
ПСИХОЛОГИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
EDUCATIONAL PSYCHOLOGY

**Возможности компьютерной игры «Plines» как инструмента диагностики комплексов
когнитивных способностей школьников**

Марголис А.А.,

*кандидат психологических наук, первый проректор, ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия,
margolisaa@mgppu.ru*

Куравский Л.С.,

*доктор технических наук, профессор, декан факультета информационных технологий,
ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия,
l.s.kuravsky@gmail.com*

Шепелева Е.А.,

*кандидат психологических наук, старший научный сотрудник, сектор диагностики одаренности,
ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия,
e_shep@rambler.ru*

Гаврилова Е.В.,

*кандидат психологических наук, научный сотрудник, Центр прикладных психолого-педагогических исследований,
ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия,
g-gavrilova@mail.ru*

Петрова Г.А.,

*младший научный сотрудник сектора диагностики одаренности,
ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия,
kharlashina-galina@yandex.ru*

Войтов В.К.,

*кандидат технических наук, профессор факультета информационных технологий,
ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия,
vvoi@mail.ru*

Юркевич В.С.,

*кандидат психологических наук, профессор кафедры возрастной психологии имени Л.Ф. Обухова факультета
психологии образования, ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия,
vinni-vi@mail.ru*

Ермаков С.С.,

*кандидат психологических наук, доцент кафедры прикладной математики факультета информационных
технологий, ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия,
ermakovss@mgppu.ru*

В статье представлены результаты эмпирического исследования взаимосвязи динамических и итоговых индивидуальных показателей эффективности игрового поведения в игре «Plines» с тестовыми измерениями общего интеллекта и дивергентной креативности (N=151). Продемонстрировано, что динамика накопления баллов в процессе игры с высокой долей вероятности позволяет отнести испытуемых к целевым группам с определенным уровнем способностей (высокие интеллект и креативность vs низкие интеллект и креативность). Другим принципиальным результатом исследования являются данные о том, что именно высокие тестовые показатели когнитивных способностей определяют эффективность игрового поведения испытуемых, а не наоборот. Предметом дискуссии выступают перспективы дальнейшего использования данной компьютерной игры в диагностике комплексов способностей, востребованных в реальной жизнедеятельности; необходимость расширения пула исследуемых психологических показателей, вносящих

вклад в принятие решения в ситуации неопределенности; преимущества обращения к процессуальным характеристикам решения задач в психодиагностике.

Ключевые слова: компьютерные игры, игровое поведение, геймификация, когнитивные способности, психодиагностические методы в образовании.

Для цитаты:

Возможности компьютерной игры «Plines» как инструмента диагностики комплексов когнитивных способностей школьников [Электронный ресурс] / А.А. Марголис, Л.С. Куравский, Е.А. Шепелева, Е.В. Гаврилова, Г.А. Петрова, В.К. Войтов, В.С. Юркевич, С.С. Ермаков // Современная зарубежная психология. 2018. Том 7. № 3. С. 38—52. doi: 10.17759/jmfp.2018070304

For citation:

Potential of the computer game «Plines» as a tool for differentiating the cognitive abilities of schoolchildren [Elektronnyi resurs] / A.A. Margolis, L.S. Kuravsky, E.A. Shepeleva, E.V. Gavrilova, G.A. Petrova, V.K. Voitov, V.S. Yurkevich, S.S. Ermakov. *Journal of Modern Foreign Psychology*, 2018, vol. 7, no. 3, pp. 38—52. doi: 10.17759/jmfp.2018070304 (In Russ.; Abstr. in Engl.).

Введение

В настоящее время, в связи с высоким темпом происходящих в мире изменений в сфере технических возможностей и масштабностью социально-экономических процессов, перед системой образования остро встает вопрос о формировании и диагностике у ученика метапредметных и надситуативных компетенций, обеспечивающих возможность эффективно обучаться в меняющихся обстоятельствах и успешно действовать в ситуации неопределенности. В последние десятилетия в связи с компьютеризацией большинства сфер жизнедеятельности современных людей и с развитием интернет-технологий как индивидуальная, так и общественная реальность подверглись существенным изменениям.

Сложность задачи оценки метапредметных и надситуативных результатов образования обусловлена разрозненностью методического аппарата — фактически, большинство педагогов и психологов в России самостоятельно подбирают методики диагностики сформированности таких компетенций, в частности, познавательных универсальных учебных действий.

Если обратиться к зарубежному научно-психологическому опыту, то развитие метакогнитивных навыков у детей, таких как индуктивное и дедуктивное мышление, изучается как показатель эффективности отдельных программ «когнитивных тренингов» [16]. Диагностика осуществляется с помощью специальных батарей тестов, оценивающих способности детей к идентификации, категоризации, определению правил, анализу и синтезу [17]. Большинство имеющихся диагностических методик и в России, и за рубежом представляются в традиционном бланковом виде и представляют собой задания, которые ребенку предлагается выполнить.

Жизненная среда человека меняется быстрее, чем система образования; в реальной деятельности востребованными оказываются новые сочетания психических свойств. Прерогатива динамичности психики ставит новые задачи перед практической психодиастикой в образовании — традиционные психометрические тесты, как правило, диагностируют отдельные когнитивные способности — интеллектуальные (вербальные, числовые, пространственные), творческие

и др. Школьный психолог, являясь, с одной стороны, сотрудником образовательной системы, а с другой — доверенным лицом детей и их родителей, вероятно, оказывается тем участником образовательного процесса, который первым может обратить внимание на снижающуюся валидность существующих психодиагностических методик в условиях новой реальности.

Психологам приходится констатировать недостаток методик, диагностирующих не отдельные психические свойства — в частности, когнитивные способности, социальные компетенции, эмоциональные особенности, — а комплексы, характеризующиеся сочетанием различных комбинаций психических свойств, востребованных для эффективной деятельности в меняющихся обстоятельствах или в ситуации неопределенности.

Традиционные бланковые психометрические тесты, разработанные по принципу «найди правильный ответ», обладают рядом недостатков.

Прежде всего, мотивационная привлекательность заданий различается в зависимости от стимульного материала, что, вероятно, может сказываться на результатах диагностики. Если при массовом тестировании, проводимом с целью определения среднего уровня показателя по классу, школе или региону, вызванные недостатком тестовой мотивации различия ожидаемо нивелируются за счет больших объемов выборки, то при индивидуальной диагностике они приобретают существенное значение. Например, не настроенный на выполнение диагностической задачи ребенок с высокой вероятностью может продемонстрировать недостоверный результат, который, в свою очередь, будет основанием для неверных выводов в отношении его способностей.

Практикующие психологи в сфере образования нередко сталкиваются с ситуацией недостаточной мотивационной вовлеченности учащихся в выполнение диагностических заданий. Как правило, инструкции к психологическим методикам содержат информацию о том, что за выполнение задания не будет выставлена оценка и личные результаты не будут доведены до учителей. Предполагается, что подобная информация направлена на купирование тестовой тревожности, призывая облегчить весь процесс прохождения тестирования учеником.

В то же время в ситуации незаинтересованности учащегося тестовым заданием такая инструкция может способствовать недостаточно серьезному отношению к выполнению, приводящему к недостоверности или же искаженности результатов психологического тестирования.

В таких условиях школьный психолог, не имея возможности апеллировать к традиционно используемой в образовательном процессе оценочной мотивации, постоянно встречается с необходимостью заинтересовать учащегося в выполнении тестового задания.

Возникает вопрос: может ли игровая мотивация в психологической диагностике в полной мере заменить или превзойти оценочную, традиционно используемую в школе?

Практикующим психологам и педагогам известно, что, хотя в принятой в отечественной психологической науке периодизации детского развития игра рассматривается как ведущая деятельность ребенка до начала школьного возраста [13], фактически игра продолжает занимать важное место в жизни детей на протяжении школьного обучения. В арсенале современных педагогов присутствуют игровые методы обучения детей, которые успешно используются для повышения мотивационной и эмоциональной привлекательности учебного процесса.

Тем не менее, игровые психолого-педагогические методы оценки учебных знаний и действий, а также когнитивных способностей не применяются массово в отечественной психодиагностике и их возможности изучены недостаточно.

В этой связи в прикладном отношении актуальными становятся вопросы изучения потенциала геймификации методик оценки индивидуально-психологических характеристик, а также использования коммерческих компьютерных игр в качестве психодиагностических инструментов.

Снижение экологической валидности традиционных психодиагностических методик, вероятно, связано с тем, что они, как правило, измеряют конкретные психические качества и способности, в то время как в ситуации неопределенности и в реальной жизнедеятельности востребованными оказываются сочетания психических качеств.

Целью настоящей работы является инициация дискуссии о том, могут ли коммерческие компьютерные игры или геймифицированные психодиагностические методики заполнить эту нишу.

Геймификация — один из трендов использования компьютерных технологий в психологии, наряду с компьютеризированным тестированием, адаптивным тестированием, компьютерной симуляцией ситуаций решения задач. Она состоит в привнесении в диагностические инструменты специфических характеристик компьютерных игр: мотивационной привлекательности, соревновательности, возможности коммуникации игроков, релевантности экологически валидным задачам, возможности получения быстрой и четкой обрат-

ной связи, активного применения средств визуализации и многих других.

В случае успешной валидации геймифицированные инструменты будут несомненно востребованы прикладными отраслями психологии вследствие своих уникальных преимуществ.

Геймификация когнитивных методик безусловно повышает их привлекательность для испытуемых и имеет позитивный мотивационный эффект, что убедительно продемонстрировано во многих исследованиях [21].

Еще одно важное преимущество игры заключается в возможности моделирования в ее процессе комплексной ситуации, соотносимой с реальной жизненной задачей, что позволяет сформировать и усвоить различные знания и умения, необходимые как в конкретной предметной области, так и в социальной сфере, в целом.

Примером может служить одно из последних исследований Чу, в котором весь процесс обучения был вставлен в пространство игры «Raging Skies» (Неистовые небеса) [18]. Ученикам предлагалась роль путешественников, которые отправились в поездку во время сильного урагана (который был смоделирован на компьютере на основе съемок реального шторма в Северной Америке). Участники должны были продолжить поездку, учитывая максимальное количество внешних факторов и соотнося ее с погодными изменениями. Как можно понять, во время подобного игрового процесса учащиеся приобретают большое количество ценных географических знаний, а также учатся управлять различными приборами (фиксирующими, в частности, скорость их транспортного средства и изменения температуры волны и скорости ветра), координировать свои действия со своими партнерами и использовать полученную информацию для успешной реализации поставленной задачи.

Данное исследование — один из примеров реализации диагностического подхода, основанного на содержательном контексте компьютерных игр (the ‘Digital Game-based Science Assessment’) и предполагающего активное включение игрового контекста в образовательный процесс [22; 14].

Специалисты, настаивающие на применении данного подхода, утверждают, что оценка необходимых когнитивных характеристик учащихся в процессе игрового обучения имеет ряд преимуществ, прежде всего, в фокусировании на процессуальном характере деятельности, чего не могут сделать стандартные психометрические тесты, фиксирующие, по сути, статичную ситуацию решения конкретной задачи.

Кроме того, подобные игры учат школьников действовать в ситуации неопределенности, когда большое количество внешних условий нужно оценить и зафиксировать именно по ходу действий, что также приближает контекст подобных задач к современным жизненным реалиям. В этом плане геймифицированные задачи имеют очевидные перспективы в качестве современных методов образовательного процесса, направ-

ленных на формирование социальных навыков и тех метакогнитивных знаний, которые востребованы в современном мире.

Однако при всех своих привлекательных в диагностическом и развивающем плане качеств игра не всегда гарантирует повышения продуктивности игрового поведения; в этом отношении получены неоднозначные результаты [23; 29].

Другая большая проблема связана с возможностями валидизации игровых методик, что представляется принципиальным, когда речь идет именно об оценке психологических характеристик испытуемых. Так, Годвин с коллегами была разработана специальная видео-игра для измерения уровня устойчивости внимания детей старшего дошкольного возраста. Результаты продемонстрировали хорошую ретестовую надежность и конвергентную валидность [25].

В то же время в некоторых случаях геймифицированные методики обнаруживают многомерную критериальную валидность, т. е. коррелируют с некоторым набором когнитивных критериев, что «размывает» их диагностическое предназначение (mixed-domain measures) [24].

Например, Шуте с коллегами было проведено исследование, в ходе которого изучалась взаимосвязь между когнитивными и личностными характеристиками студентов, такими как успешность решения абстрактных задач, пространственные способности и настойчивость, и их успешностью в пространственной игре Portal 2 [27].

В качестве внешнего критерия когнитивной эффективности учащихся исследователи использовали специальную компьютерную когнитивную программу Lumosity, направленную на оценку различных когнитивных процессов у человека (память, логическое мышление, скорость переработки информации, пространственная ориентация и др.). В итоге значимый результат удалось получить только в отношении пространственных способностей.

Таким образом, совокупные результаты исследований свидетельствуют о том, что ожидание позитивных эффектов геймификации вполне оправдано, но в каждом конкретном случае требует аккуратного обоснования.

Еще одной возможностью повышения заинтересованности учащегося в результативном участии в психодиагностическом тестировании может стать обращение к диагностическому потенциалу коммерческих компьютерных игр.

В последние десятилетия, в связи с появлением компьютерных игр и, вероятно, ограничением возможностей детей для самостоятельного передвижения и организации игрового пространства в городской среде, игра как один из основных видов деятельности детей претерпевает качественные изменения.

Дети, часто с самого раннего возраста, массово увлекаются компьютерными играми, которые в достаточно серьезной степени замещают традиционные предметные и сюжетно-ролевые игры [1]. Оценить

этот феномен с позиции педагогической и психологической науки позволит лишь время, однако уже в настоящий момент привлекательные для ребенка особенности и диагностические возможности компьютерных игр могут стать предметом исследования.

Актуальные работы в данном направлении скорее сфокусированы на фиксации индивидуальных различий «игроков» и «не-игроков» [1], также появляются исследования, посвященные анализу влияния личностных особенностей на игровое поведение [11] и использованию сложных компьютерных систем для оценки профессиональных качеств сотрудников в сфере менеджмента [19].

Как правило, одной из исследовательских линий таких работ является изучение игрового опыта или мотивационной увлеченности играми как некоего фактора, косвенно отражающего те или иные способности индивида или особенности его мотивационной сферы.

С этой точки зрения для практикующего психолога в сфере образования важной оказывается информация о количестве времени, проведенном школьником за компьютерными играми, а также специфика предпочитаемых игр.

Другая линия исследований направлена на попытку внедрения компьютерных игр в учебный процесс в качестве одновременно развивающего и диагностирующего инструмента. Интересный опыт в этом плане был получен той же Шуте. Вместе с коллегами они использовали популярную игру «Use Your Brain» (UYB) с целью оценки способности учащихся решать абстрактные и математические задачи. [26] Для этого исследователи выделили четкие параметры игровой эффективности, соотнеся их с каждой конкретной способностью, необходимой для успешности процесса решения задачи (например, четкое понимание и формулирование конечной цели, осознание условий и ограничений, планирование собственных действий для достижения нужного результата, использование конкретных способов действий и т. д.). Полученные результаты о связи между игровой эффективностью учащихся и их успешностью в решении различных предметных задач позволили авторам говорить о перспективе использования подобных игр для оценки как конативных, так и когнитивных параметров.

Резюмируя выводы исследований, логично поставить вопрос о возможности использования контролируемой компьютерной игры как средства выявления востребованных в реальной жизни комплексов когнитивных способностей учащихся, так и, в перспективе, инструмента метапредметной и надситуативной диагностики результатов школьного обучения.

В настоящей статье представлены результаты исследования, целью которого являлось изучение взаимосвязи результативных и динамических характеристик игрового поведения школьников в модифицированной компьютерной игре «Lines» (далее — «PLines») с совокупным уровнем их когнитивных способностей — интеллектом и креативностью. Одновременное обращение к

игровым показателям продуктивности в коммерческой компьютерной игре и традиционной психометрической операционализации интеллекта и креативности позволяет, на взгляд авторов, ставить ряд исследовательских вопросов, актуальных как для прикладной, так и для фундаментальной психологической науки.

Центральный вопрос настоящего исследования — о возможной взаимосвязи измеряемых с помощью психометрических тестов когнитивных способностей учащихся с динамическими параметрами и эффективностью их игрового поведения, — по сути, должен привести нас к заключению о том, возможно ли использование данной компьютерной игры в качестве дополнительного диагностического инструмента для оценки совокупного уровня интеллектуального потенциала и креативности игроков, и если да, то с какими уточняющими замечаниями.

Дополнительный исследовательский вопрос заключается в том, могут ли динамические параметры игрового поведения моделировать естественное поведение при столкновении с ситуацией неопределенности в зависимости от исходного совокупного уровня способностей игроков.

Целью исследования являлось изучение эффективности игрового поведения в компьютерной игре «PLines» как косвенного показателя совокупного уровня психометрического интеллекта и креативности у учащихся. Для реализации цели были поставлены следующие исследовательские **гипотезы**.

С помощью динамических характеристик игрового поведения, отражающих накопление игровых баллов во времени, возможна дифференцировка совокупного уровня психометрических способностей у игроков.

Лучшие результаты игры обеспечивают лучшую дифференциацию совокупного уровня психометрических способностей.

Использованные в исследовании методики

Для измерения невербального интеллекта использовалась методика Дж. Равена, «Стандартные прогрессивные матрицы плюс», стандартизованная на московской выборке учащихся 6—10-х классов [10; 12].

Для измерения креативности использовался субтест «Способы использования предметов» тестовой батареи «Аврора-А», разработанной в Йельском университете (США) и предоставленной МГППУ в рамках соглашения о сотрудничестве по апробации и стандартизации [9]. Теоретическим основанием тестовой батареи «Аврора-А» является теория успешного интеллекта Р. Стернберга [28]. Возрастной диапазон целевой аудитории — учащиеся 3—7-х классов.

В исследовании использовалась компьютерная игра «PLines», представляющая собой специально разработанную игровую диагностическую среду, сходную по дизайну с игрой «ColorLines» от компании Gamos [2], позволяющую идентифицировать испытуемого и запи-

сывать итоговые результаты его игры в баллах, а также динамические характеристики игрового поведения (количество баллов и количество шаров на поле для каждого хода).

Описание компьютерной игры «PLines»

Игровое поле представляет собой матрицу 9×9 клеток, в которых при каждом ходе в случайном порядке появляются три новых шарика семи разных цветов. В каждом появлении шариков возможно любое сочетание цветов. Таким образом, игра моделирует ситуацию неопределенности.

За один ход игрок выбирает и передвигает на другую клетку один шарик. Перемещение возможно только в том случае, если между начальной и конечной клетками есть путь из свободных клеток (нельзя перепрыгивать через другие шарики). Игрок может заранее видеть три шарика, которые появятся на следующем ходу. Это маленькие шарики, они указывают, где и какого цвета появятся большие шарики после того, как игрок сделает ход. Они выполняют функцию подсказки, сам квадратик с таким шариком на самом деле пустой, через него перемещаемый шарик может пройти и на него игрок может поставить шарик в текущем ходу.

Цель игры состоит в удалении максимального количества шариков, которые исчезают при выстраивании шариков одного цвета по пять и более в ряд (по горизонтали, вертикали или диагонали). При исчезновении ряда шариков перед следующим ходом новые шарики не появляются. В остальных случаях перед новым ходом появляются новые три шарика случайного цвета и в случайном месте.

На рис. 1 показан вид игрового поля.

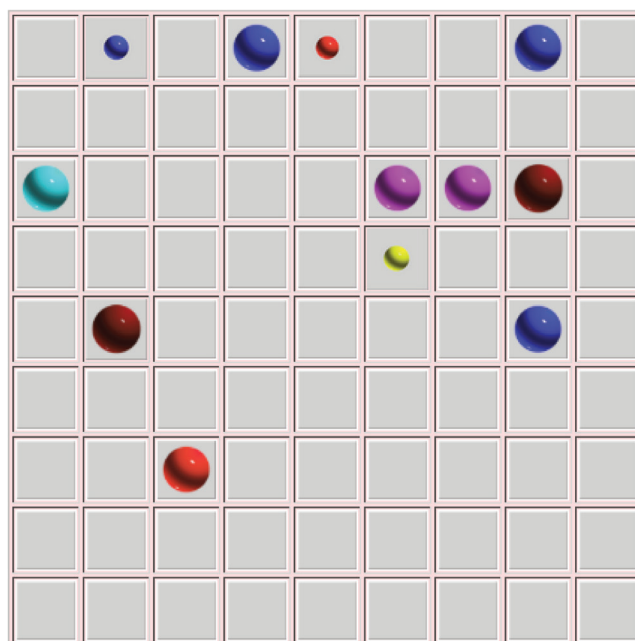


Рис. 1. Вид игрового поля

При каждом ходе, на котором не произошло набора очков, появляется три новых шарика. Расположение их определяется с помощью датчика случайных чисел. Игра продолжается до момента полного заполнения игрового поля шариками.

Результат игры выражается в сумме баллов, присваиваемых за каждую построенную цепочку. Очки начисляются по следующей формуле: $n*(n - 4)$, где $n \geq 5$ — количество шариков в цепочке. Например, за цепочку из 8 шариков игрок получит: $8*(8 - 4) = 32$ очка.

В анализе использовались следующие игровые показатели

1) эффективность игрового поведения каждого игрока, выражающаяся в динамике накопления игровых баллов;

2) итоговый игровой балл для каждого игрока.

Выборка. Участниками исследования стали ученики 6 классов двух школ г. Москвы в количестве 151 человека. Возрастной диапазон испытуемых может быть приблизительно охарактеризован как 11—13 лет.

Процедура

Исследование проводилось в течение двух уроков с перерывом в неделю. На первом уроке осуществлялась диагностика интеллекта и креативности учащихся и проводилась презентация игры «PLines». Порядок предъявления тестов уравнивался в классах.

В ходе презентации учащихся знакомили с игрой и сообщали, что через неделю в классе будет проводиться соревнование по данной игре, победитель получит приз. Детям предлагалось потренироваться в игре дома в течение недели, выдавались логины и пароли для входа на сайт игры, с помощью которых участники могли быть идентифицированы. Одновременно выяснялось, кто из детей уже знаком с аналогом данной игры.

На втором уроке дети играли в игру «PLines», что представлялось им как соревнование между всеми классами параллели.

Результаты

1. Прогноз принадлежности игроков к группам с различными дискретными уровнями показателей способностей по динамике накопления игровых баллов

Мы изучили, может ли информация о динамике накопления баллов в игре выступать основанием для прогноза принадлежности игроков к целевым группам с различными дискретными уровнями результатов психологических тестов.

1.1. Прогнозирование принадлежности к целевым группам по динамике накопления средних баллов (типичным «эталонам» игрового поведения)

Из общей выборки испытуемых были выделены две группы по 30 человек — с высокими и низкими показателями теста на интеллект и креативность. Данные группы значительно различались по средним итоговым результатам игр, с преимуществом группы с высокими показателями способностей (средний игровой балл 100 vs 51; $U=172,5$; α (2-sided) < 0,001). Как показывает рис. 2, динамика накопления средних игровых баллов в данных группах также была различной. У игроков с высокими показателями способностей на всем протяжении игры наблюдается более высокий темп накопления баллов, примерно постоянный на всем протяжении игры.

Вид представленных графиков позволяет предположить возможность прогнозирования принадлежности игрока к целевым группам путем сравнения с «эталонами», представляющими типичную динамику накопления средних игровых баллов.

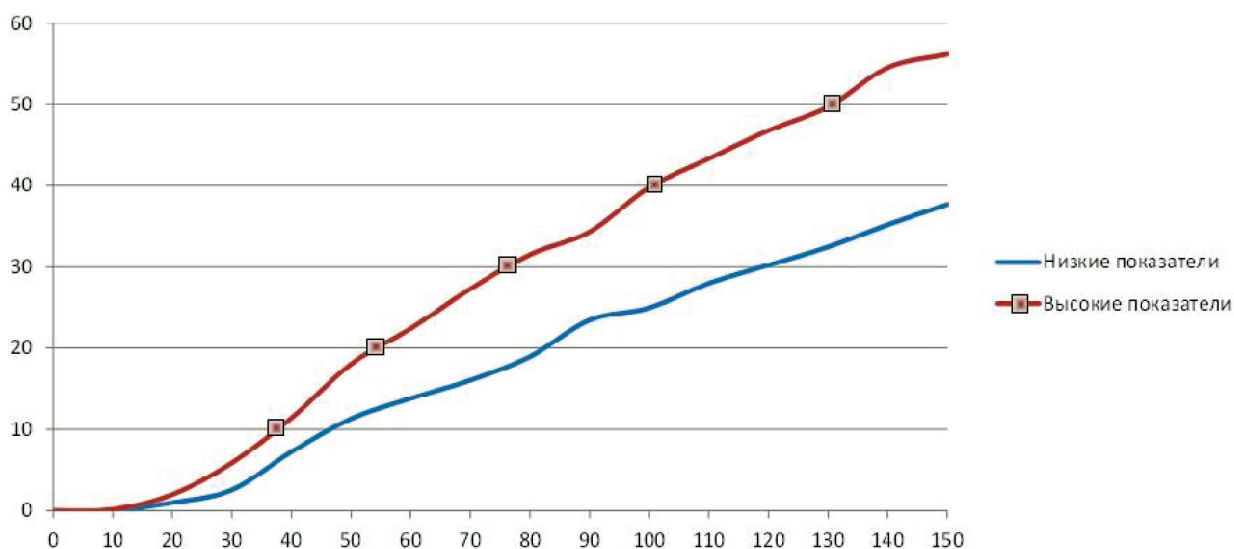


Рис. 2. Динамика накопления игровых баллов в группах игроков с высокими и низкими показателями психометрических способностей

Сравнение временного ряда, представляющего результаты игрока, с эталонами накопления средних баллов в целевых группах как функции времени игры и выбор ближайшего эталона с использованием подходящей метрики позволяют говорить о возможности прогнозирования принадлежности игрока к целевой группе.

При этом диагностические оценки, основанные на имеющихся эмпирических данных, корректны в 68—73% случаев (в зависимости от выбранного интервала наблюдений). Выполненное распознавание групп является статистически значимым, поскольку критерий Пирсона на выборке из 60 человек позволяет отвергнуть гипотезу о том, что отличие полученного распределения результатов классификации от равномерного распределения обусловлено ошибками выборочных оценок ($\chi^2_1=7,78; p=0,005$).

Представляется целесообразным формирование отдельных эталонов, представляющих типичные варианты игрового поведения, для игроков различных возрастных категорий, имеющих различные уровни игрового опыта. Учитывая то, что изменчивость результатов игры в значительной степени обусловлена влияниями, не коррелирующими с факторами, определяющими результаты тестов способностей, следует предположить, что надежность прогнозирования может быть существенно повышена за счет расширения числа используемых и адекватных игре психологических показателей (в дополнение к имеющимся результатам тестов на интеллект и креативность).

1.2. Прогнозирование принадлежности к целевым группам с использованием вероятностных моделей и оценок правдоподобия

Второй вариант прогнозирования был осуществлен с использованием вероятностных оценок и оценок правдоподобия. Суть метода заключается в том, что прогнозирование осуществляется на основе оценки модели взаимодействия двух наблюдаемых случайных процессов (динамики накопления баллов группами игроков с высокими и низкими результатами тестов). Их допустимый диапазон значений делится на несколько интервалов, каждый из которых рассматривается как отдельное состояние, в котором тестируемый может находиться с некоторой вероятностью, переходя из одного состояния в другое по определенным правилам. Длина указанных интервалов определяет разрешающую способность оценок, получаемых в процессе тестирования. В свою очередь, число состояний определяется желаемой разрешающей способностью оценок и доступным объемом выборки. Для описания того, как вероятности пребывания в заданных дискретных состояниях изменяются с непрерывным временем, применяются двумерные сети Маркова [6; 8; 7; 15; 23]. По результатам накопленных наблюдений проводится прогнозирование указанных вероятностей с использованием параметрических математических моделей, описываемых марковскими случайными

процессами с дискретными состояниями и непрерывным временем.

Анализовались показатели двух групп игроков с высокими и низкими результатами психологических тестов (по 30 человек в каждой группе, Равен и креативность) с 200-й по 250-ую секунду игры, поскольку расчеты показали, что в этом интервале достигается существенная дифференциация вероятностных распределений.

Распознавание групп игроков с высокими и низкими результатами психологических тестов по эталонным вероятностным распределениям с использованием оценок правдоподобия обеспечило на имеющихся эмпирических данных 65% правильных решений, что согласуется с результатами, представленными в разделе 2.1. Поскольку критерий Пирсона на выборке из 60 человек позволяет отвергнуть гипотезу о том, что отличие полученного распределения результатов классификации от равномерного распределения обусловлено ошибками выборочных оценок ($\chi^2_1=5,4; p=0,02$), то выполненное распознавание групп является статистически значимым.

Вывод: Информация о динамике накопления игровых баллов позволяет осуществить надежное прогнозирование принадлежности игрока к группам с высокими и низкими результатами психологических тестов способностей, что может рассматриваться как частный случай подтверждения гипотезы 1.

2. Связь психологических показателей и результатов игры

Вторая гипотеза состояла в предположении о том, что лучшие результаты игры обеспечивают лучшую дифференциацию психометрических способностей. Для проверки этого предположения был проведен ряд сравнений переменных для подгрупп с усредненными лучшими и худшими результатами игр ($N=124$, подгруппы по 30 человек, подгруппы с высокими и низкими способностями — по 24 человека).

В табл. 1 представлены две группы результатов, полученных с применением U-теста Манна—Уитни и таблиц сопряженности; при совпадении данных двух разных тестов надежность выводов повышается. Сравнивались: 1) показатели способностей в группах сильных и слабых игроков, выделенных по лучшему vs худшему результату игры; 2) лучшие и худшие результаты игры в группах, различавшихся уровнем способностей (высокий vs низкий интеллект, высокая vs низкая креативность, высокие vs низкие способности (интеллект и креативность)). В качестве дополнительной характеристики для оценки степени дифференциации исследуемых величин в табл. 1 представлены процентные показатели корректного распознавания целевых групп испытуемых с помощью регрессионной модели, параметры которой идентифицированы с помощью метода наименьших квадратов.

2.1. Было выявлено, что психометрический интеллект и креативность различаются у сильных и слабых

игроков, выделенных по лучшему результату игры, с преимуществом сильных игроков. Для групп игроков, выделенных по худшему результату игры, статистические тесты дают противоречивые, т. е. ненадежные оценки значимости различий сравниваемых величин.

2.2. Статистически значимо различаются лучшие результаты игр у игроков с высокими и низкими показателями креативности, с преимуществом игроков с высокой креативностью. Для групп игроков, выделенных по уровню интеллекта, сравнение результатов игр не дало надежных оценок значимости различий.

2.3. Лучшие и худшие результаты игр отличаются в группах с высоким и низким уровнем способностей (интеллекта и креативности), с преимуществом группы с высокими способностями.

Таким образом, можно отметить, что лучшие результаты игр обеспечивают более надежную дифференциацию способностей, чем худшие результаты игр,

а психометрическая креативность обеспечивает более высокую дифференциацию результатов игры, чем психометрический интеллект.

Для сравнения с оценками для итогового игрового балла в табл. 2 представлены данные, аналогичные приведенным в табл. 1 (N=151 человек, показатели сопоставлялись для подгрупп испытуемых объемом 39 человек по результатам игр и 29 человек по результатам психологических тестов).

Результаты, представленные в табл. 2, позволяют заключить, что в статистическом смысле уровень психологических показателей в значительно большей степени определяет успешность игр, чем успешность игр — уровень психологических показателей. Если формулировать более наглядно, то из этого следует, что:

— элементы множества игроков с высоким уровнем психологических показателей, как правило, входят во множество “сильных” игроков, включающее, помимо

Таблица 1
Результаты сравнения переменных в подгруппах испытуемых, выделенных с учетом лучших и худших результатов игр, с учетом уровня способностей

Подгруппы испытуемых/тест	p-значения				% корректных прогнозов целевых подгрупп испытуемых с помощью регрессионной модели
	Психометрический интеллект	Психометрическая креативность	Лучший результат игры	Худший результат игры	
Сильные vs слабые игроки по лучшему результату игры (тест Манна—Уитни)	0,03	0,004	-	-	65%* по интеллекту, 70%** по креативности
Сильные vs слабые игроки по лучшему результату игры (таблицы сопряженности 2×2)	0,02	0,002	-	-	
Сильные vs слабые игроки по худшему результату игры (тест Манна—Уитни)	0,008	0,07	-	-	62%* по интеллекту, 63%* по креативности
Сильные vs слабые игроки по худшему результату игры (таблицы сопряженности 2×2)	0,06	0,04	-	-	
Испытуемые с высоким vs низким интеллектом (тест Манна—Уитни)	-	-	0,03	0,004	57%* по лучшему результату игры, 60%* худшему результату игры
Испытуемые с высоким vs низким интеллектом (таблицы сопряженности 2×2)	-	-	0,27	0,11	
Испытуемые с высокой vs низкой креативностью (тест Манна—Уитни)	-	-	0,008	0,27	65%* по лучшему результату игры, 62%* худшему результату игры
Испытуемые с высокой vs низкой креативностью (таблицы сопряженности 2×2)	-	-	0,02	0,06	
Испытуемые с высокими vs низкими способностями (интеллект + креативность) (тест Манна—Уитни)	-	-	0,004	0,04	63%* по лучшему и худшему результату игры
Испытуемые с высокими vs низкими способностями (интеллект + креативность) (таблицы сопряженности 2×2)	-	-	0,02	0,04	

Примечание: «*» — распределение правильных и ошибочных прогнозов значимо не отличается от равномерного по критерию Пирсона ($p > 0,05$); «**» — распределение правильных и ошибочных прогнозов значимо отличается от равномерного по критерию Пирсона ($p < 0,05$). Жирным шрифтом и подчеркиванием выделены статистики, позволяющие сделать вывод о статистической значимости различий.

Таблица 2

Результаты сравнения переменных в подгруппах испытуемых, выделенных с учетом эффективности итогового игрового балла, с учетом уровня способностей

Подгруппы испытуемых/тест	р-значения			% корректных прогнозов подгруппы испытуемых с помощью регрессионной модели
	Психометрический интеллект	Психометрическая креативность	Итоговый игровой балл	
Сильные vs слабые игроки по итоговому игровому баллу (тест Манна—Уитни)	0,17	0,01	—	60%* по интеллекту и креативности; 58%* только по интеллекту и 64%* только по креативности
Сильные vs слабые игроки по итоговому игровому баллу (таблицы сопряженности 2×2)	0,17	0,01	—	
Испытуемые с высокими vs низкими способностями (интеллект + креативность) (тест Манна—Уитни)	—	—	0,0001	71%** по итоговому игровому баллу
Испытуемые с высокими vs низкими способностями (интеллект + креативность) (таблицы сопряженности 2×2)	—	—	0,0015	

Примечание: «*» — распределение правильных и ошибочных прогнозов значимо не отличается от равномерного по критерию Пирсона ($p > 0,05$); «**» — распределение правильных и ошибочных прогнозов значимо отличается от равномерного по критерию Пирсона ($p < 0,05$). Жирным шрифтом и подчеркиванием выделены статистики, позволяющие сделать вывод о статистической значимости различий.

них, и игроков с невысоким уровнем психологических показателей;

— элементы множества игроков с низким уровнем психологических показателей, как правило, входят во множество «слабых» игроков, включающее, помимо них, и игроков с достаточно высоким уровнем психологических показателей.

Указанные выводы можно проиллюстрировать следующей диаграммой (рис. 3).

Обсуждение результатов

В нашем исследовании в качестве основной задачи выступала апробация компьютерной игры «Plines»,

моделирующая ситуацию неопределенности, как возможного инструмента дифференциации учащихся по уровню когнитивных способностей — психометрического интеллекта и дивергентной креативности. Показателями игрового поведения являлись такие характеристики, как динамика накопления баллов во времени и общая результативность игры, измеряемая итоговым игровым баллом.

Обращение к аналогу популярной компьютерной игры было связано со следующими исследовательскими задачами:

1. В практическом плане — с апробацией компьютерной игры как метода надситуативной диагностики психометрически измеряемых способностей, с помощью которого можно диагностировать не только

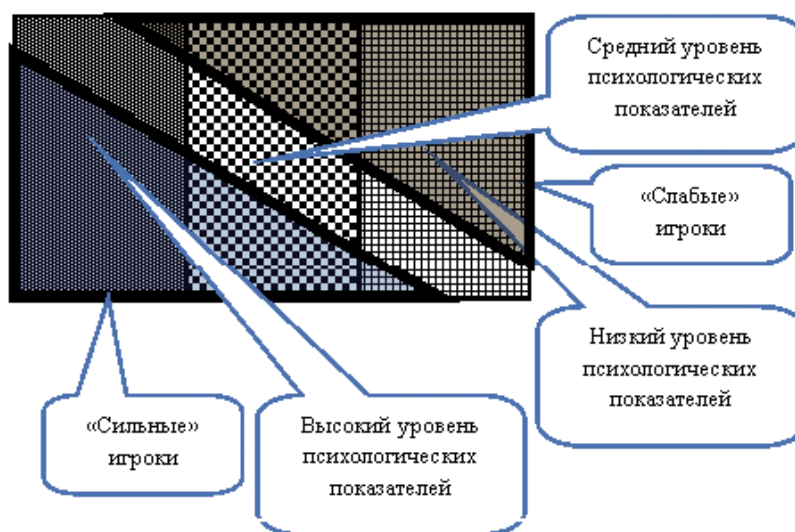


Рис. 3. Условная диаграмма соотношения подмножеств сильных и слабых игроков (обозначены треугольниками) и подмножеств игроков с разным уровнем способностей (обозначены прямоугольниками)

отдельные психические качества, но и их комплексные сочетания, обладающего при этом мотивационной привлекательностью. Отдельным мотивирующим фактором могла выступать соревновательность игры.

2. В теоретическом плане — с изучением индивидуальных процессов принятия решения в ситуации неопределенности, в которых задействованы сочетания интеллектуальных и креативных способностей индивида, а также мотивационные и личностные предикторы эффективного поведения в меняющихся обстоятельствах.

Результаты исследования продемонстрировали, что совокупный уровень интеллекта и креативности учащихся в значительной степени определяет успешность их игрового поведения — так, испытуемые с высоким уровнем данных показателей, как правило, входят в число сильных игроков, а с низким уровнем — в число слабых игроков. Тем не менее, в число сильных игроков также могут входить учащиеся с невысоким совокупным уровнем интеллекта и креативности, а в число слабых игроков — учащиеся с высоким уровнем данных показателей.

Таким образом, хотя игровые результаты могут с определенной вероятностью прогнозировать совокупный уровень интеллекта и креативности испытуемых, очевидно, что в эффективность игрового поведения также вносят существенный вклад другие психологические показатели или их сочетания — например, мотивационные, личностные и эмоциональные переменные.

Апробированная в исследовании компьютерная игра «PLines» может рассматриваться как модель ситуации неопределенности. Игрок должен принять решение о расстановке шариков в условиях случайной подачи, ориентируясь на вероятности того или иного исхода и преследуя цель максимального накопления баллов. Изучение поведения человека в обстоятельствах, связанных с риском и недостатком информации, в настоящее время носит междисциплинарный характер и исследуется с позиций философии, экономической и психологической науки. На принятие решения в ситуации неопределенности оказывают влияние как уровень когнитивных способностей индивида, так и особенности его ориентировки в ситуации и собственных возможностях, а также интуитивного «кваз-знания» [3; 4].

Получены данные о том, что хотя интеллект выступает итоговым предиктором успешных выборов в ситуации неопределенности, его влияние на эффективность выборов на первых этапах решения может не выявляться [5]. В этом плане показательны полученные в нашем исследовании различия в динамических характеристиках игровой продуктивности испытуемых в игре «PLines», позволяющие отнести участников к определенным «эталонам» игрового поведения на основании совокупного уровня их когнитивных способностей и предполагаемых других психологических показателей.

Так, в то время как у игроков с высокими показателями способностей на всем протяжении игры наблюдался более высокий темп накопления баллов, примерно постоянный на всем протяжении игры, испытуемые с низкими показателями способностей накапливали баллы несколько медленнее, тем не менее, поступательное накопление баллов также происходило.

Можно предположить, что свой вклад в динамику накопления баллов помимо интеллекта и креативности вносят мотивационные факторы — в данном исследовании у испытуемых была достаточно существенная для детей среднего школьного возраста соревновательная игровая мотивация.

Обращение к анализу процессуальных характеристик игры может быть интересно с точки зрения актуальной для психологии образования проблемы надситуативной и надпредметной диагностики результатов обучения. В то время как традиционные тесты психометрических способностей измеряют интеллект или креативность по итоговым результатам выполнения определенных заданий, методики исследования метапредметных умений и умственных действий, вероятно, должны также фиксировать процесс выполнения заданий. Возможно, именно по особенностям процессуальных показателей выполнения заданий могут быть смоделированы внутренние процессы в когнитивной и мотивационно-потребностной сферах психики, предвещающие принятие решения в различных ситуациях. Дополнительные мотивационные и технические преимущества таким методикам может придать их компьютерная геймификация.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Проведенное исследование взаимосвязи эффективного игрового поведения с уровнем интеллекта и дивергентной креативности демонстрирует прогностическую значимость измерения совокупного уровня нескольких когнитивных способностей, которые могут составлять комплексы психических качеств, востребованных в условиях реальной жизни.

2. Компьютерная игра «PLines», моделирующая ситуацию неопределенности, может быть использована в качестве дополнительного психодиагностического инструмента для дифференциации учащихся по уровню интеллекта и дивергентной креативности.

3. Помимо интеллекта и креативности, в результативность игрового поведения вносят вклад другие факторы — вероятно, мотивационные и личностные, изучение которых может стать предметом дальнейших исследований.

4. Обращение к процессуальным характеристикам игрового поведения может иметь ряд преимуществ, позволяющих осуществлять надситуативную диагностику особенностей мыслительных процессов и процессов принятия решения в режиме реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Войскунский А.Е., Богачева Н.В.* Компьютерные игры и креативность: позитивные аспекты и негативные тенденции // Современная зарубежная психология. 2017. Т. 6. № 4. С. 29—40. doi:10.17759/jmfp.2017060403
2. *Войтов В.К.* Многопользовательские системы психологического тестирования на основе компьютерных игр // Тезисы докладов XVI Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение». Москва, 2018. С. 225—226.
3. *Канеман Д.* Думай медленно... решай быстро. Москва: АСР, 2014. 710 с.
4. *Корнилова Т.В.* Принцип неопределенности в психологии выбора и риска [Электронный ресурс] // Психологические исследования. 2015. Т. 8. № 40. 16 с. URL: <http://psystudy.ru/num/2015v8n40/1111-kornilova40.html> (дата обращения: 17.09.2018).
5. *Корнилова Т.В., Чумакова М.А., Корнилов С.А.* Интеллект и успешность стратегий прогнозирования при выполнении Айов—теста (igt) // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2018. Т. 15. № 1. С. 10—21. doi:10.17323/1813-8918-2018-1-10-21
6. *Куравский Л.С., Баранов С.Н., Корниенко П.А.* Обучаемые многофакторные сети Маркова и их применение для исследования психологических характеристик // Нейрокомпьютеры: разработка и применение, 2005. № 12. С. 65—76.
7. *Марковские модели в задачах диагностики и прогнозирования: Учеб. пособие / Под ред. Л.С. Куравского.* М.: РУСАВИА, 2013. 172 с.
8. *Математические основы нового подхода к построению процедур тестирования [Электронный ресурс] / Л.С. Куравский [и др.] // Экспериментальная психология, 2012. Т. 5. № 4. С. 75—98. URL: http://psyjournals.ru/files/57359/exp_2012_n4_Kuravsky.pdf (дата обращения: 17.09.2018).*
9. *Проект Аврора: комплексная диагностика детской одаренности / С.А. Корнилов [и др.] // Психология. Журнал Высшей Школы экономики. 2009. Т. 6. № 3. С. 117—125.*
10. *Равен Дж.К., Корт Дж.Х., Равен Дж.* Руководство к Прогрессивным Матрицам Равена и Словарным Шкалам: Раздел 3: Стандартные Прогрессивные Матрицы (включая параллельные и плюс версии): пер. с англ. М.: Когит-Центр, 2002. 144 с.
11. *Рубцова О.В., Панфилова А.С., Артеменков С.Л.* Исследование взаимосвязи личностных особенностей игроков подросткового и юношеского возраста с их поведением в виртуальном пространстве (на примере групповой компьютерной игры «Dota 2») // Психологическая наука и образование. 2018. Т. 23. № 1. С. 137—148. doi:10.17759/pse.2018230112
12. *Сорокова М.Г., Ермаков С.С.* Гендерные особенности развития интеллекта учеников VI—X классов [Электронный ресурс] // Психологическая наука и образование psyedu.ru. 2014. Т. 6. № 4. С. 56—70. doi:10.17759/psyedu.2014060406
13. *Эльконин Д.Б.* Детская психология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ред.-сост. Б. Эльконин. 4-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 384 с.
14. *A Literature Review of Gaming in Education / K.L. McClarty [et al.] // Gaming in education. 2012. p. 1—35.*
15. *A New Technique for Testing Professional Skills and Competencies and Examples of its Practical Applications / L.S. Kuravsky [et al.] // Applied Mathematical Sciences. 2015. Vol. 9. № 21. P. 1003—1026. doi:10.12988/ams.2015.411899*
16. *Barkl S., Porter A., Ginns P.* Cognitive training for children: Effects on inductive reasoning, deductive reasoning, and mathematics achievement in an Australian school setting // Psychology in the Schools. 2012. Vol. 49. № 9. P. 828—842. doi:10.1002/pits.21638
17. *Blackwell T.* Test Review: Woodcock R.W., McGrew K.S., & Mather N. Woodcock—Johnson III Test. Riverside Publishing Company. Itasca, IL // Rehabilitation Counseling Bulletin. 2001. Vol. 44. № 4. P. 232—235. doi:10.1177/003435520104400407
18. *Chu M.W., Chiang A.* Raging Skies: Development of a Digital Game-Based Science Assessment using Evidence-Centered Game Design [Электронный ресурс] // Alberta Science education journal. 2018. Vol. 45. № 2. P. 37—47. URL: <https://prism.ucalgary.ca/bitstream/handle/1880/107765/Raging%20Skies%20Development%20of%20a%20Digital%20Game-Based%20Science%20Assessment%20Using%20Evidence-Centred%20Game%20Design.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 17.09.2018).
19. *Content Validity of Game-based Assessment: Case study of a Serious Game for ICT managers in training / H.G.K. Hummel [et al.] // Technology, Pedagogy and Education. 2017. Vol. 26. № 2. P. 225—240. doi:10.1080/1475939X.2016.1192060*
20. *Gamelike features might not improve data / G.E. Hawkins [et al.] // Behavior Research Methods. 2013. Vol. 45. № 2. P. 301—318. doi:10.3758/s13428-012-0264-3*
21. *Gamification of Cognitive Assessment and Cognitive Training: A Systematic Review of Applications and Efficacy / J. Lumsden [et al.] // JMIR Serious Games. 2016. Vol. 4. № 2. 14 p. doi:10.2196/games.5888*
22. *Ifenthaler D., Deniz E., Xun E.* Assessment in Game-Based Learning: Foundations, Innovations, and Perspectives. New York; London: Springer Press, 2012. 257 p.

23. Kuravsky L.S., Baranov S.N. The concept of multifactor Markov networks and its application to forecasting and diagnostics of technical systems // Proc. Condition Monitoring 2005. United Kingdom, Cambridge, 2005. P. 111—117.
24. McPherson J., Burns N.R. Assessing the validity of computer-game-like tests of processing speed and working memory // Behavior Research Methods. 2008. Vol. 40. № 4. P. 969—981. doi:10.3758/BRM.40.4.969
25. Monster Mischief: Designing a Video Game to Assess Selective Sustained Attention / K.E. Godwin [et al.] // International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations. 2015. Vol. 7. № 4. P. 18—39. doi:10.4018/IJGCMS.2015100102
26. Shute V.J., Ke F., Wang L. Assessment and Adaptation in Games // Instructional Techniques to Facilitate Learning and Motivation of Serious Games / Eds. P. Wouters, H. Van Oostendorp. Cham, Switzerland : Springer, 2016. P. 59—78. doi:10.1007/978-3-319-39298-1_4
27. Shute V.J., Ventura M., Ke F. The power of play: The effects of Portal 2 and Lumosity on cognitive and noncognitive skills // Computers and education. 2015. Vol. 80. P. 58—67. doi:10.1016/j.compedu.2014.08.013
28. Sternberg R.J. The Theory of Successful Intelligence // Review of General Psychology. 1999. Vol. 3. № 4. P. 292—316.
29. The effects of gamelike features and test location on cognitive test performance and participant enjoyment / J. Lumsden [et al.] // Peer J. 2016. № 4. e2184. 15 p. doi:10.7717/peerj.2184

Potential of the computer game «Plines» as a tool for differentiating the cognitive abilities of schoolchildren

Margolis A.A.,

*candidate of psychology, vice-rector, Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
margolisaa@mgppu.ru*

Kuravsky L.S.,

*doctor of technical sciences, dean of the department of information technologies, Moscow State University
of Psychology & Education, Moscow, Russia,
l.s.kuravsky@gmail.com*

Shepeleva E.A.,

*candidate of psychology, senior researcher, giftedness diagnosis department, Moscow State University
of Psychology & Education, Moscow, Russia,
e_shep@rambler.ru*

Gavrilova E.V.,

*candidate of psychology, research fellow, centre of applied researches in psychology and education,
Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
g-gavrilova@mail.ru*

Petrova G.A.,

*junior scientific fellow, giftedness diagnosis department, Moscow State University of Psychology and Education,
Moscow, Russia,
kharlashina-galina@yandex.ru*

Voitov V.K.,

*candidate of technical sciences, professor, faculty of information technologies, Moscow State University
of Psychology & Education, Moscow, Russia,
vvoi@mail.ru*

Yurkevich V.S.,

*candidate of Psychology, professor of psychology, department of developmental psychology of L.F. Obukhova,
faculty of psychology in education, Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
vinni-vi@mail.ru*

Ermakov S.S.,

*candidate of psychology, assistant professor, department of applied mathematics, faculty of information technology,
Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
ErmakovSS@mgppu.ru*

The article presents the results of an empirical study of the interrelation between dynamic and total individual performance indicators of gaming behavior in the “PLines” game with test measurements of general intelligence and divergent creativity (N = 151). It is demonstrated that the dynamics of point accumulation in the game can be used, with a great likelihood, for relating subjects to determined groups with a certain level of ability (high intelligence and creativity vs low intelligence and creativity). The data that it is the high-test indicators of cognitive abilities that determine the effectiveness of the gaming behavior of the subjects, and not vice versa is another fundamental result of the study. The subjects of discussion are the prospects for further use of this computer game in the diagnosis of ability sets in real life, the need to expand the pool of investigated psychological indicators that contribute to decision making in a situation of uncertainty, and the benefits of referring to the procedural characteristics of solving problems in psychological diagnostics.

Keywords: computer games, gaming behavior, gamification, cognitive abilities, methods of psychological diagnostic in education.

REFERENCES

1. Voiskunskii A.E., Bogacheva N.V. Komp'yuternye igry i kreativnost': pozitivnye aspekty i negativnye tendentsii [Computer games and creativity: positive aspects and negative trends]. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya [Modern foreign psychology]*, 2017, vol. 6, no. 4, pp. 29—40. doi:10.17759/jmfp.2017060403 (In Russ., abstr. in Engl.).
2. Voitov V.K. Mnogopol'zovatel'skie sistemy psikhologicheskogo testirovaniya na osnove komp'yuternykh igr [Multi-user psychological testing systems based on computer games]. *Tezisy dokladov XVI Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii "Neirokomp'yutery i ikh primeneniye" [Abstracts of the XVI All-Russian Scientific Conference "Neurocomputers and their application"]*. Moskva, 2018, pp. 225—226. (In Russ.).
3. Kaneman D. Dumai medlenno... reshai bistro [Think slowly ... decide quickly]. Moskva: ASR, 2014. 710 p. (In Russ.).
4. Kornilova T.V. Printsip neopredelennosti v psikhologii vybora i riska [Elektronnyi resurs] [The uncertainty principle in the psychology of choice and risk]. *Psikhologicheskie issledovaniya [Psychological Studies]*, 2015, vol. 8, no. 40, 16 p. Available at: <http://psystudy.ru/num/2015v8n40/1111-kornilova40.html> (Accessed 17.09.2018). (In Russ.).
5. Kornilova T.V., Chumakova M.A., Kornilov S.A. Intellect i uspeshnost' strategii prognozirovaniya pri vypolnenii Aiova—testa (igt) [Intellect and Successful Forecasting Strategies for Performing the Iowa — Test (igt)]. *Psikhologiya. Zhurnal Vysshei Shkoly ekonomiki [Psychology. Journal of the Higher School of Economics]*, 2018, vol. 15, no. 1, pp. 10—21. doi:10.17323/1813-8918-2018-1-10-21 (In Russ.).
6. Kuravskii L.S., Baranov S.N., Kornienko P.A. Obuchaemye mnogofaktornye seti Markova i ikh primeneniye dlya issledovaniya psikhologicheskikh kharakteristik [Markov's multifactor learning networks and their application for studying psychological characteristics]. *Neirokomp'yutery: razrabotka i primeneniye [Neurocomputers: development and application]*, 2005, no. 12, pp. 65—76. (In Russ.).
7. Markovskie modeli v zadachakh diagnostiki i prognozirovaniya: Ucheb. Posobie [Markov models in problems of diagnostics and forecasting: Proc. manual]. In L.S. Kuravskogo (ed.). M.: RUSAVIA, 2013. 172 p. (In Russ.).
8. Kuravskii L.S. et al. Matematicheskie osnovy novogo podkhoda k postroeniyu protsedur testirovaniya [Elektronnyi resurs] [Mathematical foundations of the new approach to the construction of testing procedures]. *Ekspertim'naya psikhologiya [Experimental Psychology]*, 2012, vol. 5, no. 4, pp. 75—98. Available at: http://psyjournals.ru/files/57359/exp_2012_n4_Kuravsky.pdf (Accessed 17.09.2018). (In Russ., abstr. in Engl.).
9. Kornilov S.A. et al. Proekt Avrora: kompleksnaya diagnostika detskoj odarennosti [Project Aurora: a comprehensive diagnosis of children's giftedness]. *Psikhologiya. Zhurnal Vysshei Shkoly ekonomiki [Psychology. Journal of the Higher School of Economics]*, 2009, vol. 6, no. 3, pp. 117—125. (In Russ., abstr. in Engl.).
10. Raven Dzh.K., Kort Dzh.Kh., Raven Dzh. Rukovodstvo k Progressivnym Matritsam Ravena i Slovarnym Shkalam: Razdel 3: Standartnye Progressivnye Matritsy (vklyuchaya parallel'nye i plus versii) [Guide to the Progressive Raven Matrices and Vocabulary Scales: Section 3: Standard Progressive Matrices (including parallel and plus versions)]. M.: Kogito—Tsentr, 2002. 144 p. (In Russ.).
11. Rubtsova O.V., Panfilova A.S., Artemenkov S.L. Issledovanie vzaimosvyazi lichnostnykh osobennostei igrokov podrostkovogo i yunosheskogo vozrasta s ikh povedeniem v virtual'nom prostranstve (na primere gruppovoi komp'yuternoj igry «Dota 2») [Study of the relationship between the personal characteristics of adolescent and youth players with their behavior in the virtual space (on the example of the group computer game "Dota 2")]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie [Psychological Science and Education]*, 2018, vol. 23, no. 1, pp. 137—148. doi:10.17759/pse.2018230112 (In Russ., abstr. in Engl.).
12. Sorokova M.G., Ermakov S.S. Gendernye osobennosti razvitiya intellekta uchениkov VI—X klassov [Elektronnyi resurs] [Gender features of the development of intelligence of pupils of VI—X classes]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie psyedu.ru [Psychological Science and Education psyedu.ru]*, 2014, vol. 6, no. 4, pp. 56—70. doi:10.17759/psyedu.2014060406
13. El'konin D.B. Detskaya psikhologiya: uchebnoe posobie dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedenii [Child psychology: textbook for students of higher educational institutions]. D.B. El'konin; red.-sost. B.D. El'konin. 4-e izd., ster. M.: Izdatel'skii tsentr «Akademiya», 2007. 384 p. (In Russ.).
14. McClarty K.L. et al. A Literature Review of Gaming in Education. *Gaming in education*, 2012, pp. 1—35.
15. Kuravsky L.S. et al. A New Technique for Testing Professional Skills and Competencies and Examples of its Practical Applications. *Applied Mathematical Sciences*, 2015, vol. 9, no. 21, pp. 1003—1026. doi:10.12988/ams.2015.411899
16. Barkl S., Porter A., Ginns P. Cognitive training for children: Effects on inductive reasoning, deductive reasoning, and mathematics achievement in an Australian school setting. *Psychology in the Schools*, 2012, vol. 49, no. 9, pp. 828—842. doi:10.1002/pits.21638
17. Blackwell T. Test Review: Woodcock R.W., McGrew K.S., & Mather N. Woodcock—Johnson III Test. Riverside Publishing Company. Itasca, IL. *Rehabilitation Counseling Bulletin*, 2001, vol. 44, no. 4, pp. 232—235. doi:10.1177/003435520104400407
18. Chu M.W., Chiang A. Raging Skies: Development of a Digital Game-Based Science Assessment using Evidence-Centered Game Design [Elektronnyi resurs]. *Alberta Science education journal*, 2018, vol. 45, no. 2, pp. 37—47. Available at: <https://prism.ucalgary.ca/handle/1880/107765> (Accessed 17.09.2018).

19. Hummel H.G.K. et al. Content Validity of Game-based Assessment: Case study of a Serious Game for ICT managers in training. *Technology, Pedagogy and Education*, 2017, vol. 26, no. 2, pp. 225—240. doi:10.1080/1475939X.2016.1192060
20. Hawkins G.E. et al. Gamelike features might not improve data. *Behavior Research Methods*, 2013, vol. 45, no. 2, pp. 301—318. doi:10.3758/s13428-012-0264-3
21. Lumsden J. et al. Gamification of Cognitive Assessment and Cognitive Training: A Systematic Review of Applications and Efficacy. *JMIR Serious Games*, 2016, vol. 4, no. 2, 14 p. doi:10.2196/games.5888
22. Ifenthaler D., Deniz E., Xun E. *Assessment in Game-Based Learning: Foundations, Innovations, and Perspectives*. New York; London: Springer Press, 2012. 257 pp.
23. Kuravsky L.S., Baranov S.N. The concept of multifactor Markov networks and its application to forecasting and diagnostics of technical systems. *Proc. Condition Monitoring*. United Kingdom, Cambridge, 2005. pp. 111—117.
24. McPherson J., Burns N.R. Assessing the validity of computer-game-like tests of processing speed and working memory. *Behavior Research Methods*, 2008, vol. 40, no. 4, pp. 969—981. doi:10.3758/BRM.40.4.969
25. Godwin K.E. et al. Monster Mischief: Designing a Video Game to Assess Selective Sustained Attention. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, 2015, vol. 7, no. 4, pp. 18—39. doi:10.4018/IJGCMS.2015100102
26. Shute V.J., Ke F., Wang L. Assessment and Adaptation in Games. In Wouters P., Van Oostendorp H. (Eds.) *Instructional Techniques to Facilitate Learning and Motivation of Serious Games*. Cham, Switzerland : Springer, 2016, pp. 59—78. doi:10.1007/978-3-319-39298-1_4
27. Shute V.J., Ventura M., Ke F. The power of play: The effects of Portal 2 and Lumosity on cognitive and noncognitive skills. *Computers and education*, 2015, vol. 80, pp. 58—67. doi:10.1016/j.compedu.2014.08.013
28. Sternberg R.J. The Theory of Successful Intelligence. *Review of General Psychology*, 1999, vol. 3, no. 4, pp. 292—316.
29. Lumsden J. et al. The effects of gamelike features and test location on cognitive test performance and participant enjoyment. *PeerJ*, 2016, no. 4, e2184, 15 p. doi:10.7717/peerj.2184