



ИЗУЧЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА, СУЩЕСТВЕННЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

М. М. Либлин^{1,2}, Д. Е. Артемьева²

*¹Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина
(Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация*

²Институт коррекционной педагогики, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. В статье рассматривается специфика когнитивной деятельности обучающихся с расстройствами аутистического спектра (РАС) в ходе освоения естественно-научных дисциплин, в том числе в процессе выполнения математических заданий. Обосновывается необходимость дифференцированного подхода в обучении, учитывающего особенности когнитивной сферы данной категории детей для повышения возможностей каждого ученика в освоении программного материала. Выявляются категории ошибок и трудностей, отражающие специальные проблемы, возникающие в учебной деятельности у детей с РАС и требующие системной педагогической работы.

Материалы и методы. Теоретическая часть исследования основана на анализе научных публикаций, посвященных особенностям освоения учащимися с РАС естественных наук. Приводятся данные собственного эмпирического исследования, основанного на анализе результатов годовых контрольных работ по математике, выполненных учащимися с РАС, обучающимися в четвертых, sixth и восьмых классах общеобразовательной школы. Рассмотрены работы 55 учащихся с РАС в возрасте от 11 до 16 лет, обучающихся по варианту адаптированной образовательной программы 8.2, предназначенной для детей с РАС, не имеющих интеллектуальных нарушений. Материалами исследования были также данные анкет для педагогов, проводивших контрольные работы. Таким образом, исследование основано на обобщении данных научной литературы, а также на количественном и качественном анализе результатов, полученных эмпирическим путем.

Результаты исследования. Обобщение данных современных исследований позволило выделить две основные категории когнитивных проблем, характерных для детей с РАС, которые необходимо учитывать при их обучении естественно-научным дисциплинам: трудности, связанные с несформированностью исполнительных функций, и трудности, обусловленные дефицитами вербального понимания и социального восприятия. Проблемами этих двух категорий обусловлена почти половина ошибок, допущенных учащимися с РАС в контрольных работах по математике. В статье приводятся основные виды ошибок каждой категории. Кроме того, результаты эмпирического исследования показали, что доля ошибок, связанных с дефицитами исполнительных функций, снижается на протяжении обучения, так же как и доля «неспецифических» для детей с РАС ошибок, связанных с недостаточностью знаний и вычислительных навыков. При этом доля ошибок, обусловленных дефицитами вербального понимания и социального восприятия, год от года увеличивается.

Обсуждение и заключения. Данные эмпирического исследования, основанного на оценке ошибок и трудностей при выполнении учащимися с РАС контрольных работ по математике, позволили проанализировать их специфику и отнести к разным категориям. При этом трудности одной из выявленных категорий, связанные с дефицитами вербального понимания и социального восприятия, оказались наиболее устойчивыми и, соответственно, требующими особого внимания педагогов на всех этапах обучения детей с РАС. С помощью обобщения и анализа данных, полученных при анкетировании учителей, проводивших контрольные работы, удалось наметить комплекс способов и приемов, направленных на системную проработку проблем, связанных с особенностями когнитивной деятельности детей с РАС в процессе освоения естественно-научных дисциплин. Результаты исследования свидетельствуют о наибольшей актуальности методов и приемов, направленных на улучшение вербального понимания и социального восприятия, так как именно эти специфические для учащихся с РАС проблемы выступают в нашем исследовании как наиболее устойчивые к педагогическим воздействиям.

Ключевые слова: расстройства аутистического спектра, особенности когнитивной сферы, предметы естественно-научного цикла, характерные трудности и ошибки, способы и приемы педагогической работы

Для цитирования: Либлинг М. М., Артемьева Д. Е. Изучение когнитивных особенностей обучающихся с расстройствами аутистического спектра, существенных для освоения естественно-научных дисциплин // Вестник Мининского университета. 2025. Т. 13, № 3. С. 10. DOI: 10.26795/2307-1281-2025-13-3-10.

STUDY OF THE COGNITIVE CHARACTERISTICS OF STUDENTS WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS THAT ARE ESSENTIAL FOR MASTERING NATURAL SCIENCES

M. M. Libling^{1,2}, D. E. Artemeva²

*¹Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University),
Nizhny Novgorod, Russian Federation*

²Institute of Special Education, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The article examines the specifics of cognitive activity of students with autism spectrum disorders (ASD) in the course of mastering natural science disciplines, including the process of performing mathematical tasks. The necessity of a differentiated approach in teaching, taking into account the cognitive sphere of this category of children, is substantiated in order to increase the capabilities of each student in mastering the program material. Categories of errors and difficulties are identified, reflecting the special problems that arise in the educational activity of children with ASD and requiring systematic pedagogical work.

Materials and methods. The theoretical part of the study is based on the analysis of scientific publications devoted to the peculiarities of the development of natural sciences by students with ASD. The data of own empirical research based on the analysis of the results of annual control works in

mathematics performed by students with ASD, studying in the fourth, sixth and eighth grades of a general education school, are given. The works of 55 students with ASD aged 11-16 years old, studying according to the variant of the adapted educational program 8.2, intended for children with ASD, who do not have intellectual disabilities, are considered. The study also used data from questionnaires filled out by teachers who conducted the tests. Thus, the study is based on a synthesis of scientific literature and a quantitative and qualitative analysis of the results obtained through empirical research.

Results. A summary of current research data has identified two main categories of cognitive challenges faced by children with ASD that must be taken into account when teaching them science: difficulties related to executive function deficits and difficulties related to verbal comprehension and social perception deficits. These two categories account for almost half of the errors made by students with ASD in math tests. The article provides an overview of the main types of errors in each category. In addition, the results of an empirical study showed that the proportion of errors related to executive function deficits decreases over the course of education, as does the proportion of "non-specific" errors for children with ASD, which are related to a lack of knowledge and computational skills. However, the proportion of errors caused by deficits in verbal comprehension and social perception increases from year to year.

Discussion and conclusions. The data of the empirical study based on the assessment of errors and difficulties in the performance of students with ASD of control works in mathematics, allowed to analyze their specificity and assign to different categories. At the same time, the difficulties of one of the identified categories, associated with the deficiencies of verbal understanding and social perception, were the most stable and, accordingly, require special attention of teachers at all stages of education of children with ASD. By summarizing and analyzing the data obtained from the teachers' questionnaires, it was possible to identify a set of methods and techniques aimed at systematically addressing the challenges faced by children with ASD in the process of learning science subjects. The results of the study indicate that methods and techniques aimed at improving verbal understanding and social perception are the most relevant, as these specific problems for students with ASD are the most resistant to pedagogical interventions in our study.

Keywords: Autism spectrum disorders, cognitive features, natural science subjects, typical difficulties and errors, methods and techniques of teaching

For citation: Libling M. M., Artemeva D. E. Study of the cognitive characteristics of students with autism spectrum disorders that are essential for mastering natural sciences // Vestnik of Minin University. 2025. Vol. 13, no. 3. P. 10. DOI: 10.26795/2307-1281-2025-13-3-10.

Введение

Благодаря развитию системы инклюзивного образования в нашей стране все большее количество детей с РАС переходят в основную школу, что требует выявления специальных условий, приемов и методов их обучения на уровне основного общего образования. В большой степени трудности при обучении таких детей обусловлены их социально-коммуникативной незрелостью, что приводит к проблемам в организации внимания и поведения и требует создания специальных условий образования [2; 3; 4]. Однако имеются и особенности когнитивной сферы, связанные с аутистическим развитием, которые необходимо учитывать в

учебном процессе, применяя специальные приемы и методы, соответствующие особым образовательным потребностям учащихся с РАС.

Многие дети с аутизмом проявляют интерес и выраженные способности к освоению естественно-научных дисциплин; другие, напротив, испытывают трудности с пониманием природных явлений, освоением математических концепций, решением задач. Изучение когнитивных особенностей обучающихся с РАС, существенных для освоения естественно-научных дисциплин, даст возможность дифференцированного подхода в обучении, чтобы максимально повысить возможности каждого ребенка в эффективном усвоении учебного материала, в том числе на уроках физики и математики.

Указанные причины обуславливают актуальность исследования, выявляющего специфику когнитивной деятельности учащихся с РАС при освоении естественно-научных дисциплин. **Целью** нашего исследования было определение особенностей когнитивной деятельности учащихся с РАС в ходе освоения естественно-научных предметов, в том числе в процессе выполнения математических заданий.

Обзор литературы

Существует распространенное мнение о том, что у людей с РАС в большей степени, чем в популяции в целом, проявляются способности в области естественных наук, математики, инженерных технологий. Это мнение подкрепляется, в частности, «теорией систематизации-эмпатии» (Baron-Cohen et al., 2009), которая предполагает, что при аутизме способность к систематизации является высоко развитой, а способность к эмпатии всегда имеет низкие показатели [9]. Систематизация требует мышления и навыков, необходимых для анализа и построения систем, которые также нужны для успешной работы во многих областях, связанных с естественными науками, технологиями, инженерией и математикой, в связи с чем предполагается, что люди с аутизмом будут тяготеть к профессиям именно в этих областях [8; 9]. Исследование, посвященное изучению естественных наук и инженерных технологий студентами американских колледжей, показало, что специальности в перечисленных отраслях молодые люди с РАС выбирают и осваивают в колледже существенно чаще (в 34,31 % случаев) по сравнению с нейротипичными сверстниками, которые выбирают такие специальности (22,80 % случаев) [21]. Кроме того, специальное исследование показало, что молодые люди с РАС в указанных областях с большей вероятностью, чем их сверстники, концентрируются на естественных науках (12,12 % против 8,3 %) и компьютерных науках (16,22 % против 6,6 %) [10].

Нейрокогнитивные исследования, проведенные в Стэнфордском университете в начале 2010-х гг., основывались на использовании функциональной магнитно-резонансной томографии головного мозга в процессе выполнения математических заданий детьми с РАС и детьми с типичным развитием (по 18 испытуемых в каждой подгруппе). В выводах исследования указано, что у детей с РАС обнаружена превосходная обработка математической информации, которая характеризуется уникальным паттерном организации мозговой активности. В частности, корковые области, обычно участвующие в получении перцептивного опыта, могли использоваться по-новому, что, по мнению исследователей, свидетельствовало о более высоких нейронных и когнитивных ресурсах детей с РАС при выполнении математических заданий по сравнению с их сверстниками [15].

В исследовании, проведенном в Греции сотрудниками университета города Патра, рассматриваются способности к физике у учеников с РАС [16]. 19-ти подросткам с РАС и

55-ти подросткам с типичным развитием был предложен тест по физике (раздел «Механика»). Возраст испытуемых варьировал в диапазоне от 12 до 16 лет, выборки нейротипичных подростков и их сверстников с РАС были сопоставимы по полу и уровню невербального интеллекта. Тест по физике проводился с каждым учеником индивидуально. По результатам тестирования подростки с аутизмом набрали статистически более высокие баллы по сравнению с подростками с типичным развитием.

Результаты этого исследования согласуются с результатами ранее проведенных, в связи с чем авторы статьи призывают исследователей и педагогов обратить пристальное внимание на возможности людей с РАС в освоении физики.

Однако более поздние исследования ставят под сомнение сложившееся убеждение о высоких способностях людей с РАС в области математики и естественных наук. В метаанализе 2023 года было первоначально проанализировано 58 исследований, из которых в конечные результаты попали данные только 13 наиболее релевантных [20]. Метаанализ этих 13 исследований приходит к выводу о более низких, чем у сверстников, математических навыках у людей с РАС.

В итоге мы можем констатировать тот факт, что исследования, посвященные математическим, естественно-научным способностям при РАС, ограничены и часто дают противоречивые результаты. Возможно, это связано с крайней полиморфностью аутистического расстройства, с критериями составления выборки в каждом конкретном исследовании, с особенностями его дизайна. Однако в любом случае специфика освоения детьми с РАС естественно-научных знаний должна учитываться в процессе их обучения. Поэтому нам представляется более продуктивным качественный анализ когнитивных стратегий, проблемных моментов, ошибок при выполнении, в частности, математических заданий, характерных для детей и подростков с РАС.

Значимые с этой точки зрения данные получены в исследовании, посвященном сравнению способностей к решению математических задач у детей с РАС и их типично развивающихся сверстников [18]. В этом исследовании изучаются взаимосвязи между эффективностью решения математических задач (с точки зрения используемых стратегий и точности) и основными когнитивными способностями, связанными с освоением математики и естественных наук в целом. В исследовании приняли участие 26 детей с РАС и 26 детей без РАС и каких-либо интеллектуальных нарушений в возрасте от 6 до 12 лет, подобранных по полу, возрасту и уровню осваиваемой школьной программы. Результаты показали более высокий процент детей с РАС, имеющих трудности с решением задач, чем детей без РАС (57 % против 23 % соответственно).

Кроме того, дети с РАС прошли диагностику, в ходе которой оценивались их исполнительные функции, то есть когнитивные функции, предназначенные для контроля и саморегуляции, позволяющие избирательно уделять внимание нужным стимулам, планировать собственные действия и гибко менять план в соответствии с ситуацией. Также оценивались понимание речи и сформированность «модели психического». Дети с аутизмом, имевшие низкие результаты в решении задач, показали и более низкие результаты при диагностике исполнительных функций, оценке вербального понимания и сформированности «модели психического». Результаты этого исследования представляются важными при разработке приемов и методов обучения детей с РАС естественно-научным дисциплинам.

С выводами описанного исследования коррелируют данные, которые приводятся в статье отечественных авторов [5]. В частности, говорится о сложностях переключения внимания, стереотипности, которая мешает принятию новой задачи, и других проблемах,

связанных с недостаточностью исполнительных функций у детей с РАС. Подчеркиваются трудности, связанные именно с решением математических задач, в сравнении с относительной легкостью решения примеров; говорится также о необходимости использования в условии задачи понятных, хорошо знакомых и привычных ребенку с РАС жизненных ситуаций – в противном случае ребенок может не справиться с задачей или отказаться ее решать. Используя понятийный аппарат современных исследований, можно констатировать, что данный круг проблем, действительно, может объясняться как несформированностью «модели психического», так и трудностями понимания речи (как устной, так и письменной) в том случае, когда в условии задачи описана последовательность событий.

Таким образом, на основании анализа современных исследований можно выделить 2 категории когнитивных проблем, характерных для учащихся с РАС, которые необходимо учитывать при их обучении естественно-научным дисциплинам, разрабатывая и используя специальные педагогические методы и приемы. К *первой категории проблем относятся дефициты исполнительных функций*: сложности в организации внимания, в переключении с одного задания на другое, в самостоятельном построении плана и следованию этому плану в процессе выполнения задания, в способности гибко менять план и стратегию решения в соответствии с контекстом.

Вторая категория трудностей связана с характерными для РАС проблемами социального развития, восприятия социальных ситуаций, последовательности событий. Когнитивная сторона этих трудностей проявляется в недостаточной сформированности «модели психического» (способности адекватно воспринимать и понимать ситуации, которые отсутствуют в личном опыте, возможности «поставить себя на место другого») и непонимании или недостаточном понимании речи и письменных текстов, связанных с описанием происходящих событий. Проблемы, связанные с этой группой трудностей, практически не выявляются при решении примеров и уравнений, но выявляются при решении детьми с РАС задач по математике, по физике.

Таким образом, базовыми понятиями настоящего исследования являются определения, связанные с особенностями когнитивной деятельности учащихся с РАС, в числе которых «исполнительные функции», «вербальное понимание», «социальное восприятие», «приемы и методы организации когнитивной деятельности учащихся с РАС».

Материалы и методы

На основании анализа данных современных исследований нам удалось определить 2 категории особенностей когнитивной деятельности, характерных для учащихся с РАС и затрудняющих освоение естественно-научных дисциплин. Для уточнения конкретных проявлений этих трудностей и выявления специальных приемов и методов обучения, способных их компенсировать, было проведено эмпирическое исследование.

Материалами исследования послужили годовые контрольные работы по математике, выполненные детьми с РАС, завершающими обучение в четвертых, шестых, восьмых классах общеобразовательной школы. В анализ были включены также данные анкет для педагогов, проводивших контрольные работы и оценивавших как позитивные результаты, так и характерные трудности, возникшие у учащихся с РАС в процессе их выполнения.

Всего в исследовании участвовали 55 детей с аутизмом, обучающихся по варианту адаптированной образовательной программы 8.2, предназначенной для детей с РАС, не имеющих интеллектуальных нарушений, но допускающей пролонгацию обучения как в

начальной, так и в основной школе на 1 год. Поэтому в дальнейшем в отношении учащихся, завершающих обучение в начальной и в основной школе, мы будем использовать обозначения, соответственно, «учащиеся 4(5) класса» и «учащиеся 8(9) класса», в скобках указывая возможный дополнительный год обучения. Возраст учащихся – от 11 до 16 лет, 44 мальчика, 11 девочек. Кроме того, в исследовании приняли участие 11 педагогов, проводивших контрольные работы и заполнивших анкеты по результатам их проведения. Исследование проводилось в нескольких регионах России (Москва, Московская область, Саратов, Ростов-на-Дону, Калининград).

Таким образом, исследование построено, с одной стороны, на обобщении и анализе данных литературных источников, с другой – на математико-статистической обработке экспериментальных данных и их качественном анализе. Общей методологической основой исследования является системно-деятельностный подход.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования было проанализировано 55 годовых контрольных работ по математике, выполненных учащимися с РАС, завершающими обучение в четвертых, шестых, восьмых классах по варианту адаптированной общеобразовательной программы 8.2. Контрольные работы для каждого класса были представлены в двух вариантах – базовый уровень и уровень повышенной сложности. Учителя самостоятельно выбирали уровень сложности для каждого обучающегося, исходя из его знаний, умений и навыков. Повышенный уровень сложности был выбран только для 5 учеников с РАС (для 4-х учащихся 4(5) класса и для 1 учащегося 8(9) класса).

Общий результат выполнения контрольных работ представлен в таблице 1 в виде соотношения количества учащихся, справившихся более чем с половиной заданий, и количества учащихся, правильно выполнивших менее половины заданий.

Таблица 1 – Успешность выполнения контрольных работ учащимися с РАС (количество учащихся представлено в процентах от общей выборки)

	Количество учащихся с РАС 4(5) класс	Количество учащихся с РАС 6 класс	Количество учащихся с РАС 8(9) класс
Правильно выполнили больше половины заданий	72 %	24 %	60 %
Правильно выполнили менее половины заданий	28 %	76 %	40 %

Table 1 – Success rate of students with ASD in completing control tasks (number of students as a percentage of the total sample)

	Number of students with ASD 4th(5th) grade	Number of students with ASD 6th grade	Number of students with ASD 8th(9th) grade
Completed more than half of the tasks correctly	72 %	24 %	60 %
Completed less than half of the tasks correctly	28 %	76 %	40 %

Всего трое учащихся полностью справились со всеми заданиями – два ученика 4(5) классов и один ученик 6 класса; не справились ни с одним заданием контрольной работы 7 учащихся – один ученик 4(5) класса, 5 учеников 6 класса и один ученик 8(9) класса. В целом в нашей выборке обнаружилось примерно одинаковое количество детей с РАС, успешно справившихся с контрольной работой, и учащихся, показавших низкие результаты. Точнее, 23 учащихся (примерно 42 % всей выборки) справились с заданиями достаточно успешно, правильно выполнив 60-100 % заданий. Примерно такое же количество учащихся с РАС – 22 человека (примерно 40 % всей выборки) не справились с контрольной работой или правильно выполнили менее 30 % заданий.

Обращает на себя внимание низкая успешность выполнения контрольных работ учениками 6-х классов, которая может объясняться в том числе трудностями адаптации детей с РАС к новому – основному – уровню общего образования, но нуждается, безусловно, в дальнейшем изучении и прояснении.

Понимая, что успешность выполнения контрольных работ может быть связана как с качеством подготовки детей с РАС к их выполнению, так и с адекватностью подбора заданий для контрольной работы, мы в большей степени уделили внимание анализу ошибок и трудностей, стараясь выделить их специфику у учащихся с РАС и, соответственно, наметить наиболее эффективные способы их преодоления.

Ошибки и трудности при выполнении контрольных работ по математике учащимися с РАС

Мы проанализировали ошибки и затруднения, которые возникали у учащихся с РАС при выполнении контрольных работ по математике в следующих направлениях:

- определяя, связаны ли они с несформированностью математических навыков, необходимых для выполнения заданий, или имеют отношение к одной из двух категорий характерных для детей с РАС когнитивных трудностей;
- выявляя количество ошибок каждой категории у детей с РАС, обучающихся в 4-х, 6-х, 8-х классах, чтобы понять, зависит ли количество таких ошибок и соответствующих когнитивных трудностей от возраста детей с РАС и, соответственно, от того, насколько длителен их опыт обучения математике;
- учитывая ответы педагогов на вопросы анкет, касающиеся количества и качества ошибок и затруднений, обнаруженных у детей с РАС при выполнении контрольных работ, а также на предложения по преодолению таких затруднений.

В контрольных работах были задания, требующие сформированности математических понятий и вычислительных навыков разной степени сложности. Успешность выполнения таких заданий была в наибольшей степени связана с тем, насколько учащийся освоил необходимые навыки и представления, и в наименьшей степени – со спецификой когнитивных трудностей при РАС. Так, например, контрольная работа для 4 класса включала в себя вычисления в столбик, сравнение величин, решение простых уравнений; в контрольной работе для 6 класса выполнялись вычисления с дробными числами, проводилось упрощение выражений; контрольная работа для 8 класса также включала в себя решение уравнений или неравенств, сокращение дробей. Ошибки при выполнении заданий такого рода мы отнесли к категории «неспецифических» для РАС, то есть таких, которые могут встречаться у любого ученика и свидетельствуют о недостаточности базовых знаний и умений.

Однако в контрольных работах были и задания другого рода, требующие от учащихся умения выстроить логическую цепочку, спланировать действия и придерживаться плана или

гибко менять его в зависимости от контекста, а также задачи, для решения которых нужна достаточная социальная осведомленность, способность понять письменную инструкцию в виде развернутого текста, способность представить в виде схемы условие задачи или логику ее решения. В контрольной работе для 4 класса к таким заданиям относились задача на движение, анализ таблицы с последующим ответом на поставленный вопрос и дополнительное задание, заключающееся в решении логической задачи; контрольная работа для 6 класса предполагала решение задачи на проценты, выполнение задания по координатной плоскости (построение точек по координатам и самостоятельное определение координат) и дополнительное задание, заключающееся в решении геометрической задачи; в контрольной работе для 8 класса были задания на установление соответствий между графиками функций и заданными формулами, решение геометрических задач и дополнительная задача на проценты.

Ошибки и трудности при выполнении таких заданий лишь отчасти можно было отнести к «неспецифическим», так как в большей степени они были связаны с особенностями когнитивной деятельности учащихся с РАС. В соответствии с характерными для РАС категориями когнитивных трудностей, выявленными при анализе современных научных исследований, мы распределяли такие ошибки по двум категориям, первая из которых связана с дефицитами исполнительных функций, а вторая – с дефицитами вербального понимания и социального восприятия.

Таким образом, мы выявляли и классифицировали ошибки и трудности при выполнении контрольных работ у учащихся с РАС в соответствии с тремя категориями:

А-категория – «неспецифические» для РАС ошибки и трудности, связанные с отсутствием у учащихся необходимых знаний и навыков;

В-категория – ошибки и трудности, связанные с дефицитарностью исполнительных функций;

С-категория – ошибки и трудности, связанные с дефицитами вербального понимания и социального восприятия.

На рисунке 1 видно, что более половины от общего числа ошибок и трудностей являются «неспецифическими» для РАС, связанными с отсутствием у обучающихся необходимых знаний и навыков. При этом суммарно около 46 % ошибок относятся к специфическим для обучающихся с РАС, связанным с дефицитами исполнительных функций (примерно 15 %), проблемами вербального понимания и социального восприятия (около 31 % ошибок).

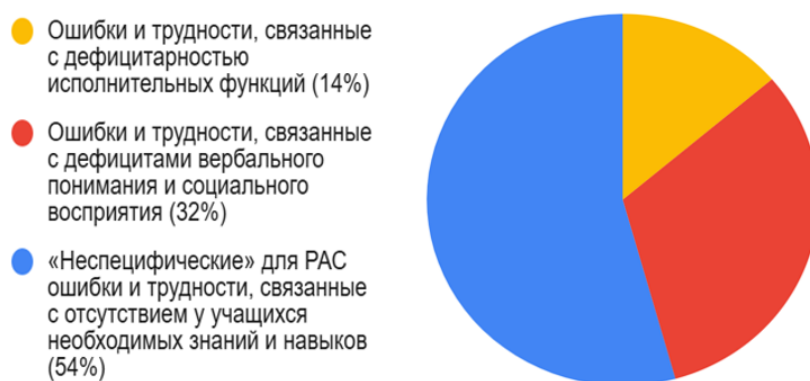


Рисунок 1 – Соотношение ошибок и трудностей разных категорий при выполнении контрольных работ по математике учащимися с РАС (данные по всей выборке)

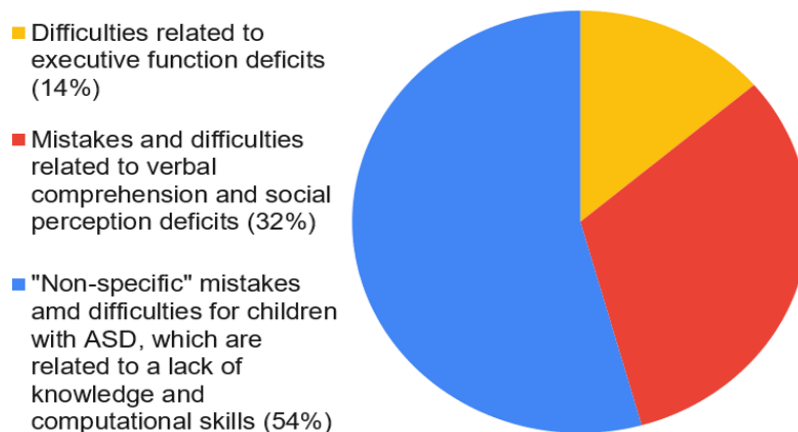


Figure 1 – The ratio of mistakes and difficulties of different categories in the performance of mathematics tests by pupils with ASD (data for the entire sample)

В таблицах 2, 3 и 4 представлены основные ошибки и трудности категорий А, В и С, обнаруженные при выполнении контрольных работ по математике у учащихся с РАС. При выявлении и категоризации ошибок и трудностей мы опирались как на анализ самих контрольных работ, так и на оценки и комментарии педагогов, полученные путем анкетирования и заполнения педагогами специальных таблиц с анализом результатов каждого ученика.

Таблица 2 – Ошибки и трудности А-категории – «неспецифические», связанные с отсутствием у учащихся необходимых знаний и навыков

Наименование ошибки/трудности	Общее количество ошибок у всех детей выборки в числовом и в процентном выражении	Количество ошибок по группе детей с РАС, обучающихся в 4 классе	Количество ошибок по группе детей с РАС, обучающихся в 6 классе	Количество ошибок по группе детей с РАС, обучающихся в 8 классе
1. Трудности, связанные с осуществлением вычислительных операций с натуральными числами	42 (31%)	34	8	0
2. Трудности, связанные с осуществлением вычислительных операций с дробными числами	35 (26%)	0	35	0
3. Трудности, связанные с переводом в различные единицы измерения	54 (40%)	54	0	0
4. Трудности, связанные с решением уравнений	5 (4%)	0	4	1
5. Трудности, связанные с соотношением формул с графиками функций	2 (1%)	0	0	2
Общее количество ошибок и трудностей А-категории	138	88	47	3

Table 2 – Errors and difficulties of category A – “non-specific” errors related to the lack of necessary knowledge and skills among students

Name of the error/difficulty	The total number of errors for all children in the sample, expressed as a percentage	Number of errors in the group of children with ASD who are in 4th grade	Number of errors in the group of children with ASD who are in the 6th grade	Number of errors in the group of children with ASD who are in the 8th grade
1. Difficulties associated with performing computational operations with natural numbers	42 (31%)	34	8	0
2. Difficulties associated with performing computational operations with fractional numbers	35 (26%)	0	35	0
3. Difficulties associated with converting to different units of measurement	54 (40%)	54	0	0
4. Difficulties associated with solving equations	5 (4%)	0	4	1
5. Difficulties associated with relating formulas to graphs of functions Total number of errors and difficulties in Category A	2 (1%)	0	0	2
Total number of errors and difficulties in Category A	138	88	47	3

Приведенные в таблице 2 «неспецифические» для учащихся с РАС ошибки были связаны с несформированностью актуальных на данном этапе обучения знаний и вычислительных навыков. В 4-х классах большинство таких ошибок было связано с переводом величин в различные единицы измерения, а также с осуществлением вычислительных операций с натуральными числами. В 6-х классах, где по программе появляются дробные числа, к «неспецифическим ошибкам» мы относили вычислительные операции с такими числами; в 8-х классах основной «неспецифической» для РАС трудностью было соотнесение формул с графиками функций.

Рассматривая более подробно ошибки и трудности В-категории, связанные с дефицитами исполнительных функций, можно выявить наиболее часто встречающиеся. К ним относятся: трудности планирования и следования плану (29 % от общего количества ошибок данной категории) и трудности, связанные с отсутствием отработанного шаблона решения подобных задач (37 % соответственно).

Таблица 3 – Ошибки и трудности В-категории, связанные с дефицитами исполнительных функций

Наименование ошибки/трудности	Общее количество ошибок у всех детей выборки в числовом и в процентном выражении	Количество ошибок по группе детей с РАС, обучающихся в 4 классе	Количество ошибок по группе детей с РАС, обучающихся в 6 классе	Количество ошибок по группе детей с РАС, обучающихся в 8 классе
1. Трудности, связанные с оформлением заданий	6 (17%)	2	3	1
2. Трудности, связанные с правильным переписыванием задания	2 (6%)	2	0	0
3. Трудность, связанная с необходимостью знания и использования конкретной формулы для решения	4 (11%)	4	0	0
4. Трудность планирования и следования плану	10 (29%)	4	6	0
5. Трудность, связанная с отсутствием отработанного шаблона решения подобных задач	13 (37%)	7	6	0
Общее количество ошибок и трудностей В-категории	35	19	15	1

Table 3 – B-category errors and difficulties related to executive function deficits

Name of the error/difficulty	The total number of errors for all children in the sample, expressed as a percentage	Number of errors in the group of children with ASD who are in the 4th grade	Number of errors in the group of children with ASD who are in the 6th grade	Number of errors in the group of children with ASD who are in the 8th grade
1. Difficulties related to the design of the tasks	6 (17%)	2	3	1
2. Difficulties related to the correct rewriting of the task	2 (6%)	2	0	0
3. Difficulty related to the need to know and use a specific formula for solving	4 (11%)	4	0	0
4. Difficulty in planning and following the plan	10 (29%)	4	6	0
5. Difficulty related to the lack of a well-established template for solving such problems	13 (37%)	7	6	0
Total number of errors and difficulties in the B-category	35	19	15	1

Таблица 4 – Ошибки и трудности С-категории, связанные с дефицитами вербального понимания и социального восприятия

Наименование ошибки/трудности	Общее количество ошибок у всех детей выборки в числовом и в процентном выражении	Количество ошибок по группе детей с РАС, обучающихся в 4 классе	Количество ошибок по группе детей с РАС, обучающихся в 6 классе	Количество ошибок по группе детей с РАС, обучающихся в 8 классе
1. Трудности понимания письменной инструкции	19 (24%)	7	10	2
2. Трудности понимания условия задачи, в котором описана последовательность событий	4 (5%)	0	4	0
3. Трудность понимания условия задачи, так как процессы или события, описанные в условии, не имеют отношения к личному жизненному опыту ребенка	38 (47%)	15	20	3
4. Трудность решения задачи, условие которой помимо текста не представлено картинкой или схемой	14 (17%)	0	12	2
5. Трудность самостоятельного создания рисунка (схемы) к задаче	6 (7%)	6	0	0
Общее количество ошибок и трудностей С-категории	81	28	46	7

Table 4 – C-category errors and difficulties related to verbal comprehension and social perception deficits

Name of the error/difficulty	The total number of errors for all children in the sample, expressed as a percentage	Number of errors in the group of children with ASD who are in the 4th grade	Number of errors in the group of children with ASD who are in the 6th grade	Number of errors in the group of children with ASD who are in the 8th grade
1. Difficulty in understanding written instructions	19 (24%)	7	10	2
2. Difficulty in understanding the task condition, which describes a sequence of events	4 (5%)	0	4	0
3. Difficulty in understanding the task condition, as the processes or events described in the condition are not related to the child's personal life experience	38 (47%)	15	20	3

Correctional pedagogy

4. Difficulty in solving a task whose condition is not presented in a picture or diagram in addition to the text	14 (17%)	0	12	2
5. Difficulty in creating a picture (diagram) for the task independently	6 (7%)	6	0	0
Total number of errors and difficulties in C-category	81	28	46	7

Ошибок и трудностей С-категории, связанных с дефицитами вербального понимания и социального восприятия, в два раза больше, чем ошибок и трудностей В-категории (см. рисунок 1), при этом наибольшее количество ошибок вызвано как трудностями понимания инструкций к заданиям, так и решением различных типов задач. Данные таблицы 4 показывают, что суммарно трудности понимания условия задачи составляют около 69 % от общего количества ошибок С-категории, а трудности понимания письменной инструкции – 24 %. Оценка результатов решения задач учениками разных классов показала, что у учащихся 4(5)-х классов особую трудность вызывали задачи, содержащие в своем условии последовательность событий, ученики 6-х классов допускали ошибки при решении всех типов задач или не приступали к ним вовсе, а учащиеся 8(9)-х классов в большинстве своем пропускали решение задач, которые вызывали у них затруднения.

Для оценки результатов нашего исследования и определения наиболее актуальных способов и приемов педагогической помощи учащимся с РАС в процессе освоения естественно-научных дисциплин важно также рассмотреть, является ли процентное соотношений ошибок трех категорий у детей с РАС постоянной величиной или меняется в зависимости от года обучения. Нам важно было выявить самую проблемную, наиболее «устойчивую» к педагогическим воздействиям категорию ошибок для того, чтобы акцентировать на ней внимание педагогов, и предложить специальные способы и приемы, позволяющие прорабатывать свойственные учащимся с РАС когнитивные проблемы, приводящие к ошибкам подобного рода.

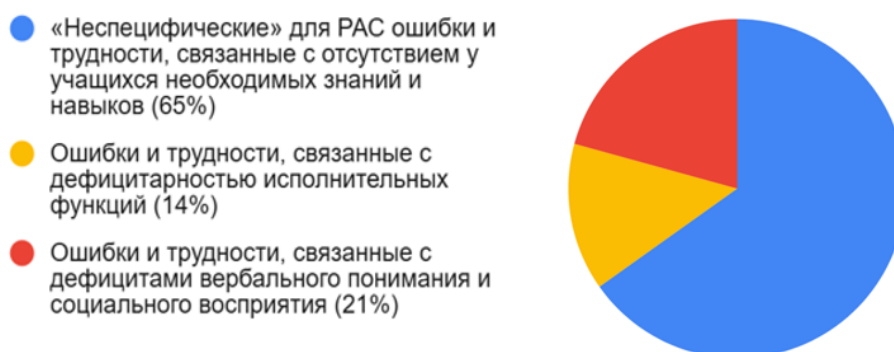


Рисунок 2 – Соотношение ошибок и трудностей разных категорий при выполнении контрольных работ по математике учащимися с РАС 4(5) классов

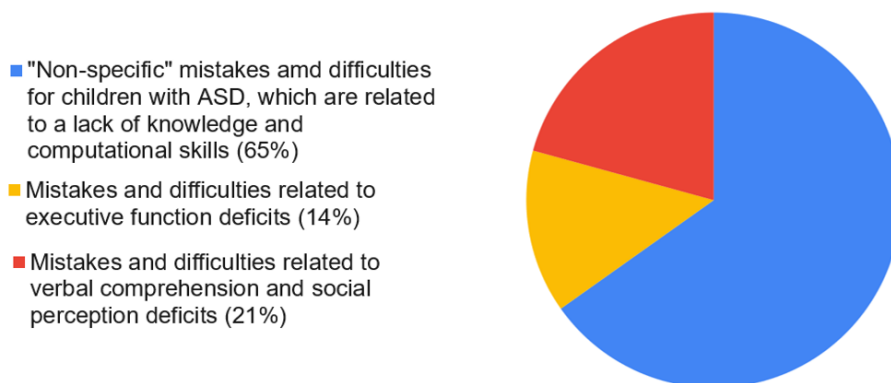


Figure 2 – The ratio of mistakes and difficulties of different categories in the performance of mathematics tests by pupils with ASD in grades 4(5)

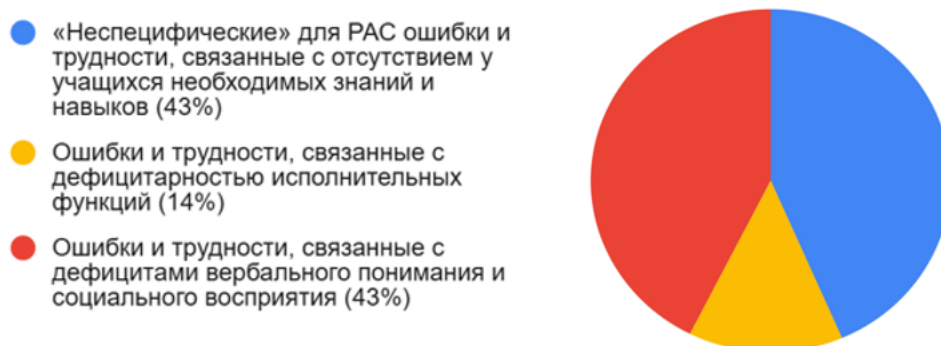


Рисунок 3 – Соотношение ошибок и трудностей разных категорий при выполнении контрольных работ по математике учащимися с РАС 6 классов

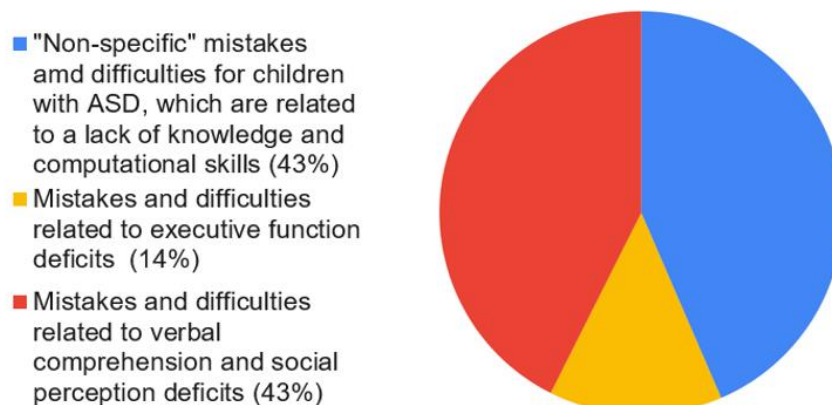


Figure 3 – The ratio of mistakes and difficulties of different categories in the performance of mathematics tests by pupils with ASD in grades 6

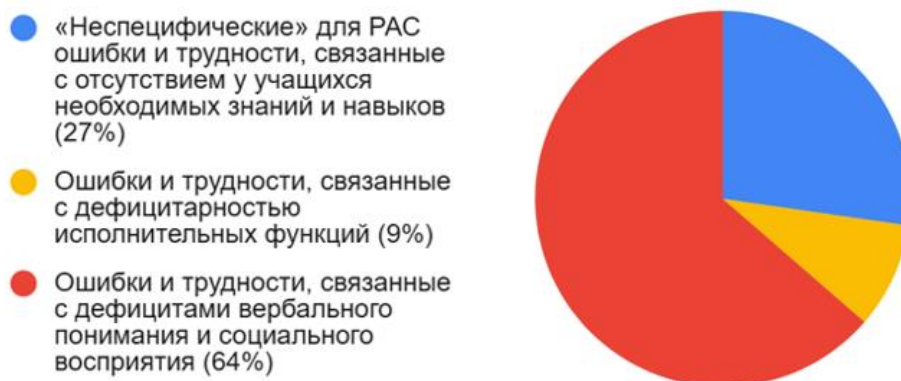


Рисунок 4 – Соотношение ошибок и трудностей разных категорий при выполнении контрольных работ по математике учащимися с РАС 8(9) классов

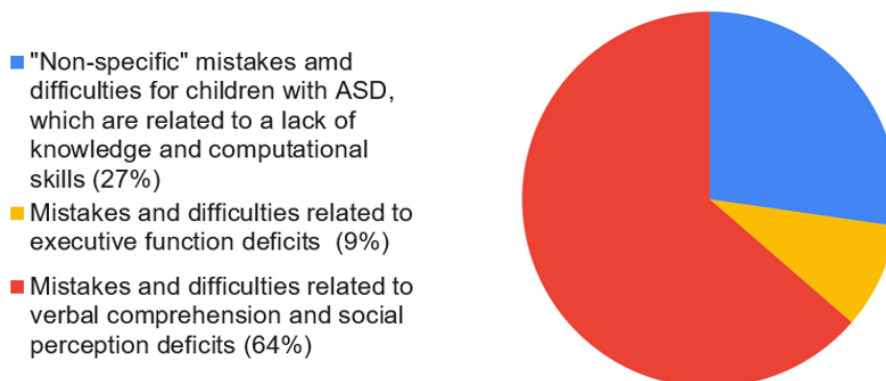


Figure 4 – The ratio of mistakes and difficulties of different categories in the performance of mathematics tests by pupils with ASD in grades 8(9)

Сравнивая данные, представленные на рисунках 2, 3, 4, мы видим, что доля «неспецифических» для учащихся с РАС ошибок, связанных с несформированностью математических понятий и вычислительных навыков, является максимальной в 4-м классе (65,2 %) и значительно снижается к концу обучения в 8-м классе (27,3 %). Такой результат является понятным и ожидаемым, так как знания и математические представления учащихся с РАС дополняются с каждым годом обучения так же, как и вычислительные навыки.

Похожая динамика, хотя и существенно менее выраженная, выявляется и для трудностей, связанных с дефицитами исполнительных функций: доля ошибок, связанных с проблемами организации внимания, планированием и следованием плану, использованием отработанного алгоритма для выполнения задания с возрастом и накопленным учебным опытом несколько снижается. Так, у обучающихся с РАС 4(5) классов ошибки данной категории составляют 14,1 % от общего количества ошибок, у учащихся 6 классов – 13,9 %, а 8(9) классов – 9,1 %.

При этом доля ошибок и трудностей, вызванных дефицитами вербального понимания и социального восприятия, увеличивается год от года. Если у учащихся с РАС в 4-х классах доля таких ошибок составляет 20,7 %, в 6-х классах она вдвое увеличивается – 42,6 %, а у учащихся с РАС 8(9) классов составляет 63,6 % от общего числа ошибок.

Таким образом, в результате эмпирического исследования мы обнаружили две категории ошибок, доля которых снижается по мере накопления детьми с РАС необходимых знаний и навыков (ошибки А- и В-категорий). При этом выявляется специфическая для учащихся с РАС, наиболее проблемная категория ошибок (ошибки С-категории), доля которых становится все более выраженной и, соответственно, все более затрудняющей учебную деятельность, связанную с освоением естественно-научных дисциплин.

Возможные способы и приемы педагогической помощи, направленной на проработку характерных проблем, затрудняющих освоение учащимися с РАС естественно-научных дисциплин.

Результаты эмпирического исследования говорят о том, что традиционные формы и способы педагогической работы актуальны с учащимися с РАС, так как содействуют освоению значительной части необходимых знаний и навыков и развитию исполнительных функций. Об этом свидетельствует снижение доли ошибок, связанных с несформированностью математических понятий и вычислительных навыков, а также с дефицитами исполнительных функций у детей с РАС, завершающих обучение в основной школе (8 класс), по сравнению с младшими школьниками (4 класс).

В анкетах педагогов, проводивших контрольные работы, имеется информация об использовании хорошо известных форм стимулирующей, организующей, направляющей помощи, которая оказывалась детям с РАС в учебном процессе и была достаточно эффективной. Так, ***организующая*** помощь на уроках заключалась в том, чтобы научить школьника с РАС правильно оформлять задания и задачи (например, где и как писать условие задачи и ответ) и при необходимости помочь ему составить общий план выполнения заданий, расположив их в определенной последовательности. План действий мог включать в себя следующее: прочитать задачу; определить, что «дано»; сделать рисунок; определить, что необходимо найти; определить способ решения; написать само решение; написать ответ. Учителю также важно было отслеживать процесс выполнения детьми с РАС заданий, оказывая при необходимости помощь в переключении с одного задания на другое. Например, если ученик «застревал» на одном задании и поэтому не выполнял дальнейшие, учитель мог переключить его внимание с помощью устной инструкции или просто забрать у него листок с заданием, чтобы учащийся мог перейти к последующим. Во время контрольной работы могла появиться необходимость привлечения внимания ученика с РАС к заданиям или допущенным ошибкам. ***Стимулирующая*** помощь заключалась, в первую очередь, в создании стабильного, спокойного эмоционального фона и повышения мотивации учащегося к решению заданий. Учитывая присущую детям с РАС тревогу при столкновении с трудностями или с чем-то новым, непривычным, педагоги рекомендуют при освоении нового материала, в том числе решении нового типа задач, а также при возникающих сложностях и ошибках уделить этому специальное внимание, придавая ученику уверенности стимулирующими фразами, например: «У тебя все получится!», «Мы еще немного над этим поработаем, и ты обязательно справишься!». Особенности организации ***направляющей*** помощи для обучающегося с РАС заключались в том, чтобы подробно разобрать типичные задания, особенно логические задачи, а также совместно разработать шаблон для их решения, например, шаблон для решения задач на движение или на проценты. В младших классах актуальным видом направляющей помощи было предоставление учащимся дополнительных справочных материалов, дополнительного времени для выполнения заданий или короткого перерыва в процессе их выполнения. К завершению учащимися с РАС уровня основного общего образования (то есть на 8-м или 9-м году обучения) необходимость таких видов помощи существенно снижалась.

Следует специально выделить приемы и способы специальной педагогической работы, нацеленной на улучшение вербального понимания и социального восприятия, так как именно эти проблемы выступают в нашем исследовании как наиболее устойчивые, требующие систематической проработки с учащимися с РАС. К указанным приемам и способам можно отнести:

- работу над пониманием устных и письменных инструкций, разного рода текстов, связанных с выполнением заданий. Важным было разобрать с обучающимся с РАС все незнакомые слова, новые понятия, имеющиеся в тексте. Кроме того, часто требуется уточнить инструкцию, выделив в ней вместе с учеником основные смысловые слова. Если текст достаточно объемный, необходимо научить школьника с РАС прорабатывать его, составив план пересказа, выделив основную мысль,

- работу над пониманием условия задачи, особенно такого, в котором отражена последовательность событий. Учащемуся с РАС бывает сложно понять и представить себе события, не связанные с личным опытом, а также определить их логику и последовательность. В этих случаях помогает дополнительная визуализация условия задачи путем составления визуального плана или схемы, а также использование дополнительных наглядных материалов. «Зрительное объяснение», то есть подбор подходящих иллюстраций, использование различных атласов, рисунков существенно облегчает ученику с РАС восприятие и понимание задания. Навык самостоятельной проработки условия задачи с помощью прорисовки или составления схемы – один из наиболее полезных для такого учащегося, поэтому рекомендуется его отработка на начальных этапах школьного обучения.

Заключения

1. Данные современных исследований, выявляющих способности и особые возможности людей с РАС в освоении естественно-научных дисциплин, противоречивы. В ряде исследований подтверждается одаренность детей и подростков с РАС в области естественных наук, в других – напротив, полученные результаты говорят о том, что дети с РАС имеют выраженные затруднения, хуже справляются с решением задач, чем их нейротипичные сверстники.

2. На основании анализа современных исследований удалось выявить 2 категории когнитивных проблем, которые имеются у обучающихся с РАС при освоении естественно-научных дисциплин: дефициты в области исполнительных функций, отвечающих за регуляцию деятельности, и сложности в области вербального понимания и социального восприятия.

3. Анализ данных эмпирического исследования, основанного на оценке ошибок и трудностей при выполнении учащимися с аутизмом контрольных работ по математике, позволил выявить характерные для детей с РАС сложности и классифицировать эти сложности в соответствии с тремя категориями: проблемами в области исполнительных функций, сложностями в области вербального понимания и социального восприятия и «неспецифическими» для РАС ошибками, связанными с отсутствием у учащихся необходимых знаний и навыков. Выяснилось, что наиболее проблемной, устойчивой к педагогическим воздействиям категорией ошибок являются ошибки, связанные с трудностями вербального понимания и социального восприятия.

4. Благодаря выявлению и категоризации ошибок и трудностей, характерных для обучающихся с РАС, а также обобщению данных, полученных при анкетировании учителей, проводивших контрольные работы, удалось наметить комплекс способов и приемов, направленных на преодоление и/или профилактику проблем, связанных с особенностями когнитивной деятельности детей с РАС в процессе освоения естественно-научных дисциплин. Наиболее существенными при этом представляются методы и приемы, направленные на улучшение вербального понимания и социального восприятия, так как именно эти специфические для учащихся с РАС проблемы выступают в нашем исследовании как наиболее устойчивые, требующие систематической проработки.

Список использованных источников

1. Антонова И. Д., Костин И. А. Особенности школьной адаптации учащихся с расстройствами аутистического спектра на первом году обучения // Клиническая и специальная психология. 2023. Т. 12, № 3. С. 78-97. DOI: [10.17759/cpse.2023120304](https://doi.org/10.17759/cpse.2023120304).
2. Борисова Н. В., Розенблюм С. А., Шаргородская Л. В. Психолого-педагогическая помощь школьнику с расстройствами аутистического спектра в основной школе: методические рекомендации к проведению коррекционных курсов. М.: ФГБНУ ИКП РАО, 2021. URL: <https://ikp-rao.ru/metodicheskie-rekomendacii/metodichka-1-2021/> (дата обращения: 13.07.2025).
3. Либлинг М. М., Артемьева Д. Е. Определение специальных образовательных условий обучения предметам естественнонаучного цикла школьников с РАС на уровне основного общего образования // Вестник Мининского университета. 2024. Т. 12, № 4. С. 10. DOI: [10.26795/2307-1281-2024-12-4-10](https://doi.org/10.26795/2307-1281-2024-12-4-10).
4. Никольская О. С. О некоторых общих требованиях к определению особых образовательных потребностей (на примере детей с РАС) // Дефектология. 2024. № 2. С. 12-27. DOI: [10.47639/0130-3074_2024_2_12](https://doi.org/10.47639/0130-3074_2024_2_12).
5. Хотылева Т. Ю., Галактионова О. Г., Борисова Н. В. Формирование умения решать арифметические задачи у детей, страдающих аутизмом // Аутизм и нарушения развития. 2007. № 4. С. 58-68.
6. Шаргородская Л. В. Основные условия, методы и формы организации образования младших школьников с расстройствами аутистического спектра: методическое пособие. М.: ФГБНУ ИКП РАО, 2023. URL: https://ikp-rao.ru/wp-content/uploads/2024/02/Osnovnye_usloviya_metody_i_formy_organizacii_obrazovaniya_mladshih.pdf (дата обращения: 13.07.2025).
7. Bae Y. S., Chiang H. M., Hickson L. Mathematical word problem solving ability of children with autism spectrum disorder and their typically developing peers // Journal of Autism and Developmental Disorders. 2015. Vol. 45 (7). Pp. 2200-2208. DOI: [10.1007/s10803-015-2387-8](https://doi.org/10.1007/s10803-015-2387-8).
8. Baron-Cohen S. The hyper-systemizing, assortative mating theory of autism // Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry. 2006. Vol. 30 (5). Pp. 865-872. DOI: [10.1016/j.pnpbp.2006.01.010](https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2006.01.010).
9. Baron-Cohen S. Autism: The Empathizing-Systemizing (E-S) Theory // Annals of the New York Academy of Science. 2009. Vol. 11567. Pp. 68-80. DOI: [10.1111/j.1749-6632.2009.04467.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04467.x).
10. Chen X., Weko T. Students who study Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in postsecondary education. US Department of Education, NCES, 2009. Available at: <http://nces.ed.gov/pubs2009/2009161.pdf> (accessed: 20.06.2025).

11. Cox S. K., Root J. R. Modified schema-based instruction to develop flexible mathematics problem-solving strategies for students with autism spectrum disorder // Remedial and Special Education. 2018. Vol. 41 (3). DOI: 10.1177/0741932518792660.
12. Delisio L. A., Bukaty C. A., Taylor M. Effects of a graphic organizer intervention package on the mathematics word problem solving abilities of students with autism spectrum disorders // Journal of Special Education Apprenticeship. 2018. Vol. 7 (2). Pp. 1-22. Available at: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1185372.pdf> (accessed: 20.06.2025).
13. Happe F., Booth R., Charlton R., Hughes C. Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: Examining profiles across domains and ages // Brain and Cognition. 2006. Vol. 61 (1). Pp. 25-39. DOI: [10.1016/j.bandc.2006.03.004](https://doi.org/10.1016/j.bandc.2006.03.004).
14. Hughes E. M., Yakubova G. Addressing the mathematics gap for students with ASD: An evidence-based systematic review of video-based mathematics interventions // Journal of Autism and Developmental Disorders. 2019. Vol. 6. Pp. 147-158. DOI: [10.1007/s40489-019-00160-3](https://doi.org/10.1007/s40489-019-00160-3).
15. Iuculano T., Rosenberg-Lee M., Supekar K., Lynch C. J., Khouzam A., Phillips J., Uddin L. Q., Menon V. Brain organization underlying superior mathematical abilities in children with autism // Biological Psychiatry. 2014. Vol. 75 (3). Pp. 223-230. DOI: [10.1016/j.biopsych.2013.06.018](https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2013.06.018).
16. Kaliampos G., Vavougios D. The approach of simple mechanical phenomena in the field of Autism Spectrum Disorders // Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair. 2018. Vol. 5 (2). Pp. 81-88.
17. Latraki G., Soulis S-G. A Systematic Review of Single-Case Research on Science-Teaching Interventions to Students with Intellectual Disability or Autism Spectrum Disorder // Disabilities. 2021. Vol. 1 (3). Pp. 286-300. DOI: [10.3390/disabilities1030021](https://doi.org/10.3390/disabilities1030021).
18. Polo-Blanco I., Suarez-Pinilla P., Goni-Cervera J., Suarez-Pinilla M., Paya B. Comparison of Mathematics Problem-Solving Abilities in Autistic and Non-autistic Children: the Influence of Cognitive Profile // Journal of Autism Developmental Disorders. 2022. Vol. 54 (1). Pp. 353-365. DOI: [10.1007/s10803-022-05802-w](https://doi.org/10.1007/s10803-022-05802-w).
19. Siregar N. C., Rosli R., Maat S. M., Alias A., Toran H., Mottan K., Nor S. M. The impacts of mathematics instructional strategy on students with autism: A systematic literature review // European Journal of Educational Research. 2020. Vol. 9 (2). Pp. 729-741. DOI: [10.12973/eu-jer.9.2.729](https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.2.729).
20. Tonizzi I., Usai M. C. Math abilities in autism spectrum disorder: A meta-analysis Review // Research in Developmental Disabilities. 2023. Vol. 139. DOI: [10.1016/j.ridd.2023.104559](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2023.104559).
21. Wei X., W Yu J., Shattuck P., McCracken M., Blackorby J. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Participation Among College Students with an Autism Spectrum Disorder // Journal of Autism Developmental Disorders. 2013. Vol. 43 (7). Pp. 1539-1546. DOI: [10.1007/s10803-012-1700-z](https://doi.org/10.1007/s10803-012-1700-z).
22. Yusaini N. A., Maat S. M., Rosli R. Touch-Point Mathematics Instruction for Children with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Review // International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences. 2019. Vol. 9 (3). Pp. 609-625. DOI: [10.6007/IJARBS/v9-i3/5730](https://doi.org/10.6007/IJARBS/v9-i3/5730).

References

1. Antonova I. D., Kostin I. A. Features of school adaptation of students with autism spectrum disorders in the first year of study. *Klinicheskaya i special'naya psihologiya*, 2023, vol. 12, no. 3, pp. 78-97, doi: 10.17759/cpse.2023120304. (In Russ.)

2. Borisova N. V., Rozenblyum S. A., SHargorodskaya L. V. Psychological and pedagogical assistance to a student with autism spectrum disorders in basic school: methodological recommendations for conducting remedial courses. Moscow, FGBNU IKP RAO Publ., 2021. Available at: <https://ikp-rao.ru/metodicheskie-rekomendacii/metodichka-1-2021/> (accessed: 13.07.2025). (In Russ.)
3. Libling M. M., Artem'eva D. E. Definition of special educational conditions for teaching natural science subjects to schoolchildren with ASD at the level of basic general education. *Vestnik Mininskogo universiteta*, 2024, vol. 12, no. 4, p. 10, doi: 10.26795/2307-1281-2024-12-4-10. (In Russ.)
4. Nikol'skaya O. S. On some general requirements for determining special educational needs (using the example of children with ASD). *Defektologiya*, 2024, no. 2, pp. 12-27, doi: 10.47639/0130-3074_2024_2_12. (In Russ.)
5. Hotyleva T. YU., Galaktionova O. G., Borisova N. V. Formation of the ability to solve arithmetic problems in children with autism. *Autizm i narusheniya razvitiya*, 2007, no. 4, pp. 58-68. (In Russ.)
6. SHargorodskaya L. V. Basic conditions, methods and forms of organizing the education of primary school students with autism spectrum disorders: a methodological manual. Moscow, FGBNU IKP RAO Publ., 2023. Available at: https://ikp-rao.ru/wp-content/uploads/2024/02/Osnovnye_usloviya_metody_i_formy_organizacii_obrazovaniya_mladshih.pdf (accessed: 13.07.2025). (In Russ.)
7. Bae Y. S., Chiang H. M., Hickson L. Mathematical word problem solving ability of children with autism spectrum disorder and their typically developing peers. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2015, vol. 45 (7), pp. 2200-2208, doi: [10.1007/s10803-015-2387-8](https://doi.org/10.1007/s10803-015-2387-8).
8. Baron-Cohen S. The hyper-systemizing, assortative mating theory of autism. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 2006, vol. 30 (5), pp. 865-872, doi: 10.1016/j.pnpbp.2006.01.010.
9. Baron-Cohen S. Autism: The Empathizing-Systemizing (E-S) Theory. *Annals of the New York Academy of Science*, 2009, vol. 11567, pp. 68-80, doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04467.x.
10. Chen X., Weko T. Students who study Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in postsecondary education. US Department of Education, NCES, 2009. Available at: <http://nces.ed.gov/pubs2009/2009161.pdf> (accessed: 20.06.2025).
11. Cox S. K., Root J. R. Modified schema-based instruction to develop flexible mathematics problem-solving strategies for students with autism spectrum disorder. *Remedial and Special Education*, 2018, vol. 41 (3), doi: 10.1177/0741932518792660.
12. Delisio L. A., Bukaty C. A., Taylor M. Effects of a graphic organizer intervention package on the mathematics word problem solving abilities of students with autism spectrum disorders. *Journal of Special Education Apprenticeship*, 2018, vol. 7 (2), pp. 1-22. Available at: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1185372.pdf> (accessed: 20.06.2025).
13. Happe F., Booth R., Charlton R., Hughes C. Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: Examining profiles across domains and ages. *Brain and Cognition*, 2006, vol. 61 (1), pp. 25-39, doi: [10.1016/j.bandc.2006.03.004](https://doi.org/10.1016/j.bandc.2006.03.004).
14. Hughes E. M., Yakubova G. Addressing the mathematics gap for students with ASD: An evidence-based systematic review of video-based mathematics interventions. *Journal of Autism and Development Disorders*, 2019, vol. 6, pp. 147-158, doi: [10.1007/s40489-019-00160-3](https://doi.org/10.1007/s40489-019-00160-3).

15. Iuculano T., Rosenberg-Lee M., Supekar K., Lynch C. J., Khouzam A., Phillips J., Uddin L. Q., Menon V. Brain organization underlying superior mathematical abilities in children with autism. *Biological Psychiatry*, 2014, vol. 75 (3), pp. 223-230, doi: [10.1016/j.biopsych.2013.06.018](https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2013.06.018).
16. Kaliampos G., Vavougiou D. The approach of simple mechanical phenomena in the field of Autism Spectrum Disorders. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 2018, vol. 5 (2), pp. 81-88.
17. Latraki G., Soulis S-G. A Systematic Review of Single-Case Research on Science-Teaching Interventions to Students with Intellectual Disability or Autism Spectrum Disorder. *Disabilities*, 2021, vol. 1 (3), pp. 286-300, doi: [10.3390/disabilities1030021](https://doi.org/10.3390/disabilities1030021).
18. Polo-Blanco I., Suarez-Pinilla P., Goni-Cervera J., Suarez-Pinilla M., Paya B. Comparison of Mathematics Problem-Solving Abilities in Autistic and Non-autistic Children: the Influence of Cognitive Profile. *Journal of Autism Developmental Disorders*, 2022, vol. 54 (1), pp. 353-365, doi: [10.1007/s10803-022-05802-w](https://doi.org/10.1007/s10803-022-05802-w).
19. Siregar N. C., Rosli R., Maat S. M., Alias A., Toran H., Mottan K., Nor S. M. The impacts of mathematics instructional strategy on students with autism: A systematic literature review. *European Journal of Educational Research*, 2020, vol. 9 (2), pp. 729-741, doi: [10.12973/eu-jer.9.2.729](https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.2.729).
20. Tonizzi I., Usai M. C. Math abilities in autism spectrum disorder: A meta-analysis Review. *Research in Developmental Disabilities*, 2023, vol. 139, doi: [10.1016/j.ridd.2023.104559](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2023.104559).
21. Wei X., W Yu J., Shattuck P., McCracken M., Blackorby J. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Participation Among College Students with an Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism Developmental Disorders*, 2013, vol. 43 (7), pp. 1539-1546, doi: [10.1007/s10803-012-1700-z](https://doi.org/10.1007/s10803-012-1700-z).
22. Yusaini N. A., Maat S. M., Rosli R. Touch-Point Mathematics Instruction for Children with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Review. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 2019, vol. 9 (3), pp. 609-625, doi: [10.6007/IJARBSS/v9-i3/5730](https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v9-i3/5730).

© Либлинг М. М., Артемьева Д. Е., 2025

Информация об авторах

Либлинг Мария Михайловна – кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник Научно-образовательной лаборатории предпрофессионального естественно-научного образования, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация; заведующий лабораторией образования и комплексной абилитации детей с аутизмом, ФГБНУ «Институт коррекционной педагогики», Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2530-601X>, libling@ikp.email

Артемьева Дарья Евгеньевна – младший научный сотрудник лаборатории образования и комплексной абилитации детей с аутизмом, ФГБНУ «Институт коррекционной педагогики», Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0876-9776>, artemeva@ikp.email

Information about the authors

Libling Maria M. – Candidate of Psychological Sciences, Leading Researcher of Scientific and Educational Laboratory of Pre-Professional Natural and Scientific Education, Minin Nizhny

Novgorod State Pedagogical University (Minin University), Nizhny Novgorod, Russian Federation;
Head of the Laboratory of Education and Comprehensive Habilitation of Children with Autism
Spectrum Disorders, Institute of Special Education, Moscow, Russian Federation, ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-2530-601X>, libling@ikp.email

Artemeva Daria E. – junior Researcher of the Laboratory of Education and Comprehensive
Habilitation of Children with Autism Spectrum Disorders, Institute of Special Education, Moscow,
Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0876-9776>, artemeva@ikp.email

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Поступила в редакцию: 18.07.2025

Принята к публикации: 19.09.2025

Опубликована: 30.09.2025