

УДК 371.851; 376.2

DOI: 10.18413/2313-8971-2022-8-3-0-4

Позднякова Е.В. *,
Фомина А.В. 

Пилотный эксперимент по развитию исследовательских умений школьников при обучении математике в условиях инклюзии

Кузбасский гуманитарно-педагогический институт,
Кемеровский государственный университет,
ул. Циолковского, д. 23, г. Новокузнецк, 654041, Россия
suppes@li.ru*

*Статья поступила 28 декабря 2021; принята 10 сентября 2022;
опубликована 30 сентября 2022*

Аннотация. *Введение.* Реализация учебных программ в современной школе предполагает формирование универсальных учебных действий, которые обеспечивают успешное осуществление исследовательской деятельности – исследовательских умений у всех категорий обучающихся. К сожалению, в настоящее время наблюдается тенденция увеличения численности детей и подростков с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), что актуализирует проблему внедрения инклюзивного образования. Для формирования и оценки исследовательских умений школьников в условиях инклюзии может быть использован потенциал математики как школьной дисциплины. *Цель статьи* – представление опыта организации пилотного эксперимента по формированию исследовательских умений учащихся девятых классов при обучении математике в условиях инклюзии и анализ его результатов. *Методы исследования.* Применены анализ и обобщение научной литературы по теории проблемного обучения, по проблемам математической подготовки детей с ограниченными возможностями здоровья и использования интерактивных методов обучения. Используются эмпирические методы: анкетирование учителей и преподавателей математики образовательных организаций; наблюдение; проектирование дидактического инструментария для обеспечения процесса формирования исследовательских умений всех категорий обучающихся; пилотный эксперимент и анализ его результатов. В исследовании задействован экспериментальный девятый класс школы № 55 г. Новокузнецка, в котором присутствовал ученик с нарушениями опорно-двигательного аппарата (НОДА). В эксперименте для обработки результатов использован биномиальный критерий. *Результаты.* Обучающиеся экспериментальной группы были вовлечены в процесс формирования исследовательских умений, при этом ключевой особенностью применяемой методики является ее опора на специально разработанную систему разноуровневых исследовательских открытых математических задач и дифференцированных учебных исследований с возможностью их реализации средствами цифровой образовательной среды в онлайн и офлайн формате. Выявлена статистически достоверная положительная динамика развития исследовательских умений девятиклассников, в том числе и ученика с ОВЗ: $Z_{\text{эмп}} > Z_{\text{крит}}$ ($2,46 > 1,64$). *Заключение.* Обобщаются методические приемы формирования исследовательских умений школьников при обучении математике в условиях инклюзии; делается вывод о повышении качества математического образования и перспективных направлениях дальнейших исследований.

Ключевые слова: исследовательские умения; универсальные учебные действия; школьное математическое образование; обучающийся с ограниченными возможностями здоровья; инклюзия

Информация для цитирования: Позднякова Е.В., Фомина А.В. Пилотный эксперимент по развитию исследовательских умений школьников при обучении математике в условиях инклюзии // Научный результат. Педагогика и психология образования. 2022. Т.8. №3. С. 38-51. DOI: 10.18413/2313-8971-2022-8-3-0-4.

E.V. Pozdnyakova *,
A.V. Fomina 

A pilot experiment on the development of students' research skills when teaching mathematics under conditions of inclusion

Kuzbass Humanitarian Pedagogical Institute, Kemerovo State University,
23 Tsiolkovsky Str., 654041, Novokuznetsk, Russia
suppes@li.ru*

*Received on December 28, 2021; accepted on September 10, 2022;
published on September 30, 2022*

Abstract. Introduction. The implementation of educational programs in a modern school involves the formation of universal educational actions, including those actions that ensure the successful implementation of research activities, the so-called research skills in all categories of students. Unfortunately, there is currently an increasing trend in the number of children and adolescents with disabilities, which actualizes the problem of introducing inclusive education. The potential of mathematics as a school discipline can be used to form and evaluate the research skills of schoolchildren under conditions of inclusion. *The purpose* of the article is to present the experience of organizing a pilot experiment on the formation of research skills of ninth grade students in teaching mathematics under inclusion conditions and to analyze its results. *Research methods.* The analysis and generalization of scientific literature on the theory of problem-based learning, on the problems of mathematical training of children with disabilities and the use of interactive teaching methods are applied. Empirical methods were used: questioning of teachers and teachers of mathematics of educational organizations; observation; design of didactic tools to ensure the process of formation of research skills of all categories of students; pilot experiment and analysis of its results. The study involved the experimental ninth grade of school No. 55 in Novokuznetsk, in which there was a student with disorders of the musculoskeletal system (DMS). In the experiment, a binomial criterion was used to process the results. *Results.* The students of the experimental group were involved in the process of forming research skills, while the key feature of the methodology used is its reliance on a specially developed system of multi-level research open mathematical problems and differentiated educational research with the possibility of their implementation by means of a digital educational environment in online and offline format. A statistically significant positive dynamics of the development of research skills of ninth graders, including a student with disabilities, was revealed: $Z_{em} > Z_{crit}$ ($2.46 > 1.64$). *Conclusion.* The methodological techniques for the formation of research skills of schoolchildren in teaching mathematics under conditions of inclusion are summarized; the conclusion is

made about improving the quality of mathematical education and promising areas for further research.

Keywords: research skills; universal learning activities; school mathematical education; students with disabilities; inclusion

Information for citation: E.V. Pozdnyakova, A.V. Fomina (2022), “A pilot experiment on the development of students' research skills when teaching mathematics under conditions of inclusion”, Research Result. Pedagogy and Psychology of Education, 8 (3), 38-51, DOI: 10.18413/2313-8971-2022-8-3-0-4.

Введение (Introduction). Анализируя новую парадигму образования, отметим направленность школьной педагогической системы на развитие инициативности и самостоятельности обучающихся, формирование у них компетенций, позволяющих ориентироваться в сложном меняющемся мире, критически его исследовать и оценивать в соответствии с меняющимися реалиями. Таким образом, значимым становится сформированность у обучающихся универсальных учебных действий, в том числе, и исследовательских умений, обеспечивающих эффективность исследовательской и проектной деятельности. В тоже время в современном обществе наблюдается печальная тенденция существенного ухудшения здоровья подрастающих поколений и увеличения численности детей и подростков с ограниченными возможностями здоровья, большинство которых сталкивается с серьезными трудностями в процессе обучения в школе. Одним из приоритетных направлений в обучении таких детей является внедрение инклюзивного образования, которое для России (как и для многих других стран) остается явлением достаточно новым и малоизученным. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (ФГОС ООО) актуализирует проблему формирования универсальных учебных действий (УУД) учащихся с ограниченными возможностями здоровья. В составе познавательных УУД стандарт выделяет базовые ис-

следовательские действия: использовать вопросы как исследовательский инструмент познания; формулировать гипотезу об истинности собственных суждений и суждений других; проводить по самостоятельно составленному плану небольшое исследование, и т.д.¹ Таким образом, перед учителем возникает проблема поиска и выбора эффективных методов и средств формирования исследовательских умений всех категорий обучающихся, в том числе и детей с ОВЗ. Заметим, что сложность проблемы заключается еще и в том, что группа школьников с ОВЗ чрезвычайно неоднородна и включает в себя детей с различными нарушениями развития: нарушениями слуха, речи, опорно-двигательного аппарата, интеллекта, с выраженными расстройствами эмоционально-волевой сферы, включая аутистические нарушения, с задержкой психического развития, с комплексными нарушениями развития. В силу своих особенностей такие дети не свободны в выборе профессии; так для детей с физическими ограничениями и с сохранным интеллектом профессиональная ориентация часто связана со сферами интеллектуального труда, поэтому формирование исследовательских умений у такой категории обучающихся приобретает особую значимость.

Без базовой математической подготовки невозможно образование современного человека. Большое количество специальностей, требующих высокого уровня образования, связано с непосредственным применением математики. Поэтому для многих

¹ Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 “Об утверждении федерального государственного

образовательного стандарта основного общего образования”. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/> (дата обращения 28.12.2021).

школьников (в том числе и для учащихся с ОВЗ) математика становится профессионально значимым предметом; при этом именно математика, как инструмент системного познания мира и анализа объективной реальности, является той благоприятной средой, на основе которой может быть выстроен процесс формирования исследовательских умений «особенных детей».

Следуя классической теории проблемного обучения, исследование – это настойчивые и объективные поиски решения проблемы, опирающиеся на проверенные и обобщенные факты. Проблема определяется как проблемная ситуация, принятая субъектом к решению на основе имеющегося фонда знаний, умений и опыта поиска. Проблемная ситуация – явно или смутно осознанное субъектом затруднение, преодоление которого требует творческого поиска новых знаний, новых способов и действий (Матюшкин, Матюшкина, 2009). С этих позиций определим исследовательские умения как познавательные умения, обеспечивающие успешное осуществление поиска и решения проблемы. Деятельность по решению проблемы включает следующие этапы: 1) изучение условий задачи (выяснение сущности возникшей проблемы и выявление важнейших данных, которые можно использовать для ее решения); 2) создание общего плана предполагаемых действий, то есть разработка стратегии решения проблемы; 3) разработка тактики решения: выбор конкретного метода; 4) сопоставление результатов с исходными данными. Таким образом, на основе анализа данной модели поисковой деятельности можно выделить основные структурные элементы исследовательских умений: умение вербализовать проблему и формулировать цель работы; умение критически анализировать условия заданной ситуации; умение выдвигать и обосновывать гипотезы; умение планировать решение проблемы; умение анализировать результат.

Основная часть (Main Part). Целью статьи является представление опыта организации пилотного эксперимента по форми-

рованию исследовательских умений учащихся девятого класса при обучении математике в условиях инклюзии и анализ его результатов.

Теоретическая основа (The theoretical basis). Вопросы математической подготовки детей с ограниченными возможностями здоровья в основной школе рассматриваются в работах И.И. Бабанского, А.Л. Киселева, Е.Ю. Левченко, И.В. Шеститко и др., при этом научно-исследовательский поиск проходит преимущественно в области эффективных образовательных технологий (технологии адаптивного обучения, информационно-коммуникационные технологии, технология дифференцированного обучения), методов и средств обучения (метод проектов, открытые задачи, мультимедиа-технологии, и др.) (Бабанский, 2018; Киселев, 2018; Левченко, 2021; Шеститко, 2020).

Нами отмечен дефицит публикаций по проблемам формирования исследовательских умений школьников в условиях инклюзии, причиной которого является новизна проблемы: период реализации инклюзивной образовательной практики не превышает десяти лет. Так, в исследовании Р.П. Софронова, И.И. Парниковой изучается процесс организации исследовательской деятельности учащихся 5-7 классов с ограниченными возможностями здоровья во внеурочное время. В работе авторы обоснованно приходят к выводу, что применение исследовательской деятельности при обучении детей с ОВЗ и сохранным интеллектом является основой присвоения ими культуры познания, условием формирования познавательной самостоятельности и успешной адаптации в обществе (Софронов, Парникова, 2018).

Таким образом, возникает объективная необходимость проанализировать и обобщить опыт применения современных методов и средств в обучении математике, позволяющих развивать исследовательские умения у всех категорий обучающихся.

Исследуя вопрос о повышении качества математического образования, большинство авторов отмечает высокий дидактический потенциал интерактивных методов

обучения. Так, З.И. Исаева утверждает, что интерактивное обучение оказывает положительное воздействие как на повышение качества математических знаний, так и на повышение работоспособности учащихся, их заинтересованности предметом. Важным выводом является то, что ученики учатся не только применять свои знания в новых ситуациях, но и общаться, дружить, быть милосердными и внимательными друг к другу (Исаева, 2019).

К интерактивным методам обучения, реализующим учебно-поисковую и исследовательскую деятельность учащихся, относят кейс-метод. Наше внимание к данному методу обусловлено рядом причин. Во-первых, он выводит обучающихся за рамки учебного предмета и дает возможность применить не только знания, умения и навыки, полученные при усвоении соответствующего учебного материала, но и активно использовать собственный опыт при решении конкретной ситуации – проблемы, имеющей практическое значение (Cameron, Trudel, Titah, Leger, Blakey, 2012; Herreid, 2011). Во-вторых, метод кейсов позволяет моделировать ситуацию научного поиска с прохождением всех этапов научного исследования: вербализация проблемы, критический анализ имеющейся информации, выдвижение гипотезы, анализ и представление результатов исследования. В-третьих, показана возможность реализации метода кейсов с применением онлайн-сервисов, что позволяет развивать исследовательские умения у детей с ОВЗ в условиях дистанционного обучения (Позднякова, Буяковская, Селезнев, 2020).

В организации учебно-поисковой деятельности по математике особая роль отводится задачам. В эвристическом обучении выделяют открытые задачи, активизирующие познавательную и исследовательскую деятельность обучающихся (Гин, 2014; Dograshvili, 2020).

В статье N.A. Nohda проводится классификация открытых задач. Так, в зависимости от исходных данных, смыслового содержания задачи, поставленного вопроса и вре-

мени ее решения, автор выделяет задачи-исследования, жизненные задачи, задачи без явного вопроса, вариативные задачи, проекты (Nohda, 2000). Вопросам использования открытых задач в процессе обучения математике посвящены исследования Горева П.М., Рычковой О.В., Поздняковой Е.В., и др. Все эти авторы указывают на высокий потенциал открытых задач в области развития креативного и дивергентного мышления, исследовательских умений, универсальных учебных действий, овладения методами творческой деятельности (Горев, Рычкова, 2015; Позднякова, Фомина, 2021). Мы отмечаем возможность варьирования условия такой задачи и организации дозированной помощи при ее решении для детей с ограниченными возможностями здоровья.

Исследование вопросов визуализации учебных исследований в курсе школьной математики отражено в работах В.Р. Майера, М.В. Тарановой, М.В. Шабановой и др. Авторы отмечают, что при помощи программ динамической математики можно изучать новые понятия, создавать геометрические конфигурации, строить графики функций, изучать свойства фигур, экспериментировать, выдвигать и обосновывать гипотезы (Майер, 2012; Таранова, 2020; Шабанова, Николаев, Павлова, 2017). Важно, что использование таких программ позволяет реализовать дифференциацию по уровню знаний и возможностей учеников и индивидуализировать обучение, используя при этом разнообразные формы работы.

Нельзя отрицать, что в условиях инклюзии особую значимость приобретает персонализированное обучение, подразумевающее свободу выбора обучающимся образовательного пути; при этом целью персонализации в школах является максимальное развитие образовательного и личностного потенциала каждого учащегося, повышение эффективности учебного процесса для каждого ученика и для образовательного сообщества в целом. В современных исследованиях проектирование персонализированной модели обучения математике осуществляется на ос-

нове цифровых технологий, например: интерактивных образовательных платформ (Sabirova, Fedorova, Sandalova, 2019), интерактивных образовательных новелл (Бочаров, Можарова, Соболева, Суворова, 2021), технологии веб-квестов с использованием дифференцированных домашних заданий (Большова, 2018).

Анализ проведенных исследований позволил определить ведущие методические приемы в процессе формирования исследовательских умений учащихся при обучении математике в условиях инклюзии:

- использование аудио- и видео материалов;
- использование программ динамической математики;
- использование режима диктовки для ввода текста голосом (на компьютере или мобильном приложении);
- использование интерактивных образовательных платформ;
- использование интерактивных виртуальных досок;
- использование дифференцированных открытых задач и кейс-заданий;
- использование приемов дозированной помощи.

Материалы и методы (Methodology and methods). Гипотеза нашего исследования основана на предположении о том, что обучение математике в основной школе с использованием специально разработанных дидактических средств для дифференцированного поэтапного формирования исследовательских умений и дифференциации учебных исследований, дозированной помощи педагога, цифровых образовательных ресурсов, специальных компьютерных программ и онлайн сервисов будет способствовать формированию у учащихся исследовательских умений в условиях инклюзии.

Для проверки сформулированной гипотезы был организован пилотный эксперимент на базе средней общеобразовательной школы № 55 г. Новокузнецка в 9 классе, где присутствовал ученик с легкой степенью нарушения опорно-двигательного аппарата (НОДА).

В исследовании применялись следующие методы: теоретический анализ и обобщение научной литературы по проблемам организации исследовательской деятельности школьников в процессе математической подготовки в условиях инклюзии; анкетирование учителей и преподавателей математики образовательных организаций; наблюдение; проектирование дидактического инструментария для обеспечения процесса формирования исследовательских умений всех категорий обучающихся (в том числе и учащихся с ОВЗ); анализ результатов педагогического эксперимента с использованием биномиального критерия (критерия знаков).

Для исследования вопроса о возможности и целесообразности формирования исследовательских умений учащихся с ОВЗ при обучении математике было проведено анкетирование учителей и преподавателей математики образовательных организаций (школ, лицеев, гимназий, колледжей). В опросе приняли участие педагоги Кемеровской, Новосибирской и Томской областей, в количестве 33 человек. Результаты анкетирования позволили сделать следующий вывод: формировать исследовательские умения у учащихся с ОВЗ целесообразно при условии наличия сохранного интеллекта, большинство респондентов считает, что данные умения можно сформировать на уроках математики, однако в настоящее время в полной мере не разработана соответствующая методика, учитывающая реалии инклюзивного обучения (Пейчева, Позднякова, 2021).

Основной методологический принцип исследования определен ключевым условием использования полипарадигмального подхода, базирующегося на компетентностном, личностно-деятельностном и информационном подходах к обучению. Этот принцип определяет особенность методики формирования исследовательских умений школьников при обучении математике и предполагает ее опору на специально разработанную систему разноуровневых исследовательских открытых математических задач и дифференцированных учебных исследова-

ний с возможностью их реализации средствами цифровой образовательной среды в онлайн и офлайн формате.

Научные результаты и дискуссия (Research Results and Discussion). На *констатирующем этапе* эксперимента для определения уровня развития исследовательских умений у учащихся девятого класса была разработана диагностическая работа по математике, включающая пять заданий с развернутым ответом. Предложенные задания были направлены на определение уровня развития выделенных структурных элементов исследовательских умений. Приведем пример задачи, направленной на определение уровня развития умения критически анализировать условия заданной ситуации: *Найдите периметр прямоугольного равнобедренного треугольника с катетом, равным 5а и гипотенузой, равной 12а.* В данной задаче речь идет о несуществующей фигуре; в условии содержится противоречие, которое выявляется с помощью теоремы Пифагора.

В качестве агрегированной оценки мы рассмотрели средний коэффициент полноты выполнения задания $\bar{k} = \frac{\sum k_i}{N}$, где k_i – индивидуальный коэффициент полноты выполнения задания.

$k_i = \frac{Z_i}{Z_{max}}$, Z_i – индивидуальный балл ученика, Z_{max} – максимальный возможный балл.

Нами были выделены следующие три уровня развития исследовательских умений: высокий уровень ($0,8 \leq k \leq 1$); средний уровень ($0,5 \leq k \leq 0,7$); низкий уровень ($k < 0,5$).

В результате проведенной диагностики было установлено, что 14 респондентов (58,33%) продемонстрировали низкий уровень развития исследовательских умений; остальные испытуемые (10 человек – 41,67% – средний уровень развития исследовательских умений). В классе не оказалось учеников, достигших высокого уровня развития таких умений.

Отметим, что ученик с ОВЗ продемонстрировал низкий уровень развития исследовательских умений, однако его коэффициент

полноты выполнения задания k_i незначительно отличается от среднего значения коэффициента \bar{k} группы: $\Delta k_i = |\bar{k} - k_i| = 0,033$. Наиболее высокий показатель у данного респондента по умению анализировать условие заданной ситуации (набрано 2 балла), испытуемый не справился с заданием на проверку умений планировать решение проблемы и анализировать результат (0 баллов).

Результаты констатирующего этапа эксперимента подтвердили необходимость систематической целенаправленной работы по формированию исследовательских умений учащихся, в том числе и детей с ОВЗ.

На *формирующем этапе* эксперимента осуществлялось проектирование дидактического инструментария, выбирались приемы и методы формирования исследовательских умений девятиклассников при обучении математике в условиях инклюзии, осуществлялась апробация методики формирования исследовательских умений.

В экспериментальной группе присутствовал ученик с НОДА, поэтому выбор методов и приемов обучения осуществлялся с учетом данной нозологии.

Понятие «нарушение функций опорно-двигательного аппарата» включает в себя двигательные расстройства, различные по происхождению и степени тяжести (тяжелые нарушения, нарушения средней и легкой степени). Лица с легкими двигательными нарушениями самостоятельно передвигаются, достаточно уверенно чувствуют себя в помещении и на улице, имеют в достаточной степени сформированные навыки самообслуживания. Однако у них могут наблюдаться патологические позы, нарушения походки, насильственные движения и др. Для детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата (НОДА) свойственны следующие психологические особенности: ослабленное внимание, невысокая работоспособность; затруднения фиксации взора на объекте, ограничение поля зрения; возможно нарушение речи в форме дизартрии (нарушения произношения звуков). Но при правильной организации учебного процесса дети с НОДА успешно адаптируются в образовательном

учреждении, а в дальнейшем социализируются в жизни (Приходько, Левченко, Титова, Гусейнова, 2019).

Таким образом, при формировании исследовательских умений у ученика с ОВЗ, мы применяли такие приемы как использование видео материалов; использование программы динамической математики GeoGebra; использование режима диктовки для ввода текста голосом; использование интерактивной образовательной платформы Uchi.ru; использование интерактивной виртуальной доски Miro; использование дифференцированных открытых задач и кейс-заданий; использование приемов дозированной помощи (наводящие вопросы;

карточки-подсказки, где предлагается основная идея решения или аналогичное решение).

На контрольном этапе эксперимента для проверки справедливости сформулированной гипотезы проводилась итоговая диагностическая работа, включающая пять заданий на применение исследовательских умений. Кроме того, для работы в группах на основе технологии кейсов ученикам были предложены практико-ориентированные задачи, проводилось наблюдение за ходом деятельности учащихся в группах.

Результаты диагностической работы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты диагностической работы (контрольный этап)

Table 1

Results of diagnostic work (control stage)

№ ученика	Кол-во баллов	Уровень развития ИУ	№ ученика	Кол-во баллов	Уровень развития ИУ
1	7	с	13	8	в
2	7	с	14	7	с
3	6	с	15	7	с
4	6	с	16	6	с
5	7	с	17	5	с
6	5	с	18	4	н
7	4	н	19	5	с
8	5	с	20	6	с
9	6	с	21	5	с
10	5	с	22	7	с
11	6	с	23	6	с
12	7	с	24	6	с

Таким образом, 87,5% учащихся продемонстрировали средний уровень развития исследовательских умений, 8,3% – низкий уровень развития ОИУ, 4,2% – высокий уровень развития ОИУ.

Динамика изменения уровней развития исследовательских умений представлена на рис. 1.

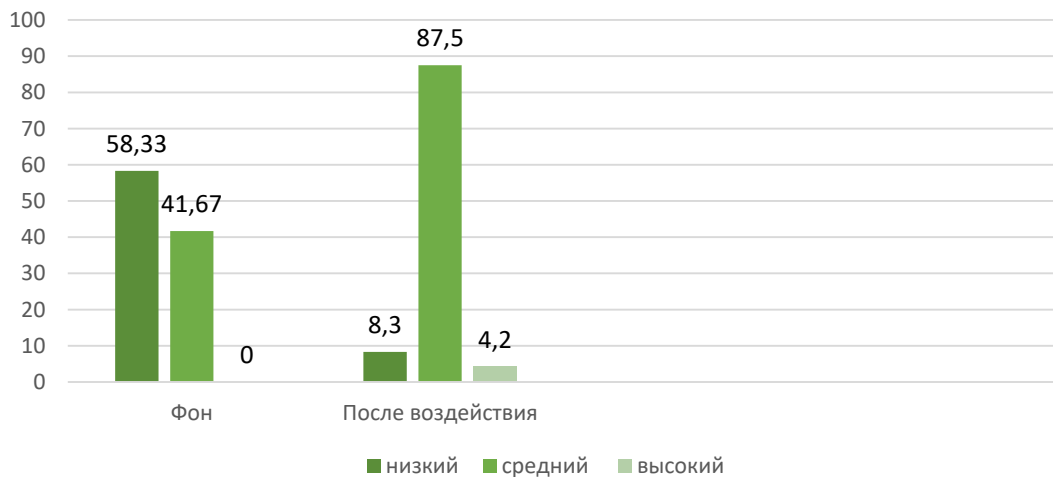


Рис. 1. Динамика изменения уровня развития исследовательских умений учащихся 9 класса (экспериментальная группа), %

Fig. 1. Dynamics of changes in the level of development of research skills of grade 9 students (experimental group), %

Среднее значение коэффициента полноты выполнения задания:

$$\bar{k} = \frac{5 \cdot 0,7 + 0,6 \cdot 5 + 0,5 \cdot 6 + 0,4 \cdot 2 + 0,8 \cdot 5 + 0,9}{24} = 0,633.$$

Таким образом, коэффициент полноты

выполнения задания повысился на 0,2.

Рассмотрим динамику развития исследовательских умений ученика с ОВЗ (ученик № 15) (табл. 2).

Таблица 2

Динамика развития исследовательских умений ученика с ОВЗ

Table 2

Dynamics of the development of research skills of a student with disabilities

№ задачи	1	2	3	4	5
Формируемое умение	Умение критически анализировать условия заданной ситуации	Умение планировать решение проблемы	Умение выдвигать и обосновывать гипотезы	Умение вербализировать проблему формулировать цель работы	Умение анализировать результат
Кол-во набранных баллов (фон)	2	0	1	1	0
Кол-во набранных баллов (после воздействия)	2	1	2	1	1
k_i (фон)	0,4				
k_i (после воздействия)	0,7				

Из таблицы можно сделать вывод о положительной динамике развития структурных элементов исследовательских умений у ученика с ОВЗ.

В качестве статистического критерия оценки гипотезы был выбран критерий знаков. Биномиальный критерий (критерий знаков) – это непараметрический метод (применяемый для обработки качественных данных), позволяющий легко проверить, повлияла ли независимая переменная на выполнение задания испытуемыми. При подсчетах результаты, свидетельствующие о повышении эффективности, берут со знаком плюс, а о снижении – со знаком минус; случаи отсутствия разницы не учитывают.

Расчет ведется по формуле: $Z = \frac{(X \pm 0,5) - \frac{n}{2}}{\sqrt{\frac{n}{2}}}$, где X – сумма “плюсов” или сумма “минусов”; $\frac{n}{2}$ – число сдвигов в ту или другую сторону при чистой случайности; 0,5 – поправочный коэффициент, который прибавляют к X , если $X < \frac{n}{2}$, или вычитают, если $X > \frac{n}{2}$.

В нашем случае: $X = 21$, $n = 24$, $\frac{n}{2} = 12$

$Z = \frac{(21-0,5)-12}{\sqrt{12}} = 2,46$; $Z_{кр} = 1,64$ для уровня значимости 0,05.

Так как $2,46 > 1,64$, то принимаем гипотезу об эффективности методики развития исследовательских умений при обучении математике в условиях инклюзии.

Наблюдение за деятельностью ученика с ОВЗ в процессе групповой работы на основе технологии кейсов по решению исследовательской практико-ориентированной задачи позволило сделать следующие выводы:

- ученик участвовал в планировании работы, делегировании полномочий;
- ученик высказывал гипотезы, предлагал идеи решения;
- ученик выполнял свою часть работы, оформлял презентацию;
- на этапе представления результатов к доске не выходил, но помогал выступающим, ответил на вопрос в ходе обсуждения.

Итак, спроектированная методика формирования исследовательских умений школьников при обучении математике была апробирована в экспериментальном девятом классе, где присутствовал ученик с ограниченными возможностями здоровья и сохранным интеллектом. На основе количественного анализа полученных результатов заключаем, что 91,7% обучающихся успешно справились с диагностической работой, продемонстрировав средний и высокий уровни развития исследовательских умений. По результатам входных измерений это значение было равно 41,67%, при этом не было учеников, достигших высокого уровня развития исследовательских умений. Число обучающихся с низким уровнем развития исследовательских умений уменьшилось с 58,33 % до 8,3 %.

Была отмечена положительная динамика развития исследовательских умений у ученика с нарушением опорно-двигательного аппарата: улучшились результаты по решению задач, требующих наличие умений планировать решение проблемы, выдвигать и обосновывать гипотезы, анализировать результат. Таким образом, индивидуальный коэффициент полноты выполнения задания девятиклассника повысился с 0,4 до 0,7; уровень развития исследовательских умений изменился с низкого на средний.

В целом пилотный эксперимент позволяет сделать вывод о том, что обучение математике по спроектированной методике способствует повышению качества образования в условиях инклюзии. Положительная динамика развития исследовательских умений школьников (в том числе и обучающегося с ОВЗ), диагностируемая с помощью специальных математических задач, стала возможной благодаря особенностям методики, обеспечивающей условия для:

- сотрудничества, координации и кооперации;
- учета индивидуальных, психолого-физиологических и физических особенностей обучающихся;
- дифференциации учебных исследований с возможностью их реализации

средствами цифровой образовательной среды в онлайн и офлайн формате;

- создания ситуации успеха;
- саморазвития и самообразования;
- устойчивого благоприятного эмоционального фона.

Заключение (Conclusions). В рамках представленного исследования была разработана и апробирована методика формирования исследовательских умений учащихся основной школы при обучении математике в условиях инклюзии. Структура исследовательских умений определялась на основе анализа стратегий поисковой деятельности и требований ФГОС ООО к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы; таким образом были выделены основные структурные элементы исследовательских умений: умение вербализовать проблему и формулировать цель работы, умение критически анализировать условия заданной ситуации, умение выдвигать и обосновывать гипотезы, умение планировать решение проблемы, умение анализировать результат. Особенности методики определены ведущим принципом использования полипарадигмального подхода, базирующегося на компетентностном, личностно-деятельностном и информационном подходах к обучению. Таким образом, процесс формирования исследовательских умений школьников при обучении математике осуществляется с опорой на специально разработанную систему разноуровневых исследовательских открытых математических задач и дифференцированных учебных исследований с возможностью их реализации средствами цифровой образовательной среды в онлайн и офлайн формате; при этом в условиях инклюзии целесообразно применение таких методических приемов как использование видео материалов, программ динамической математики, режима диктовки для ввода текста голосом, интерактивных образовательных платформ, интерактивных виртуальных досок, кейс-заданий и приемов дозированной помощи.

Для проверки сформулированной гипотезы исследования был проведен пилотный

эксперимент, который подтвердил возможность формирования исследовательских умений учащихся при обучении математике в условиях инклюзии, однако важно учитывать нозологию обучающегося с ОВЗ (необходимым условием включения такого школьника в исследовательскую деятельность является наличие сохранного интеллекта).

Так как формирование исследовательских умений организуется на предметном (математическом) содержании, а диагностика развития таких умений основывается на математических задачах, то можно высказать предположение о повышении качества математического образования: в процессе формирования исследовательских умений происходит более осознанное освоение обучающимися математических понятий, теорем, методов и активное их применение для решения практико-ориентированных задач.

Перспективным направлением дальнейших исследований в этой области может стать проектирование методической системы формирования исследовательских умений учащихся основной школы в процессе математической подготовки.

Список литературы

Бабанский И.И. Дифференцированный подход в обучении математике в условиях инклюзивного образования // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. 2018. № 1. С. 21-28.

Большова Е.А. Web-квест как инновационная форма организации дифференцированной домашней работы школьников при обучении математике в условиях единой цифровой информационной образовательной среды // Балтийский гуманитарный журнал. 2018. Том 7. № 4 (25). С. 218-222.

Бочаров М.И., Можарова Т.Н., Соболева Е.В., Суворова Т.Н. Разработка персонализированной модели обучения математике средствами интерактивных новелл для повышения качества образовательных результатов школьников // Перспективы науки и образования. 2021. № 5 (53). С. 306-322. doi: 10.32744/pse.2021.5.21.

Гин А.А. Учим школьников решать нестандартные творческие задачи // Школьные технологии. 2014. №1. С. 92-99.

Горев П.М., Рычкова О.В. Открытые задачи как стимульный материал развивающего эффекта креативного урока математики // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2015. № 5. С. 9-15.

Исаева З.И. Применение интерактивных методов обучения на уроках математики // Проблемы современного педагогического образования. 2019. № 63-4. С. 81-83.

Киселев А.Л. Прикладные аспекты инклюзивного образования на уроках математики // Современное образование Витебщины. 2018. № 4 (22). С. 18-19.

Левченко Е.Ю. Обучение математике в условиях инклюзивного образования // Инновационные психологические и педагогические технологии как средство повышения качества образования: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. Стерлитамак. 2021. С. 50-54.

Майер В.Р. Компьютерные исследования и эксперименты при обучении геометрии // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2012. №4 (22). С. 22-27.

Матюшкин А.М. Психология мышления. Мышление как разрешение проблемных ситуаций: учебное пособие. М.: КДУ. 2009. 190 с.

Пейчева А.С., Позднякова Е.В. Формирование исследовательских умений учащихся при обучении математике в условиях инклюзии: постановка проблемы // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. 2021. № 3 (72). С.170-175.

Позднякова Е.В., Буяковская И.А., Селезнев А.С. Реализация технологии кейсов при обучении геометрии средствами онлайн сервисов // Научный результат. Педагогика и психология образования. 2020. Т.6. № 3. С.57-68. doi: 10.18413/2313-8971-2020-6-3-0-5.

Позднякова Е.В., Фомина А.В. Открытые задачи как средство развития “soft skills” на уроках математики // Научный результат. Педагогика и психология образования. 2021. Т. 7. № 2. С.29-45. doi: 10.18413/2313-8971-2021-7-2-0-3.

Приходько О.Г., Левченко И.Ю., Титова О.В., Гусейнова А.А. Организационно-методические условия получения основного общего образования обучающимися с нарушениями опорно-двигательного аппарата // Воспитание и обучение детей с нарушениями развития. 2019. № 8. С. 34-40.

Софронов Р.П., Парникова И.И. Формирование исследовательских умений во внеурочное время у детей с ограниченными возможностями здоровья // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2018. № 6 (129). С. 52-58.

Таранова М.В. Методические условия использования динамической среды GeoGebra как средства визуализации геометрических построений // Образовательные технологии и общество. 2020. Том 23. № 1. С.3-11.

Шабанова М.В., Николаев Р.Н., Павлова М.А. Опыт создания мотивирующей образовательной среды в предметном поле экспериментальной математики // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4. С. 117.

Шеститко И.В., Шилова Е.С. Реализация технологии адаптивного обучения на уроках математики в условиях образовательной инклюзии // Инклюзивное образование и психолого-педагогическое сопровождение лиц с ОВЗ и инвалидов: от раннего возраста до профессиональной подготовки. Региональные практики и модели: сборник научных статей. Санкт-Петербург. 2020. С. 241-246.

Cameron A., Trudel M., Titah R., Leger P., Blakey P. The live teaching case: a new IS method and its application // Journal of Information Technology Education. 2012. Vol. 11. P. 27-42.

Dograshvili T. Active teaching through mathematical problems in primary school // Special Education. 2020. Vol. 1 (41). P. 213-258. doi: <http://dx.doi.org/10.21277/se.v1i41.509>.

Herreid C. Case study teaching // New Directions for Teaching and Learning. 2011. Vol. 2011, № 128. P. 31-40. doi: 10.1002/tl.466.

Nohda N.A. Study of “open-approach” method in school mathematics teaching: paper presented at the 10th ICME by N. Nohda. Makuhari, 2000. P. 39-51.

Sabirova, E.G., Fedorova, T.V., Sandalova, N.N. Features and advantages of using websites in teaching mathematics (interactive educational platform UCHI.ru) // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. 2019. Vol 15(5). doi: 10.2933/ejmste/108367.

References

Babansky, I.I. (2018), “Differentiated approach in teaching mathematics in the context of inclusive education”, *News of the Southern Federal University. Pedagogical sciences*, 1, 21-28. (In Russian).

Bolshova, E.A. (2018), "Web-quest as an innovative form of organizing differentiated homework of schoolchildren in teaching mathematics in a unified digital educational environment", *Baltic Humanitarian Journal*, 7, 4 (25), 218-222. (In Russian).

Bocharov, M.I., Mozharova, T.N., Soboleva, E.V., and Suvorova, T. N. (2021), "Development of a personalized model of teaching mathematics by means of interactive novels to improve the quality of pupil's educational results", *Perspectives of Science and Education*, 5 (53), 306-322. doi: 10.32744/pse.2021.5.21. (In Russian).

Gin, A.A. (2014), "We teach schoolchildren to solve non-standard creative problems", *School technologies*, 1, 92-99. (In Russian).

Gorev, P.M. and Rychkova, O.V. (2015), "Open-ended problems as stimulus material for the developmental effect of a creative mathematics lesson", *Bulletin of the Chelyabinsk State Pedagogical University*, 5, 9-15. (In Russian).

Isaeva, Z.I. (2019), "Application of interactive teaching methods in mathematics lessons", *Problems of modern pedagogical education*, 63-4, 81-84. (In Russian).

Kiselev, A.L. (2018), "Applied aspects of inclusive education in mathematics lessons", *Modern education of Vitebsk region*, 4 (22), 18-19. (In Russian).

Levchenko, E.U. (2021), "Teaching mathematics in an inclusive education", *Innovative psychological and pedagogical technologies as a means of improving the quality of education: collection of articles based on the results of the International Scientific and Practical Conference*. Sterlitamak, 50-54. (In Russian).

Mayer, V.R. (2012), "Computer research and experiments in teaching geometry", *Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University*, 4 (22), 22-27. (In Russian).

Matyushkin, A.M. (2009), *Psikhologiya myshleniya. Myshlenie kak razreshenie problemnykh situatsij* [Psychology of thinking. Thinking as a solution to problem situations], in Matyushkina A.A. (ed.), KDU, Moscow, Russia.

Peicheva, A.S. and Pozdnyakova, E.V. (2021), "Formation of research skills of students in teaching mathematics in conditions of inclusion: problem statement", *Information and communication technologies in teacher education*, 3 (72), 170-175. (In Russian).

Pozdnyakova, E.V., Buyakovskaya, I.A. and Seleznev, A.S. (2020), "Implementation of the technology of cases in teaching geometry by means of

online services", *Research Result. Pedagogy and Psychology of Education*, 6 (3), 57-68. doi: 10.18413 / 2313-8971-2020-6-3-0-5. (In Russian).

Pozdnyakova, E.V. and Fomina, A.V. (2021), "Open problems as a means of developing "soft skills" in mathematics lessons", *Research Result. Pedagogy and Psychology of Education*, 7, (2), 29-45. doi: 10.18413 / 2313-8971-2021-7-2-0-3. (In Russian).

Prikhodko, O.G., Levchenko, I.Y., Titova, O.V. and Guseinova, A.A. (2019), "Organizational and methodological conditions for obtaining basic general education by students with musculoskeletal disorders", *Education and training of children with developmental disorders*, 8, 34-40. (In Russian).

Sofronov, R.P. and Parnikova, I.I. (2018), "Formation of research skills after school hours in children with disabilities", *Bulletin of Volgograd State Pedagogical University*, 6 (129), 52-58. (In Russian).

Taranova, M.V. (2020), "Methodological conditions for using the dynamic environment GeoGebra as a means of visualizing geometric constructions", *Educational technologies and society*, 23 (1), 3-11. (In Russian).

Shabanova, M.V., Nikolaev, R.N. and Pavlova, M.A. (2017), "Experience of creating a motivating educational environment in the subject field of experimental mathematics", *Modern problems of science and education*, 4, 117. (In Russian).

Shestitko, I.V. and Shilova, E.S. (2020), "Implementation of the technology of adaptive teaching in mathematics lessons in the context of educational inclusion", *Inclusive education and psychological and pedagogical support for people with disabilities and disabled people: from early age to vocational training. Regional practices and models: collection of scientific articles*. Saint Petersburg, 241-246. (In Russian).

Cameron, A., Trudel, M., Titah, R., Leger, P. and Blakey, P. (2012), "The live teaching case: a new IS method and its application", *Journal of Information Technology Education*, 11, 27-42. (In English).

Dograshvili, T. (2020), "Active teaching through mathematical problems in primary school", *Special Education*, 1 (41), 213-258. doi: <http://dx.doi.org/10.21277/se.v1i41.509>. (In English).

Herreid, C. (2011), "Case study teaching", *New Directions for Teaching and Learning*, 2011 (128), 31-40. doi: 10.1002/tl.466. (In English).

Nohda, N.A. (2000), "Study of "open-approach" method in school mathematics teaching: paper presented at the 10th ICME by N. Nohda". Makuhari, 39-51. (In English).

Sabirova, E.G., Fedorova, T.V. and Sandalova, N.N. (2019), "Features and advantages of using websites in teaching mathematics (interactive educational platform UCHI.ru)", *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(5). doi: 10.2933/ejmste/108367. (In English).

Информация о конфликте интересов: авторы не имеют конфликта интересов для декларации.

Conflicts of Interest: the authors have no conflict of interests to declare.

Данные авторов:

Позднякова Елена Валерьевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры математики, физики и математического моделирования, Кузбасский гуманитарно-педагогический институт, Кемеровский государственный университет.

Фомина Анжелла Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент, декан факультета информатики, математики и экономики, доцент кафедры математики, физики и математического моделирования, Кузбасский гуманитарно-педагогический институт, Кемеровский государственный университет.

About the authors:

Elena V. Pozdnyakova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Mathematical Modeling, Kuzbass Humanitarian Pedagogical Institute, Kemerovo State University.

Anzhella V. Fomina, Cand. Sc. (Physics and Mathematics), Associate Professor, Dean of the Faculty of Informatics, Mathematics and Economics, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Mathematical Modeling, Kuzbass Humanitarian Pedagogical Institute, Kemerovo State University.