

Флюидный интеллект: обзор зарубежных исследований

Ржанова И.Е.,

научный сотрудник, Психологический институт Российской академии наук (ФГБНУ ПИ РАО), Москва, Россия, irinarzhanova@mail.ru

Бритова В.С.,

студент, ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия, vsbritova@gmail.com

Алексеева О.С.,

научный сотрудник, Психологический институт Российской академии наук (ФГБНУ ПИ РАО), Москва, Россия, olga_alexeeva@mail.ru

Бурдукова Ю.А.,

кандидат психологических наук, доцент, ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия, julia_burd@inbox.ru

В статье представлен обзор современных исследований, посвященных флюидному интеллекту. Раскрывается понятие флюидного интеллекта, его место в структуре когнитивных способностей, его соотношение с общим интеллектом. Рассматриваются современные модели флюидного интеллекта, в том числе ведущая на данный момент модель Кеттелла–Хорна–Кэрролла. Обсуждаются нейробиологические процессы, лежащие в основе гибкости мыслительных процессов при решении новых нестандартных задач. В частности, описаны результаты исследований, показывающих, что флюидный интеллект опосредуется отдельными регионами префронтальной коры. Подробно рассмотрены исследования связи флюидного интеллекта с рабочей памятью. Проанализированы исследования флюидного интеллекта на клинических группах, таких как дети с синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) и взрослые с шизофренией. Клинические данные показывают, что флюидный интеллект может быть ключевой характеристикой для понимания структуры дефицита когнитивных нарушений при синдроме СДВГ.

Ключевые слова: интеллект, флюидный интеллект, рабочая память, клинические исследования, дети с синдромом дефицита внимания и гиперактивности.

Для цитаты:

Ржанова И.Е., Бритова В.С., Алексеева О.С., Бурдукова Ю.А. Флюидный интеллект: обзор зарубежных исследований [Электронный ресурс] // Клиническая и специальная психология. 2018. Том 7. № 4. С. 19–43. doi: 10.17759/psyclin.2018070402

For citation:

Rzhanova I.E., Britova V.S., Alekseeva O.S., Burdukova Yu.A. Fluid Intelligence: Review of Foreign Studies [Elektronnyi resurs]. Clinical Psychology and Special Education [Klinicheskaiia i spetsial'naia psikhologiiia], 2018, vol. 7, no. 4, pp. 19–43. doi: 10.17759/psycljn.2018070402 (In Russ., abstr. in Engl.)

В современной когнитивной психологии большое значение приобретают исследования флюидного интеллекта. Флюидный интеллект представляет собой сложную когнитивную способность, которая обеспечивает гибкость мыслительных процессов в решении новых нестандартных задач и включает в себя такие когнитивные операции, как индукция, дедукция, классификация и формирование понятий.

Термин «флюидный интеллект» был впервые использован Р. Кеттеллом. Согласно определению Р. Кеттелла, флюидный интеллект представляет собой способность индивида логически мыслить и решать проблемы в новых нестандартных ситуациях независимо от приобретенных им ранее знаний [23]. Данная способность является важным элементом когнитивного развития в целом, поскольку служит своеобразным фундаментом в освоении детьми новых когнитивных умений и навыков [17; 21; 23; 43].

Российских исследований, в которых поднимается тема изучения флюидного интеллекта, не так много. Сам термин «флюидный интеллект» чаще всего встречается в обзорных статьях, посвященных теоретическим представлениям об интеллекте и когнитивном развитии [1; 3; 5; 11; 12; 13]. В русскоязычных источниках флюидный интеллект иногда называют текучим, что соответствует дословному переводу предложенного Р. Кеттеллом термина fluid, однако транслитерация «флюидный» является более устоявшейся в отечественной терминологии.

В ряде отдельных отечественных публикаций приводятся эмпирические данные о связи флюидного интеллекта и успеваемости в школе [2], креативности и рациональности [7], самооценки интеллекта [9], лингвистических способностей и рабочей памяти [4]. Для измерения флюидного интеллекта в отечественных исследованиях используется тест «Прогрессивные матрицы Равена» [4; 8], Культурно-независимый тест Кеттелла [2] или его модификация в батарее ROADS [6; 7; 9].

Несмотря на то, что в последнее время наблюдается незначительный рост количества русскоязычных публикаций, посвященных флюидному интеллекту, можно констатировать тот факт, что данной проблематике уделяется незаслуженно мало внимания со стороны российских ученых. В то время как по современным представлениям в мировой психологии флюидный интеллект считается одним из важнейших факторов обучения. Он тесно связан с образовательными и профессиональными успехами. Установлено, что флюидный интеллект является

предиктором школьной успеваемости, успеваемости в университете и успешности в профессиях, связанных с умственным трудом [40; 62].

Нам представляется чрезвычайно важным познакомить читателей с современными зарубежными исследованиями флюидного интеллекта, так как это может способствовать развитию отечественной когнитивной и клинической психологии.

Флюидный интеллект в структуре когнитивных способностей

В психометрической парадигме исследований структурной организации когнитивных способностей существует несколько основных теорий [53]. В настоящее время одной из доминирующих и общепризнанных моделей является модель, основанная на представлениях о структуре интеллекта Р. Кеттелла, впоследствии дополненная и более детально разработанная Д. Хорном и Дж. Кэрроллом.

Р. Кеттелл выделял три класса способностей: центральные, локальные и факторы-операции. Центральные способности обуславливаются индивидуальными различиями в строении и функционирования головного мозга и вовлечены во все познавательные процессы. В основе локальных способностей лежат индивидуальные особенности организации сенсорных и моторных зон мозга, которые, с одной стороны, имеют генетическую природу, с другой – приобретаются в течение жизни. Факторы-операции формируются под воздействием культурного опыта индивида и подразделяются на вспомогательные познавательные и специализированные профессиональные навыки [23, 24].

Ключевым положением теории Р. Кеттелла является наличие двух основных факторов в структуре интеллекта – флюидного и кристаллизованного интеллекта. Флюидный интеллект связан со способностью к решению проблем и задач, для которых предшествующий опыт и навыки индивида являются малозначимыми. Кристаллизованный интеллект напрямую связан с приобретением общих и специализированных знаний, а также с социокультурным опытом и образовательной средой индивида [24]. Согласно данной теории среди людей со схожей образовательной и культурной средой индивидуальные различия по показателю флюидного интеллекта должны в значительной степени влиять на индивидуальные различия по уровню кристаллизованного интеллекта. Люди же, имеющие сильно различающийся культурно-образовательный бэкграунд и схожий уровень флюидного интеллекта, должны существенно различаться по показателю кристаллизованного интеллекта. На этом теоретическом положении базируется идея создания так называемых свободных от культурного влияния тестов интеллекта.

Здесь необходимо отметить, что важное значение имеет убеждение Р. Кеттелла о принципиальной измеримости обоих этих факторов. Согласно его представлениям, кристаллизованный интеллект поддается оценке при помощи стандартных тестов интеллекта, в то время как флюидный интеллект может быть диагностирован

только при помощи специально созданных для этой цели методик, свободных от влияния культуры. Р. Кеттелл работал над созданием подобного теста, который был опубликован в 1949 году. Тест был разработан в трех вариантах и включал задания как для взрослых, так и для детей [22].

Эмпирическое обоснование теории Р. Кеттелла столкнулось с рядом трудностей. Основная проблема заключалась в том, что на практике разделение флюидного и кристаллизованного интеллекта представлялось задачей нетривиальной, поскольку данные переменные имели высокие коэффициенты интеркорреляций, фактически сливаясь в единый фактор. Ученик Р. Кеттелла Д. Хорн модернизировал описанную его учителем теорию, расширив уровень широких способностей рядом факторов, как то: переработка визуальной и слуховой информации, кратковременная и долговременная память, скорость переработки информации и принятия решений, способность к оперированию числами, способность к чтению и письму [44]. Теория, предложенная Р. Кеттеллом и дополненная Д. Хорном, получила признание как разработанная и обоснованная модель интеллекта, но в научном сообществе продолжались бурные дискуссии относительно понимания природы и структуры когнитивных способностей.

Так, позднее Д. Кэрролл, собрав и проанализировав данные о результатах выполнения более четырехсот пятидесяти психометрических исследований, проведенных в течение пятидесяти лет, выделил три уровня интеллектуальных факторов:

1. уровень общей интеллектуальной способности, который соответствует сформулированному Ч. Спирменом понятию фактора "g";

2. уровень широких способностей, в число которых входят флюидный и кристаллизованный интеллект, способности памяти и научения, зрительного и слухового восприятия, способность к извлечению информации из памяти, скорость обработки информации и когнитивная скорость;

3. уровень узких способностей, который состоит из более чем семидесяти факторов, представляющих собой специфические навыки, приобретенные в результате обучения или благодаря жизненному опыту [19].

Важно отметить, что изложенная Д. Кэрроллом концепция интеллекта оказалась близка к теории Кеттелла–Хорна, и в научном сообществе было высказано предложение объединить эти подходы к пониманию интеллекта в рамках единой иерархической модели Кеттелла–Хорна–Кэрролла [54; 55].

Следует отметить, что на настоящий момент модель Кеттелла–Хорна–Кэрролла является ведущей теорией интеллекта [53; 64]. В ней в систематизированном виде представлено и определено большинство известных когнитивных способностей, в частности, наиболее полно раскрыто понятие флюидного интеллекта.

Разумеется, актуальным является вопрос о том, какие именно узкие факторы вносят вклад во флюидный интеллект. Это является принципиальным для его диагностики. В. Шнайдер и К. МакГрю [64] раскрыли содержание трех факторов, которые составляют уровень узких способностей (первый уровень), лежащий в основе фактора флюидного интеллекта (второй уровень):

1. Индукция (Induction), или способность обнаруживать основополагающие принципы и правила, определяющие явление;

2. Общее последовательное мышление (General Sequential Reasoning), или способность мыслить логически с использованием известных предпосылок и принципов;

3. Количественное мышление (Quantitative Reasoning), или способность использовать индукцию и дедукцию в числовых и других математических операциях.

Как мы увидим в следующем разделе, практически все существующие методы оценки флюидного интеллекта включают в себя диагностику вышеперечисленных способностей.

Многие разработанные методики оценки флюидного мышления включены в общепризнанные тесты интеллекта и, как правило, формируют отдельную шкалу флюидного интеллекта в составе теста. Так, шкалы флюидного интеллекта есть в тесте А. и Н. Кауфманов второй редакции [47] и в пятой версии детского теста Векслера [70]. Кроме того, существует множество методик, которые могут быть применены в диагностике узких способностей, составляющих фактор флюидного интеллекта. Например, для оценки способности индивида к индукции, как правило, используются методики, в основе которых лежит установление связей между объектами (изображениями или понятиями), а также составление аналогий. Широко применяются для оценки флюидного интеллекта Прогрессивные матрицы Равена.

Нейробиологические основы флюидного интеллекта

Современные исследования когнитивной психологии зачастую носят междисциплинарный характер, что позволяет рассматривать не только психологический, но и психофизиологический, а также клинический аспекты изучаемого явления.

Изучение закономерностей нейробиологических процессов, лежащих в основе функционирования флюидного интеллекта, является важным этапом в понимании природы данного феномена. В ряде исследований было установлено, что особое значение в процессе флюидного интеллекта (fluid reasoning) играют фронтальные отделы коры головного мозга [32; 33; 38].

Применение методов нейровизуализации, а именно функциональной магнитно-резонансной томографии, у взрослых испытуемых при выполнении

заданий из теста Прогрессивные матрицы Равена продемонстрировало высокий уровень активации определенной области префронтальной коры головного мозга – ростролатеральной префронтальной коры (rostromedial prefrontal cortex – RLPFC) [25; 49]. Высокая вовлеченность этих отделов была выявлена при использовании ряда других методик, направленных на установление связей между зрительными изображениями [26; 65].

В частности, С. Райт было проведено исследование, в котором сравнивались две группы испытуемых (дети в возрасте 6–13 лет и юные взрослые в возрасте 19–26 лет) по показателям активации префронтальной коры при решении задач на установление зрительных аналогий [75]. Участникам исследования предъявлялись два типа заданий. При проведении первого типа заданий (семантических) испытуемому предлагалось одно изображение-стимул (например, новогодняя елка) и пять вариантов ответа (среди которых правильный ответ – подарок). При проведении второго типа заданий (аналогий) участникам предъявлялись три изображения-стимула, необходимо было выбрать одно из четырех предложенных изображений, которое наиболее корректно бы завершило предложенный паттерн. В группе детей отмечалась билатеральная активация ростролатеральной префронтальной коры при решении первого типа задач (семантических), и активация указанной зоны только в левом полушарии головного мозга при решении второго типа задач (задач-анalogий). В группе взрослых, напротив, фиксировалась бóльшая вовлеченность данной зоны при решении задач-анalogий по сравнению с семантическими задачами. Особенно это явление было ярко выражено в группе участников, которые более успешно справлялись с предложенными заданиями. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в ходе онтогенеза, по всей видимости, происходит перестройка нейрофункциональных систем, лежащих в основе флюидного интеллекта.

В исследовании К. Венделкена и соавторов участники эксперимента решали различные задачи, связанные с установлением и оценкой вербальных аналогий [73]. От испытуемого требовалось либо завершить логическую цепочку (например, «обувь – нога, перчатка – что?», правильный ответ – «рука»), либо оценить правильность предлагаемой аналогии (например, «обувь для ноги, это как перчатка для руки?», правильный ответ – «да»). Было установлено, что ростролатеральная префронтальная кора в большей степени активирована при решении задач, связанных с анализом предложенных реляционных структур. Схожие результаты были получены и в других исследованиях с применением задач, содержащих вербальные аналогии [18; 42].

Помимо префронтальной коры в процессе установления индивидом связей между объектами большое значение играют теменные зоны головного мозга.

Так, в корейском исследовании интеллектуально одаренным взрослым и людям со средними показателями интеллекта предлагались задания, требующие установления связей между предъявляемыми изображениями. Использование функциональной магнитно-резонансной томографии позволило зафиксировать

высокую двухстороннюю активацию лобно-теменных зон головного мозга у обеих групп испытуемых. Однако у лиц с более высоким уровнем интеллекта теменные зоны были в большей степени вовлечены в процесс решения задач по сравнению с остальными участниками эксперимента [51].

В другом исследовании было показано, что активация теменных зон опосредует связь между флюидным интеллектом и успешностью выполнения заданий, направленных на диагностику рабочей памяти [41]. Для оценки уровня флюидного интеллекта участникам предлагали выполнить задания из Прогрессивных матриц Равена. Впоследствии активность различных мозговых структур анализировалась при выполнении модификации классической задачи «п-назад», направленной на диагностику рабочей памяти. Испытуемому предлагались один за другим различные изображения (в одной серии слова, в другой – изображения лиц), далее их просили определить и указать, встречался ли предъявляемый образ три позиции назад. Было показано, что испытуемые с более высоким уровнем флюидного интеллекта совершают меньшее количество ошибок в заданиях на рабочую память; при этом выполнение заданий матриц Равена сопровождается активацией большей площади нейронного субстрата. Регрессионный анализ полученных данных позволил сделать заключение о том, что именно префронтальные и теменные зоны опосредуют связь между флюидным интеллектом и результативностью выполнения предъявленных задач.

Таким образом, практически не вызывает сомнений, что префронтальная кора и теменные зоны коры головного мозга участвуют в обеспечении флюидного интеллекта. Однако результаты нейробиологических исследований ставят следующий вопрос: каково соотношение флюидного интеллекта и функции префронтальной коры рабочей памяти?

Флюидный интеллект и рабочая память

Рабочая память является одной из наиболее активно исследуемых когнитивных функций в современной психологии и определяется как активная система, обеспечивающая хранение ограниченного объема информации и возможность оперирования данной информацией в пределах некоторого сравнительно небольшого отрезка времени. Наиболее активно рабочая память задействована в ситуациях, при которых необходимо выработать правильное решение в условиях интерференции и конкурирующей информации [10; 15; 36; 61].

Одними из первых проблему взаимосвязи флюидного интеллекта и рабочей памяти подняли П. Киллонен и Р. Кристал в своей статье «Способность к рассуждению – это (немногом больше, чем) рабочая память?!», опубликованной в 1990 году [50]. Результаты исследования, проведенного авторами с использованием самостоятельно разработанной батареи для тестирования рабочей памяти, показали чрезвычайно высокие корреляции между изучаемыми конструктами (коэффициенты корреляции варьировали от 0,80 до 0,88). О наличии сильной взаимосвязи между рабочей памятью и флюидным интеллектом говорят результаты многих исследований [30; 31; 37; 46].

Однако природа этих связей не до конца ясна. Теоретический подход к обоснованию обсуждаемого факта предложили Р. Колом и его коллеги. Они обнаружили, что индивидуальные различия в уровне флюидного интеллекта значимо связаны как с рабочей памятью, так и с кратковременной памятью [27; 28]. В некоторых из этих исследований кратковременная память представляла более сильным предиктором флюидного интеллекта, чем рабочая память, в связи этим ученые пришли к выводу, что в основе взаимосвязи между рабочей памятью и флюидным интеллектом лежит объем кратковременной памяти. В 2008 году Р. Колом провел серию из четырех исследований, в которой в общей сложности приняли участие порядка 600 человек [29]. Был выявлен весомый вклад компонента кратковременной памяти в общую дисперсию рабочей памяти. При построении общей структурной модели было проведено разграничение кратковременной и рабочей памяти с использованием статистических методов. В случае, когда кратковременная память выступала контролируемой переменной, сильной связи между флюидным интеллектом и рабочей памятью установлено не было.

Далеко не все эмпирические данные согласуются с выводом о том, что кратковременная память является опосредующей переменной в связи рабочей памяти и флюидного интеллекта. Так, Э. Конвэй и его коллеги не выявили значимость кратковременной памяти как важного предиктора уровня развития флюидного интеллекта при условии четкой дифференциации рабочей и кратковременной памяти [30].

В целом, можно сказать, что существование высокой взаимосвязи между рабочей памятью и флюидным интеллектом признано научным сообществом. Дискуссионным до сих пор остается вопрос о детерминантах этой взаимосвязи.

Клинические исследования флюидного интеллекта

Особый интерес представляют клинические исследования флюидного интеллекта, которые вносят вклад в понимание природы нарушений, а также дают представления о новых точках приложения коррекционных усилий.

Исследования флюидного интеллекта на специальных выборках малочисленны и в основной массе выполнены в контексте изучения нарушений исполнительных функций [56; 67]. Согласно данным, опубликованным создателями теста Векслера, индекс флюидного интеллекта значимо ниже по сравнению с контрольными группами у детей с задержкой психического развития и у детей с установленными факторами риска развития, к которым относятся низкий вес при рождении, асфиксия при рождении и др. [69; 71; 72]. Существуют эмпирические свидетельства о снижении флюидного интеллекта у детей с СДВГ (с синдромом дефицита внимания и гиперактивности) [52; 67].

Важно отметить тот факт, что именно дети с СДВГ представляют особый интерес в связи с изучением флюидного интеллекта. Это связано с тем, что флюидный интеллект демонстрирует прочную взаимосвязь с рабочей памятью [14; 16; 35; 39; 66], в то время как для данной группы детей наиболее характерны

нарушения именно исполнительных функций: внимания и рабочей памяти [57; 58; 60; 74]. Еще один аргумент в пользу того, что исследования детей с СДВГ могут способствовать более полному пониманию функционирования флюидного интеллекта, продиктован тем фактом, что в основе патогенеза данного синдрома лежат нарушения отделов головного мозга, которые вовлечены в обеспечение флюидного интеллекта, в частности, префронтальной коры и теменных областей коры головного мозга.

В работе Л. Томм и Дж. Джуранек была предпринята попытка изучения нейрофизиологических причин нарушения флюидного интеллекта у детей с СДВГ [67]. В исследовании приняли участие дети с данным синдромом, а также типично развивающиеся дети в возрасте 8-12 лет. С помощью функциональной магнитно-резонансной томографии анализировалась активность различных зон мозга в двух группах детей при решении задач, направленных на диагностику флюидного интеллекта. В целом дети с СДВГ хуже по сравнению со здоровыми детьми справились с предложенными им заданиями. Применение методов нейровизуализации позволило выявить в группе детей с СДВГ снижение активации в зонах головного мозга, ответственных за флюидное мышление, в том числе во внутритеменной борозде.

На данный момент в научном сообществе рассматривается ресурсная функция флюидного интеллекта, благодаря которой снижается выраженность клинических проявлений многих синдромов, в том числе СДВГ. Так, в крупном исследовании, посвященном связи таких показателей, как вес при рождении и выраженность симптомов СДВГ [56], приняли участие 647 детей из мультиплексных по данному заболеванию семей. Общеизвестно, что низкий вес при рождении может отрицательно сказываться на здоровье ребенка, в частности, представляет собой фактор риска в развитии различных когнитивных нарушений детского возраста, в том числе выявлена положительная связь между весом при рождении и развитием синдрома дефицита внимания [56; 59]. Авторы исходили из предположения, что нейрокогнитивные характеристики высшего порядка (флюидный интеллект, рабочая память и т.д.) могут выступать своеобразными медиаторами между весом при рождении и клиническими проявлениями. В диагностике когнитивных характеристик были применены отдельные субтесты из третьей редакции детского теста Векслера (WISC-III). Так, субтест «Арифметический» использовался для оценки флюидного интеллекта, «Последовательность цифр» – для оценки рабочей и кратковременной памяти и т.д. Структурный анализ позволил авторам прийти к выводу, что именно оценки по субтесту «Арифметический» (показатель флюидного интеллекта) опосредуют связь между весом при рождении и проявлениями СДВГ. Ни по одному другому анализируемому параметру, в том числе по рабочей памяти, такой зависимости выявлено не было.

Интересным представляется сравнительно недавнее исследование взаимосвязи исполнительных функций и флюидного интеллекта у больных шизофренией [63]. В нем приняли участие 15 испытуемых с диагнозом шизофрения и 14 здоровых испытуемых. Была применена специально сформированная батарея методик, в которую входили задания, направленные на оценку флюидного

интеллекта и исполнительных функций (например, Висконсинский тест сортировки карточек). Были показаны значимые различия между клинической и контрольной группой по всем показателям, отражающим уровень функций контроля. Применение ковариационного анализа (ANCOVA) показало, что данные межгрупповые различия элиминируются, когда в качестве независимой переменной (ковариата) выступает уровень флюидного интеллекта. Следует отметить тот факт, что во многих работах, проведенных ранее, уже отмечался дефицит флюидного интеллекта [20; 45; 76] и исполнительных функций [34; 48; 68] в данной клинической группе.

Однако исследователи, занимающиеся шизофренией, сходятся во мнениях в том, что для данного диагноза характерна чрезвычайно высокая вариативность характеристик когнитивной сферы. Эти данные вкупе с данными, полученными на детской выборке с СДВГ, указывают на то, что исследование флюидного интеллекта как на детских, так и на взрослых клинических группах могут дать новые сведения о нарушении исполнительных функций и о влиянии этого нарушения на когнитивный статус. Понимание связи рабочей памяти и флюидного интеллекта, нарушения флюидного интеллекта при различных нозологиях представляют интерес не только как теоретическая проблема понимания структуры и сути данной когнитивной составляющей.

Помимо фундаментальных исследователей, флюидный интеллект также интересует клиницистов и реабилитологов как одна из важнейших функций, на которую должно быть направлено коррекционное воздействие как при работе с детьми с различными видами дизонтогенеза, так и при восстановлении когнитивного потенциала после травм и заболеваний.

Заключение

Несмотря на длительную историю исследований когнитивных способностей в русле психологической науки, интерес к этой сфере знаний не только не угасает, а, напротив, приобретает новую силу. Далека от завершения и бурная научная дискуссия о структурной организации когнитивных функций. Кроме того, исследования флюидного интеллекта как способности индивида к решению проблем вне зависимости от приобретенных им ранее знаний представляют особый интерес не только для когнитивной психологии, но и для психологической науки в целом.

Результаты психофизиологических исследований флюидного интеллекта служат ценным материалом в понимании нейробиологических основ мышления и демонстрируют особую роль префронтальных и теменных отделов головного мозга в развитии и функционировании способности к абстрактному мышлению.

Важное значение имеют данные о связи флюидного интеллекта и рабочей памяти, а также данные обучающих экспериментов, основной целью которых стало развитие способности к логическому рассуждению путем тренировки рабочей памяти. Применение этих знаний в практической работе клинического психолога позволило бы значительно расширить методический инструментарий в работе с детьми и взрослыми, которым требуется коррекционная помощь.

Следует также отметить, что специально разработанные методики, направленные на диагностику флюидного интеллекта, представляют особую ценность для диагностики когнитивной сферы в специальных группах, в том числе у детей из иной языковой среды, детей с нарушениями речи, а также у детей из социально неблагополучных семей, ограниченных в получении качественного образования.

Финансирование

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-013-01179.

Литература

1. *Анцыферова Л.И.* Психология старости: особенности развития личности в период поздней взрослости // Психологический журнал. 2001. Т. 22. № 3. С. 86–100.
2. *Бирюков С.Д., Ходакова Е.Ю.* Флюидный интеллект как предиктор успешности обучения // Интеллект и творчество: Сборник научных трудов / Под ред. А.Н. Воронина. М.: «Институт психологии РАН», 1999. С. 66–78.
3. *Воронин А.Н.* Интеллектуальная деятельность: проявление интеллекта и креативности в реальном взаимодействии // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2006. Т. 3. № 3. С. 35–58.
4. *Гаврилова Е.В.* Индивидуальные различия в лингвистических способностях и их связь с флюидным и кристаллизованным интеллектом // Современная зарубежная психология. 2018. Т. 7. № 2. С. 16–27. doi:10.17759/jmfp.2018070202
5. *Дружинин В.Н.* Психология общих способностей. СПб.: Питер, 1999. 368 с.
6. *Корнилов С.А., Григоренко Е.Л.* Методический комплекс для диагностики академических, творческих и практических способностей // Психологический журнал. 2010. Т. 31. №2. С. 90–103.
7. *Корнилова Т.В.* Ригидность, толерантность к неопределенности и креативность в системе интеллектуально-личностного потенциала человека // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2013. № 4. С. 36–47.
8. *Маркиз М., Низамова Е.С., Гриняев М.Ю. и др.* Связь латеральности рук и пола с математическими и пространственными способностями // Теоретическая и экспериментальная психология. 2012. Т. 5. № 4. С. 20–29.
9. *Новикова М.А., Корнилова Т.В.* Самооценка интеллекта в структурных связях с психометрическим интеллектом, личностными свойствами и академической успеваемостью [Электронный ресурс] // Психологические исследования. 2012. Т. 5.

№ 23. С. 2. URL: <http://psystudy.ru/index.php/num/2012v5n23/686-novikova23.html>
(дата обращения: 23.12.2018)

10. Ржанова И.Е., Алексеева О.С., Фоминых А.Я. и др. Индекс рабочей памяти как один из основных показателей теста Векслера для дошкольников [Электронный ресурс] // Психологические исследования. 2018. Т. 11. № 57. С. 8. URL: <http://psystudy.ru/index.php/num/2018v11n57/1529-rzhanova57.html> (дата обращения: 23.12.2018)

11. Савенков А.И., Карнова С.И. Детская одаренность как предиктор учебной и жизненной успешности в педагогике и психологии XX века // Вестник московского городского педагогического университета. 2012. Т. 2. № 20. 53–66.

12. Ушаков Д.В. Психология интеллекта и одаренности. М.: изд-во «Институт психологии РАН», 2011. 464 с.

13. Холодная М.А. Психология интеллекта. СПб.: Питер, 2002. 272 с.

14. Alloway T.P., Gathercole S.E., Willis C., et al. A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children // Journal of Experimental Child Psychology. 2004. Vol. 87. № 2. P. 85–106. doi: 10.1016/j.jecp.2003.10.002

15. Baddeley A.D., Hitch G.J. Working Memory // The Psychology of Learning and Motivation / G. Bower (Ed.). San Diego, CA: Academic Press, 1974. Vol. 8. P. 47–90. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/s0079-7421\(08\)60452-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0079-7421(08)60452-1)

16. Bayliss D.M., Jarrold C., Baddeley A.D., et al. Mapping the developmental constraints on working memory span performance // Developmental Psychology. 2005. Vol. 41. № 4. P. 579–597. doi: 10.1037/0012-1649.41.4.579

17. Blair C. How similar are fluid cognition and general intelligence? A developmental neuroscience perspective on fluid cognition as an aspect of human cognitive ability // Behavioral Brain Science. 2006. Vol. 29. № 2. P. 109–125. doi: 10.1017/S0140525X06009034

18. Bunge S.A., Wendelken C., Badre D., et al. Analogical reasoning and prefrontal cortex: evidence for separable retrieval and integration mechanisms // Cerebral Cortex. 2005. Vol. 15. № 3. P. 239–249. doi: 10.1093/cercor/bhh126

19. Carroll J.B. Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies. New York, NY: Cambridge University Press, 1993. 819 p.

20. Caspi A., Reichenberg A., Weiser M., et al. Cognitive performance in schizophrenia patients assessed before and following the first psychotic episode // Schizophrenia Research. 2003. Vol. 65. № (2-3). P. 87–94. doi:10.1016/S0920-9964(03)00056-2

21. Cattell R.B. Abilities: Their structure, growth, and action. New York: Houghton Mifflin, 1971. 583 p.

22. Cattell R.B. Culture Free Intelligence Test. Champaign, IL: Institute of Personality and Ability Testing, 1949. 87 p.

23. *Cattell R.B.* Intelligence: Its structure, growth and action. New York: Elsevier, 1987. 693 p.
24. *Cattell R.B.* The theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment // *Journal of Educational Psychology*. 1963. Vol. 54. № 1. P. 1–22.
25. *Christoff K., Prabhakaran V., Dorfman J., et al.* Rostrolateral prefrontal cortex involvement in relational integration during reasoning // *Neuroimage*. 2001. Vol. 14. № 5. P. 1136–1149. doi: 10.1006/nimg.2001.0922
26. *Christoff K., Ream J.M., Geddes L.P., et al.* Evaluating self-generated information: anterior prefrontal contributions to human cognition // *Behavioral Neuroscience*. 2003. Vol. 117. № 6. P. 1161–1168. doi: 10.1037/0735-7044.117.6.1161
27. *Colom R., Abad F.J., Rebollo I., et al.* Memory span and general intelligence: A latent-variable approach // *Intelligence*. 2005. Vol. 33. № 6. P. 623–642. doi:10.1016/j.intell.2005.05.006
28. *Colom R., Rebollo I., Abad F.J., et al.* Complex span tasks, simple span tasks, and cognitive abilities: A reanalysis of key studies // *Memory and Cognition*. 2006. Vol. 34. № 1. P. 158–171.
29. *Colom R., Abad F.J., Quiroga M.Á., et al.* Working memory and intelligence are highly related constructs, but why? // *Intelligence*. 2008. Vol. 36. № 6. P. 584–606. doi:10.1016/j.intell.2008.01.002
30. *Conway A.R., Cowan N., Bunting M. F., et al.* A latent variable analysis of working memory capacity, shortterm memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence // *Intelligence*. 2002. Vol. 30. № 2. P. 163–183. doi:10.1016/S0160-2896(01)00096-4
31. *Cowan N., Elliott E.M., Sauls J.S., et al.* On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes // *Cognitive Psychology*. 2005. Vol. 51. № 1. P. 42–100. doi:10.1016/j.cogpsych.2004.12.001
32. *Duncan J.* Frontal lobe function and general intelligence: why it matters // *Cortex*. 2005. Vol. 41. № 2. P. 215–217.
33. *Duncan J., Burgess P., Emslie H.* Fluid intelligence after frontal lobe lesions // *Neuropsychologia*. 1995. Vol. 33. № 3. P. 261–268.
34. *Egan G., Hasenkamp W., Wilcox L., et al.* Declarative memory and WCST-64 performance in subjects with schizophrenia and healthy controls // *Psychiatry Research*. 2011. Vol. 188. № 2. P. 191–196. doi:10.1016/j.psychres.2011.02.026
35. *Engel de Abreu P.M., Conway A.R., Gathercole S.E.* Working memory and fluid intelligence in young children // *Intelligence*. 2010. Vol. 38. № 6. P. 552–561. doi:10.1016/j.intell.2010.07.003

36. Engle R.W. Working memory capacity as executive attention // *Current Directions in Psychological Science*. 2002. Vol. 11. № 1. P. 19–23. doi: <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00160>
37. Engle R.W., Tuholski S.W., Laughlin J.E., et al. Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latentvariable approach // *Journal of Experimental Psychology*. 1999. Vol. 128. № 3. P. 309–331. doi:10.1037/0096-3445.128.3.309
38. Ferrer E., O'Hare E., Bunge S.A. Fluid Reasoning and the Developing Brain // *Frontiers in Neuroscience*. 2009. Vol. 3. № 1. P. 46–51. doi: 10.3389/neuro.01.003.2009
39. Fry A.F., Hale S. Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children // *Biological Psychology*. 2000. Vol. 54. №1–3. P. 1–34.
40. Gottfredson L.S. Why g matters: The complexity of everyday life // *Intelligence*. 1997. Vol. 24. № 1. P. 79–132.
41. Gray J.R., Chabris C.F., Braver T.S. Neural mechanisms of general fluid intelligence // *Natural Neuroscience*. 2003. Vol. 6. № 3. P. 316–322. doi: 10.1038/nn1014
42. Green A.E., Fugelsang J.A., Kraemer D.J., et al. Frontopolar cortex mediates abstract integration in analogy // *Brain Research*. 2006. Vol. 1096. № 1. P. 125–137. doi: 10.1016/j.brainres.2006.04.024
43. Green C.T., Bunge A.S., Chiongbian V.B., et al. Fluid reasoning predicts future mathematical performance among children and adolescents // *Journal of Experimental Child Psychology*. 2017. № 157. P. 125–143. doi: 10.1016/j.jecp.2016.12.005
44. Horn J.L., Blankson N. Foundations for a better understanding of cognitive abilities // *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* / D.P. Flanagan, P.L. Harrison (Eds.). New York: Guilford Press, 2005. P. 41–68.
45. Johnson M.K., McMahon R.P., Robinson B.M., et al. The relationship between working memory capacity and broad measures of cognitive ability in healthy adults and people with schizophrenia // *Neuropsychology*. 2013. Vol. 27. № 2. P. 220–229 doi: 10.1037/a0032060
46. Kane M.J., Hambrick D.Z., Tuholski S.W., et al. The generality of working memory capacity: A latentvariable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2004. Vol. 133. № 2. P. 189–217. doi: 10.1037/0096-3445.133.2.189
47. Kaufman A.S., Kaufman N.L. Kaufman Assessment Battery for Children. 2nd ed. Circle Pines, MN: American Guidance Service, 2004. 153 p.
48. Kim Y., Lee K., Lee S. Deficit in decision-making in chronic, stable schizophrenia: from a reward and punishment perspective // *Psychiatry Investigation*. 2009. Vol. 6. № 1. P.26–33. doi:10.4306/pi.2009.6.1.26
49. Kroger J.K., Sabb F.W., Fales C.L., et al. Recruitment of anterior dorsolateral prefrontal cortex in human reasoning: a parametric study of relational complexity // *Cerebral Cortex*. 2002. Vol. 12. № 5. P. 477–485.

50. *Kyllonen P.C., Christal R.E.* Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! // *Intelligence*. 1990. Vol. 14. № 4. P. 389–433. doi:10.1016/S0160-2896(05)80012-1
51. *Lee K.H., Choi Y.Y., Gray J.R., et al.* Neural correlates of superior intelligence: stronger recruitment of posterior parietal cortex // *Neuroimage*. 2006. Vol. 29. № 2. P. 578–586. doi: 10.1016/j.neuroimage.2005.07.036
52. *Liu Y, Wang Y.* Cognitive functions of children with attention deficit/hyperactivity disorder // *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2002. Vol. 82. № 6. P. 389–392.
53. *Major J.T., Johnson W., Deary I.J.* Comparing models of intelligence in Project TALENT: The VPR model fits better than the CHC and extended Gf–Gc models // *Intelligence*. 2012. Vol. 40. № 6. P. 543–559. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2012.07.006>
54. *McGrew K.S.* The Cattell–Horn–Carroll theory of cognitive abilities: Past, present, and future // *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* / D.P. Flanagan, P.L. Harrison (Eds.). New York: Guilford Press, 2005. P. 136–181.
55. *McGrew K.S.* CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research // *Intelligence*. 2009. Vol. 37. № 1. 1–10. doi: 10.1016/j.intell.2008.08.004
56. *Morgan J.E., Lee S.S., Loo S.* Fluid Reasoning Mediates the Association of Birth Weight with ADHD Symptoms in Youth From Multiplex Families With ADHD [Electronic journal] // *Journal of Attention Disorders*. 2016. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1087054716670006?journalCode=jada> (дата обращения: 22.12.2018) doi: 10.1177/1087054716670006
57. *Nigg J.T., Blaskey L.G., Huang-Pollock C.L., et al.* Neuropsychological executive functions and DSM-IV ADHD subtypes // *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. 2002. Vol. 41. № 1. P. 59–66. doi: 10.1097/00004583-200201000-00012
58. *Nigg J.T., Blaskey L.G., Stawicki J.A., et al.* Evaluating the endophenotype model of ADHD neuropsychological deficit: results for parents and siblings of children with ADHD combined and inattentive subtypes // *Journal of Abnormal Psychology*. 2004. Vol. 113. № 4. P. 614–625. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0021-843X.113.4.614>
59. *Nigg J.T., Breslau N.* Prenatal smoking exposure, low birth weight, and disruptive behavior disorders // *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2007. Vol. 46. № 3. P. 362–369. doi:10.1097/01.chi.0000246054.76167.44
60. *Nigg J.T., Quamma J.P., Greenberg M.T., et al.* A two-year longitudinal study of neuropsychological and cognitive performance in relation to behavioral problems and competencies in elementary school children // *Journal of Abnormal Child Psychology*. 1999. Vol. 27. № 1. P. 51–63. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1022614407893>

61. *Nisbett R.E., Aronson J., Blair C., et al.* Intelligence. New Findings and Theoretical Developments // *American Psychologist*. 2012. Vol. 67. № 2. P. 130–159. doi: 10.1037/a0026699
62. *Otero T.M.* Brief review of fluid reasoning: Conceptualization, neurobasis, and applications // *Applied Neuropsychology: Child*. 2017. Vol. 6. № 3. P. 240–211. doi: 10.1080/21622965.2017.1317484
63. *Roca M., Manes F., Cetkovich M., et al.* The relationship between executive functions and fluid intelligence in schizophrenia [Electronic journal] // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2014. Vol. 8. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbeh.2014.00046/full> (дата обращения: 22.12.2018)
64. *Schneider W.J., McGrew K.S.* The Cattell–Horn–Carroll model of intelligence // *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* / D. Flanagan, P. Harrison (Eds.). New York: Guilford, 2012. P. 99–144.
65. *Smith R., Keramatian K., Christoff K.* Localizing the rostralateral prefrontal cortex at the individual level // *Neuroimage*. 2007. Vol. 36. № 4. P. 1387–1396. doi: 10.1016/j.neuroimage.2007.04.032
66. *Swanson H.L.* Working memory and intelligence in children: What develops? // *Journal of Educational Psychology*. 2008. Vol. 100. № 3. P. 581–602. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.100.3.581>
67. *Tamm L., Juranek J.* Fluid Reasoning Deficits in Children with ADHD: Evidence from fMRI // *Brain Research*. 2012. № 1465. P. 48–56. doi: 10.1016/j.brainres.2012.05.021
68. *Thoma P., Daum I.* Neurocognitive changes and negative symptoms in schizophrenia // *Fortschritte der Neurologie-Psychiatrie*. 2007. Vol. 73. № 6. P. 333–342. doi:10.1055/s-2004-830233
69. *Wechsler D.* Wechsler Abbreviated Intelligence Scale. Administration Manual. San Antonio: Harcourt Assessment, 2004. 312 p.
70. *Wechsler D.* Wechsler Intelligence Scale for Children – Fifth Edition. San Antonio, TX: Pearson, 2014. 267p.
71. *Wechsler D.* Wechsler Intelligence Scale for Children – Fourth Edition. New York: Psychological Corporation, 2003. 248 p.
72. *Wechsler D.* Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence – Third Edition. Administration Manual. San Antonio: Harcourt Assessment, 2002. 275 p.
73. *Wendelken C., Nakhabenko D., Donohue S.E., et al.* “Brain is to thought as stomach is to?”: investigating the role of rostralateral prefrontal cortex in relational reasoning // *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2008. Vol. 20. № 4. P. 682–693. doi: <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20055>
74. *Willcutt E.G., Doyle A.E., Nigg J.T., et al.* Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review // *Biological Psychiatry*. 2005. Vol. 57. № 11. P.1336–1346. doi: 10.1016/j.biopsych.2005.02.006

75. *Wright S.B., Matlen B.J., Baym C.L., et al.* Neural correlates of fluid reasoning in children and adults [Electronic journal]// *Frontiers of Human Neuroscience*. 2007. Vol. 1. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/neuro.09.008.2007/full> (дата обращения: 22.12.2018) doi: <https://doi.org/10.3389/neuro.09.008.2007>

76. *Zanello A., Perrig L., Huguelet P.* Cognitive functions related to interpersonal problem-solving skills in schizophrenic patients compared with healthy subjects // *Psychiatry Research*. 2006. Vol. 142. № 1. P. 67–78. doi: 10.1016/j.psychres.2003.07.009.

Fluid Intelligence: Review of Foreign Studies

Rzhanova I.E.,

*Research Fellow, Psychological Institute of Russian Academy of Education, Moscow, Russia,
irinarzhanova@mail.ru*

Britova V.S.,

*student, Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia,
vsbritova@gmail.com*

Alekseeva O.S.,

*Research Fellow, Psychological Institute of Russian Academy of Education, Moscow, Russia,
olga_alexeeva@mail.ru*

Burdukova Yu.A.,

*Ph.D. in Psychology, assistant professor, Moscow State University of Psychology and
Education, Moscow, Russia, julia_burd@inbox.ru*

The present review focuses on modern research of fluid intelligence. The concept of fluid intelligence, the place of fluid intelligence in the structure of cognitive abilities, its relation to general intelligence is revealed. The current models of fluid intelligence are considered, including the current leading Cattell–Horn–Carroll model. The neurobiological processes underlying the flexibility of fluid reasoning processes in solving novel problems are discussed. In particular, studies are presented showing that fluid intelligence is mediated by subregions of the prefrontal cortex. Studies of the relationship between fluid intelligence and working memory, as well as studies of fluid intelligence in clinical groups such as children with ADHD and adults with schizophrenia are also discussed. Clinical evidence suggests that fluid intelligence may be key to understanding the structure of cognitive deficits in ADHD syndrome.

Keywords: intelligence, fluid reasoning, working memory, clinical studies, children with ADHD syndrome.

Funding

This work was supported by grant RFBR № 18-013-01179.

References

1. Ancyferova L.I. Psihologija starosti: osobennosti razvitija lichnosti v period pozdnej vzroslosti [Psychology of old age: features of personality development in the period of late adulthood]. *Psihologicheskij zhurnal [Psychological Journal]*, 2001, vol. 22, no. 3, pp. 86–100.
2. Birjukov S.D., Hodakova E.Ju. Fljuidnyj intellekt kak prediktor uspešnosti obuchenija Fluid intelligence as a predictor of learning success. In A.N. Voronin (Ed.) *Intellekt i tvorčestvo: Sbornik nauchnyh trudov [Intellect and creativity: Collection of scientific works]*. Moscow: publ. of Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences, 1999, pp. 66–78.
3. Voronin A.N. Intellektual'naja dejatel'nost': projavlenie intellekta i kreativnosti v real'nom vzaimodejstvii [Intellectual activity: the manifestation of intelligence and creativity in real interaction]. *Psihologija. Zhurnal Vysshej shkoly jekonomiki [Psychology. Journal of Higher School of Economics]*, 2006, vol. 3, no. 3, pp. 35–58.
4. Gavrilova E.V. Individual'nye razlichija v lingvisticheskih sposobnostjah i ih svjaz' s fljuidnym i kristallizovannym intellektom [Individual differences in linguistic abilities and their relationship with fluid and crystallized intelligence]. *Sovremennaja zarubežnaja psihologija [Modern foreign psychology]*, 2018, vol. 7, no. 2, pp. 16–27. doi: 10.17759/jmfp.2018070202
5. Druzhinin V.N. Psihologija obshhix sposobnostej [Psychology of general abilities]. Saint-Petersburg: Peter, 1999. 368 p.
6. Kornilov S.A., Grigorenko E.L. Metodicheskij kompleks dlja diagnostiki akademicheskix, tvorčeskix i praktičeskix sposobnostej [Methodical complex for the diagnosis of academic, creative and practical abilities]. *Psihologicheskij zhurnal [Psychological Journal]*, 2010, vol. 31, no. 2, pp. 90–103.
7. Kornilova T.V. Rigidnost', tolerantnost' k neopredelennosti i kreativnost' v sisteme intellektual'no-lichnostnogo potenciala čeloveka [Rigidity, tolerance for uncertainty and creativity in the system of human intellectual and personal potential]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 14. Psihologija [Moscow University Bulletin. Series 14. Psychology]*, 2013, no. 4, pp. 36–47.
8. Markiz M., Nizamova E.S., Grinjaev M.Ju., et al. Svjaz' lateral'nosti ruk i pola s matematičeskimi i prostranstvennymi sposobnostjami [The relationship of lateral hands and gender with mathematical and spatial abilities]. *Teoretičeskaja i jeksperimental'naja psihologija [Theoretical and Experimental Psychology]*, 2012, vol. 5, no. 4, pp. 20–29.
9. Novikova M.A., Kornilova T.V. Samoocenka intellekta v strukturnyh svjazjah s psihometričeskim intellektom, lichnostnymi svojstvami i akademičeskoj uspevaemoš'ju [Self-assessment of intelligence in structural relationships with psychometric intelligence, personal properties and academic performance] [Electronic resource]. *Psihologičeskie issledovanija [Psychological Studies]*, 2012, vol. 5, no. 23, p. 2. URL: <http://psystudy.ru/index.php/num/2012v5n23/686-novikova23.html> (Accessed: 23.12.2018)

10. Rzhanova I.E., Alekseeva O.S., Fominyh A.Ja., et al. Indeks rabochej pamjati kak odin iz osnovnyh pokazatelej testa Vekslera dlja doshkol'nikov [The index of working memory as one of the main indicators of the test Wechsler for preschoolers] [Electronic resource]. *Psihologicheskie issledovaniya [Psychological Studies]*, 2018, vol. 11, no. 57, p. 8. URL: <http://psystudy.ru/index.php/num/2018v11n57/1529-rzhanova57.html> (Accessed: 23.12.2018)
11. Savenkov A.I., Karpova S.I. Detskaja odarennost' kak prediktor uchebnoj i zhiznennoj uspešnosti v pedagogike i psihologii HH veka [Children's talent as a predictor of academic and life success in pedagogy and psychology of the twentieth century]. *Vestnik moskovskogo gorodskogo pedagogičeskogo universiteta [Bulletin of the Moscow City Pedagogical University]*, 2012, vol. 2, no. 20, pp. 53–66.
12. Ushakov D.V. Psihologija intellekta i odarennosti [Psychology of intelligence and giftedness]. Moscow: publ. of Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences, 2011. 464 p.
13. Holodnaja M.A. Psihologija intellekta [The psychology of intelligence]. Saint-Petersburg: Peter, 2002. 272 p.
14. Alloway T.P., Gathercole S.E., Willis C., et al. A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2004, vol. 87, no. 2, pp. 85–106. doi: 10.1016/j.jecp.2003.10.002
15. Baddeley A.D., Hitch G.J. Working Memory. In G. Bower (Ed.). *The Psychology of Learning and Motivation*. San Diego, CA: Academic Press, 1974, vol. 8, pp. 47–90. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/s0079-7421\(08\)60452-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0079-7421(08)60452-1)
16. Bayliss D.M., Jarrold C., Baddeley A.D., et al. Mapping the developmental constraints on working memory span performance. *Developmental Psychology*, 2005, vol. 41, no. 4, pp. 579–597. doi: 10.1037/0012-1649.41.4.579
17. Blair C. How similar are fluid cognition and general intelligence? A developmental neuroscience perspective on fluid cognition as an aspect of human cognitive ability. *Behavioral Brain Science*, 2006, vol. 29, no. 2, pp. 109–125. doi: 10.1017/S0140525X06009034
18. Bunge S.A., Wendelken C., Badre D., et al. Analogical reasoning and prefrontal cortex: evidence for separable retrieval and integration mechanisms. *Cerebral Cortex*, 2005, vol. 15, no. 3, pp. 239–249. doi: 10.1093/cercor/bhh126
19. Carroll J.B. Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies. New York, NY: Cambridge University Press, 1993. 819 p.
20. Caspi A., Reichenberg A., Weiser M., et al. Cognitive performance in schizophrenia patients assessed before and following the first psychotic episode. *Schizophrenia Research*, 2003, vol. 65, no. 2-3, pp. 87–94. doi:10.1016/S0920-9964(03)00056-2
21. Cattell R.B. Abilities: Their structure, growth, and action. New York: Houghton Mifflin, 1971. 583 p.

22. Cattell R.B. Culture Free Intelligence Test. Champaign, IL: Institute of Personality and Ability Testing, 1949. 87 p.
23. Cattell R.B. Intelligence: Its structure, growth and action. New York: Elsevier, 1987. 693 p.
24. Cattell R.B. The theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 1963, vol. 54, no. 1, pp. 1–22.
25. Christoff K., Prabhakaran V., Dorfman J., et al. Rostrolateral prefrontal cortex involvement in relational integration during reasoning. *Neuroimage*, 2001, vol. 14, no. 5, pp. 1136–1149. doi: 10.1006/nimg.2001.0922
26. Christoff K., Ream J.M., Geddes L.P., et al. Evaluating self-generated information: anterior prefrontal contributions to human cognition. *Behavioral Neuroscience*, 2003, vol. 117, no. 6, pp. 1161–1168. doi: 10.1037/0735-7044.117.6.1161
27. Colom R., Abad F.J., Rebollo I., et al. Memory span and general intelligence: A latent-variable approach. *Intelligence*, 2005, vol. 33, no. 6, pp. 623–642. doi:10.1016/j.intell.2005.05.006
28. Colom R., Rebollo I., Abad F.J., et al. Complex span tasks, simple span tasks, and cognitive abilities: A reanalysis of key studies. *Memory and Cognition*, 2006, vol. 34, no. 1, pp. 158–171.
29. Colom, R., Abad F.J., Quiroga M.Á., et al. Working memory and intelligence are highly related constructs, but why? *Intelligence*, 2008, vol. 36, no. 6, pp. 584–606. doi:10.1016/j.intell.2008.01.002
30. Conway A.R., Cowan N., Bunting M. F., et al. A latent variable analysis of working memory capacity, shortterm memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 2002, vol. 30, no. 2, pp. 163–183. doi:10.1016/S0160-2896(01)00096-4
31. Cowan N., Elliott E.M., Saults J.S., et al. On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive Psychology*, 2005, vol. 51, no. 1, pp. 42–100. doi:10.1016/j.cogpsych.2004.12.001
32. Duncan J. Frontal lobe function and general intelligence: why it matters. *Cortex*, 2005, vol. 41, no. 2, pp. 215–217.
33. Duncan J., Burgess P., Emslie H. Fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 1995, vol. 33, no. 3, pp. 261–268.
34. Egan G., Hasenkamp W., Wilcox L., et al. Declarative memory and WCST-64 performance in subjects with schizophrenia and healthy controls. *Psychiatry Research*, 2011, vol. 188, no. 2, pp. 191–196. doi:10.1016/j.psychres.2011.02.026
35. Engel de Abreu P.M., Conway A.R., Gathercole S.E. Working memory and fluid intelligence in young children. *Intelligence*, 2010, vol. 38, no. 6, pp. 552–561. doi:10.1016/j.intell.2010.07.003

36. Engle R.W. Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 2002, vol. 11, no. 1, pp. 19–23. doi: <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00160>
37. Engle R.W., Tuholski S.W., Laughlin J.E., et al. Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent variable approach. *Journal of Experimental Psychology*, 1999, vol. 128, no. 3, pp. 309–331. doi:10.1037/0096-3445.128.3.309
38. Ferrer E., O'Hare E., Bunge S.A. Fluid Reasoning and the Developing Brain. *Frontiers in Neuroscience*, 2009, vol. 3, no. 1, pp. 46–51. doi: 10.3389/neuro.01.003.2009
39. Fry A.F., Hale S. Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children. *Biological Psychology*, 2000, vol. 54, no. 1-3, pp. 1–34.
40. Gottfredson L.S. Why g matters: The complexity of everyday life. *Intelligence*, 1997, vol. 24, no. 1, pp. 79–132.
41. Gray J.R., Chabris C.F., Braver T.S. Neural mechanisms of general fluid intelligence. *Natural Neuroscience*, 2003, vol. 6, no. 3, pp. 316–322. doi: 10.1038/nn1014
42. Green A.E., Fugelsang J.A., Kraemer D.J., et al. Frontopolar cortex mediates abstract integration in analogy. *Brain Research*, 2006, vol. 1096, no. 1, pp. 125–137. doi: 10.1016/j.brainres.2006.04.024
43. Green C.T., Bunge A.S., Chiongbian V.B., et al. Fluid reasoning predicts future mathematical performance among children and adolescents. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2017, no. 157, pp. 125–143. doi: 10.1016/j.jecp.2016.12.005
44. Horn J.L., Blankson N. Foundations for a better understanding of cognitive abilities. In D.P. Flanagan, P.L. Harrison (Eds.) *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues*. New York: Guilford Press, 2005, pp. 41–68.
45. Johnson M.K., McMahon R.P., Robinson B.M., et al. The relationship between working memory capacity and broad measures of cognitive ability in healthy adults and people with schizophrenia. *Neuropsychology*, 2013, vol. 27, no. 2, pp. 220–229 doi: 10.1037/a0032060
46. Kane M.J., Hambrick D.Z., Tuholski S.W., et al. The generality of working memory capacity: A latent variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology. General*, 2004, vol. 133, no. 2, pp. 189–217. doi: 10.1037/0096-3445.133.2.189
47. Kaufman A.S., Kaufman N.L. Kaufman Assessment Battery for Children. 2nd ed. Circle Pines, MN: American Guidance Service, 2004. 153 p.
48. Kim Y., Lee K., Lee S. Deficit in decision-making in chronic, stable schizophrenia: from a reward and punishment perspective. *Psychiatry Investigation*, 2009, vol. 6, no. 1, pp. 26–33. doi:10.4306/pi.2009.6.1.26
49. Kroger J.K., Sabb F.W., Fales C.L., et al. Recruitment of anterior dorsolateral prefrontal cortex in human reasoning: a parametric study of relational complexity. *Cerebral Cortex*, 2002, vol. 12, no. 5, pp. 477–485.

50. Kyllonen P.C., Christal R.E. Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence*, 1990, vol. 14, no. 4, pp. 389–433. doi:10.1016/S0160-2896(05)80012-1

51. Lee K.H., Choi Y.Y., Gray J.R., et al. Neural correlates of superior intelligence: stronger recruitment of posterior parietal cortex. *Neuroimage*, 2006, vol. 29, no. 2, pp. 578–586. doi: 10.1016/j.neuroimage.2005.07.036

52. Liu Y, Wang Y. Cognitive functions of children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2002, vol. 82, no. 6, pp. 389–392.

53. Major J.T., Johnson W., Deary I.J. Comparing models of intelligence in Project TALENT: The VPR model fits better than the CHC and extended Gf–Gc models. *Intelligence*, 2012, vol. 40, no. 6, pp. 543–559. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2012.07.006>

54. McGrew K.S. The Cattell–Horn–Carroll theory of cognitive abilities: Past, present, and future. In D.P. Flanagan, P.L. Harrison (Eds.) *Contemporary intellectual assessment: Theories, Tests, and Issues*. New York: Guilford Press, 2005, pp. 136–181.

55. McGrew K.S. CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*, 2009, vol. 37, no. 1, pp. 1–10. doi: 10.1016/j.intell.2008.08.004

56. Morgan J.E., Lee S.S., Loo S. Fluid reasoning mediates the association of birth weight with ADHD symptoms in youth from multiplex families with ADHD [Electronic journal]. *Journal of Attention Disorders*, 2016. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1087054716670006?journalCode=jada> (Accessed: 22.12.2018)

57. Nigg J.T., Blaskey L.G., Huang-Pollock C.L., et al. Neuropsychological executive functions and DSM-IV ADHD subtypes. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 2002, vol. 41, no. 1, pp. 59–66. doi: 10.1097/00004583-200201000-00012

58. Nigg J.T., Blaskey L.G., Stawicki J.A., et al. Evaluating the endophenotype model of ADHD neuropsychological deficit: results for parents and siblings of children with ADHD combined and inattentive subtypes. *Journal of Abnormal Psychology*, 2004, vol. 113, no. 4, pp. 614–625. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0021-843X.113.4.614>

59. Nigg J.T., Breslau N. Prenatal smoking exposure, low birth weight, and disruptive behavior disorders. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 2007, vol. 46, no. 3, pp. 362–369. doi:10.1097/01.chi.0000246054.76167.44

60. Nigg J.T., Quamma J.P., Greenberg M.T., et al. A two-year longitudinal study of neuropsychological and cognitive performance in relation to behavioral problems and competencies in elementary school children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 1999, vol. 27, no. 1, pp. 51–63. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1022614407893>

61. Nisbett R.E., Aronson J., Blair C., et al. Intelligence. New Findings and Theoretical Developments. *American Psychologist*, 2012, vol. 67, no. 2, pp. 130–159. doi: 10.1037/a0026699

62. Otero T.M. Brief review of fluid reasoning: Conceptualization, neurobasis, and applications. *Applied Neuropsychology: Child*, 2017, vol. 6, no. 3, pp. 240–211. doi: 10.1080/21622965.2017.1317484
63. Roca M., Manes F., Cetkovich M., et al. The relationship between executive functions and fluid intelligence in schizophrenia [Electronic journal]. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2014, vol. 8. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbeh.2014.00046/full> (Accessed: 22.12.2018)
64. Schneider W.J., McGrew K.S. The Cattell–Horn–Carroll model of intelligence. In D. Flanagan, P. Harrison (Eds.) *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues*. New York: Guilford, 2012, pp. 99–144.
65. Smith R., Keramatian K., Christoff K. Localizing the rostrolateral prefrontal cortex at the individual level. *Neuroimage*, 2007, vol. 36, no. 4, pp. 1387–1396. doi: 10.1016/j.neuroimage.2007.04.032
66. Swanson H.L. Working memory and intelligence in children: What develops? *Journal of Educational Psychology*, 2008, vol. 100, no. 3, pp. 581–602. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.100.3.581>
67. Tamm L., Juranek J. Fluid Reasoning Deficits in Children with ADHD: Evidence from fMRI. *Brain Research*, 2012, no. 1465, pp. 48–56. doi: 10.1016/j.brainres.2012.05.021
68. Thoma P., Daum I. Neurocognitive changes and negative symptoms in schizophrenia. *Fortschritte der Neurologie-Psychiatrie*, 2007, vol. 73, no. 6, pp. 333–342. doi:10.1055/s-2004-830233
69. Wechsler D. Wechsler Abbreviated Intelligence Scale. Administration Manual. San Antonio: Harcourt Assessment, 2004. 312 p.
70. Wechsler D. Wechsler Intelligence Scale for Children – 5th ed. San Antonio, TX: Pearson, 2014. 267p.
71. Wechsler D. Wechsler Intelligence Scale for Children – 4th ed. New York: Psychological Corporation, 2003. 248 p.
72. Wechsler D. Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence – 3rd ed. Administration Manual. San Antonio: Harcourt Assessment, 2002. 275 p.
73. Wendelken C., Nakhabenko D., Donohue S.E., et al. “Brain is to thought as stomach is to?”: investigating the role of rostrolateral prefrontal cortex in relational reasoning. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2008, vol. 20, no. 4, pp. 682–693. doi: <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20055>
74. Willcutt E.G., Doyle A.E., Nigg J.T., et al. Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 2005, vol. 57, no. 11, pp. 1336–1346. doi: 10.1016/j.biopsych.2005.02.006

75. Wright S.B., Matlen B.J., Baym C.L., et al. Neural correlates of fluid reasoning in children and adults [Electronic journal]. *Frontiers of Human Neuroscience*, 2007, vol. 1. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/neuro.09.008.2007/full> (Accessed: 22.12.2018).

76. Zanello A., Perrig L., Huguelet P. Cognitive functions related to interpersonal problem-solving skills in schizophrenic patients compared with healthy subjects. *Psychiatry Research*, 2006, vol. 142, no. 1, pp. 67–78. doi: 10.1016/j.psychres.2003.07.009