами зрения»;

- составлять разными способами целое из заданных частей (наборы из заданных элементов);
- находить разные способы решения типовых и эвристических задач;
- предлагать разные способы выхода из проблемных ситуаций;
- вырабатывать нестандартные решения математических задач;
- вариативно использовать математические термины, применяя разнообразные речевые обороты.

Перечисленные качества способствуют успешности в математической деятельности при освоении начального курса математики. Об этом свидетельствуют сравнительные результаты успеваемости по математике школьников контрольной и экспериментальной групп. Система занятий дополнительной образовательной программы «Занимательная комбинаторика» последовательно обучает детей решению математических задач, позволяющих выявлять и применять различные для разных условий свойства и связи объектов. Развивающиеся при этом математические представления являются эффективным «психологическим орудием», позволяющим ребёнку выявлять общий принцип решения задачи, мысленно строить сложную структуру отношений между множествами. На основе подобных представлений строятся в дальнейшем многие математические понятия.

Список литературы

1. Колмогоров А.Н. О профессии математика. М.: Изд-во Московского ун-та, 1960. 33 с.
2. Крутецкий В.А. Психология математических способностей школьников. М.: Просвещение, 1968. 432 с.
3. Папи Ф., Папи Ж. Дети и графы. Обучение детей шестилетнего возраста математическим понятиям. М.: Педагогика, 1974. 192 с.
4. Занков Л.В. Избранные педагогические труды. М.: Просвещение, 1996. 424 с.
5. Румянцева И.Б., Целищева И.И. Дополнительная образовательная программа внеурочной деятельности «Занимательная комбинаторика» для детей младшего школьного возраста (7-10 лет) // Сборник программ внеурочной деятельности. Начальная школа (образовательная система «Школа 2100»). Кн. 1 / Сост. О.М. Корчемлюк. М.: Баласс, 2013. С. 88–102.
6. Ермакова Е.С., Румянцева И.Б., Целищева И.И. Психолого-педагогические особенности организации внеурочной деятельности младших школьников по программе «Занимательная комбинаторика» // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Психолого-педагогические науки». 2016. № 3. С. 209–215.
7. Румянцева И.Б., Целищева И.И. Занимательная комбинаторика. Учебное пособие. Шуя: Изд-во Шуйского филиала ФГБОУ ВПО «ИвГУ», 2015. 230 с.
8. Аберган В.П. Интеграция профессионально-педагогических знаний в системе подготовки учащихся педучилищ: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. Минск, 1994. 20 с.
9. Ермакова Е.С. Психологические закономерности формирования гибкости продуктивного мышления у детей дошкольного и младшего школьного возраста: Автореф. дис. ... д-ра психол. наук. СПб., 2006. 42 с.
10. Ермакова Е.С., Румянцева И.Б., Целищева И.И. Развитие гибкости мышления детей младшего школьного возраста с использованием комбинаторных заданий // Одарённый ребёнок. 2016. № 2. С. 74–85.
11. Кочурова Е.Э. Занимательная математика // Сборник программ внеурочной деятельности: 1–4 классы / Под ред. Н.Ф. Виноградовой. М.: Вентана-Граф, 2011. С. 23–73.
12. Ермакова Е.С. Развитие творческого мышления в детском возрасте: Учебные материалы к спецкурсу. Шуя, 2000. 38 с.

DEVELOPMENT OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS' FLEXIBILITY OF THINKING IN EXTRACURRICULAR LESSONS ON THE PROGRAM «ENTERTAINING COMBINATORICS»

I.B. Rumyantseva, I.I. Chelysheva

Shuya Branch of the Ivanovo State University

The article presents the results of application of the authors' program «Entertaining combinatorics» for organizing extracurricular activities of primary school students. The pedagogical experiment was conducted with children aged 7–8 years who made up a control and experimental group at school No. 2121 named after Marshal of the Soviet Union S.K. Kurkotkin, Moscow. To assess the effectiveness of the experimental program, we used T.S. Ermakova's "Find a similarity" method for diagnosing primary school students and the method of testing the statistical hypothesis by means of Student's test. Before the developmental stage of the experiment, both groups on the test were homogeneous (the average results did not have a statistically significant difference). At the control stage of the experiment, the reliability of the differences in the average levels of development of the thinking flexibility of the children in the control and experimental groups was 95% (with significance level $\alpha = 0.05$). This confirmed the hypothesis that the purposeful and step-by-step learning by students of the methods for performing combinatorial tasks contributes to the development of their flexibility of thinking, as an important component of mathematical thinking. The technology of development of students' thinking flexibility by means of solving combinatorial problems involves the sequential realization of the following stages: preparation for combinatorial tasks;

performance of combinatorial tasks on the basis of object modeling; execution of combinatorial tasks on the basis of graphic modeling; generalization of rational systematic search methods as a basis for the subsequent introduction of combinatorial formulas.

Keywords: extracurricular activities of schoolchildren, development of flexibility of thinking in junior schoolchildren, combinatorial problems.