

УДК 159.9.07

## **Диагностика и развитие концептуальных способностей студентов в учебном процессе**

**Ирина А. Кибальченко\***, Антон О. Григорьев, Юрий А. Криничный, Арина А. Родина, Кирилл И. Морев

Южный федеральный университет, ИКТИБ, Таганрог, Российская Федерация

\* E-mail: kibalirina@sfedu.ru

### **Аннотация**

Статья посвящена разработке в учебном процессе контента для диагностики и развития концептуальных способностей студентов. В разделе «Введение» на основе исследований М. А. Холодной, С. А. Хазовой, А. В. Трифионовой и других описаны теоретические основания признаков того, что у студентов, включенных в исследовательскую деятельность, актуализируются понятийное мышление, категориальные и концептуальные способности. На основе диагностической методики «Понятийный синтез» в исследовании использовался технологический прием развития концептуальных способностей, предполагающий разработку студентами развивающих и диагностических триад (учебных текстов) в семантическом поле понятия "искусственный интеллект", составление взаимосвязей внутри каждой триады, оценка составленных на основе триад предложений. В разделе «Результаты и обсуждение результатов» описаны этапы разработки стимульного материала в поле понятия «Искусственный интеллект»; группировка триад (три слова), их экспертная оценка и иерархическое структурирование; апробация разработанных триад в учебном процессе проведена на группе людей, имеющих профессиональную компетенцию по отношению к понятию «искусственный интеллект». В исследовании приняли участие 26 человек – будущих IT специалистов (аспирантов и магистрантов). Проведена интерпретация результатов. Представлен новый взгляд на проблему интеллектуального развития студентов при изучении искусственного интеллекта. Метод корреляционного анализа, экспертные оценки, определение частоты встречаемости признаков использованы в обработке результатов. В заключении сформулированы выводы о том, что учебный текст «Понятийный синтез» направлен на оценку изучения и развития когнитивных структур знаний и понятийного опыта студентов и аспирантов по теме искусственного интеллекта. Разработка тематических триад определяют не только эффективность интеллектуальной деятельности в целом, но и характеризуют успешность учебной деятельности.

**Ключевые слова**

понятийное мышление, концептуальные способности, учебный текст, развитие, студенты.

## **Diagnostics and development of students' conceptual abilities in the educational process**

**Irina A. Kibal'chenko\***, Anton O. Grigoryev, Yuryy A. Krinichnyy, Arina A. Rodina, Kirill I. Morev

Southern Federal University, IKTIB, Taganrog, Russian Federation

\* Corresponding author. E-mail: kibalirina@sfnedu.ru

**Annotation**

The article is devoted to the content creation in the educational process for the diagnosis and development of conceptual abilities of students. The theoretical foundations of signs, that conceptual thinking, categorical and conceptual abilities in students, who are involved in research activities, are actualized, are described in the section «Introduction», which is based on the research of M. A. Kholodnaya, S. A. Hazova, A. V. Trifonova and others. Based on the «Conceptual Synthesis» diagnostic technique, the study used a technological method for developing conceptual abilities, which involves students to create developing and diagnostic triads (educational texts) in the semantic field of the concept of «artificial intelligence», compiling relationships within each triad, and evaluating sentences based on triads. The section «**Results and discussion of results**» describes the stages of development of stimulus material in the field of the concept of «Artificial Intelligence»; grouping of triads (three words), their expert assessment and hierarchical structuring; testing of the developed triads in the educational process was carried out on a group of people with professional competence in relation to the concept of «artificial intelligence». The study involved 26 people-future IT specialists (postgraduates and master students). The results were interpreted. A new view on the problem of intellectual development of students in the study of artificial intelligence is presented. **The method** of correlation analysis, expert estimates, determination of the frequency of occurrence of signs were used in processing the results. In **closing**, it is concluded that the educational text «Conceptual synthesis» is aimed at evaluating the study and development of cognitive structures of knowledge and conceptual experience of students and postgraduates on the topic of artificial intelligence. The development of thematic triads determines not only the effectiveness of intellectual activity in general, but also characterize the success of educational activities.

**Keyword**

conceptual thinking, conceptual abilities, educational text, development, students

**Введение**

Исследования ученых (Холодная и Хазова, 2017) дают основание утверждать, что изменение у субъектов всех познавательных процессов, интеллектуальных возможностей, произвольной регуляции психической деятельности на качественном уровне обусловлено сформированностью понятийного мышления и понятийных способностей (семантических, категориальных и концептуальных) (Холодная и Хазова, 2017). Пиком развития понятийных способностей являются концептуальные способности (Kholodnaya, Volkova, 2016).

В аспекте развития концептуальных способностей студентов особую роль приобретает развитие у них категориальных способностей (Хазова, 2014). Исходя из исследований М. А. Холодной, под категориальными способностями будем понимать психические свойства, имеющие отношение к продуктивности процессов категоризации. Такая продуктивность обуславливает отнесение объекта к определенной категории в соответствии с теми преобразованиями, которые осуществляются в системе категориальных признаков разной степени обобщенности.

При этом, в качестве характерной черты категориальных способностей выступает склонность к так называемому категориальному обобщению, то есть обнаружению общего кардинального свойства в ряду разнящихся понятий и выбору подходящей обобщающей категории. Стоит отметить, что высокие показатели уровня развития концептуальных способностей являются неким «связующим звеном» между когнитивными и креативными способностями индивидуума (Холодная, 2015).

В связи с этим в учебной деятельности актуальна разработка учебных текстов, включающих поиск, обоснование и проверку разных признаков понятий учебных дисциплин. Одним из таких универсальных понятий, в частности, является искусственный интеллект. Он изучается в разных аспектах: возможного сознания у роботов (Chatila, Renaudo, Andries, Chavez-Garcia, Luce-Vayrac, Gottstein, 2018; Dehaene, Lau and Kouider, 2017); совершенствование цифровой медицины (Fogel, Kvedar, 2018); взаимосвязи с творчеством (Gobet, Giovanni, 2019); сознание виртуальных агентов (Grigore, Pereira, Zhou, Wang and Scassellati, 2016; Solaiman, 2017); специфика взаимодействия человека и робота (Kennedy, Baxter and Belpaeme, 2017; Levy, 2009); разработка архитектуры системы (Kinouchi and Mackin, 2018) и разработка содержания понятия «искусственный интеллект» (Mustafa Ergen, 2019). Во всех этих аспектах прослеживается необходимость развития понятийного мышления у тех, кто занимается разработкой IT-техники.

Если включить в учебный процесс разработку учебных текстов, направленных на выявление общего существенного признака среди разных объектов,

определение для них обобщающих категорий и логических связей между ними, то можно создать условия для развития у студентов понятийного мышления как основы интеллекта. Добавим, что готовность студентов к категориальному обобщению в учебной деятельности, построение на основе содержания категорий концептуальных структур – признак высокого уровня развития концептуальных способностей.

В связи с вышеизложенным, в рамках учебной дисциплины «Методики профессионально-ориентированного обучения» группой экспертов-аспирантов была проведена работа по проектированию средств развития и предметной диагностики понятийного мышления студентов.

### **Методы и методики**

Для проведения исследования были использованы следующие методы:

1. Метод экспертных оценок: в исследовании приняли участие 5 экспертов (аспирантов по направлению IT).
2. Метод корреляционного анализа для определения силы и характера взаимосвязей между результатами.

За основу разработки учебного текста была взята одна из методик оценки концептуальных способностей как индикаторов сформированности индивидуального интеллектуального ресурса – субтест «понятийный синтез», разработанный М. А. Холодной (Холодная, 2019).

Суть методики заключается в предъявлении респондентам трёх слов существительных (триад), абсолютно не связанных между собой, но относящихся к разным категориям исследуемого понятия. За конкретно отведенное время респондент должен составить как можно больше предложений для каждой из триад. Соответственно, от того, насколько осмысленными будут установленные разные смысловые связи между представленными терминами, напрямую зависит итоговый показатель уровня концептуальных способностей испытуемого (Холодная, 2019).

### **Результаты и обсуждение результатов**

В процессе разработки стимульного материала студентами были предложены, а затем оценены экспертами признаки (всего 77), характеризующее ключевое и системообразующее понятие «искусственный интеллект». В результате оценки, экспертами были отобраны признаки, которые входят в когнитивный состав концепта «искусственный интеллект». Полученная база когнитивного состава была использована для создания учебных текстов по диагностике и развитию концептуальных способностей студентов в условиях образовательной деятельности.

По итогам разработки стимульного материала, с целью реализации его в учебном процессе, 5 экспертами были составлены 15 различных вариантов

триад для учебных текстов «Понятийный синтез» в поле понятия «искусственный интеллект». В связи с этим каждое слово триады должно относиться к разным категориям ключевого понятия «искусственный интеллект».

Предложенные триады были оценены по шкале от 1 до 3 баллов, в зависимости от того насколько они, по мнению эксперта, соответствуют заданному условию (т. е. в действительности относятся к разным категориям понятия «искусственный интеллект»), где 1 – минимальная оценка, а 3 – максимальная. В таблице 1 представлены предложенные и оцененные экспертами триады.

**Таблица 1.** Триады для учебного текста «Понятийный синтез»

Триада	Средняя оценка
Анализ изображений, нейронная сеть, когнитивные вычисления	2.75
Генетические алгоритмы, анализ изображений, синтез речи	2.25
Нейронная сеть, самообучающаяся система, прикладной ИИ	2
Генетические алгоритмы, бионический подход, интеллектуальный анализ и синтез	2.75
Алгоритмы, генетические алгоритмы, биоинспирированные алгоритмы	2.25
Искусственный разум, классификатор Байеса, эволюционные вычисления	3
Машинное обучение, когнитивные вычисления, голосовые помощники	3
Сверточные нейронные сети, когнитивные вычисления, искусственный разум	2.5
Глубокое обучение, интеллектуальная система, большие данные	2.5
Искусственный разум, распознавание речи, распознавание изображений.	2
Цифровые персональные помощники, расчеты нейронных сетей, метод Монте-Карло	2.75
Биоинспирированные алгоритмы, анализ данных, квантовые вычисления	2.75
Распознавание образов, бионический подход, искусственный нейрон	2.75
Машинное обучение, нейронная сеть, искусственный разум	2.75
Нейронные сети, глубокое обучение, цифровые персональные помощники	2.5

Так, получившие оценки низкие и ниже среднего (от 1 до 2,44) не были подвержены экспертизе. В работе были задействованы триады с высокими оценками (от 2,5 до 3).

В процессе апробации разработанных триад аспирантами были составлены предложения и оценены экспертами. В итоге предложения, полученные путем формирования смысловых связей из отобранных 11 триад (таблица 2).

**Таблица 2.** Результаты экспертов по разработанному учебному тексту «Понятийный синтез»

Предложения	Средняя оценка
Проведенный посредством нейронной сети анализ изображений позволил произвести необходимые когнитивные вычисления.	2,75
Благодаря искусственному разуму, основанному на классификаторе Байеса ученым удалось добиться эволюционных вычислений.	2,75
Нейронная сеть позволяет осуществлять как простой анализ изображений, так и сложные когнитивные вычисления.	2,5
Искусственный разум использует сверточные сети в когнитивных вычислениях.	2,2
Интеллектуальная система работает с большими данными благодаря возможностям глубокого обучения.	3
Искусственный разум это в том числе нейронная сеть, прошедшая машинное обучение.	2,75
Расчеты нейронных сетей на основе метода Монте-Карло позволили создать цифровые персональные помощники.	2,5
Нейронные сети отлично справляются с задачами анализа изображений, в отличие от методов когнитивных вычислений.	2,4
Голосовые помощники, разработанные при помощи машинного обучения, помогут совершить прорыв в сфере когнитивных вычислений.	2,8
Квантовые вычисления открывают совершенно новые границы в области анализа данных, но не биоинспирированных алгоритмов.	2,2

Предложения	Средняя оценка
Цифровые персональные помощники пользуются данными, полученными при помощи расчётов нейронных сетей или метода Монте-Карло.	2,6
Получить анализ изображений можно с помощью нейронных сетей на основе когнитивных вычислений	2,4
Генетические алгоритмы основанные на бионическом подходе открывают возможности в разработке интеллектуального анализа и синтеза	2,4
Создание персональных цифровых помощников возможно благодаря глубокому обучению нейронных сетей	2,25
В генетических алгоритмах используется бионический подход для интеллектуального анализа и синтеза	2,5
Нейронные сети относятся к методам машинного обучения и представляют собой модель искусственного разума	2

Оценки разработанных триад достигают 2 и 3 уровня.

В качестве ключевого показателя оценки использовалась степень сложности установленных в предложении связей и средняя сумма баллов, полученных от экспертов. Отметим, что при выставлении соответствующего балла эксперты руководствовались следующими критериями (Холодная, 2019):

0 баллов – связываются только два слова из трех;

1 балл – связь устанавливается на основе простого перечисления слов;

2 балла – все три слова связываются в рамках описания определенной конкретной ситуации;

3 балла – все три слова объединяются на основе обобщающей категории, аналогии, причинно-следственных отношений.

Как видно из таблицы 2, все 16 предложений получили достаточно высокую оценку экспертов, что говорит о сформированности понятийного синтеза у аспирантов и о возможности использовать сформулированные предложения в качестве примеров в образовательном процессе.

Следующий этап посвящен непосредственному применению разработанного учебного текста (иначе говоря, стимульного материала) «Понятийный

синтез» с целью проведения исследования, направленного на изучение и развитие концептуальных способностей студентов. Для этого посредством ресурса Google Forms составлена специальная анкета, ссылка на которую была отправлена респондентам. Согласно инструкции методики, в основу учебного текста в качестве стимульного материала понятия включены 3 триады слов из поля понятия «искусственный интеллект», получившие наивысшую оценку экспертов (от 2.75 до 3 баллов):

1 триада: анализ изображений, нейронная сеть, когнитивные вычисления;

2 триада: искусственный разум, классификатор Байеса, эволюционные вычисления;

3 триада: машинное обучение, когнитивные вычисления, голосовые помощники.

В результате, разработанный по методике «Понятийный синтез» субтест был апробирован на группе людей, имеющих профессиональную компетенцию по отношению к понятию «искусственный интеллект».

В исследовании приняли участие 26 человек – будущих IT специалистов, все из них обучаются по программе подготовки аспирантов – группа 1; степень бакалавра и обучаются по программе магистратуры (студенты) – группа 2.

Мы предположили, что ответы респондентов обеих групп будут коррелировать между собой.

Всего испытуемыми было составлено 106 предложений для трех триад, которые были оценены экспертами по степени сложности сформированных смысловых связей, в соответствии с рассмотренными выше критериями. В таблице 3 представлены результаты со средними оценками экспертов.

**Таблица 3.** Оценки результатов текста «Понятийный синтез»

Группы	Направления оценок	Средние значения по всем предложениям	Триады			Σ
			1	2	3	
Аспиранты	Количество предложений	19	20	20	18	58
	Средний балл предложений	1.61	1.92	1.5	1.4	-
Магистранты и бакалавры	Количество предложений	16	16	16	16	48
	Средний балл предложений	1.79	2	1.7	1.6	-

Коэффициент корреляции ( $r = 0,998$ ) между количеством предложений характеризует связь как сильную и положительную, сонаправленную, что подтверждает выдвинутое предположение о согласованности результатов в процессе апробации. Аналогично коэффициент корреляции ( $r = 0,996$ ) между экспертными оценками составленных предложений характеризует связь как сильную и положительную и сонаправленную. То есть, результаты апробации дают основание утверждать, что разработанный материал может быть использован в учебных целях.

При этом отметим: как видно из таблицы 3, с содержательной точки зрения респонденты предлагали разные варианты предложений. Главной задачей экспертов являлась, главным образом, оценка меры сложности сформированного участниками исследования смыслового контекста, а не креативности и оригинальности ответа. Исходя из результатов, видно, что аспиранты создали больше предложений, нежели студенты. Такой факт может быть обусловлен тем, что аспиранты отличаются тенденцией к более выраженной направленности на концептуализацию в условиях триад. Можно сказать, что включаясь в познавательную деятельность, они готовы осуществлять более вариативную концептуализацию на основе произвольного и непроизвольного контроля процесса переработки информации.

Как отмечает М. А. Холодная (Холодная, 2019), чем выше уровень концептуальных способностей субъекта, тем более скрытые признаки он выделяет в значениях заданных слов и быстро устанавливает связи между словами триад. Такой факт четко просматривается на фоне, практически одинаковых, средних оценок предложений, разработанных респондентами обеих групп (1,61 и 1,79), что соответствует среднему уровню.

Необходимо отметить еще один факт: средняя оценка и оценки экспертов за предложения тех же триад в процессе их разработки были на уровень выше (соответственно: 2,69; 2,51; 2,75; 2,8). Как отмечают эксперты (из числа аспирантов), что ими был изучен большой объем научной и учебной литературы и по теме искусственного интеллекта, и по теме понятийных способностей. Они уверены, что изучили разные категории признаков использованных понятий и расширили их когнитивные составы, поэтому полученные в процессе апробации результаты являются тенденцией к дальнейшему развитию концептуальных способностей в поле понятия «искусственный интеллект».

В заключении можно сделать следующие **выводы**.

Понятийные способности определяют не только эффективность интеллектуальной деятельности в целом, но и характеризуют успешность учебной деятельности. Подход, использованный в учебном процессе, вызвал интерес и увлеченность студентов к исследовательской деятельности.

Разрабатываемые аспирантами и магистрантами в учебном процессе на материале курса «Методики профессионально-ориентированного обучения»

## ПСИХОЛОГИЯ

учебные тексты на основе субтеста «Понятийный синтез» направлены на оценку изучения и развития когнитивных структур знаний и понятийного опыта по теме искусственного интеллекта.

Полученные коэффициент корреляции ( $r = 0,998$ ) между количеством предложений и коэффициент корреляции ( $r = 0,996$ ) между экспертными оценками составленных предложений характеризует связь как сильную и положительную, сонаправленную, что подтверждает возможность разработанных материалов для использования в учебном процессе при изучении понятия «искусственный интеллект».

Обучающиеся (аспиранты), привлеченные к исследовательской работе в качестве экспертов, расширяли объем и повышали уровень знаний о понятии «искусственный интеллект», что обеспечило получение результатов высокого уровня в процессе разработки.

На наш взгляд, предложенный подход при изучении понятий «понятийный синтез» и «искусственный интеллект» может быть эффективен в учебном процессе и при изучении самых разнообразных понятий.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Литература

Хазова С. А. Ментальные ресурсы субъекта в разные возрастные периоды: дисс. ... доктора психол. наук. Кострома, 2014. 540 с.

Холодная М. А. Интеллект, креативность, обучаемость: ресурсный подход (о развитии идей В. Н. Дружинина) // Психологический журнал. 2015. Т. 36, № 5. С. 5–14.

Холодная М. А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. 3-е изд., перераб. и доп. М.: «Юрайт», 2019. 334 с.

Холодная М. А., Хазова С. А. Феномен концептуализации как основа продуктивности интеллектуальной деятельности и совладающего поведения // Психологический журнал. 2017. Т. 38, № 5. С. 5–17.

Chatila R., Renaudo E., Andries M., Chavez-Garcia R.-O., Luce-Vayrac P., Gottstein R., et al. Toward self-aware robots // *Frontiers in Robotics and AI*. 2018. Vol. 5. doi: 10.3389/frobt.2018.00088

Dehaene S., Lau H. and Kouider S. What is consciousness, and could machines have it? // *Science*. 2017. Vol. 358, Issue 6362, pp. 486-492. doi: 10.1126/science.aan8871

Fogel A. L., Kvedar J. C. Artificial intelligence powers digital medicine // *npj Digital Medicine*. 2018. Issue 1. doi: 10.1038/s41746-017-0012-2

Gobet F., Sala G. How artificial intelligence can help us understand human creativity. *Frontiers in Psychology*. 2019. Vol. 10. 10.3389/fpsyg.2019.01401

Grigore E. C., Pereira A., Zhou I., Wang D., Scassellati B. Talk to me: verbal

communication improves perceptions of friendship and social presence in human-robot interaction // *Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer, 2016. Vol. 10011. doi: 10.1007/978-3-319-47665-0\_5

Kennedy J., Baxter P., Belpaeme T. Nonverbal immediacy as a characterisation of social behaviour for human-robot interaction // *International Journal of Social Robotics*. 2017. Issue 9. 109–128. doi: 10.1007/s12369-016-0378-3

Kholodnaya M. A., Volkova E. V. Conceptual structures, conceptual abilities and cognitive functioning efficiency: the ontological approach // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2016. Issue 217. P. 914–922.

Kinouchi Y., Mackin K. J. A basic architecture of an autonomous adaptive system with conscious-like function for a humanoid robot // *Frontiers in Robotics and AI*. 2018. Vol. 5. doi: 10.3389/frobt.2018.00030

Levy D. The ethical treatment of artificially conscious robots // *International Journal of Social Robotics*. 2009. Issue 1. P. 209–216. doi: 10.1007/s12369-009-0022-6

Ergen M. What is Artificial Intelligence? Technical Considerations and Future Perception // *The Anatolian Journal of Cardiology*. 2019. Vol. 22. P. 5–7.

Solaiman S. M. Legal personality of robots, corporations, idols and chimpanzees: a quest for legitimacy. *Artificial Intelligence and Law*. 2017. Issue 25, P. 155–179. doi: 10.1007/s10506-016-9192-3

## References

Khazova, S. A. (2014). *Mental resources of a person in different age periods: thesis research* (Doctoral dissertation). Kostroma. (in Russ.).

Kholodnaya, M. A. (2015). Intelligence, creativity, teachability: resource-based view (V.N. Druzhinin's ideas development). *Psychological journal*, 36(5), 5–14.

Kholodnaya, M. A. (2019). *Psychology of intelligence. Antinomies in research*. 3<sup>rd</sup> edition revised and enlarged. Moscow: Yurait Publ.

Kholodnaya, M. A. & Khazova, S. A. (2017). Conceptualization as the basis of intellectual activity and coping behaviour efficiency. *Psychological journal*, 38(5), 5–17.

Chatila, R., Renaudo, E., & Andries, M., Chavez-Garcia, R.-O., Luce-Vayrac, P., Gottstein, R., et al. (2018). Toward self-aware robots. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, 88. doi: 10.3389/frobt.2018.00088

Dehaene, S., Lau, H., & Kouider, S. (2017). What is consciousness, and could machines have it? *Science*, 358, 486–492. doi: 10.1126/science.aan8871

Fogel, A. L. & Kvedar, J. C. (2018). Artificial intelligence powers digital medicine // *npj Digital Medicine*, 1. doi:10.1038/s41746-017-0012-2

Gobet, F. & Sala, G. How artificial intelligence can help us understand human creativity. *Frontiers in Psychology*, 10. doi:10.3389/fpsyg.2019.01401

Grigore, E. C., Pereira, A., Zhou, I., Wang, D. & Scassellati, B. (2016). Talk to me: verbal communication improves perceptions of friendship and social presence

in human-robot interaction. In D. Traum, W. Swartout, P. Khooshabeh, S. Kopp, S. Scherer, and A. Leuski (Eds), *Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer. doi: 10.1007/978-3-319-47665-0\_5

Kennedy, J., Baxter, P. & Belpaeme T. (2017). Nonverbal immediacy as a characterisation of social behaviour for human-robot interaction. *International Journal of Social Robotics*, 9, 109–128. doi: 10.1007/s12369-016-0378-3

Kholodnaya, M.A. & Volkova, E.V. (2016). Conceptual structures, conceptual abilities and cognitive functioning efficiency: the ontological approach. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 217, 914–922.

Kinouchi, Y. & Mackin, K. J. (2018). A basic architecture of an autonomous adaptive system with conscious-like function for a humanoid robot. *Frontiers in Robotics and AI*, 5. doi: 10.3389/frobt.2018.00030

Levy, D. (2009). The ethical treatment of artificially conscious robots. *International Journal of Social Robotics*. 1, 209–216. doi: 10.1007/s12369-009-0022-6

Ergen, M. (2019). What is Artificial Intelligence? Technical Considerations and Future Perception. *The Anatolian Journal of Cardiology*, 22. P. 5-7.

Solaiman, S. M. (2017). Legal personality of robots, corporations, idols and chimpanzees: a quest for legitimacy. *Artificial Intelligence and Law*, 25, 155–179. doi: 10.1007/s10506-016-9192-3