

# Когнитивные предикторы академической успешности: как общие закономерности «работают» на ранних этапах образования?

**Двойнин А.М.**

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»  
(НИУ ВШЭ), г. Москва, Российская Федерация  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0530-740X>, e-mail: alexdvoinin@mail.ru

**Троцкая Е.С.**

Институт психологии Российской академии наук (ИП РАН),  
г. Москва, Российская Федерация  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0947-7417>, e-mail: trotskaya.helen@yandex.ru

Представлен обзор современных работ, посвященных исследованиям когнитивных предикторов академической успешности. Выделяются общие закономерности: наиболее сильным и универсальным предиктором академической успешности на разных этапах школьного образования является психометрический интеллект; роль креативности менее значительна и достаточно нестабильна. Утверждается, что данные закономерности слабо прослеживаются на уровне дошкольного образования. Обращается внимание на то, что для предсказания будущих учебных достижений дошкольника значимы роли отдельных когнитивных функций: скорости обработки информации, визуального восприятия (в комплексе с моторными функциями), кратковременной памяти, внимания. Определенными прогностическими возможностями обладают пространственные способности, однако мышление у дошкольников не является сильным предиктором академической успешности; наибольшей предсказательной силой обладают управляющие функции. Отмечается, что общие закономерности в предсказании академической успешности обучающихся начинают прослеживаться в начальной школе: выявляются предсказательные возможности психометрического интеллекта, возрастает роль отдельных когнитивных способностей (в частности, пространственных способностей), уменьшается прогностический вклад управляющих функций. Общая тенденция к нарастанию с возрастом роли некогнитивных факторов (учебной мотивации, некоторых личностных характеристик) также начинает проявляться в начальной школе.

**Ключевые слова:** когнитивные предикторы, интеллект, креативность, управляющие функции, пространственные способности, академическая успешность, учебные достижения, академическая успеваемость, дошкольное образование, начальная школа, ранние этапы образования.

---

**Для цитаты:** Двойнин А.М., Троцкая Е.С. Когнитивные предикторы академической успешности: как общие закономерности «работают» на ранних этапах образования? // Психологическая наука и образование. 2022. Том 27. № 2. С. 42—52. DOI: <https://doi.org/10.17759/pse.2022270204>

# Cognitive Predictors of Academic Success: How Do the General Patterns Work in the Early Stages of Education?

**Alexey M. Dvoinin**

HSE University, Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0530-740X>, e-mail: alexdvoinin@mail.ru

**Elena S. Trotskaya**

Institute of Psychology of Russian Academy of Science, Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0947-7417>, e-mail: trotskaya.helen@yandex.ru

The article provides an overview of modern works devoted to the study of cognitive predictors of academic success. The general patterns of forecasting are revealed: the most powerful and universal predictor of academic success at different stages of school education is psychometric intelligence; creativity is less significant and rather unstable. It is argued that these patterns are poorly traced at the level of preschool education. Particular cognitive functions are significant for predicting the future educational achievements of preschoolers: information processing speed, visual perception (in combination with motor functions), short-term memory, and attention. Spatial abilities have a certain prognostic potential, though reasoning in preschoolers is not a strong predictor of academic success; executive functions have the greatest predictive power. It is noted that the general patterns in predicting the academic success of students can be traced in elementary school: the predictive potentials of psychometric intelligence are revealed, the power of individual cognitive abilities (in particular, spatial abilities) increases, the contribution of executive functions to the prediction decreases. The general tendency for non-cognitive factors (educational motivation, some personality traits) to increase with age also begins to appear in elementary school.

**Keywords:** cognitive predictors, intelligence, creativity, executive functions, spatial abilities, academic success, academic achievement, academic performance, pre-school education, elementary school, early stages of education.

**For citation:** Dvoinin A.M., Trotskaya E.S. Cognitive Predictors of Academic Success: How Do the General Patterns Work in the Early Stages of Education? *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological Science and Education*, 2022. Vol. 27, no. 2, pp. 42—52. DOI: <https://doi.org/10.17759/pse.2022270204> (In Russ.).

## Введение

В современном мире достаточно активно меняются форматы, средства и методы как педагогической, так и учебной деятельности. Отдельным вызовом последних двух лет стала пандемия COVID-19, изменившая образовательные процессы в мировом масштабе. В этих условиях постепенно происходит переосмысление эталонов и критериев академической успешности, что в свою очередь ставит вопрос о том, по каким предикторам

можно будет прогнозировать учебные достижения обучающихся.

Уже к концу 30-х годов прошлого века в психологических исследованиях предикторов академической успешности было установлено, что ключевыми параметрами прогноза учебных достижений являются *психометрический интеллект* и *мотивация*. И в настоящее время в науке мало ученых, кто не согласился бы со значимостью этих факторов.

Анализ публикаций показывает большой объем научно-исследовательской работы, проделанной с целью выявления когнитивных предикторов академической успешности в школьном образовании. На сегодня можно констатировать, что выявлены общие закономерности в прогнозировании учебных достижений школьников. Вместе с тем заметно растет количество публикаций, в которых отражены результаты поиска когнитивных предикторов академической успешности на отдельных образовательных этапах (дошкольном, начальном, среднем и т.д.). Исследователи этой проблематики отмечают необходимость выявления прогностических параметров на самых ранних этапах образования [26]. Настоящий обзор призван ответить на вопрос: проявляются ли общие закономерности прогнозирования академической успешности, характерные для образовательного пути человека в целом, уже на ранних этапах его образования (дошкольном и начальном школьном)?

Методика подготовки обзора включала в себя отбор преимущественно новых публикаций с эмпирическими данными (оригинальные исследования и метааналитические). Основными критериями включения источника в обзор явились полнота описания данных и их доказательная сила, обусловленная дизайном исследования и статистической моделью, позволяющей выявлять именно предикторы академической успешности.

### **Интеллект как предиктор академической успешности школьников**

Во многих исследованиях когнитивных предикторов школьной успешности в качестве наиболее важного прогностического параметра указывается интеллект как способность решать умственные задачи. Независимо от того, каким конкретно диагностическим инструментарием пользуются исследователи для измерения интеллекта, данная способность отчетливо проявляет свою высокую прогностическую значимость.

В частности, в метааналитическом исследовании К. Kriegbaum et al., суммирующем результаты 74 проведенных в 1980-2016 годах

исследований с испытуемыми общей численностью  $N=80145$  школьников, изучалась предсказательная сила психометрического интеллекта и мотивации для школьных достижений. Было выяснено, что школьная успеваемость коррелирует в средней степени с интеллектом (0,44), несколько менее интенсивно — с мотивацией достижений (0,27). При этом взаимосвязь между интеллектом и мотивацией в целом невысока (0,17). Избранная авторами статистическая модель позволила объяснить 24% совокупной дисперсии успеваемости в школе. 66,6% от этой объясненной дисперсии, по данным авторов, однозначно объясняются психометрическим интеллектом, тогда как лишь 16,6% — мотивацией достижений. Таким образом, суммарно оба предиктора объясняют 16,6% совокупной дисперсии [19]. Эти данные говорят о том, что интеллект остается сильнейшим предиктором академической успешности в школе, при этом мотивация также играет роль в образовательном результате, но, очевидно, меньшую.

В другом метааналитическом исследовании, проведенном В. Roth et al., обобщены результаты исследований 240 независимых выборок общей численностью школьников  $N=105185$  разных годов обучения [30]. Данная работа также подтвердила сильную предсказательную силу фактора общего интеллекта (*g-factor*) для школьных отметок (которые, по мнению авторов, оказывают большее влияние на последующую профессиональную карьеру, чем другие методы измерения академической успешности, например, учительские рейтинги, тесты школьных достижений). Сила этого предиктора составила  $\rho=0,54$ , что подтверждает ранее высказывавшиеся, но недостаточно эмпирически обоснованные оценки на уровне около 0,5 (напр., L.S. Gottfredson, U. Neisser, R.J. Sternberg). При этом большие прогностические возможности интеллекта достоверно подтверждены как на вербальном, так и невербальном материале. Анализ модерации позволил выявить то, что на связь интеллекта и школьных отметок влияют школьные факторы — такие, как учебный предмет и год обучения, но не влияет гендер. Также в качестве модератора выступил тип теста, который используется для диагностики

интеллекта. Данное исследование также показало, что предсказательная сила интеллекта в отношении школьных отметок меняется с годами: в настоящее время она ниже, чем была до 1983 года [30].

Последнее немаловажное обстоятельство может быть объяснено определенными изменениями культурно-образовательной среды. Во-первых, интенсивная цифровизация современной жизни приводит к комплексной перестройке не только образовательных методов и технологий, но и функционирования психики, особенно у современных детей, для которых развитие в цифровой реальности начинается с момента их рождения. Цифровой гаджет становится, говоря словами Л.С. Выготского, новым культурным «орудием», опосредствующим психическое развитие ребенка, встраивающимся в его когнитивные процессы. При этом границы между когнитивной системой индивида и техническим устройством стали размыты [12]. В связи с этим прогностическое значение интеллекта, взятого вне его «цифровой опоры», закономерно уменьшается. Во-вторых, это снижение можно также объяснить трансформацией современного образования, идущего по пути гуманизации. Усилившаяся вариативность, дифференциация и индивидуализация образования в конце XIX-начале XXI века обусловлены возрастанием в обучении роли личности обучающегося. В свою очередь, это не могло не отразиться на системах оценки академических достижений, в которые в большей мере, чем раньше, включается личностный компонент обучения.

Применительно к школьным достижениям в математике (обследовались дети и подростки в возрасте 5—19 лет) такие когнитивные факторы, как флюидный интеллект (*fluid reasoning*), кристаллизованный интеллект (*crystallized intelligence*) и скорость обработки (*processing speed*) информации, показали **прямой** эффект, тогда как фактор общего интеллекта оказывает **косвенное** влияние на всех этапах школьного образования [34]. При этом через тренировку рабочей памяти можно повысить показатели флюидного интеллекта, что в свою очередь будет способствовать успешности в обучении [1].

Если рассматривать предсказательную силу интеллекта в сочетании с личностными характеристиками детей, взятыми в качестве предикторов школьной успеваемости (оцениваемой по среднему баллу в аттестате), то обнаруживается, что интеллект остается наиболее сильным предиктором на всех этапах школьного обучения, несмотря на то, что прогностическая сила отдельных личностных характеристик возрастает в 2—4 и 6—12 классах [21].

Исследования предсказательной силы такой базовой когнитивной характеристики, как скорость переработки информации, показывают противоречивые данные. В одном случае данный параметр оказал уникальное влияние на академическую успешность, а при опосредствовании данной связи интеллектом его прогностическая сила была незначительна [11]. В другом случае было выяснено, что скорость обработки влияет на академическую успешность не напрямую, а опосредствованно — через более высокие когнитивные способности: интеллект и креативность [27]. По сравнению с рабочей памятью мышление является более надежным предиктором школьной успеваемости [20]. Такие результаты, по-видимому, говорят о том, что скорость переработки информации выполняет роль важного предиктора академической успешности, когда определяет эффективность решения интеллектуальных задач в процессе учения.

### **Креативность как предиктор академической успешности школьников**

В школьной образовательной практике и в ряде исследований в качестве предиктора академической успешности обучающихся наряду с интеллектом рассматривается креативность. Однако по сравнению с интеллектом креативность обычно является менее надежным предиктором учебных достижений несмотря на то, что она важна для достижения жизненного успеха в целом. Роль креативности в обеспечении образовательных результатов обучающихся достаточно сильно варьирует в зависимости от той или иной образовательной программы или применяемых

педагогических методов. Далеко не всегда дивергентное мышление обучающихся и креативность в школьном образовании поощряются — нередко способности к логически корректным суждениям и конвергентное мышление являются более значимыми для конкретной образовательной системы. Как результат, весьма вариативные данные относительно предсказательной силы креативности: 0,66; 0,41; 0,20; —0,03 (Н.Е. Anderson, К. Maejoribanks, I.A. Tatlah, Y.C. Yeh и др.).

Одним из недавних ключевых исследований креативности как предиктора академической успешности является метаанализ, проведенный А. Gajda et al. [16]. В работе представлено обобщение 120 исследований с общей численностью испытуемых  $N=52578$ , проведенных с 1960-х годов. Данное исследование показало среднюю корреляцию между креативностью и академической успешностью на уровне 0,22. При этом анализ модерации показал, что эта связь устойчива с годами, но выражена сильнее, если в качестве диагностического инструментария используются специальные тесты креативности по сравнению с методами самоопроса, и если академическая успешность измеряется стандартными тестами по сравнению с усредненными баллами всех отметок в аттестате обучающихся (*grade point average* — GPA). Отмечается и то, что результаты вербальных тестов креативности имеют более сильную связь с академической успешностью, чем результаты рисуночных тестов [16].

Эти данные в целом подтверждаются результатами других исследований. Связь между креативностью и академической успешностью в школе положительная, но слабая и варьируется в зависимости от уровня образования (старшие классы начальной школы, средняя школа, старшая школа) и от того, какой показатель академической успешности использовался (более сильные отношения выявлены с тестами достижений, чем с GPA). Интеллект и мотивация в этой взаимосвязи выступают опосредствующими звеньями [15]. Общая интеллектуальная способность показывает довольно сильную прогностическую связь с показателями GPA, чем креативность, а их

сочетание, хоть и является статистически значимым предиктором, обладает еще меньшей силой, чем данные факторы, взятые по отдельности. Предсказательная сила креативности варьируется в зависимости от школьного класса, что указывает на то, что одни учителя в большей мере ценят творческие способности своих учеников, чем другие [14]. В начальной школе креативность предсказывает успехи школьников в родном языке и математике [17].

Если говорить о временной перспективе, то креативность лучше предсказывает академическую успеваемость, чем объясняет ее в прошлом. И вклад креативности как предиктора дополняет прогностическую значимость академических навыков обучающегося и не нивелируется ими.

В целом объяснить невысокий вклад креативности в прогноз академической успешности и высокую вариативность данного предиктора можно как минимум двумя конкурирующими объяснениями. Во-первых, тем, что школа не может обеспечить обучающимся в должной мере важные условия проявления креативности — автономию и свободу, из-за чего творческие способности школьники чаще всего реализуют за пределами школы. Даже находится определенная отрицательная корреляция между средними показателями математического творчества и средней успеваемостью по математике [31]. Во-вторых, несильную связь креативности с образовательными результатами можно объяснить умеренной корреляцией креативности с психометрическим интеллектом, который в свою очередь является сильным предиктором академической успешности. При этом следует принимать во внимание то, что интеллект является необходимым, но недостаточным условием высоких творческих способностей.

### Когнитивные предикторы академической успешности на ранних этапах образования

Поиски исследователями когнитивных предикторов академической успешности на этапе дошкольного образования в большей степени сосредоточены на роли отдельных когнитивных функций детей. Важный вклад

в последующие успехи дошкольников вносит комплекс визуально-моторных навыков [6; 24]. Некоторыми прогностическими возможностями обладают мыслительные функции: каузальный вывод [5], поиск закономерностей [28], реляционное мышление (в сочетании с символическим отображением) [8]. Также прогностической силой обладают пространственные способности (пространственное восприятие, пространственная визуализация, визуально-пространственная рабочая память), особенно в отношении математических достижений дошкольников [29; 36].

Однако в целом мышление на этом этапе образования не является сильным предиктором академической успешности [10]. По результатам многочисленных исследований, самыми весомыми когнитивными предикторами у дошкольников оказались управляющие функции (рабочая память, тормозный контроль, когнитивная гибкость). Их прогностическая сила у дошкольников по сравнению с пространственными способностями больше примерно в 1,5 раза [36]. Недостатки в развитии управляющих функций предсказывают последующие академические дефициты в начальной школе [23].

Анализ исследований показывает то, что управляющие функции предсказывают развитие широкого спектра академических навыков дошкольников, в частности, грамотности, чтения, словарного запаса. Однако наиболее сильные прогностические связи управляющих функций выявляются с математическими достижениями дошкольников [36]. При этом данная связь носит двунаправленный характер, что можно рассматривать как признак наличия каузальности. Важно, что предсказательная сила управляющих функций сохраняется при контроле факторов общего интеллекта, скорости обработки информации и отчасти школьной готовности, определяемой типом детского сада (для детей из семей с высоким или низким достатком) [13], факторов гендера и образования матери дошкольника [22]. Все это говорит о фундаментальном характере управляющих функций как предикторов академической успешности на дошкольном этапе образования.

Вместе с тем предсказательная сила отдельных управляющих функций варьируется. По одним данным, наиболее сильным предиктором академической успешности в целом (как в математике, так и в чтении) является рабочая память. Предсказательная сила тормозного контроля и когнитивной гибкости выражена в меньшей мере [25]. По другим данным, тормозный контроль более сильно предсказывает ранние навыки счета, чем рабочая память [22].

D. Stipek, R.A. Valentino выявили то, что память и внимание также являются достоверными предикторами академической успешности дошкольников, отмечая при этом, что данные функции могут улучшить учебные достижения в первые годы обучения, впоследствии же (к концу начальной школы) их роль снижается, и успех определяется в большей степени овладением конкретным предметным содержанием обучения [33].

В целом, как видим, на этапе дошкольного образования роль мыслительных процессов в прогнозировании академической успешности невысока. Это вполне объяснимо ограниченностью интеллектуальных возможностей дошкольника, находящегося на дооперациональной стадии развития интеллекта (по Ж. Пиаже). Креативность на данном этапе образования не обнаруживается исследователями в качестве значимого предиктора академической успешности.

В начальной школе интеллект предсказывает более 50% академической успешности младших школьников по математике, менее 50% — по родному языку [9]. Схожая прогностическая сила обнаружена у такого предиктора, как рабочая память [4; 37]. Среди всех прогностических параметров у младших школьников преобладают мышление и управляющие функции (рабочая память, когнитивная гибкость), тогда как в средней школе затем доминируют мышление и речь. С возрастом прогностическая сила когнитивных способностей уменьшается, а сила когнитивной саморепрезентации и личностного вклада увеличивается.

Управляющие функции в начальной школе показывают значимые связи с учебными

достижениями и академическими навыками. Однако в сравнении с числовыми навыками и пространственными способностями прогностическая роль управляющих функций менее значительна. Это неудивительно, так как сформированность у ребенка внутреннего плана действий, способность к использованию знаково-символических средств и манипулированию ими на логическом уровне определяют успешность овладения предметным содержанием обучения в начальной школе.

Эмпирические данные также доказывают то, что пространственные способности младших школьников уверенно предсказывают в будущем их математические достижения [7; 18] и успешность в обучении STEM [32]. Интересные факты были установлены Т.Н. Тихомировой с соавт. Обнаружено, что такие когнитивные характеристики, как скорость переработки информации, рабочая память, чувство числа и невербальный интеллект, образуют с академической успешностью устойчивую на протяжении всего школьного периода обучения универсальную структуру [3]. При этом ключевая роль отводится скорости переработки информации [35]. Была также установлена некоторая зависимость когнитивных предикторов академической успешности в начальной школе от фактора пола, однако его роль оказалась невысока [2]. Таким образом, если рассматривать когнитивные характеристики не отдельно, а во взаимосвязи между собой и академической успешностью, следует признать вклад в последнюю и управляющих функций, и базовых когнитивных характеристик — тех предикторов, которые обычно находятся «в тени» главного прогностического параметра — интеллекта.

Предсказательная сила общей креативности в начальной школе статистически достоверна, но достаточно невелика — значительно ниже, чем в средней школе [16].

### **Заключение**

Наиболее сильным и универсальным предиктором академической успешности на разных этапах школьного образования был и остается психометрический интеллект. Он опосредствует влияние на академическую

успешность мотивации и личностных черт, которые приобретают прогностическую силу на более поздних ступенях образования (в особенности у высокоинтеллектуальных обучающихся). Роль креативности в прогнозировании школьных успехов менее значительна и достаточно нестабильна. Она варьируется в зависимости от модели измерения предсказательной силы креативности и, по видимому, от образовательной программы и применяемых педагогических методов.

Данные общие закономерности по-разному «работают» на ранних этапах образования. В целом они слабо прослеживаются на уровне дошкольного образования. Для прогноза будущих учебных достижений дошкольника значимы роли отдельных когнитивных функций: скорости обработки информации, визуального восприятия (в комплексе с моторными функциями), кратковременной памяти, внимания. Определенными прогностическими возможностями обладают пространственные способности, однако мышление на этом этапе образования не является сильным предиктором академической успешности. Наибольшей прогностической силой обладают управляющие функции (тормозный контроль, когнитивная гибкость, в особенности — рабочая память).

Описанные общие закономерности прогнозирования академической успешности обучающихся начинают прослеживаться в начальной школе. Выявляются прогностические возможности психометрического интеллекта (особенно невербального), возрастает роль отдельных когнитивных способностей (в частности, пространственных способностей) при уменьшении прогностического вклада управляющих функций. Общая тенденция к нарастанию с возрастом роли некогнитивных факторов (учебной мотивации, некоторых личностных характеристик) начинает постепенно проявляться в начальной школе.

Из всего вышеописанного вытекают практические педагогические следствия.

Для достижения академической успешности на дошкольном этапе образования целесообразно уделять внимание развитию управляющих функций у ребенка, а также

скорости переработки информации при решении интеллектуальных задач.

В начальной школе для достижения академической успешности ключевой мишенью развивающего воздействия следует делать невербальные, в частности, пространственные способности, причем без поправки на половые различия.

### Литература

1. Ржанова И.Е., Алексеева О.С., Бурдукова Ю.А. Успешность в обучении: взаимосвязь флюидного интеллекта и рабочей памяти // Психологическая наука и образование. 2020. Том 25. № 1. С. 63—74. DOI:10.17759/pse.2020250106
2. Тихомирова Т.Н., Модяев А.Д., Леонова Н.М., Малых С.Б. Факторы успешности в обучении на начальной ступени общего образования: половые различия // Психологический журнал. 2015. Том 36. № 5. С. 43—54.
3. Тихомирова Т.Н., Воронин И.А., Мисожникова Е.Б., Малых С.Б. Структура взаимосвязей когнитивных характеристик и академической успешности в школьном возрасте // Теоретическая и экспериментальная психология. 2015. Том 8. № 2. С. 55—68.
4. Тихомирова Т.Н., Хуснутдинова Э.К., Малых С.Б. Когнитивные характеристики младших школьников с различным уровнем успеваемости по математике // Сибирский психологический журнал. 2019. № 73. С. 159—175. DOI:10.17223/17267080/73/10
5. Bauer J.-R., Booth A.E. Exploring potential cognitive foundations of scientific literacy in preschoolers: Causal reasoning and executive function // Early Childhood Research Quarterly. 2019. Vol. 46. P. 275—284. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.09.007
6. Cameron S.E., Kim H., Duncan R.J., Becker D.R., McClelland M.M. Bidirectional and co-developing associations of cognitive, mathematics, and literacy skills during kindergarten // Journal of Applied Developmental Psychology. 2019. Vol. 62. P. 135—144. DOI:10.1016/j.appdev.2019.02.004
7. Chan W.W.L., Wong T.T.-Y. Visuospatial pathways to mathematical achievement // Learning and Instruction. 2019. Vol. 62. P. 11—19. DOI:10.1016/j.learninstruc.2019.03.001
8. Collins M.A., Laski E.V. Digging deeper: Shared deep structures of early literacy and mathematics involve symbolic mapping and relational reasoning // Early Childhood Research Quarterly. 2019. Vol. 46. P. 201—212. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.02.008
9. Deary I.J., Strand S., Smith P., Fernandes C. Intelligence and educational achievement // Intelligence. 2007. Vol. 35(1). P. 13—21. DOI:10.1016/j.intell.2006.02.001

В качестве перспективных линий будущих исследований необходимо отметить проявление прогностической роли креативности на этапе дошкольного образования, а также роли различных когнитивных стратегий и стилевых характеристик когнитивной обработки информации обучающимися.

10. Demetriou A., Kazali E., Kazi S., Spanoudis G. Cognition and cognizance in preschool predict school achievement in primary school // Cognitive Development. 2020. Vol. 54. P. 100872. DOI:10.1016/j.cogdev.2020.100872
11. Dodonova Y.A., Dodonov Y.S. Processing speed and intelligence as predictors of school achievement: Mediation or unique contribution? // Intelligence. 2012. Vol. 40(2). P. 163—171. DOI:10.1016/j.intell.2012.01.003
12. Falikman M. There and back again: A (reversed) Vygotskian perspective on digital socialization // Frontiers in Psychology. 24 February 2021. DOI:10.3389/fpsyg.2021.501233
13. Fitzpatrick C., McKinnon R.D., Blair C.B., Willoughby M.T. Do preschool executive function skills explain the school readiness gap between advantaged and disadvantaged children? // Learning and Instruction. 2014. Vol. 30. P. 25—31. DOI:10.1016/j.learninstruc.2013.11.003
14. Freund P.A., Holling H. Creativity in the classroom: A multilevel analysis investigating the impact of creativity and reasoning ability on GPA // Creativity Research Journal. 2008. Vol. 20(3). P. 309—318. DOI:10.1080/10400410802278776
15. Gajda A. The relationship between school achievement and creativity at different educational stages // Thinking Skills and Creativity. 2016. Vol. 19. P. 246—259. DOI:10.1016/j.tsc.2015.12.004
16. Gajda A., Karwowski M., Beghetto R.A. Creativity and academic achievement: A meta-analysis // Journal of Educational Psychology. 2017. Vol. 109(2). P. 269—299. DOI:10.1037/edu0000133
17. Hansenne M., Legrand J. Creativity, emotional intelligence, and school performance in children // International Journal of Educational Research. 2012. Vol. 53. P. 264—268. DOI:10.1016/j.ijer.2012.03.015
18. Hawes Z., Moss J., Caswell B., Seo J., Ansari D. Relations between numerical, spatial, and executive function skills and mathematics achievement: A latent-variable approach // Cognitive Psychology. 2019. Vol. 109. P. 68—90. DOI:10.1016/j.cogpsych.2018.12.002
19. Kriegbaum K., Becker N., Spinath B. The relative importance of intelligence and motivation as predictors of school achievement: A meta-analysis // Educational



- Research Review. 2018. Vol. 25. P. 120—148. DOI:10.1016/j.edurev.2018.10.001
20. Krumm S., Ziegler M., Buehner M. Reasoning and working memory as predictors of school grades // *Learning and Individual Differences*. 2008. Vol. 18(2). P. 248—257. DOI:10.1016/j.lindif.2007.08.002
21. Laidra K., Pullmann H., Allik J. Personality and intelligence as predictors of academic achievement: A cross-sectional study from elementary to secondary school // *Personality and Individual Differences*. 2007. Vol. 42(3). P. 441—451. DOI:10.1016/j.paid.2006.08.001
22. Montoya M.F., Susperreguy M.I., Dinarte L., Morrison F.J., San Martin E., Rojas-Barahona C.A., Förster C.E. Executive function in Chilean preschool children: Do short-term memory, working memory, and response inhibition contribute differentially to early academic skills? // *Early Childhood Research Quarterly*. 2019. Vol. 46. P. 187—200. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.02.009
23. Morgan P.L., Farkas G., Wang Y., Hillemeier M.M., Oh Y., Maczuga S. Executive function deficits in kindergarten predict repeated academic difficulties across elementary school // *Early Childhood Research Quarterly*. 2019. Vol. 46. P. 20—32. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.06.009
24. Nesbitt K.T., Fuhs M.W., Farran D.C. Stability and instability in the co-development of mathematics, executive function skills, and visual-motor integration from prekindergarten to first grade // *Early Childhood Research Quarterly*. 2019. Vol. 46. P. 262—274. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.02.003
25. Nguyen T., Duncan G.J. Kindergarten components of executive function and third grade achievement: A national study // *Early Childhood Research Quarterly*. 2019. Vol. 46. P. 49—61. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.05.006
26. Purpura D.J., Schmitt S.A. Cross-domain development of early academic and cognitive skills // *Early Childhood Research Quarterly*. 2019. Vol. 46. P. 1—4. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.10.009
27. Rindermann H., Neubauer A.C. Processing speed, intelligence, creativity, and school performance: Testing of causal hypotheses using structural equation models // *Intelligence*. 2004. Vol. 32(6). P. 573—589. DOI:10.1016/j.intell.2004.06.005
28. Rittle-Johnson B., Fyfe E.R., Hofer K.G., Farran D.C. Early math trajectories: Low-income children's mathematics knowledge from ages 4 to 11 // *Child Development*. 2016. Vol. 88(5). P. 1727—1742. DOI:10.1111/cdev.12662
29. Rittle-Johnson B., Zippert E.L., Boice K.L. The roles of patterning and spatial skills in early mathematics development // *Early Childhood Research Quarterly*. 2019. Vol. 46. P. 166—178. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.03.006
30. Roth B., Becker N., Romeyke S., Schäfer S., Domnick F., Spinath F.M. Intelligence and school grades: A meta-analysis // *Intelligence*. 2015. Vol. 53. P. 118—137. DOI:10.1016/j.intell.2015.09.002
31. Sebastian J., Huang H. Examining the relationship of a survey based measure of math creativity with math achievement: Cross-national evidence from PISA 2012 // *International Journal of Educational Research*. 2016. Vol. 80. P. 74—92. DOI:10.1016/j.ijer.2016.08.010
32. Sorby S., Veurink N., Streiner S. Does spatial skills instruction improve STEM outcomes? The answer is 'yes' // *Learning and Individual Differences*. 2018. Vol. 67. P. 209—222. DOI:10.1016/j.lindif.2018.09.001
33. Stipek D., Valentino R.A. Early childhood memory and attention as predictors of academic growth trajectories // *Journal of Educational Psychology*. 2015. Vol. 107(3). P. 771—788. DOI:10.1037/edu0000004
34. Taub G.E., Keith T.Z., Floyd R.G., McGrew K.S. Effects of general and broad cognitive abilities on mathematics achievement // *School Psychology Quarterly*. 2008. Vol. 23(2). P. 187—198.
35. Tikhomirova T., Malykh A., Malykh S. Predicting academic achievement with cognitive abilities: Cross-sectional study across school education // *Behavioral sciences*. 2020. Vol. 10(10). P. 158. DOI:10.3390/bs10100158
36. Verdine B.N., Irwin C.M., Golinkoff R.M., Hirsh-Pasek K. Contributions of executive function and spatial skills to preschool mathematics achievement // *Journal of Experimental Child Psychology*. 2014. Vol. 126. P. 37—51. DOI:10.1016/j.jecp.2014.02.012
37. Weber H.S., Lu L., Shi J., Spinath F.M. The roles of cognitive and motivational predictors in explaining school achievement in elementary school // *Learning and Individual Differences*. 2013. Vol. 25. P. 85—92. DOI:10.1016/j.lindif.2013.03.008

## References

1. Rzhanova I.E., Alekseeva O.S., Burdukova Y.A. Uspeshnost' v obuchenii: vzaimosvyaz' flyuidnogo intellekta i rabochey pamyati [Successful learning: Relationship between fluid intelligence and working memory]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological Science and Education*, 2020, Vol. 25, no. 1, pp. 63—74. DOI:10.17759/pse.2020250106 (In Russ.).
2. Tikhomirova T.N., Modyaev A.D., Leonova N.M., Malykh S.B. Faktory uspeshnosti v obuchenii na nachalnoy stupeni obshchego obrazovaniya: polovye razlichiya [Factors of academic achievement at primary school level: Sex differences]. *Psikhologicheskii zhurnal // Psychological Journal*, 2015, Vol. 36, no. 5, pp. 43—54. (In Russ.).
3. Tikomirova T.N., Voronin I.A., Misozhnikova E.B., Malykh S.B. Struktura vzaimosvyazey kognitivnykh kharakteristik i akademicheskoy uspeshnosti v shkol'nom vozraste [The structure of relationships of cognitive characteristics and academic success at

- school age]. *Teoreticheskaya i eksperimentalnaya psikhologiya // Theoretical and Experimental Psychology*, 2015, Vol. 8, no. 2, pp. 55—68. (In Russ.).
4. Tikhomirova T.N., Khusnutdinova E.K., Malykh S.B. Kognitivnye kharakteristiki mladshikh shkol'nikov s razlichnym urovnem uspevaemosti po matematike [Cognitive characteristics in primary school children with different levels of mathematical achievement]. *Sibirskiy Psikhologicheskii Zhurnal // Siberian Journal of Psychology*, 2019, Vol. 73, pp. 159—175. DOI:10.17223/17267080/73/10 (In Russ.).
5. Bauer J.-R., Booth A.E. Exploring potential cognitive foundations of scientific literacy in preschoolers: Causal reasoning and executive function. *Early Childhood Research Quarterly*, 2019, Vol. 46, pp. 275—284. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.09.007
6. Cameron C.E., Kim H., Duncan R.J., Becker D.R., Mcclelland M.M. Bidirectional and co-developing associations of cognitive, mathematics, and literacy skills during kindergarten. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 2019, Vol. 62, pp. 135—144. DOI:10.1016/j.appdev.2019.02.004
7. Chan W.W.L., Wong T.T.-Y. Visuospatial pathways to mathematical achievement. *Learning and Instruction*, 2019, Vol. 62, pp. 11—19. DOI:10.1016/j.learninstruc.2019.03.001
8. Collins M.A., Laski E.V. Digging deeper: Shared deep structures of early literacy and mathematics involve symbolic mapping and relational reasoning. *Early Childhood Research Quarterly*, 2019, Vol. 46, pp. 201—212. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.02.008
9. Deary I.J., Strand S., Smith P., Fernandes C. Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 2007, Vol. 35, no. 1, pp. 13—21. DOI:10.1016/j.intell.2006.02.001
10. Demetriou A., Kazali E., Kazi S., Spanoudis G. Cognition and cognizance in preschool predict school achievement in primary school. *Cognitive Development*, 2020, Vol. 54, p. 100872. DOI:10.1016/j.cogdev.2020.100872
11. Dodonova Y.A., Dodonov Y.S. Processing speed and intelligence as predictors of school achievement: Mediation or unique contribution? *Intelligence*, 2012, Vol. 40, no. 2, pp. 163—171. DOI:10.1016/j.intell.2012.01.003
12. Falkman M. There and back again: A (reversed) Vygotskian perspective on digital socialization. *Frontiers in Psychology*, 24 February 2021. DOI:10.3389/fpsyg.2021.501233
13. Fitzpatrick C., McKinnon R.D., Blair C.B., Willoughby M.T. Do preschool executive function skills explain the school readiness gap between advantaged and disadvantaged children? *Learning and Instruction*, 2014, Vol. 30, pp. 25—31. DOI:10.1016/j.learninstruc.2013.11.003
14. Freund P.A., Holling H. Creativity in the classroom: A multilevel analysis investigating the impact of creativity and reasoning ability on GPA. *Creativity Research Journal*, 2008, Vol. 20, no. 3, pp. 309—318. DOI:10.1080/10400410802278776
15. Gajda A. The relationship between school achievement and creativity at different educational stages. *Thinking Skills and Creativity*, 2016, Vol. 19, pp. 246—259. DOI:10.1016/j.tsc.2015.12.004
16. Gajda A., Karwowski M., Beghetto R.A. Creativity and academic achievement: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 2017, Vol. 109, no. 2, pp. 269—299. DOI:10.1037/edu0000133
17. Hansenne M., Legrand J. Creativity, emotional intelligence, and school performance in children. *International Journal of Educational Research*, 2012, Vol. 53, pp. 264—268. DOI:10.1016/j.ijer.2012.03.015
18. Hawes Z., Moss J., Caswell B., Seo J., Ansari D. Relations between numerical, spatial, and executive function skills and mathematics achievement: A latent-variable approach. *Cognitive Psychology*, 2019, Vol. 109, pp. 68—90. DOI:10.1016/j.cogpsych.2018.12.002
19. Kriegbaum K., Becker N., Spinath B. The relative importance of intelligence and motivation as predictors of school achievement: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 2018, Vol. 25, pp. 120—148. DOI:10.1016/j.edurev.2018.10.001
20. Krumm S., Ziegler M., Buehner M. Reasoning and working memory as predictors of school grades. *Learning and Individual Differences*, 2008, Vol. 18, no. 2, pp. 248—257. DOI:10.1016/j.lindif.2007.08.002
21. Laidra K., Pullmann H., Allik J. Personality and intelligence as predictors of academic achievement: A cross-sectional study from elementary to secondary school. *Personality and Individual Differences*, 2007, Vol. 42, no. 3, pp. 441—451. DOI:10.1016/j.paid.2006.08.001
22. Montoya M.F., Susperreguy M.I., Dinarte L., Morrison F.J., San Martin E., Rojas-Barahona C.A., Förster C.E. Executive function in Chilean preschool children: Do short-term memory, working memory, and response inhibition contribute differentially to early academic skills? *Early Childhood Research Quarterly*, 2019, Vol. 46, pp. 187—200. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.02.009
23. Morgan P.L., Farkas G., Wang Y., Hillemeier M.M., Oh Y., Maczuga S. Executive function deficits in kindergarten predict repeated academic difficulties across elementary school. *Early Childhood Research Quarterly*, 2019, Vol. 46, pp. 20—32. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.06.009
24. Nesbitt K.T., Fuhs M.W., Farran D.C. Stability and instability in the co-development of mathematics, executive function skills, and visual-motor integration from prekindergarten to first grade. *Early Childhood Research Quarterly*, 2019, Vol. 46, pp. 262—274. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.02.003
25. Nguyen T., Duncan G.J. Kindergarten components of executive function and third grade achievement:

- A national study. *Early Childhood Research Quarterly*, 2019. Vol. 46, pp. 49—61. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.05.006
26. Purpura D.J., Schmitt S.A. Cross-domain development of early academic and cognitive skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 2019. Vol. 46, pp. 1—4. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.10.009
27. Rindermann H., Neubauer A.C. Processing speed, intelligence, creativity, and school performance: Testing of causal hypotheses using structural equation models. *Intelligence*, 2004. Vol. 32, no. 6, pp. 573—589. DOI:10.1016/j.intell.2004.06.005
28. Rittle-Johnson B., Fyfe E.R., Hofer K.G., Farran D.C. Early math trajectories: Low-income children's mathematics knowledge from ages 4 to 11. *Child Development*, 2016. Vol. 88, no. 5, pp. 1727—1742. DOI:10.1111/cdev.12662
29. Rittle-Johnson B., Zippert E.L., Boice K.L. The roles of patterning and spatial skills in early mathematics development. *Early Childhood Research Quarterly*, 2019. Vol. 46, pp. 166—178. DOI:10.1016/j.ecresq.2018.03.006
30. Roth B., Becker N., Romeyke S., Schäfer S., Domnick F., Spinath F.M. Intelligence and school grades: A meta-analysis. *Intelligence*, 2015. Vol. 53, pp. 118—137. DOI:10.1016/j.intell.2015.09.002
31. Sebastian J., Huang H. Examining the relationship of a survey based measure of math creativity with math achievement: Cross-national evidence from PISA 2012. *International Journal of Educational Research*, 2016. Vol. 80, pp. 74—92. DOI:10.1016/j.ijer.2016.08.010
32. Sorby S., Veurink N., Streiner S. Does spatial skills instruction improve STEM outcomes? The answer is 'yes'. *Learning and Individual Differences*, 2018. Vol. 67, pp. 209—222. DOI:10.1016/j.lindif.2018.09.001
33. Stipek D., Valentino R.A. Early childhood memory and attention as predictors of academic growth trajectories. *Journal of Educational Psychology*, 2015. Vol. 107, no. 3, pp. 771—788. DOI:10.1037/edu0000004
34. Taub G.E., Keith T.Z., Floyd R.G., McGrew K.S. Effects of general and broad cognitive abilities on mathematics achievement. *School Psychology Quarterly*, 2008. Vol. 23, no. 2, pp. 187—198.
35. Tikhomirova T., Malykh A., Malykh S. Predicting academic achievement with cognitive abilities: Cross-sectional study across school education. *Behavioral sciences*, 2020. Vol. 10, no. 10, p. 158. DOI:10.3390/bs10100158
36. Verdine B.N., Irwin C.M., Golinkoff R.M., Hirsh-Pasek K. Contributions of executive function and spatial skills to preschool mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2014. Vol. 126, pp. 37—51. DOI:10.1016/j.jecp.2014.02.012
37. Weber H.S., Lu L., Shi J., Spinath F.M. The roles of cognitive and motivational predictors in explaining school achievement in elementary school. *Learning and Individual Differences*, 2013. Vol. 25, pp. 85—92. DOI:10.1016/j.lindif.2013.03.008

### Информация об авторах

Двойнин Алексей Михайлович, кандидат психологических наук, доцент департамента психологии, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0530-740X>, e-mail: alexdvoinin@mail.ru

Троцкая Елена Сергеевна, магистр психолого-педагогического образования, лаборант лаборатории психологии и психофизиологии творчества, Институт психологии Российской академии наук (ИП РАН), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0947-7417>, e-mail: trotskaya.helen@yandex.ru

### Information about the authors

Alexey M. Dvoinin, PhD in Psychology, Associate Professor, Department of Psychology, HSE University, Moscow, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0530-740X>, e-mail: alexdvoinin@mail.ru

Elena S. Trotskaya, MA in Psychological and Pedagogical Education, Laboratory Assistant, Laboratory of Psychology and Psychophysiology of Creativity, Institute of Psychology, Russian Academy of Science, Moscow, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0947-7417>, e-mail: trotskaya.helen@yandex.ru

Получена 25.03.2021

Принята в печать 09.04.2022

Received 25.03.2021

Accepted 09.04.2022