ФОРМИРОВАНИЕ КОМБИНАТОРНЫХ ДЕЙСТВИЙ У ЧЕТВЕРОКЛАССНИКОВ

FORMATION OF COMBINATORIAL ACTIONS FOR FOURTH GRADERS

УДК 740

DOI: 10.24411/2658-4964-2021-10328

Зак Анатолий Залманович, ведущий научный сотрудник, Психологический институт РАО, Москва

Zak, A.Z. jasmin67@mail.ru

Аннотация

Цель выполненного исследования заключалась в том, чтобы определить, какие условия в период обучения детей в четвертом классе способствуют формированию у них комбинаторных действий. Предполагалось, что авторская программа «Комбинирование» создает такие условия. Это связано с тем, что в программу включены 28 типов нестандартных задач внеучебного содержания трех родов: компаративные задачи, пространственные и маршрутные. При этом каждый тип задач предлагался в трех структурных вариантах: в первом требовалось найти ответ, во втором – найти вопрос, в третьем – найти недостающую часть условий. Решение всех типов задач требует выполнения комбинаторных действий. Контрольную группу составили 49 детей, экспериментальную группу – 53 человека, которые участвовали в 28 групповых занятиях еженедельно (с октября по апрель). Исследование показало, что занятия по программе «Комбинирование» существенно способствуют формированию комбинаторных действий у

четвероклассников. В дальнейших исследованиях планируется определить, в какой степени программа «Комбинирование» будет эффективна при работе с работе с учениками пятого класса.

Annotation

The purpose of the study was to determine what conditions during the period of children's education in the fourth grade contribute to the formation of their combinatorial actions. It was assumed that the author's program "Combining" creates such conditions. This is due to the fact that the program includes 28 types of non-standard tasks of extracurricular content of three types: comparative tasks, spatial and route tasks. At the same time, each type of problem was offered in three structural variants: in the first one, it was necessary to find the answer, in the second – to find the question, and in the third – to find the missing part of the conditions. Solving all types of problems requires performing combinatorial actions. The control group consisted of 49 children, the experimental group-53 people who participated in 28 group classes weekly (from October to April). The study showed that classes in the program "Combining" significantly contribute to the formation of combinatorial actions in fourth graders. Further research is planned to determine the extent to which the "Combination" program will be effective when working with fifth-grade students.

Ключевые слова: комбинаторные действия, формирование, четвероклассники, программа «Комбинирование».

Keywords: combinatorial actions, formation, the fourth-grade students, the program "Combination".

1.Введение

Формирование комбинаторных действий в начальной школе необходимо для успешного овладения математикой в средней школе.

1.1..Анализ исследований, посвященных изучению особенностей решения комбинаторных задач младшими школьниками, позволяет выделить несколько основных направлений.

Исследователи изучали представления детей этого возраста о числе [17]при решении математических задач этого типа, – особенно рассматривалось то, как дети систематизируют и представляют свои решения [18], какие применяют варианты нахождения результата с использованием пиктографических представлений контента (например, животных) и цифровых инструментов [22], как сочетают решение с использованием цифровой версии предлагаемых визуальных условий [23]. В целом результаты этих исследований показывают, что успех решения комбинаторных задач в исследуемом возрасте связан с представлениями детей о количестве, систематизации и использовании цифровых инструментов.

Еще одно направление исследований связано с сопоставлением особенностей решения комбинаторных задач детьми 7 и 5 лет. Установлено, что дети 7 лет, в отличие от детей 5 лет, способны находить систематические стратегии решения комбинаторных задач с двумя переменными признаками [5]. На основе экспериментов с детьми 7 и 4 - 6 лет показано, что у детей старшего возраста, в отличие от младших, игра нестандартными конструкциями многомерных предметов в большей степени, чем игра со стандартными их вариантами, способствует развитию комбинаторных навыков [20].

Третье направление исследований, связано с изучением возможностей детей 7-12 лет в решении комбинаторных задач. Установлено, что дети 7 лет на основе анализа сортировки различных предметов (рисунков, букв, фигур домино, чисел) способны находить различные успешные стратегии комбинирования этих предметов [14]. Обнаружено , что дети 7 и 8 лет могут структурировать решение простых комбинаторных задач на основе использования ими информативных представлений [15]. Показано, что дети 7 и 8 лет могут найти успешные стратегии решения комбинаторных задач с тремя изменяющимися атрибутами [6]. Следует отметить, что в более поздней работе [7]этот автор, обобщая результаты предыдущих исследований, показывает, что сложность комбинаторных задач, решаемых детьми, связана с

когнитивными способностями. у младших школьников. Такой же вывод делается и в результате экспериментов с детьми 8-11 лет [24]: успешность решения комбинаторных задач разной сложности связана с уровнем развития интеллекта, определяемым результатами решения хорошо известных задач Пиаже [19], связанных с сохранением количества.

Четвертое направление исследований связано с изучением стратегий и методов решения младшими школьниками комбинаторных задач. Охарактеризованы основные методы успешного решения различных типов комбинаторных задач детьми 10 - 11 лет и показано, что использование систематической записи наиболее эффективно, когда учащиеся создают возможные группы элементов с помощью рассуждений [4, 5].

Было отмечено также, что не все учащиеся 3-х классов могут самостоятельно найти решение комбинаторных задач и что представления, используемые учащимися, существенно не влияют на достижение правильного решения, а использование стратегии для поиска результата имеет наибольшее влияние [9].

Были выделены методы решения учащимися 2 и 3 классов комбинаторных задач, связанных с расчетом возможных вариантов сочетаний предлагаемых элементов в соответствии с определенными требованиями [16].

При изучении взаимосвязи схем и интуиции на материале решения комбинаторных задач разного рода (перестановка, расположение с подстановкой и без подстановки, комбинации) было обнаружено, что даже дети 6 лет могут решать комбинаторные задачи не только путем рассуждений, но и интуитивно, – причем эти интуитивные догадки неявно полагаются на правильные и неправильные схемы [8]. Последний факт позволил авторам утверждать, что для формулирования правильных интуитивных догадок у детей необходимо использовать правильные схемы решения.

Специальные исследования поисковых стратегий для решения комбинаторных задач младшими школьниками [11, 12, 13] показали, что дети

используют три основные стратегии для подсчета количества возможных комбинаций, – мультипликативная, аддитивная и компенсаторная, – которые отражают традиционные принципы комбинаторного счета.

Вместе с тем, при изучении процесса решения комбинаторных задач было показано [10] были выделены основные четыре этапа: идентификация (характеристика комбинаторной задачи), выбор объекта объединения. , заключение (определение типа комбинации) и размышление (сравнение содержания предыдущих этапов).

Пятое направление исследований связано с различными видами вмешательства в процесс обучения решению комбинаторных задач. В чатности, в исследовании [21] где учащихся 1 – 4 классов обучались решению комбинаторных задач, было установлено, что за счет комбинирования в курсе различных стратегий, связанных с перестановкой элементов, у детей развиваются навыки реализации разных сочетаний перестановок.

1.2.Краткое описание исследования

Содержание рассмотренных исследований позволяет отметить, что большинство исследователей используют учебный материал. Мы считаем, что для развития комбинаторных действий можно использовать неучебные задания. Содержание таких заданий создает благоприятные условия для формирования комбинаторных действий, поскольку в этом случае учебные знания не определяют успешное выполнение предлагаемых заданий (в отличие от учебных заданий). На неучебном материале дети с недостаточной успеваемостью действуют более уверенно, чем при решении академических задач, поскольку этот новый опыт не связан с неудачами.

Цель исследования заключалась в том, чтобы определить условия формирования комбинаторных действий у школьников 4 класса. Предполагалось, что 28 занятий по программе «Комбинирование» выступают условием такого формирования. Это предположение основано на результатах предварительных экспериментов. В этих экспериментах 16 учеников 4 класса на 12 занятиях (по два в неделю) решали задачи программы

«Комбинирование». Было показано, что предложенные задачи способствуют формированию комбинаторных действий [1].

В программу «Комбинирование» включены 28 типов нематематических комбинаторных задач не математического содержания трех родов: компаративные, пространственные и маршрутные. Решение компаративных задач связано с поиском комбинаций признаков в сравниваемых объектах, решение пространственных задач связано с поиском комбинаций действий для преобразования одного местоположения объектов в другое, решение маршрутных задач связано с поиск комбинаций воображаемых движений персонажей на игровом поле.

Исследование состояло из трех этапов. На первом этапе (сентябрь) участвовали две группы учеников (контрольная – 49 учеников, экспериментальная – 53 ученика). Они решали поисковые задачи для определения степени сформированности комбинаторных действий. Второй этап (октябрь – апрель) включал 28 занятий по программе «Комбинирование» в экспериментальной группе (одно занятие в неделю). На третьем этапе (май) дети обеих групп снова решали те же поисковые задачи, что и на первом этапе.

2. Материалы и методы

Программа «Комбинирование» рассчитана на проведение 28 уроков на материале 28 типов нестандартных задач неучебного содержания: 9 типов компаративных задач, связанных с сопоставлением схематических представленных объектов, 6 типов пространственных задач, связанных с преобразованием одного местоположения объектов в другое, 13 типов маршрутных задач, связанных с перемещением воображаемых персонажей на игровом поле по определенным правилам.

Отмеченные компаративные, пространственные и маршрутные задачи способствуют формированию комбинаторных действий. На каждом занятии дети решают задачи только одного типа.

2.1. Компаративные задачи.

9 типов компаративных задач, связанных с сопоставлением схематически представленных флагов, характеризуются следующим содержанием.

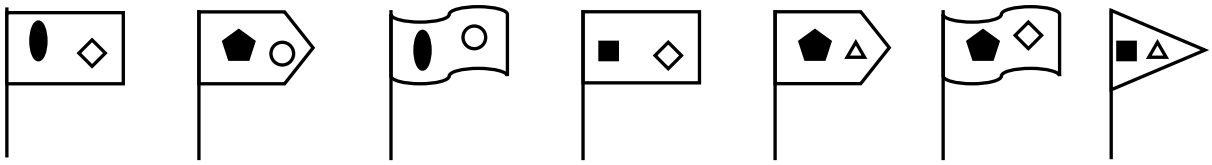

Рис. 1. Флаги

Тип 1, например: «Рассмотрим флаги 2, 3, 6. Какой флаг по форме похож на флаг 6?»

Тип 2, например: «Флаги 1, 3, 5. У каких двух флагов есть одинаковая фигура?»

Тип 3, например: «Флаги 1, 4, 5. У какого флага, – 4 или 5, – есть что-то одинаковое с флагом 1?»

Тип 4, например: «Флаги 1, 2, 3, 6. Какой флаг, – 2 или 3, – похож по форме на флаг 6 и имеет такую же темную фигура, как у флага 1? "

Тип 5, например: «Флаги 4, 5, 6. У какого флага есть что-то одинаковое с флагом 4 и что-то одинаковое с флагом 5?»

Тип 6, например: «Флаги 1–7». У флагов 1 и 6 есть один одинаковый признак. У каких двух флагов, – 2 и 3 или 1 и 4 – больше одинаковых признаков, чем у флагов 1 и 6?»

Тип 7, например: «Флаги 1–7. У какого флага, – 3 или 5, – форма, как у флага 1, темная фигура – как флага 6, светлая фигура – как флага 2?»

Тип 8, например: «Флаги 1–7. У какого флага, – 3 или 4, – есть один одинаковый признак с флагом 1, один одинаковый признак с флагом 2 и один – с флагом 6?»

Тип 9, например: «Флаги 1–7». У флагов 2, 5 и 6 есть один одинаковый признак. У каких трех флагов, – 2, 3 и 5; 1, 4 и 6 или 5, 6 и 7 есть такое же количество одинаковый признаков, как у флагов 2, 5 и 6?»

На каждом уроке дети решают 3 варианта задач одного типа: 1) найти ответ, 2) найти вопрос, 3) найти часть начальных условий. Вариант 1 представлен в приведенных выше примерах.

Вариант 2, например: «Флаги 2, 3 и 6». Какой вопрос подходит к данному условию, чтобы был ответ «Флаг 2»: (а) На каком флаге изображена темная фигура, такая как у флага 4?; (б) На каком флаге есть такая светлая фигура, как у флага 3?; (с) Какой флаг имеет такую форму, как у флага 5?»

Вариант 3, например: «Флаги 3, 6 и (?). У какого флага такая же светлая фигура, как у флага 6?» Какой нужен в условии третий флаг, – (2), (5) или (4), – чтобы можно было ответить на вопрос задачи?

2.2. Пространственные задачи.

6 типов пространственных задач, связанных с преобразованием одного местоположения объектов в другое, характеризуются следующим содержанием.

Тип 1, например: «Каким образом можно расположение букв | С | | Р | изменить за два хода так, чтобы получилось расположение: | Р | С | |? »

Правило: одним ходом считается перемещение любой буквы на свободное место.

Решение: 1. | С | | Р |… | | С | Р |; 2. | | С | Р |… | Р | С | | или | С | | Р |… | | С | Р |… | Р | С | |: первым ходом буква «С» перемещается на свободное место, вторым – буква «Р».

Тип 2, например: «Каким образом можно расположение букв | Р | Р | С | | изменить за два хода так, чтобы получилось расположение цифр | 7 | 7 | | 4 | ?»

Правило: 1) один ход – это перемещение любой буквы на свободное место; 2) одинаковые буквы должны быть размещены так же, как и одинаковые цифры.

Решение: | Р | Р | С | |… | | Р | С | Р |… | С | Р | | Р |.

Тип 3, например: «Каким образом можно изменить расположение букв | С | | Р | | Т | за два хода так, чтобы получилось расположение букв | | С | Р | Т | |?»

Правило: одним ходом считается перемещение любой буквы на свободное место.

Решение: 1. | С | | Р | | Т | … | | С | Р | | Т |; 2. | | С | Р | | Т | … | | С | Р | Т | | или | С | | Р | | Т |…| | С | Р | | Т |… | | С | Р | Т | |: первым ходом буква «С» перемещается на свободное место, вторым ходом перемещается буква «Т».

Тип 4, например: «Каким образом можно изменить расположение букв | С | | С | | Т | за два хода так, чтобы получилось расположение цифр: | | 6 | 6 | 3 | |?»

Правило: 1) один ход – это перемещение любой буквы на свободное место; 2) одинаковые буквы должны быть размещены так же, как и одинаковые цифры.

Решение: | С | | С | | Т | … | | С | С | | Т |… | | С | С | Т | |.

Тип 5, например: «Как можно за два хода изменить расположение букв: ПМК, чтобы получилось расположение: КПМ?»

Правило: один ход – это одновременный обмен двумя буквами.

Решение: ПМК… ПКМ… КПМ: сначала меняются местами буквы М и К, затем буквы П и К.

Тип 6, например: «Как можно за два хода изменить расположение букв ППМК, чтобы получилось расположение цифр 6855?»

Решение: ПММК… ПМКМ… ПКММ.

На каждом занятии дети решают 3 варианта задач одного типа: 1) найти ответ, 2) найти конечную позицию, 3) найти исходную позицию как часть условий задачи.

Вариант 1 представлен в приведенных выше примерах.

Вариант 2, например: «Какое из следующих двух расположений букв получится: а) | C | | R | или б) | | C | R |, если расположение | R | | C | изменить за два хода?

Вариант 3, например: «Какое было расположение букв: а) | | C | R | или б) | C | | R|, если после двух ходов получилось расположение | | R | C |?»

2.3.Маршрутные задачи.

13 типов маршрутных задач, связанных с перемещением воображаемых персонажей на игровом поле по определенным правилам, характеризуются следующим содержанием.

А	В	В	Г	Д
Е	Ж	З	И	К
Л	М	Н	О	П
Р Х	С Ц	Т Ч	У Ш	Ф Щ

Рис 2. Игровое поле 1.

Тип 1, например: «Какие два шага сделала утка, чтобы попасть от Л к Т?»

Правило: 1) «Утка», воображаемый персонаж, перемещается по буквам в ячейках квадрата; 2) характеристики ее перемещений следующие: (a) она шагает напрямую, то есть в соседнюю ячейку по вертикали (например: из ячейки Н в ячейку З или ячейку Т) или по горизонтали (например: из Н в О или М); (b) она идет наискось, то есть по диагонали (например: от Н к И, Ж, У или С); 3) утка не может делать подряд два одинаковых шага (два прямых шага или два шага наискось).

Решение: Л… М… Т.

Тип 2, например: «Какие два прыжка сделал заяц, чтобы попасть от Л к Д?»

Правило: 1) «Заяц», воображаемый персонаж, перемещается по буквам в клетках квадрата; 2) характеристики его движений: (a) он прыгает прямо, то

есть через ячейку по вертикали (например: из ячейки Н в ячейку В или ячейку Ч) или по горизонтали (например: из Н в Л или П); (b) он прыгает наискось, то есть по диагонали, например: от Н к Д или А, или Щ или Х; 3) заяц не может совершать два одинаковых прыжка (два прямых или два косых) подряд.

Решение: Л… Н… Д.

Тип 3, например: «Какие два прыжка сделала лиса, чтобы перейти от Л к У?»

Правило: 1) «Лиса», воображаемый персонаж, перемещается по буквам в клетках квадрата; 2) характеристики ее перемещений следующие: она прыгает через ячейку (например: из ячейки Н в ячейку Е, или Б, или Г, или К, или Ф, или Ш, или Ц, или Р).

Решение: Л… Ц… У.

Тип 4, например: «Какие два хода нужно сделать утке (используя только шаги прямо) и зайцу (наискось), чтобы перейти от Ж к Ф?»

Решение: Ж… З… Ф.

Тип 5, например: «Какие два перемещения нужно сделать утке (используя только шаги наискось) и зайцу (прямо), чтобы перейти от З к У?»

Решение: З… Ж… У.

Тип 6, например: «Какие два хода нужно сделать утке (используя только шаги прямо) и лисе, чтобы попасть из точки Б в точку К?»

Решение: Б… В… К.

Тип 7, например: «Какие два движения нужно сделать утке (используя только шаги наискось) и лисе, чтобы перейти от Г к С?»

Решение: Г… З… С.

Тип 8, например: «Какие два хода нужно сделать зайцу (используя только прыжки прямо) и лисе, чтобы перейти от Т к Д?» Решение: Т… З… Д.

Тип 9, например: «Какие два хода нужно сделать зайцу (используя только прыжки наискось) и лисе, чтобы перейти от Ж к Ц?» Решение: Ж… У… Ц.

Тип 10, например: «Какие четыре хода нужно сделать утке (используя шаги прямо и наискось) и зайцу (прыжки прямо и наискось), чтобы перейти от Л к К?» Решение: Л… М… Ш… Ф… К.

Тип 11, например: «Какие четыре хода нужно сделать утке (используя шаги прямо и наискось) и лисе, чтобы попасть из Е в Г?»

Решение: Е… М… В… П… Г.

Тип 12, например: «Какие четыре хода нужно сделать зайцу (используя прыжки прямо и наискось) и лисе, чтобы добраться от А до В?»

Решение: А… Л… Т… К… В.

Тип 13, например: «Какие три хода нужно сделать утке, зайцу и лисе, чтобы перейти от Е к Ц?» Решение: Е… Ж… У… Ц.

На каждом уроке дети решают 3 варианта задач одного типа: 1) найти ответ, 2) найти конечную позицию, 3) найти исходную позицию как часть начальных условий. Вариант 1 представлен в приведенных выше примерах.

Вариант 2, например: «В какую ячейку попала утка за два шага от С: ячейку Щ или ячейку О?»

Вариант 3, например: «Из какой ячейки утка попала в В за два щага: из ячейки Х или К?»

2.4. Развивающие занятия

Каждое занятие программы «Комбинирование» состоит из трех частей. В течение первой части (около 15 минут) преподаватель вместе с учениками анализирует способы решения типовой задачи. Детям необходимо понимать, что нужно открывать в задачах этого типа и как этого можно достичь. Детям даются средства анализа проблем, способы управления поиском решения и приемы контроля своих действий. Во второй части (около 30 минут) дети самостоятельно решают от 12 до 15 задач, применяя знания, полученные в первой части. В третьей части (около 15 минут) преподаватель вместе с учениками проверяет решенные задачи и рассматривает неверные решения, еще раз демонстрируя методы анализа задач и способы контроля умственной деятельности.

2.7. Диагностика сформированности комбинаторных действий

До и после 28 занятий проводилась групповая диагностика. Детям предлагались комбинаторные задачи, связанные с поиском комбинаций перемещений между двумя пунктами (буквы в квадрате) на игровом поле:

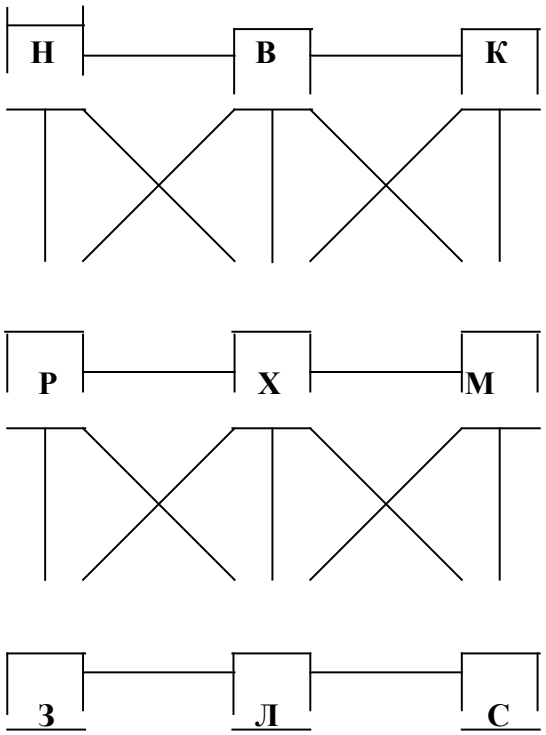

Рис. 3. Игровое поле 2.

В начале диагностического занятия учитель сообщает детям, что квадраты – это дома, в которых живут буквы. Линии между квадратами – это дороги, ведущие от одной буквы к другой. Затем учитель записывает на доске условие простой комбинаторной задачи: (Р ---? --- В) и говорит: «Вам нужно выяснить, какие две дороги могут привести вас от буквы Р к В?» Далее он вместе с учениками разбирает возможные решения. После обсуждения на доске записываются две версии решения: (Р --- Х --- В) и (Р --- Н --- В)

Затем детям предлагают еще две сложные комбинаторные задачи, в которых нужно было найти все комбинации из трех дорог между двумя буквами: 1. В ---? ---? --- Л; 2. М ---? ---? --- Р. На решение каждую задачи отводится по десять минут.

При интерпретации результатов решения задач учитывается, что выбор последующей комбинации по отношению к предыдущей может быть случайным или последовательным. В первом случае пары соседних комбинаций не имеют общего компонента, например: (В --- Н --- Р --- Л) и (В --- Х --- М --- Л). Во втором случае выбор последующей комбинации включал компонент, который был в предыдущей, например: (В --- Н --- Р --- Л) и (В --- Н --- Х --- Л).

Если выбор каждой последующей комбинации из трех дорог был случайным, то такая стратегия решения задачи считалась хаотической. Если выбор каждой последующей комбинации был исключительно последовательным (т.е. включал общий компонент), то такая стратегия считалась систематической. При решении каждой задачи можно получить максимальное количество (шесть) соседних пар комбинаций с общим компонентом.

Если в процессе решения задачи были сделаны и случайные и последовательные выборы, то такая стратегия считалась смешанной. Эта стратегия может содержать от одного до пяти последовательных выборов, что позволяет выделить пять уровней реализации смешанной стратегии.

Обработка результатов решения задач по обеим задачам позволила выделить три подгруппы испытуемых в контрольной и экспериментальной группах.

Дети подгруппы А реализовали хаотическую стратегию при решении обеих задач, дети подгруппы Б решили первую задачу с помощью хаотической стратегии, вторую – с помощью смешанной стратегии, дети подгруппы В реализовали смешанную стратегию при решении обеих задач. Среди испытуемых нашего исследования не было детей, которые при решении этих задач использовали систематическую стратегию.

3. Результаты.

Характеристики формирования комбинаторных действий у детей экспериментальной и контрольной групп были получены в итоге обработки

результатов проведенных экспериментов. позволила охарактеризовать особенности формирования комбинаторных действий у детей 7 лет. Итоговые анные представлены в таблице.

Таблица

Испытуемые контрольной и экспериментальной групп, решившие две задачи (подгруппа А) и одну задачу (подгруппа Б) с помощью случайной стратегии и решившие обе задачи с помощью смешанной стратегии (подгруппа В) в сентябре и мае (в %).

Время диагностики	сентябрь			Март		
Подгруппы Испытуемых	А	Б	В	А	Б	В
Контрольная группа	42.8	30,6	26,6	36,7**	32,6	30,6*
Экспериментальная группа	45,2	30,2	24,6	15.0**	37.8	47,2*

Примечание: * p <0,05; ** p <0,01.

Согласно таблице результаты, продемонстрированные детьми контрольной и экспериментальной групп, использовавших случайную и смешанную стратегии, в сентябре достоверно не различались. Различие в количестве испытуемых в подгруппах А контрольной и экспериментальной групп составила 2,4%, в подгруппах Б –0,4%, в подгруппах В – 2,0%.

В мае различие в количестве испытуемых в подгруппах изменилось, став статистически значимым для подгрупп А и В: 21,7% (p <0,01) и 16,6% (p <0,05)

соответственно. Различие в подгруппах Б обеих групп увеличилось с 0,4% до 5,2%, но осталось статистически незначимым.

Наибольшее влияние занятий по программе «Комбинирование» проявилось в значительном уменьшении, – с 45,2% до 15,0%, – количества детей, которые применяли случайную стратегию при решении обеих задач (подгруппа А экспериментальной группы). Также значительно возросло (почти в два раза) количество детей подгруппы В экспериментальной группы, применявших смешанную стратегию при решении обеих задач, – с 24,6% до 47,2%. В меньшей степени в экспериментальной группе увеличилось число детей, перешедших от случайной стратегии к смешанной при решении второй задачи (подгруппа Б), – с 30,2% до 37,8%.

В целом, полученные данные свидетельствуют о подтверждении исходной гипотезы исследования: программа «Комбинирование» существенно способствует формированию комбинаторных действий у четвероклассников.

4. Заключение

Характеризуя выполненное исследование, следует рассмотреть условия проведения экспериментов, отметить научное значение полученных данных, оценить влияние занятий по программе «Комбинирование» на деятельность учеников, предложить шаги дальнейшей разработки избранной проблемы.

4.1. Полученные результаты объясняются особенностями программы «Комбинирование-1»: неучебное содержание, поисковый характер предлагаемых детям задачи, их разнообразие: 28 типов задач трех родов (компаративные, пространственные и маршрутные), которые предлагалось решать в трех структурных вариантах (найти ответ, найти вопрос, найти часть условий.

Важное значение имеют конкретные характеристики реализации программы «Комбинирование»: 28 занятий (по одному часу раз в неделю, в течении 7 месяцев, – октябрь – апрель). Каждое занятие состояло из трех частей - предварительное обсуждение, самостоятельное решение задач,

заключительное обсуждение. В ходе обсуждений детей обучали методам анализа и поиска решения задач, способам контроля и оценки решений.

Необходимо отметить, что испытуемыми были обычные ученики обычных классов обычной школы.

4.2. Научная значение исследования связано с тем, что в нем получены новые знания об условиях развития комбинаторных действий в начальной школе, расширяющих и уточняющих взгляды психологии на особенности интеллектуального развития младших школьников.

Занятия по программе «Комбинирование» способствуют более интенсивному развитию комбинаторных действий (по сравнению с контрольной группой). Такие занятия представляют собой возможный вектор интеллектуального обогащения образовательной среды начальной школы.

4.3. Наблюдения за детьми на развивающих занятиях свидетельствовали об изменениях в их поведении: они больше не боялись ошибок, предлагая свои варианты решений. Ученики, неспособные делать последовательный выбор в сентябре, сначала проявляли повышенное беспокойство, но впоследствии приобрели больше уверенности и стали более активными в обсуждениях.

Учителя отметили изменения в своей работе: они стали предлагать больше задач с неполными условиями или пропущенными вопросами и задачами, требующими проверки решений проблем. Изменилось и поведение учеников: они стали более активными в обсуждениях в классе, демонстрировали более последовательные рассуждения при решении математических задач, предлагали больше примеров к изучаемым лингвистическим правилам.

4.4. В дальнейшем предполагается:

– провести аналогичное исследование с учениками пятых классов для более полной и точной оценки влияния программы «Комбинирование-1» на развитие комбинаторных действий;

– определить оптимальный состав поисковых задач программы «Комбинирование-1» для каждой возрастной группы начальной школы и проверить эффективность других типов задач;

- подтвердить эффективность самостоятельного сочинения детьми задач [2], а также уточнить и более полно охарактеризовать эффективность для развития комбинаторных действий решения задач с отсутствующей частью условий и с отсутствующим вопросом;

– найти новые варианты продолжительности одного занятия и трех его частей, а также частоты занятий и количества детей в классе;

– создать комплексную программу обучения мышлению учеников начальной школы, в которой программа «Комбинирование-1» послужила бы пропедевтикой курса развития критического и творческого мышления.

5. Вывод

Исследование продемонстрировало эффективность формирования комбинаторных действий у четвероклассников на групповых занятиях, когда на регулярной основе (раз в неделю) в течение семи месяцев (с октября по апрель) решались различные типы неучебных задач поискового характера программы «Комбинирование».

Литература

1. Зак А.З. Мышление младшего школьника. Спб.: Содействие, 2004.
2. Зак А.З. Развитие творческого мышления у младших школьников. М.: Библио-Глобус, 2016.
3. Břehovský, J., Příhonská, J.(2017). Combinatorial problems of mathematics for elementary school. 16th Conference of Applied Mathematics. Source: Aplimat. Journal of Applied Mathematics and Engineerings, 206 – 214.
4. Břehovský, J., Příhonská, J. (2018). The ability of primary school pupils to solve combinatorial tasks 17th Conference on Applied Mathematics. Source: Aplimat, 108 – 116
5. English L.D. (1991). Young children's combinatoric strategies. Educational Studies in Mathematics, 22 (5), 451 – 474.

6. English L.D. (1993). Children's strategies for solving two- and three-dimensional combinatorial problems. Journal for Research in Mathematics Education, 24(3), 255 – 273.
7. English L.D. (2005). Combinatorics and the Development of Children's Combinatorial Reasoning. In: Jones G.A. (eds) Exploring Probability in School. Mathematics Education Library, vol 40. Springer, Boston, MA.121-141.
8. Fischbein, E., & Grossman, A. (1997) Schemata and intuitions in combinatorial reasoning. Educational Studies in Mathematics, 34, 27-47.
9. Herzog M. , Ehlert A., Fritz A. (2017) Kombinatorikaufgaben in der dritten Grundschulklasse. Journal für Mathematik-Didaktik, 38, 263 – 289.
10. Hidayati Y., Sa'dijah C., Abd Qohar S., (2019). Combinatorial Thinking to Solve the Problems of Combinatorics in Selection Type International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 18 (2), 65 – 75.
11. Höveler K. (2016). Children´s combinatorial counting strategies and their relationship to 13th International Congress on Mathematical Education Hamburg, 24-31 July 2016 TU Dortmund, Germany, 231 – 245.
12. Höveler K. (2018a). Children's Combinatorial Counting Strategies and their Relationship to Conventional Mathematical Counting Principles. Teaching and Learning Discrete Mathematics Worldwide: Curriculum and Research. ICME-13 Monographs, edited by Hart Eric W, Sandefur James, 81-92. Cham: Springer.
13. Höveler K. (2018b). Solving combinatorial counting problems: Primary children´srecursive strategies. Beitrag präsentiert auf der 42nd Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Umea, Schweden.
14. Krpec, R. (2014) The development of combinatorial skills of the lower primary school pupils through organizing the sets of elements. Acta mathematica, 17.
15. Maher, C., Yankelewitz, D. (2010). Representations as tools for building arguments. In Maher, C., Powell, A., & Uptegrove, E. (Eds.), Combinatorics

and Reasoning: Representing, Justifying and Building Isomorphisms (pp. 17–26). New York, NY: Springer.

16. Maher C. A., Yankelewitz D. (2011). Chapter 3 Representations as Tools for uilding Arguments in Combinatorics and Reasoning. Representing, Justifying and Building Isomorphisms Editors: Maher, C. A., Powell, A. B., Uptegrove, E. B. (Eds.) Publisher Springer Netherlands. 17-25
17. Palmér H., J.van Bommel (2017). Exploring the role of representations when young children solve a combinatorial task In ICT in Mathematics Education: The Future and the Realities : Proceeding of MADIF10. The Tenth Swedish Mathematics Education Research Seminar, edited by J. Häggström, E. Norén, J. van Bommel, J. Sayers, O. Helenius, and Y. Liljekvist, 47–56. Linköping: SMDF.
18. Palmér H., J.van Bommel (2018). The role of and connection between systematization and representation when young children work on a combinatorial task. European Early Childhood Education Research Journal, 26 (4), 562 – 573.
19. Piaget, J., Inhelder B. (1969). The Psychology of the Child. New York: Basic Books.
20. Poddiakov A.N. (2011) Multivariable Objects for Stimulation of Young Children's Combinatorial Experimentation and Causal-Experimental Thought. Psychology in Russia: State of the Art, 4, 397 – 420
21. Temnikova M. (2018). Combinatorial Mathematical Tasks in the Education in Mathematics for Grades 1.- 4. European Scientific Journal, 2, 46 – 55.
22. Van Bommel J., H. Palmér (2018). Paper or and digital: a study on combinatorics in preschool class. NORMA17. Nordic Research in Mathematics Education / [ed] E. Norén, H. Palmér, A. Cooke, Göteborg: Svensk förening för MatematikDidaktisk Forskning – SMDF, 2018.
23. Van Bommel J., H. Palmér (2018). Enhancing young children's understanding of a combinatorial task by using a duo of digital and physical artefacts. Early Years. An International Journal of Research and Development, 2, 38 – 54.

24. White, H. (1984). The Development of Combinatorial Reasoning: The Role of Cognitive Capacity. The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development 145, (2), 185 - 193.

Literatura

1. Zak A.Z. Thinking of a younger student. St. Petersburg: Assistance, 2004.
2. Zak A.Z. Development of creative thinking in primary school children. Moscow: Biblio-Globus, 2016.
3. Břehovský, J., Příhonská, J.(2017). Combinatorial problems of mathematics for elementary school. 16th Conference of Applied Mathematics. Source: Aplimat. Journal of Applied Mathematics and Engineerings, 206 – 214.
4. Břehovský, J., Příhonská, J. (2018). The ability of primary school pupils to solve combinatorial tasks 17th Conference on Applied Mathematics. Source: Aplimat, 108 – 116
5. English L.D. (1991). Young children's combinatoric strategies. Educational Studies in Mathematics, 22 (5), 451 – 474.
6. English L.D. (1993). Children's strategies for solving two- and three-dimensional combinatorial problems. Journal for Research in Mathematics Education, 24(3), 255 – 273.
7. English L.D. (2005). Combinatorics and the Development of Children's Combinatorial Reasoning. In: Jones G.A. (eds) Exploring Probability in School. Mathematics Education Library, vol 40. Springer, Boston, MA.121-141.
8. Fischbein, E., & Grossman, A. (1997) Schemata and intuitions in combinatorial reasoning. Educational Studies in Mathematics, 34, 27-47.
9. Herzog M. , Ehlert A., Fritz A. (2017) Kombinatorikaufgaben in der dritten Grundschulklasse. Journal für Mathematik-Didaktik, 38, 263 – 289.
10. Hidayati Y., Sa'dijah C., Abd Qohar S., (2019). Combinatorial Thinking to Solve the Problems of Combinatorics in Selection Type International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 18 (2), 65 – 75.
11. Höveler K. (2016). Children´s combinatorial counting strategies and their

relationship to 13th International Congress on Mathematical Education Hamburg, 24-31 July 2016 TU Dortmund, Germany, 231 – 245.

12. Höveler K. (2018a). Children's Combinatorial Counting Strategies and their Relationship to Conventional Mathematical Counting Principles. Teaching and Learning Discrete Mathematics Worldwide: Curriculum and Research. ICME-13 Monographs, edited by Hart Eric W, Sandefur James, 81-92. Cham: Springer.
13. Höveler K. (2018b). Solving combinatorial counting problems: Primary children´srecursive strategies. Beitrag präsentiert auf der 42nd Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Umea, Schweden.
14. Krpec, R. (2014) The development of combinatorial skills of the lower primary school pupils through organizing the sets of elements. Acta mathematica, 17.
15. Maher, C., Yankelewitz, D. (2010). Representations as tools for building arguments. In Maher, C., Powell, A., & Uptegrove, E. (Eds.), Combinatorics and Reasoning: Representing, Justifying and Building Isomorphisms (pp. 17–26). New York, NY: Springer.
16. Maher C. A., Yankelewitz D. (2011). Chapter 3 Representations as Tools for uilding Arguments in Combinatorics and Reasoning. Representing, Justifying and Building Isomorphisms Editors: Maher, C. A., Powell, A. B., Uptegrove, E. B. (Eds.) Publisher Springer Netherlands. 17-25
17. Palmér H., J.van Bommel (2017). Exploring the role of representations when young children solve a combinatorial task In ICT in Mathematics Education: The Future and the Realities : Proceeding of MADIF10. The Tenth Swedish Mathematics Education Research Seminar, edited by J. Häggström, E. Norén, J. van Bommel, J. Sayers, O. Helenius, and Y. Liljekvist, 47–56. Linköping: SMDF.
18. Palmér H., J.van Bommel (2018). The role of and connection between systematization and representation when young children work on a combinatorial task. European Early Childhood Education Research Journal, 26 (4), 562 – 573.

19. Piaget, J., Inhelder B. (1969). The Psychology of the Child. New York: Basic Books.
20. Poddiakov A.N. (2011) Multivariable Objects for Stimulation of Young Children's Combinatorial Experimentation and Causal-Experimental Thought. Psychology in Russia: State of the Art, 4, 397 – 420
21. Temnikova M. (2018). Combinatorial Mathematical Tasks in the Education in Mathematics for Grades 1.- 4. European Scientific Journal, 2, 46 – 55.
22. Van Bommel J., H. Palmér (2018a). Paper or and digital: a study on combinatorics in preschool class. NORMA17. Nordic Research in Mathematics Education / [ed] E. Norén, H. Palmér, A. Cooke, Göteborg: Svensk förening för MatematikDidaktisk Forskning – SMDF, 2018.
23. Van Bommel J., H. Palmér (2018b). Enhancing young children's understanding of a combinatorial task by using a duo of digital and physical artefacts. Early Years. An International Journal of Research and Development, 2, 38 – 54.
24. White, H. (1984). The Development of Combinatorial Reasoning: The Role of Cognitive Capacity. The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development 145, (2), 185 - 193.