

# ПОДХОДЫ К СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ КРЕАТИВНОСТИ РАБОТНИКА НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПСИХОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕСТОВ

**Машина Екатерина Алексеевна**

Преподаватель, Национальный исследовательский университет ИТМО (г. Санкт-Петербург)  
mashina.katherina@niuitmo.ru

## APPROACHES TO THE COMPARATIVE ASSESSMENT OF EMPLOYEE CREATIVITY BASED ON AUTOMATED CLUSTERING OF PSYCHOMETRIC TEST RESULTS

**E. Mashina**

*Summary.* The article is devoted to the review of approaches to assessing the creativity of candidates, carried out in the implementation of recruitment procedures based on the concept of J. Guilford and E.P. Torrens, involving the use of psychometric methods to identify the level of divergence of personal thinking of the subject, manifested in the possibility of finding multiple solutions to the same elementary problem. The paper provides a summary of the main methods for determining creativity as an individual's ability associated with intellectual creative creativity, as well as a comparative description of the implementations of practical methods for identifying creativity and the grounds for graduating the levels of creativity of employees depending on their abilities and practical capabilities to perceive and disseminate innovations. As a demonstration of the capabilities of automated tools used in the behavior and processing of the results of psychometric studies of the creative qualities of the subjects, an example of a solution implemented by the author for clustering test results based on the application of the k-means algorithm is given. Based on the materials presented in the paper, conclusions are drawn about the applicability of the created methods for the practical assessment of the creative capabilities of candidates during recruitment procedures.

*Keywords:* recruitment, creative activity, diagnostics of creativity, divergence of thinking, clustering.

*Аннотация.* Статья посвящена обзору подходов к оценке креативности кандидатов, производящейся при осуществлении процедур рекрутмента, основанных на концепции Дж. Гилфорда и Э.П. Торренса, предполагающей использование психометрических методов выявления уровня дивергентности личностного мышления испытуемого, проявляющегося в возможности нахождения множества решений одной и той же элементарной задачи. В работе приводится краткое изложение основных методов определения креативности как способности личности, связанной с интеллектуальным созидательным творчеством, а также приводится сравнительное описание реализаций практических методов выявления креативности и оснований для проведения градации уровней креативности сотрудников в зависимости от их способностей и практических возможностей воспринимать и распространять инновации. В качестве демонстрации возможностей автоматизированного инструментария, используемого при поведении и обработке результатов психометрических исследований креативных качеств испытуемых, приведен пример реализованного автором решения для кластеризации результатов теста, основанного на применении алгоритма k-means. На основании приведенных в работе материалов делаются выводы о применимости созданных методов для практической оценки креативных возможностей кандидатов при проведении процедур рекрутмента.

*Ключевые слова:* рекрутмент, креативная деятельность, диагностика креативности, дивергентность мышления, кластеризация.

## Введение

Развитие современного производства и сервиса показывает, что возможность создания большого количества инноваций является одним из наиболее серьезных конкурентных преимуществ современной компании любого уровня [1, 2]. При этом несмотря на высокий уровень развития информационных технологий, все чаще ориентирующихся на использование методов и средств искусственного интеллекта, именно креативная деятельность человека оказывает определяющее влияние на создание новых продуктов и идей [3].

В этой связи успешность процедур поиска сотрудников, способных на создание и распространение инноваций, является одним из основополагающих факторов эффективного развития любого бизнеса [4], а определение персональных способностей работника к генерации новых идей и активному восприятию окружающих инноваций становится сегодня одной из основных процедур при подборе специалистов в компании, заинтересованные в инновационном развитии [5]. В этой связи отделы набора персонала, осуществляющие и координирующие подобную деятельность, проявляют растущую заинтересованность в создании средств обоснованного выбора подобных специалистов из общего числа кандидатов на вакансию [6].

Способность работника генерировать новые идеи может быть описана с точки зрения общей теории деятельности, представляющей собой систему согласованных теоретических и методологических подходов к исследованию психических личностных и социальных феноменов [7].

В [8] в зависимости от стационарности выполнения задач, неопределенности внешних условий и получаемого результата созидательная деятельность работника подразделяется на регулярную (осуществляемую по детерминированной технологии с получением известного результата), репликативную (приводящую к известному результату, но осуществляемую в условиях выбора известных технологий реагирования на изменчивость внешних условий) и креативную (осуществляемую по технологии, создаваемой в период осуществления деятельности в зависимости от внешних условий и получаемого результата).

Проблема выявления креативности работника, представляет собой сложную комплексную задачу оценки ориентированности его на творчество [9]. На сегодняшний день создано достаточно большое количество подходов к практической оценке потенциальных возможностей человека в области генерации новых идей [10]. При этом, характерной чертой подобных исследований являются существенные временные затраты не только на их проведение в период собеседований с соискателями вакансии, но и, особенно, на последующую обработку результатов тестирования, требующую привлечения высококвалифицированных специалистов-психологов, что существенно замедляет процесс поиска новых сотрудников и повышает затраты на его проведение [11].

Это, в свою очередь, является серьезным препятствием при применении подобных технологий рекрутмента небольшими инновационными предприятиями или стартапами, наиболее заинтересованными в поиске специалистов, готовых к генерации новых идей, и которым приходится обрабатывать сведения о нескольких сотнях кандидатов, претендующих на каждую вакансию [12]. При этом, разработанное на сегодняшний день большое количество разнообразных методов оценки креативности личности требует детального рассмотрения их особенностей на предмет применимости к решению практических задач рекрутмента.

В связи с этим целью настоящей работы является проведение обзора возможных подходов к решению задачи выбора наиболее креативного кандидата на вакансию, для последующего создания на их основе автоматизированных средств интеллектуальной поддержки процедур рекрутинга инновационного предприятия.

## Креативность работника как объект выявления и оценки

В общем случае креативность работника представляет собой интегральную характеристику личности, проявляющуюся через взаимодействие способностей человека, его конкретной деятельности и его социального окружения [13, 14]. Причем в роли ведущего критерия при оценке креативности признается гибкость и оригинальность мышления, выражающиеся в способностях критического взгляда на ситуацию и перекомбинирования существующих элементов решения в новые конфигурации [10].

Впервые понятие креативности ввел в научный обиход Д. Симпсон в 1922, определив ее как качество личности, выражающееся в способности человека преодолевать стереотипные способы мышления [15]. В дальнейшем понятие креативности личности и ее влияние на человеческую деятельность было подробно рассмотрено в работах К. Роджерса [16], А. Маслоу [17] и целого ряда других исследователей. Вместе с этим на основе результатов теоретических исследований феномена креативности начали создаваться практические методы диагностирования креативности как объективно существующего параметра личности.

Существующие сегодня подходы к выявлению креативности личности могут быть подразделены на три основных категории [18]:

- психометрические подходы к определению свойств личности, влияющих на креативность, построенные на выполнении испытуемым наборов унифицированных заданий, результаты которых позволяют тем или иным образом трактовать ряд личностных качеств, оказывающих влияние на креативность,
- подходы, основанные на рассмотрении испытуемыми проблемных ситуаций, результаты которых позволяют осуществить интегральную креативно-поведенческую оценку работника; однако, применимость подобных подходов чрезвычайно ограничена условиями предлагаемых к решению задач [19], в связи с чем основанные на подобном подходе методы диагностики креативности используются, по большей части, для оценки возможностей работника при решении задач узкого назначения (например, при действиях в чрезвычайных ситуациях),
- подходы, основанные на социально-личностном анализе созидательного творчества, предполагающие изучение креативности как системного свойства личности, основанные на исследовании процессов ее формирования, и используемые, большей частью, для оценки креативных возможностей работников творческих направлений

художественной и гуманитарной сферы и плохо применимые к оценке научно-технической креативности [20].

Одной из первых работоспособных методик практической психометрической оценки креативных возможностей личности, активно используемой для оценки инновационного потенциала работника, стала методика, основанная на концепции креативности Дж. Гилфорда, предложившего при оценке креативности учитывать уровень дивергентности мышления испытуемого, выявляющийся в возможности нахождения множества решений одной и той же элементарной задачи (в противовес конвергентному мышлению, направленному на поиск единственного верного решения) [21, 22].

На основании серии систематических исследований Гилфорд выделил основные параметры личности, определяющие ее креативность, в число которых вошли: способность к выявлению и формулировке проблем, способность к производству большого количества разнообразных идей, способность предлагать неочевидные решения, способность находить пути улучшения широко известных объектов, способность к проведению анализа и синтеза. При этом уровень общего интеллекта не включается в общую структуру креативности. Для фиксации указанных свойств личности Гилфордом был разработан набор из 14 тестов, направленных, большей частью, на выявление дивергентных качеств, 10 из которых фиксируют вербальную креативность, а 4 — невербальную.

Существенный вклад в повышение валидности диагностирования креативности на основе дивергентных качеств внес Э. Торренс [23], который расширил понятие креативности способностью четко воспринимать недостатки и недостающие части общей картины, подкрепленной умением формулировать, проверять и модифицировать гипотезы для нахождения конечного результата. В состав базового набора тестов Торренса входит 12 испытаний, сгруппированных в три раздела: вербальный, изобразительный и звуковой, призванные определить особенности словесного, изобразительного и словесно-звукового креативного мышления.

Впоследствии лежавшие в основе этих работ теоретические положения и допущения получили название концепции креативности Дж. Гилфорда и Э.П. Торренса.

Еще одним существенным шагом в совершенствовании психометрических методов определения креативности стали исследования М. Воллаха и Н. Когана [24], которые показали взаимосвязь креативных способностей работника и его общего уровня интеллекта (измеряемого в том числе с использованием методик Г. Айзенка [25], Д.Векслера и Р. Артмауэра [26]), а также предположи-

ли включение игровых элементов в общую процедуру тестирования для моделирования непринужденной атмосферы творчества. Все последующие годы методики психометрического определения уровня креативных возможностей сотрудников адаптировались и дополнялись в том числе отечественными учеными В. Дружининым [20], Е. Ильиным [27] и другими исследователями, что создало серьезную российскую научно-теоретическую базу для создания практических методов определения креативности.

Несмотря на большое количество негативных мнений относительно применимости тех или иных конкретных процедур психометрических методов оценки креативности [28, 29], они продемонстрировали свою работоспособность, и на протяжении уже нескольких десятилетий успешно применяются в практике hr-подразделений компаний при проведении оценки креативного потенциала кандидатов на вакансии [30, 31].

#### **Автоматизация обработки результатов психометрических методов оценки креативности с использованием методов кластеризации**

Несмотря на простоту содержания заданий, выполняемых испытуемыми в период проведения психометрического тестирования креативности, итоговая обработка результатов исследований, проводимая с целью получения адекватного результата, представляет собой достаточно трудоемкий процесс, требующий привлечения специально подготовленных специалистов [32], что приводит к серьезному росту затрат при проведении профессионального анализа результатов испытаний кандидатов на вакансию, или гарантирует получение недостоверного результата при неквалифицированной обработке. Поэтому актуальной является задача создания методов автоматизированной обработки результатов полученных результатов тестирования.

В связи с тем, что построение всех психометрических методов оценки способностей личности строится на большом количестве допущений, то при оценке получаемых результатов в большинстве случаев практического рекрутмента следует говорить не о получении абсолютной метрики конкретного человека, а лишь о его попадании в группу лиц, обладающих подобными характеристиками.

Так как дальнейшая коллективная инновация будет являться конкретной реализацией креативной деятельности [33], при оценке возможностей сотрудника следует учитывать и то, что реальная креативная способность работника генерировать инновации неразрывно связана с его возможностями распространять результаты своей креативной деятельности на непосредственное рабочее окружение. Поэтому подход к кластеризации

результатов психометрического тестирования креативных возможностей работников выражающаяся в их умении создавать, извлекать, преобразовывать и практически использовать для производства инноваций вновь появившуюся информацию [34] возможно строить на основе результатов многофакторных оценок способностей сотрудников предприятий различных профилей деятельности воспринимать инновации и генерировать собственные новые поведенческие сценарии, проведенных Э. Роджерсом, которому удалось выделить пять достаточно устойчивых групп работников по их креативным способностям и общему отношению к инновациям [35]:

- активные инноваторы (2.5 %), первыми узнающие о возможности новых подходов из внешних источников, готовые к их креативному переосмыслению, использованию и генерации новых идей, а также понимающие и принимающие все риски с этим связанные,
- ранние последователи (13.5 %), представляющие собой лидеров мнений рассматриваемых коллективов, готовые к креативной генерации идей, развивающих инновации и снижающие своими субъективными оценками уровень неопределенности относительно использования новинок в глазах остальной части коллектива,
- раннее большинство (34,0 %), представляющее наиболее значимую для дальнейшего развития инноваций группу работников, развивающих прикладное использование вновь генерируемых идей или создаваемых продуктов, а также активно детализирующих новые идеи и продвигающих их другим коллегам,
- позднее большинство (34,0 %), представляющее «консервативное» сообщество, не расположенное в креативной деятельности, скептически относится к любым изменениям, но готовое принять их под давлением коллектива,
- так называемые «копуши» (16,0 %), представляющие собой людей не склонных к креативной деятельности и особо невосприимчивых к инновациям, которые в связи с ограниченностью своих информационных и социальных связей, последними воспринимают в качестве повседневных практик новые идеи.

Так как указанное соотношение оказывается очень устойчивым в большинстве трудовых коллективов [36], представленную типизацию возможно использовать в качестве основы сравнительной шкалы при определении креативности [37].

Используем это разбиение на группы при построении процесса автоматизации обработки психометрических данных для определения креативности при создании пайплайна кластеризации на основе алгоритма k-means [38], позволяющего обеспечить кластеризацию данных на основе меры близости Евклидово расстояние, определяемой по формуле,

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} (x - \mu_i)^2,$$

где  $k$  — число кластеров,  $S_i$  — полученные кластеры,  $i = 1, 2, \dots, k$ , а  $\mu$  — центры масс всех векторов  $x$  из кластера  $S_i$ .

Схема предлагаемого процесса обработки результатов тестирования, содержащего описанную обработку данных представлен на рис. 1.

Эффективность использования предложенного метода автоматизированной кластеризации результатов психометрических тестов, направленных на фиксацию степени дивергентного мышления, была проверена с использованием ранее проведенных исследований креативных возможностей студентов при помощи теста на необычное применение объектов, который представляет собой способ вербальной диагностики способностей, в котором испытуемым предлагается в разных вариантах рассмотреть и предложить альтернативное использование ряда предметов и объяснить свое предложение.

Подобное определение креативности через процедуру описания способов необычного использования предметов на сегодняшний день является одним из наиболее часто используемых практических механизмов, применяемых для измерения дивергентного мышления, представляющего собой основу креативности людей,

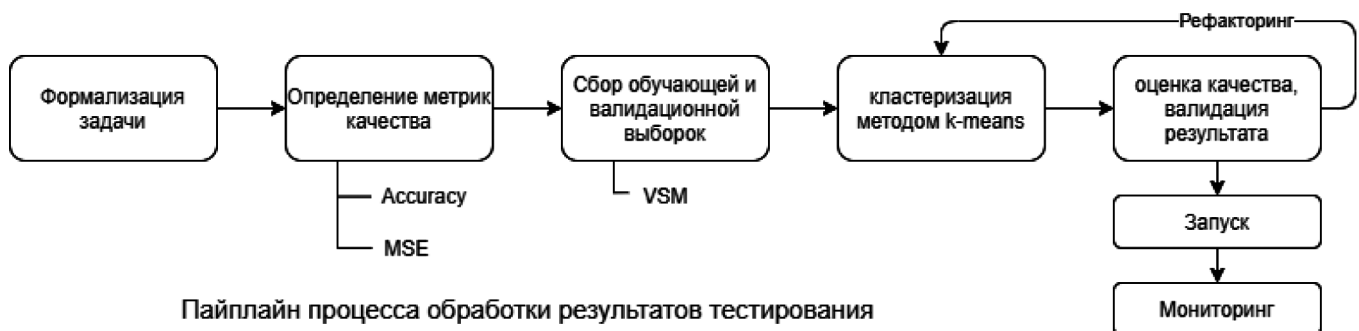


Рис. 1.Схема предлагаемого процесса обработки результатов тестирования

принадлежащих к различным возрастным группам. Подтверждение этому можно найти в большом количестве отечественных и зарубежных исследований [39], [14].

В рамках описываемого исследования, проведенного по модифицированной методике выявления дивергентности мышления, основанной на описании возможностей необычного использования предметов, тестированию было подвергнуто 1032 студента технических специальностей университетов Санкт-Петербурга. Вся исследуемая выборка ранее полученных была случайным образом разделена на две части. В первую часть вошли 300 результатов тестов, обработанных специалистами, имеющими существенный опыт трактовки и представления результатов подобных тестов. После чего результат был кластеризован на пять групп, согласно подходу [35]. Следующим шагом на выборке обработанных специалистами результатов было произведено обучение описанного выше алгоритма обработки результатов тестирования. После чего оставшаяся не обработанная специалистами часть результатов тестирования (732 результата тестов) была оценена и кластеризована с использованием автоматического метода.

При этом процесс преобразования текстовых результатов теста был основан на использовании векторных представлений текстов (Vector Space Model, VSM) [40], позволяющих выразить анализируемые тексты через наборы векторов, соответствующих словам, их формирующим:

$$d_j = (w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{nj}),$$

где  $d_j$  — векторное представление  $j$ -го документа,  $w_{ij}$  — вес  $i$ -го слова в  $j$ -м документе,  $n$  — количество различных слов во всех документах коллекции.

В рассматриваемом случае для генерации VSM-представления применялась «one-hot»-кодировка [41],

представляющая собой преобразование каждого слова входящего в текст документа с помощью вектора размерности, равной объему словаря коллекции, применяемой в качестве обучающей выборки. При таком описании подобный вектор состоит из одной единицы, соответствующей положению слова в словаре, и остальных нулей. Хотя получающееся при этом сильно разреженное представление неэффективно по памяти и не позволяет сравнивать слова на предмет семантической близости, однако, оно дает возможность эффективно представлять шаблонно и понятийно ограниченные текстовые результаты вербальных тестов, в которых наблюдаются значительные отклонения от частотности применяемых слов, характерных для естественного языка.

Для повышения устойчивости получаемого результата кластеризации (в условиях серьезно различающихся по количеству элементов каждого кластера [35] в предлагаемом процессе для оценки качества проводимой кластеризации использовались две метрики: accuracy и MSE [42], представляющие собой среднюю сумму квадратичной разности между фактическим и спрогнозированным значением.

#### Обсуждение и выводы

Результаты кластеризации, полученные при обработке данных продемонстрированы на рис. 2, на котором для указанных пяти групп приведены результаты исследований, обработанные «вручную» специалистами по модифицированной методике выявления (кривая 1) и обработанные при помощи обученной модели кластеризации (кривая 2).

Приведенный результат демонстрирует хорошее качество кластеризации, проводимой предложенным автоматизированным методом, поэтому созданный алгоритм автоматизированной обработки результатов тестирования креативных возможностей кандидатов

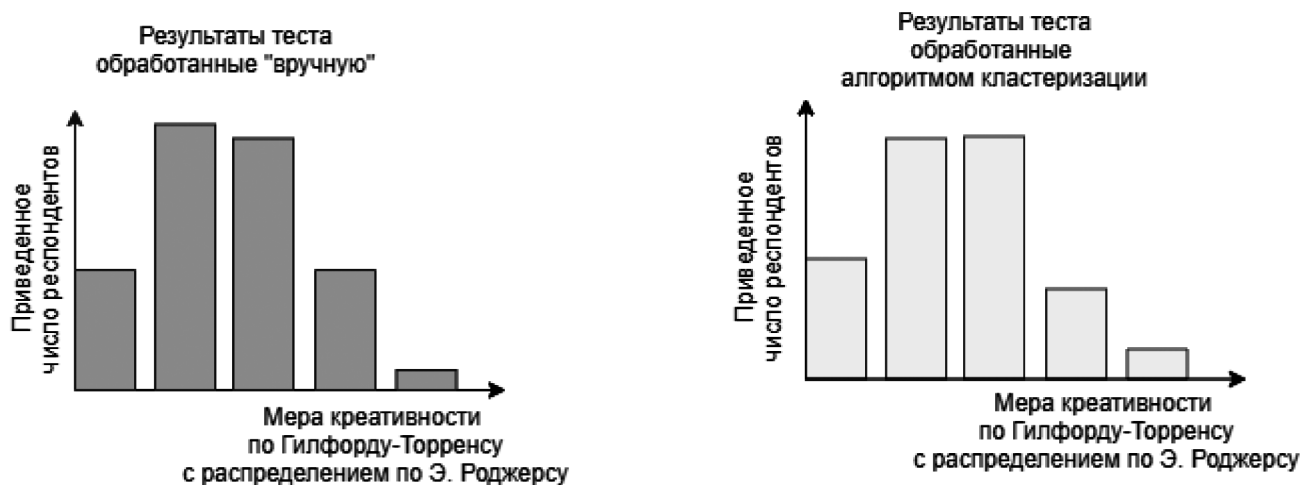


Рис. 2. Результаты обработки теста

на вакансию будет применен в создаваемом программном комплексе, предназначенном для поддержки принятия решений при осуществлении процедур рекрутмента, применение которого позволит существенно упростить процедуру обработки результатов тестирования, проводящегося при оценке соискателей вакансии.

В целом на основании результатов приведенных в настоящей работ можно сделать ряд выводов, существенных для продолжения работ по созданию автоматизированных решений, предназначенных для объективной автоматизированной оценки сотрудников компаний при их приеме на работу:

- способности работника к креативной деятельности могут быть выявлены методами психометри-

ческого тестирования и определены способами, применяемыми для выявления дивергентного мышления, создаваемыми на основании концепции креативности Дж. Гилфорда и Э.П. Торренса, — в качестве практического измерительного метода может быть применена вербальная методика выявления дивергентного мышления, основанная на описаниях необычного использования предметов, хорошо проявившая себя в подобных измерениях для лиц различных возрастных групп, — процесс обработки полученных в результате тестирования результатов может быть проведен с учетом автоматизированной процедуры кластеризации результатов по группам при помощи методики, описанной в настоящей работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Chadee D., Roxas B. Institutional environment, innovation capacity, and firm performance in Russia // *Critical Perspectives on International Business*. 2013. Vol. 9, no. 1–2. P. 19–39.
2. Gong Y., Zhou J., Chang S. Core knowledge employee creativity and firm performance: The moderating role of riskiness orientation, firm size, and realized absorptive capacity // *Personnel Psychology*. 2013. Vol. 66, no. 2. P. 443–482.
3. Zhdankin N.A., Suanov V.M., Sharipov B.K. Innovations and Motivation of Personnel as the Main Drivers of Development of Industrial Enterprises. Institute of Scientific Communications Conference. Springer, Cham. 2019, pp. 125–133.
4. Волков А.Т., Дегтярева В.В., Устинов В.С. Особенности инновационного предпринимательства в условиях развития национальной технологической инициативы // *Инновации* №11 (229), 2017, с. 54–59.
5. Запорожец А.С. Инновационные предприятия и их особенности с позиций экономической науки // *Инновации и инвестиции*, №10, 2020, с. 3–6.
6. Коркина Т.А., Зотова Е.Н. Зарубежный и отечественный опыт подбора персонала // *Общество, экономика, управление*. 2021. Том 6, № 4. 58–63. DOI 10.47475/2618-9852-2021-16408.
7. Щедровицкий Г.П. Исходные представления и категориальные средства теории деятельности // Щедровицкий Г.П. Избранные труды. — М.: «Шк. культ. пол.», 1995, С. 233.
8. Белов М.В., Новиков Д.А. Методология комплексной деятельности. М.: Ленанд, 2018. — 320 с.
9. Еремина Л.И. Развитие креативности личности: психологический аспект // *Общество: социология, психология, педагогика*. 2014, № 1. С. 42–47.
10. Барышева Т.А. Креативность. Диагностика и развитие. Монография/Т.А. Барышева; Рос. гос. ун-т им. А.И. Герцена.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена 2002. 205 с.
11. Р. Дж. Стернберг, Дж. Б. Форсайт, Дж. Хедланд и др. Практический интеллект — СПб.: Питер, 2002. — 272 с.
12. Amabile T.M., Pratt M.G. The dynamic componential model of creativity and innovation in organizations: Making progress, making meaning. *Research in Organizational Behavior*, 2016, Vol. 36, pp. 157–183.
13. Дорфман Л.Я. Уровни и типы креативности: анализ современных психологических концепций // *Психологический журнал*. — 2015. — Т. 36. — № 1. — С. 81–90.
14. Plucker J.A., Makel M.C., Qian M. Assessment of Creativity. J. Kaufman, R. Sternberg (Eds.). *Cambridge Handbook of Creativity*. — Cambridge: Cambridge University Press, 2019. — P. 44–68.
15. Ахмерова А.Ф. Креативность как основная характеристика творческой личности // *Вестник Университета Российской академии образования* №3, 2015 С. 7–11.
16. Роджерс К.Р. Взгляд на психотерапию. Становление человека. М., 1994. 480 с.
17. Маслоу А.Г. Дальние пределы человеческой психики / пер. с англ. А.М. Татлыбаевой. СПб., 1999. 432 с.
18. А. И. Савенков. Основные подходы к диагностике креативности // *Наука и школа*, 2014, №4, с. 117–127.
19. Матюшкин, А.М. Концепция творческой одаренности / А.М. Матюшкин // *Вопр. психологии*. — 1989. — № 6. — С. 29–33.
20. Дружинин, В.Н. Психология общих способностей [Текст] / В.Н. Дружинин. — СПб: Питер, 2007. — 368 с.
21. Guilford, J. P. *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill, 1967. 538.
22. Гилфорд Дж. Три стороны интеллекта / В сб. пер.: Психология мышления. Под ред. А.М. Матюшкина. — М., 1965. — С. 433–456
23. Torrance E.P. Predictive Validity of the Torrance Tests of Creative Thinking // *Journal of Creative Behavior*, 1972, 6(4), 236–252.
24. Wallach, M.A., & Kogan, N. (1965). A new look at the creativity-intelligence distinction. *Journal of Personality*, 33(3), 348–369.
25. Айзенк Г. Новые IQ тесты. — М.: ЭКСМО, 2003. — 192 с.
26. Кинякина О.Н. Мозг на 100%. Интеллект. Память. Креатив. Интуиция — М.: Эксмо, 2014, — 808 с.

27. Ильин Е.П. Психология творчества, креативности, одаренности. — СПб: Питер, 2012 —434 с.
28. Боно, Э. де. Латеральное мышление [Текст] / Э. де Боно. — СПб., 1997.
29. Богоявленская, Д.Б. Исследование творчества и одаренности в традициях процессуально-деятельностной парадигмы [Текст] / Д.Б. Богоявленская // Современные концепции одаренности и творчества / под ред. Д. Б. Богоявленской. — М., 1997.
30. McKay A.S., Karwowski M., Kaufman J.C. Measuring the muses: Validating the Kaufman Domains of Creativity Scale (K-DOCS) // Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts. — 2017. — Vol. 11(2). — P. 216–230
31. Plucker J.A., Esping A., Kaufman J.C., Avitia M.J. Creativity and intelligence. S. Goldstein, D. Princiotta, J.A. Naglieri (Eds.). Handbook of intelligence: Evolutionary theory, historical perspective, and current concepts. — New York: Springer, 2015. — P. 283–291.
32. Батурин Н.А., Вучечич Е.В. Костромина С.Н. и др. Российский стандарт тестирования персонала // Организационная психология. 2015. Т. 5. № 2. С. 67–138.
33. Hear, J., 1989. The Management of Innovation and Design, Cassell, London, 193 p.
34. Mahajan V., Muller E., Bass F.M. New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research // Diffusion of Technologies and Social Behavior, 1991. — doi: 10.1007/978-3-662-02700-4.
35. Rogers E.M. Diffusion of innovations. / 4th Edition. — New York: Simon and Schuster, 2010. — 518 p.
36. Rogers E.M., Shoemaker F.F. Communication of Innovations; A Cross-Cultural Approach. — New-York: Simon and Schuster, 1971.
37. Hurt H.T., Joseph K., Cook C.D. Scales for the Measurement of Innovativeness // Human Communication Research, 1977. — №1.
38. Jin, X., Han, J. (2011). K-Means Clustering. In: Sammut, C., Webb, G.I. (eds) Encyclopedia of Machine Learning. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-30164-8\\_425](https://doi.org/10.1007/978-0-387-30164-8_425).
39. Щербанова Е.И. Исследовательские методологии и методы изучения креативности в отечественной психологии // Теоретическая и экспериментальная психология. — 2018. — Т. 11. — № 4. — С. 39–53.
40. Salton G., Wong A., Yang C. (1975), Vector space model for automatic indexing, ACM, vol.18, №.11, pp. 613–620.
41. Лыченко Н.М., Сороковая А.В. Сравнение эффективности методов векторного представления слов для определения тональности текстов// Математические структуры и моделирование 2019. № 4(52). С. 97–110.
42. Maayas, K., & Aboulnasr, T. (1997). Leaky LMS algorithm: MSE analysis for Gaussian data. In IEEE Transactions on Signal Processing (Vol. 45, Issue 4, pp. 927–934). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <https://doi.org/10.1109/78.564181>.