

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

УДК 37.03+004+008

Научная статья

DOI:10.18287/2223-9537-2023-13-3-405-423



Онтология направляемого развития научных способностей молодёжи. Часть 1: основные понятия и модели

© 2023, С.А. Пиявский

Самарский филиал Московского городского педагогического университета, Самара, Россия

Аннотация

В статье предпринята попытка анализа новых тенденций в работе с одарённой молодёжью. Представлена новая форма системной, организационной и научно-направляемой самостоятельной деятельности мотивированного школьника или студента. Эта деятельность, во-первых, направлена на удовлетворение познавательных интеллектуальных, а также иных потребностей учащегося и эффективное развитие его творческого потенциала; во-вторых, связана с последовательным решением исследовательских задач с заранее неизвестными результатами, возрастающей новизной, актуальностью и сложностью; в-третьих, поддерживается специально организованной единой развивающей научно-образовательной средой в рамках образовательной организации, региона, отрасли, страны; наконец, предполагает научно-обоснованную унифицированную оценку развивающего эффекта и научной значимости текущих результатов деятельности. Обсуждаются характеризующие эту деятельность основные понятия и иллюстрирующие их примеры и математические модели. К ним относятся авторская структуризация функций и уровней исследовательской деятельности, многоплановая система критериев оценки научно-развивающих результатов исследовательских работ, выполняемых молодыми исследователями, функциональный профиль, функциональный рейтинг и профессиональный функциональный рейтинг молодого исследователя, рассчитываемые по результатам оценки выполненного им исследования. Впервые предложена математическая модель формирования допустимых вариантов исследовательской деятельности, позволяющая формировать оптимальную развивающую методическую структуру планируемых исследований. Особенностью предлагаемого подхода является использование порядковых оценочных шкал с преобразованием результатов их применения в количественные оценки на основе метода уверенных суждений лиц, принимающих решения. Введённые понятия объединены в виде графической схемы онтологии направляемого развития научных способностей молодёжи.

Ключевые слова: одарённая молодёжь, исследовательская деятельность, направляемое развитие, многокритериальность, моделирование, онтология, образовательный процесс.

Цитирование: Пиявский С.А. Онтология направляемого развития научных способностей молодёжи. Часть 1: основные понятия и модели // Онтология проектирования. 2023. Т.13, №3(49). С.405-423. DOI:10.18287/2223-9537-2023-13-3-405-423.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение

Проблема выявления и развития одарённости интересует и государства, и семьи. В каждой стране исторически сформирована система выявления, поддержки, развития и использования обществом творчески одарённых в сфере науки и техники молодых людей в их личных, корпоративных, государственных и общественных интересах. Происходящая информатизация и интеллектуализация всех общественных процессов позволяет ожидать качественное развитие этих систем благодаря преимуществам, предоставляемым интеллектуальными

информационными технологиями. Основные задачи, которые предстоит решить на пути формирования новых систем работы с творчески одарённой молодёжью в сфере науки и техники (далее – одарённая молодёжь, молодые исследователи), таковы:

- определить основные понятия, характеризующие исследовательскую одарённость и пути её развития;
- научиться измерять текущее положение личности в пространстве её творческого развития (условно это можно охарактеризовать как «статика» рассматриваемого предмета);
- выявить структуру факторов, влияющих на локальное изменение положения (т.е. развитие) личности в её творческом пространстве («кинематика»);
- выявить и научиться моделировать закономерности длительного изменения положения (развития) личности в её творческом пространстве под воздействием влияющих факторов («динамика»);
- определить структуру внешней среды, в которой развивается личность, включая интересы и возможности внешних акторов, действующих в интересах творческого развития личности;
- предложить спектр моделей и методов, позволяющих внешним акторам совместно с развивающейся личностью формировать и реализовывать как наиболее рациональную стратегию её развития, так и внешнюю среду.

Полезно обобщить накапливаемый при решении этих задач опыт и основанные на нём прогнозы в виде соответствующей онтологии. Это позволит в концентрированной форме обратить внимание на ключевые новые понятия, которые отражают изменения в работе с одарённой молодёжью в их системном единстве. В статье делается попытка начать построение варианта такой онтологии на основе многолетних исследований автора, нашедших применение в «Единой Самарской областной системе мер по выявлению и развитию творчески одарённой молодёжи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области» [1, 2]. Публикуемая первая часть статьи отражает исследования, относящиеся к первым трём из перечисленных задач.

1 Основные понятия

Способности - это индивидуальные особенности личности, помогающие ей успешно заниматься определённой деятельностью [3]. Способности развиваются из задатков, которые являются врождёнными и впоследствии развиваются в течение жизни человека в процессе его предметной деятельности [4].

Одарённость - это системное, развивающееся в течение жизни качество психики, которое определяет возможность достижения человеком более высоких, незаурядных результатов в одном или нескольких видах деятельности по сравнению с другими людьми [5]. Отсюда следует, что одарённость – это наличие у личности более высоких способностей, определяемое по результатам её деятельности. Одарённость определяет возможность получения результатов. Если результаты уже налицо, можно говорить о таланте или гениальности (в зависимости от их масштабов). Одарённость характеризуется: видами деятельности личности, содержанием и результатами деятельности, качествами личности, определяющими высокие результаты деятельности.

2 Виды исследовательской деятельности

В качестве вида деятельности рассматривается исследовательская деятельность (ИД) в сфере науки и техники, а в качестве одарённости - исследовательская одарённость (ИО).

ИД по определению [6, 7] - это специфическая человеческая деятельность *в специально организованной среде*, которая регулируется сознанием и активностью личности, направлена на удовлетворение познавательных интеллектуальных *и иных* потребностей, продуктом которой является новое знание, полученное в соответствии с поставленной *или модифицируемой* целью и в соответствии с объективными законами и наличными обстоятельствами, определяющими реальность и достижимость цели (слова, выделенные курсивом, добавлены автором).

Таким образом, ИО предполагает новизну полученного результата и носит творческий характер. Это отличает её, применительно к учащейся молодежи, от академической одарённости, которая характеризует способность к высокоэффективному усвоению и применению знаний, умений и навыков. Грань между двумя этими видами одарённости молодых людей отражается в том, что для демонстрации ИО проводятся конференции научно-исследовательских работ (НИР) учащихся, а для демонстрации академической одарённости – предметные олимпиады.

Специфика ИД определяет структуру и уровень развития качеств, необходимых для её успешного осуществления. Эти качества в различном темпе развиваются (или угасают) в течение всей жизни личности. Далее рассматривается зрелый период их развития, на котором человек в сопоставимой мере является как объектом, так и субъектом своего развития. До этого периода он, в основном, был объектом, а после его завершения - он уже субъект, не связанный ограничениями, налагаемыми на свою самостоятельность, в частности родителями и образовательной системой. Выделенный период развития молодого исследователя можно назвать периодом *направляемого развития*, тогда как предшествующий ему – период *управляемого развития*, а последующий – период *саморазвития*.

Каждый период характеризуется степенью сформированности к его началу *задатков* исследовательских способностей. Проследить этот процесс помогает таблица (см. [8, с.21-23]), построенная на основе [9]. Как следует из этой таблицы, к началу младшей школы у ребёнка сформированы такие существенные для успешной ИД качества как:

- любознательность, творческий интерес;
- эмоциональность, увлечённость;
- стремление к творческим достижениям;
- стремление к лидерству;
- способность генерировать идеи;
- фантазия, воображение;
- ассоциативность мышления;
- способность отстаивать свои творческие позиции;
- целеустремлённость;
- высокий темп творческой деятельности;
- работоспособность личности в творческой деятельности.

На их основе в младшей школе начинается формирование таких качеств личности, как:

- стремление к получению высокой внешней оценки;
- умение описывать явления, процессы;
- умение давать определения, объяснять, доказывать, обосновывать;
- сообразительность, оперативность памяти;
- способность к планированию и рациональному использованию времени;
- способность к самоорганизации, мобилизации;
- самоконтроль;
- способность к координации, перестройке деятельности;
- прилежание.

В возрасте 10–14 лет (в средней школе) происходит развитие таких качеств, как:

- чувство долга и ответственности;
- способность анализировать, сравнивать;
- способность выделять главное, основное;

- способность отказаться от навязчивой идеи, преодолеть инерцию мышления;
- независимость суждений;
- критичность мышления, способность к оценочным суждениям;
- способность к самоанализу, рефлексии;
- комплекс нравственных качеств личности и коммуникативно-творческих способностей;
- стремление и способности личности достигать гармонии, простоты и красоты человеческих отношений в процессе коллективной творческой деятельности.

Это создаёт предпосылки для реализации мотивированным учащимся отдельных элементов ИД, но не в целостном её понимании. Полноценная ИД является уделом зрелых, сложившихся людей. Однако миллионы подростков и молодых людей с энтузиазмом занимаются деятельностью, которую называют научно-исследовательской. Мотивированные учащиеся школ и ВУЗов выполняют НИР и с успехом представляют их на региональные, национальные и международные конференции и конкурсы, на которых получают гранты на продолжение и развитие этих работ. Из определения одарённости следует, что её развитие возможно именно в процессе целостной ИД. Кажущееся противоречие снимается с учётом введённого Л.С. Выготским [10] понятия зон ближайшего развития.

Зоны ближайшего развития – это сферы деятельности, в которых обучаемый ещё не в состоянии действовать самостоятельно, однако может работать под содержательным руководством. В процессе его деятельности происходит интериоризации, т.е. переход в интрапсихический процесс, при котором осуществляется освоение и присвоение обучаемым соответствующих форм и методов деятельности. Таким образом, ключевым фактором научного развития является собственная творческая деятельность индивидуума. Для этого, особенно в начальный период, необходима внешняя поддержка деятельности личности, а именно восполнение извне недостающих элементов в собственной деятельности, необходимых для того, чтобы обеспечить целостность процесса научно-технического творчества. Например, научное руководство, соавторство, привлечение других лиц для выполнения обеспечивающих работ. Для возраста обучаемого 10-15 лет такой личностью является, как правило, учитель-предметник, осуществляющий руководство ИД.

В управляемый период молодой исследователь развивается в составе *исследовательской пары «ученик–учитель»*. Эта совместная деятельность имеет иную цель, чем «настоящая» ИД. Её продуктом является в подавляющем большинстве не получение нового знания, а развитие личных качеств молодого исследователя благодаря его со-деятельности в составе исследовательской пары в своей зоне ближайшего развития. Такая деятельность получила название *учебно-исследовательской*. Ведущую роль в исследовательской паре играет научный руководитель, который управляет как содержательно (беря на себя всю творческую составляющую) так и организационно.

*Учебно-исследовательская деятельность*¹ (УИД)– это «такая форма организации учебно-воспитательной работы, которая имеет целью развитие исследовательских способностей в процессе решения учениками творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестными для них и их руководителей результатами, предполагающей наличие основных этапов, характерных для научного исследования: постановку проблемы, изучение теории, посвящённой данной проблематике, подбор методик исследования и практическое овладение ими, сбор собственного материала, его анализ и обобщение, научный комментарий, собственные выводы» (курсив и синтаксические правки добавлены автором).

Это определение вписывается в закономерность развития общих способностей, являющихся предпосылками к успешной ИД, у массового контингента школьников, как это преду-

¹Кекух О.Л. Организация творческой исследовательской деятельности учащихся как средство повышения качества образования. 31.10.2012. <https://nsportal.ru/shkola/rodnoy-yazyk-i-literatura/library/2012/10/31/organizatsiya-tvorcheskoy-issledovatel'skoy>.

смотрено действующим образовательным стандартом. В процессе этой деятельности определяются мотивированные молодые люди, демонстрирующие признаки одарённости.

Опыт показал, что ограничение в развивающей работе с одарённой молодежью тем содержанием, которое следует из определения УИД, может резко затормозить её возможное развитие. Во-первых, социальная эволюция развитого общества привела к тому, что молодежь, начиная со старшего школьного возраста, стала значительно более субъектной. Во-вторых, в связи с цифровизацией интеллектуальной коммуникативной среды доступная для этой категории зона ближайшего развития стала существенно расширяться, и школьный учитель перестаёт оставаться её компетентным представителем. В-третьих, в соответствии с [8, 9] в старшей школе (15-17 лет) происходит формирование таких качеств как:

- личная значимость творческой деятельности;
- стремление к самообразованию, самовоспитанию творческих способностей;
- убеждённость в социальной значимости творческой деятельности в избранной области;
- способность к овладению методологией творческой деятельности;
- высокое оценочное место творчества среди наиболее значимых для личности творческих качеств;
- способность систематизировать, классифицировать;
- перенос знаний, умений в новые ситуации;
- стремление и способности личности достигать гармонии, простоты и красоты процесса в результате творческой деятельности;
- самооценка творческих способностей и достижений.

Для мотивированных УИД учащихся созревание этих качеств идёт наиболее эффективно, и зона ближайшего развития, в которую может их ввести учитель-предметник, уже недостаточно заманчива и перспективна. Поэтому к руководству выполнением НИР молодыми исследователями привлекаются научные консультанты, непосредственно занятые ИД.

В связи с этим, наряду с понятием УИД, предлагается ввести новое понятие «*продвинутая УИД*», занимающее промежуточное положение между УИД и ИД. Субъектами и одновременно объектами этой деятельности являются одарённые школьники старших классов, студенты и магистранты ВУЗов, их научные руководители и консультанты, которыми являются, как правило, преподаватели ВУЗов, учёные и специалисты, выполняющие НИР.

Вовлечение в исследовательские пары научных консультантов превращает их в исследовательские мини-коллективы «ученик–учитель–консультант» (У+У+К) и позволяет придать системный характер научно-образовательной среде, охватывающей период развития молодого исследователя от 14-15 до 22-23 лет, соединив в единую цепь: *выявление–становление–перерастание* и связав с тремя возрастными периодами: довузовский–вузовский–послевузовский. При этом научно-образовательная развивающая среда представляет собой зону ближайшего развития, через которую в процессе взросления проходит молодой исследователь. На этапе выявления происходит деятельное знакомство молодого исследователя с содержанием зоны ближайшего развития. В случае успеха он мотивируется к дальнейшей деятельности и на этапе становления укрепляется в своём познавательном, интеллектуальном и ином интересе. На этапе перерастания он начинает ощущать недостаточность научного руководства, т.к. это совпадает для него с необходимостью готовиться к переходу на следующий образовательный (для школьника) или трудовой (для студента) уровень. Необходимым становится включение в учебно-исследовательский мини-коллектив научного консультанта, представляющего следующий уровень, как в содержательно-творческом, так и в карьерно-организационном отношении. Структура результатов ИД на каждом из этапов изменяется: всё меньшую долю занимает развивающий эффект и всё большую долю – получение нового знания.

Такой большой (по времени и содержанию) путь развития молодого исследователя в направляемый период требует от участвующих в нём субъектов рационального поведения,

т.е. эффективного расходования духовных и материальных ресурсов с учётом индивидуальных особенностей развивающейся личности и складывающихся жизненных обстоятельств.

Продвинутая УИД – это форма системной, ориентированной на ряд лет организационной и научно-направляемой самостоятельной деятельности мотивированного школьника или студента, которая:

- направлена на удовлетворение его познавательных интеллектуальных, а также иных потребностей и эффективное развитие своего творческого потенциала;
- связана с последовательным решением исследовательских задач с заранее неизвестными результатами, возрастающей новизной, актуальностью и сложностью;
- поддерживается специально организованной единой развивающей научно-образовательной средой в рамках образовательной организации, отрасли, страны;
- предполагает научно-обоснованную унифицированную оценку развивающего эффекта и научной значимости текущих результатов этой деятельности.

3 Содержание ИД

Функциональное содержание ИД согласно [6] включает: постановку проблемы, вычленение объекта исследования, проведение эксперимента, описание и объяснение фактов, полученных в эксперименте, создание гипотезы (теории), предсказание и проверку полученного знания. Всё перечисленное определяет специфику и сущность этой деятельности.

С учётом результатов анализа публикаций (см. [8], подраздел 2.2) и опираясь на опыт автора, предлагается использовать следующие *девять функций ИД*, характеризующих отдельные этапы любого исследования.

- 1) Поиск проблемы.
- 2) Постановка, осознание, формализация темы исследования.
- 3) Формирование ключевой идеи и плана решения проблемы.
- 4) Выбор, освоение и реализация необходимого обеспечения.
- 5) Реализация отдельных элементов исследования.
- 6) Синтез решения.
- 7) Оформление решения.
- 8) Ввод в научный обиход, защита, внедрение и сопровождение решения.
- 9) Внутренний критический анализ решения.

Эта структуризация выделяет базовые функции ИД безотносительно к тому, на каком уровне (академика или аспиранта) она протекает. В зависимости от уровня эти функции наполняются различным содержанием и для их выполнения требуется соответствующая научная квалификация. Творческая деятельность в сфере науки и техники описывается *уровнями* научно-технического творчества и *функциями* ИД. Основываясь на принятой в России классификации учёных степеней, отражающей качественные отличия уровней научно-технического творчества, можно выделить *четыре уровня ИД*: фрагментов (инженер), задач (кандидат наук), проблем (доктор наук), направлений (член академии наук).

Обращение к высшим уровням творчества полезно при рассмотрении развития исследовательских компетенций в ВУЗе и даже в школе. История науки даёт примеры, когда в молодом возрасте решались задачи высокого творческого уровня, а опыт и моделирование показывают, что знакомство одарённой молодёжи в научно-популярном плане с крупными научными проблемами и направлениями является составной частью её развития.

С учётом стремления устранить «стену» между ИД и продвинутой УИД целесообразно выстроить иерархию из шести уровней.

- 0) предварительный («неофит»),

- 1) первоначальный (лаборант),
- 2) фрагментов (инженер),
- 3) задач (кандидат наук),
- 4) проблем (доктор наук),
- 5) направлений (член академии наук).

Таким образом, положение исследователя в его творческом пространстве в текущий момент времени определяется тем, на каком исследовательском уровне он владеет каждым из функциональных исследовательских элементов (таблица 1, рисунок 1). Выявить это позволяет анализ текущего результата его деятельности, т.е. последней из выполненных НИР.

Таблица 1 – Пример текущего положения молодого исследователя в пространстве творческого развития

Функция	Исследовательский уровень реализации функции по оценке последней выполненной НИР
1. Поиск проблемы	0
2. Постановка, осознание, формализация темы исследования	0
3. Формирование ключевой идеи и плана решения проблемы	0
4. Выбор, освоение и реализация необходимого обеспечения	1
5. Реализация отдельных элементов исследования	1
6. Синтез решения	0
7. Оформление решения	1
8. Ввод в научный обиход, защита, внедрение и сопровождение решения	2
9. Внутренний критический анализ решения	1

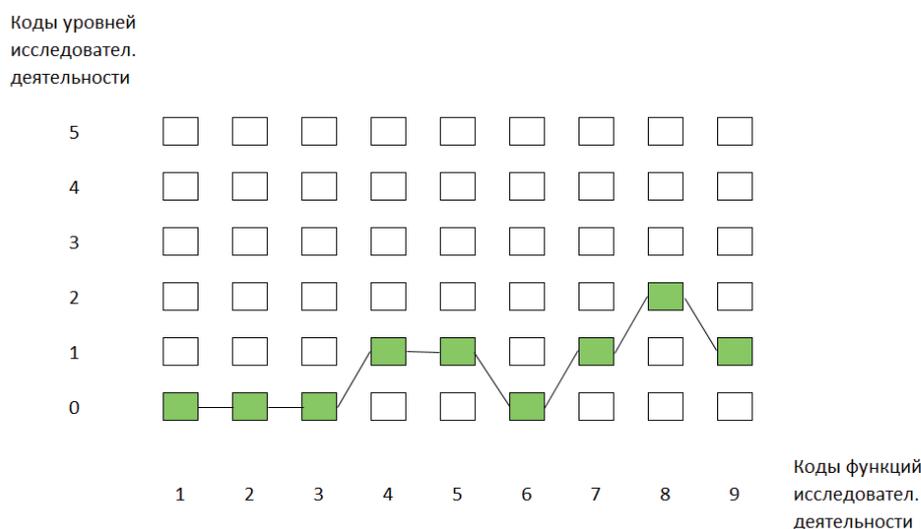


Рисунок 1 – Пример текущего положения молодого исследователя в пространстве творческого развития (затенённые элементы)

В процессе последовательного решения исследователем задач соответствующая «цепочка» (см. рисунок 1) продвигается вверх в пространстве творческого развития. Судить о степени продвижения и соответствующей степени развития его одарённости можно исключительно на основе оценки творческих результатов его деятельности.

4 Результат ИД

4.1 Многоплановая система критериев

В рамках направляемого периода развития молодого исследователя результатом его ИД является выполненная им НИР. Оценку творческого результата ИД осуществляет научно-образовательная среда. Она опирается на существующий механизм оценки НИР молодых исследователи - на оценки незаинтересованными экспертами представленных на авторитетный конкурс НИР по определённой системе критериев.

При характерной для традиционной УИД организации конкурса НИР его основной целью является объективное ранжирование представленных НИР. Для продвинутой УИД основной целью является оценка характеристик представленных НИР, позволяющая объективно и полноценно (структурно и количественно) оценить текущее положение каждого автора НИР в пространстве творческого развития и указать его позицию в профессиональной сфере по сравнению с релевантной группой молодых исследователей.

В развиваемом подходе это осуществляется с использованием двух таблиц, разрабатываемых для каждой сферы профессиональной деятельности авторитетными представителями профессионального сообщества (ими могут быть члены оргкомитета и жюри конкурсного мероприятия, в рамках которого оцениваются НИР):

- многоплановая система частных критериев оценки результатов НИР (далее – многоплановая система критериев),
- таблица отображения результатами НИР функциональных исследовательских возможностей автора НИР (далее – таблица «результат–функционал»).

В начальный период развития научно-образовательной среды эти таблицы могут использоваться как универсальные в различных сферах науки и техники (например, [1]); впоследствии они могут уточняться или переформатироваться с учётом специфики сфер ИД.

Многоплановая система критериев построена таким образом, чтобы отобразить структуру полученных в НИР результатов с использованием порядковой шкалы оценки их исследовательского уровня. Для примера используется система, уже успешно применяемая в ряде организаций. Она имеет 15 направлений (частных критериев оценки результатов НИР) и по каждому из них используется порядковая шкала, значениям которой приписывается конкретный содержательный смысл, соответствующий общему смыслу частного критерия. Частные критерии обозначаются числами от нуля до пяти (по уровням исследовательской деятельности).

Примеры из многоплановой системы критериев, близкой к используемой в [1].

Частный критерий 1: Тип результатов (насколько они носят исследовательский характер).

Шкала оценки:

0 - не носят исследовательского характера;

1 - носят исследовательский характер, т.е. получен результат, который был неочевиден до выполнения НИР;

2 – в дополнении к 1 полученный результат сопоставляется с известными аналогичными результатами;

3 - в дополнении к 2 приведены сведения о научных школах соответствующего направления;

4 - в дополнении к 3 работа содержит собственные новые идеи;

5 - в дополнении к 4 предложена новая формализованная постановка задачи.

Частный критерий 2: Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза.

Шкала оценки:

0 – не являются частью НИР;

- 1 – связаны с НИР руководителя;
 2 – связаны с НИР разновозрастного исследовательского коллектива, в который входит автор;
 3 – использованы в публикациях в научной печати с указанием фамилии автора и научного руководителя;
 4 – автор является оплачиваемым участником НИР;
 5 – автор является оплачиваемым участником НИР по грантам или отраслевым программам.

Пример направлений многоплановой системы критериев приведён в 1-м столбце таблицы 2. По каждому частному критерию определяются: шкала оценки (см. 2-й столбец таблицы 2) и степень качества результата (код качества). Код качества определяется по всей совокупности оцениваемых НИР по порядковой шкале: 0 – «весьма низкое», 1 – «ниже среднего», 2 – «среднее», 3 – «выше среднего», 4 – «исключительно высокое» (пример см. 3-й столбец таблицы 2).

Таблица 2 – Пример оценки НИР по многоплановой системе критериев

Направление (частный критерий оценки результата)	Код исследовательского уровня результата	Код качества результата на этом уровне
1. Тип результатов (насколько они носят исследовательский характер)	1	2
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	0	0
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	1	1
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	0	2
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях	1	1
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	1	2
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)	2	2
8. Получены новые научные результаты	2	1
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	3	1
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)	2	3
11. Используются/разработаны специальные технологии проведения исследований	1	1
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	3	1
13. Масштабность проведенного исследования	2	2
14. Качество оформления представленных результатов	3	3
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы	3	2

Оценив (см. таблицу 2), на каком уровне реализован каждый частный результат исследовательской деятельности автора НИР, можно составить представление об уровне, на котором он способен реализовывать отдельные целостные функции ИД. Для этого необходимо установить, какой относительный вклад вносит каждая функция ИД в частный результат этой деятельности. Такое соответствие устанавливается группой квалифицированных экспертов в результате обсуждения общей взаимосвязи функций и результатов ИД. В процессе обсуждения заполняется таблица 3, имеющая в значительной мере универсальный характер. Эксперты совместно рассматривают конкретную функцию ИД. Оценивают степень освоенности авторами НИР этой функции. Используются оценки: 0 - «нулевая», 1 - «незначительная», 2 - «средняя», 3 - «высокая». Количество выбранных строк с ненулевыми оценками должно

быть не более десяти и использованы все три оценки. Пример результата экспертизы показан в таблице 3 (пустые клетки соответствуют нулевому значению).

Таблица 3 – Пример результата экспертизы НИР – таблица «результат – функционал» (нули опущены)

Частные критерии оценки НИР как показательного результата ИД	Элементы функционального профиля автора НИР								
	1. Поиск проблемы	2. Постановка, осознание, формализация темы исследования	3. Формирование ключевой идеи и плана решения проблемы	4. Выбор, освоение и реализация необходимого обеспечения	5. Реализация отдельных элементов исследования	6. Синтез решения	7. Оформление решения	8. Ввод в научный обиход, защита, внедрение и сопровождение решения	9. Внутренний критический анализ решения
1. Тип результатов	3	2	3	1		1		1	2
2. Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза	1	1		2	1	3	1	2	
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий	2	1	3	1	1			2	
4. Направлена (подготовлена) публикация в научной печати	1		1			1	2	3	
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях			1			1	2	3	
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики	3	2		1				1	
7. Используются теоретические методы (математические, понятийный аппарат социально-гуманитарного научного познания)		2	3	3	2	1			
8. Получены новые научные результаты	2	3	3	2	1	2		1	3
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника	2	1	3	1	3	2			1
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени)				3	2		1		
11. Используются/разработаны специальные технологии проведения исследований			2	1	3	3			2
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации работы	1	1	2		1		2		3
13. Масштабность проведенного исследования		2			1		2		3
14. Качество оформления представленных результатов							3	2	
15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите работы							2	3	

4.2 «Нумеризация» оценок, данных в порядковых шкалах

Таблицы 2 и 3 содержат большое количество информации, позволяющей составить представление о текущем творческом статусе развивающейся личности. Однако использовать эту информацию без её агрегирования в комплексные характеристики практически невозможно. Учитывая, что исходная информация описывается в порядковых шкалах, рассматриваются два метода агрегирования: аналитической иерархии [11-13] и универсальных коэффициентов

важности (УКВ) [14, 15]. Метод УКВ [14] позволяет количественно оценить сравнительную важность каждого объекта из заданного конечного множества объектов, если известна их сравнительная важность, оценённая по *порядковой* шкале, число уровней которой не превышает числа объектов в этом множестве.

В описанной задаче признаётся непротиворечивой такая версия формирования количественной оценки объектов, которая удовлетворяет следующему условию: если оценка объекта А по исходной порядковой шкале ниже, чем оценка объекта Б, то оценка, полученная с использованием этой версии по количественной шкале, также должна быть ниже; если порядковые оценки объектов А и Б были одинаковыми, то одинаковыми должны быть и их количественные оценки. Суть метода УКВ состоит в том, что в качестве количественного аналога порядковой оценки объекта принимается среднее арифметическое его количественных аналогов, полученных при использовании всех непротиворечивых версий формирования количественных оценок. Алгоритмы, основанные на этой гипотезе, получены математическим путём и изложены в [14, 15].

При небольшом количестве сравниваемых объектов (до десяти) рассчитаны соответствующие таблицы их коэффициентов важности [15] (принято, что суммарная сравнительная важность всех объектов равна единице).

В качестве примера в таблице 4 приведены значения универсальных коэффициентов важности для четырёх сравниваемых объектов. Нижняя строка таблицы 4 соответствует задаче, в которой все четыре объекта имеют различную важность, а предпоследняя – задаче, в которой два объекта наиболее важны (третий уровень важности В3), один – менее важен (второй уровень важности В2) и ещё один – наименее важен (уровень важности В1). В правой группе столбцов показаны количественные коэффициенты сравнительной важности объектов (сумма произведений этих коэффициентов, умноженных на количество соответствующих им объектов, всегда равна единице).

Таблица 4 – Универсальные коэффициенты сравнительной важности четырёх объектов

Количество объектов в каждой группе важности				Универсальные значения коэффициентов важности объектов			
Группа важности объектов				Группа важности объектов			
В1	В2	В3	В4	В1	В2	В3	В4
4				0,250			
3	1			0,167	0,521		
2	2			0,104	0,396		
1	3			0,063	0,313		
2	1	1		0,104	0,271	0,521	
1	2	1		0,063	0,208	0,521	
1	1	2		0,063	0,146	0,396	
1	1	1	1	0,063	0,146	0,271	0,521

5 Функциональный профиль и профессиональный рейтинг автора НИР

Возможность обоснованно переходить от оценок, выраженных в порядковых шкалах, к количественным характеристикам позволяет комплексно характеризовать творческий уровень выполненной автором НИР.

Вводится комплексная формализованная характеристика текущей степени исследовательской функциональности молодого исследователя.

Функциональный профиль автора НИР – это набор чисел, характеризующих степень сформированности основных исследовательских элементов (функций), продемонстрированную автором в самостоятельно выполненной им части оцениваемой НИР.

Для единолично выполненной НИР заполненные таблицы 1-3 в совокупности дают представление о текущем функциональном профиле автора НИР и степени его соответствия функциональной структуре, предпочитаемой для конкретной сферы профессиональной деятельности. Для коллективно выполненной НИР необходимы сведения о личном вкладе исследователя в оцениваемую НИР (0 – «отсутствует», 1 – «незначителен», 2 – «значителен», 3 – «основной») – см. пример в таблице 5.

Таблица 5 – Пример сведений о личном вкладе молодого исследователя в коллективно выполненную НИР

Функции ИД	Личный вклад в НИР
1. Поиск проблемы	0
2. Постановка, осознание, формализация темы исследования	1
3. Формирование ключевой идеи и плана решения проблемы	2
4. Выбор, освоение и реализация необходимого обеспечения	3
5. Реализация отдельных элементов исследования	3
6. Синтез решения	1
7. Оформление решения	3
8. Ввод в научный обиход, защита, внедрение и сопровождение решения	2
9. Внутренний критический анализ решения	1

На основе функционального профиля можно оценить единственным числом и положение автора в интересующей его конкретной сфере творческой профессиональной деятельности. Для этого необходимо иметь информацию о том, какие из функций ИД наиболее востребованы в этой сфере. Предпочитаемая структура функционала молодого исследователя в конкретной сфере профессиональной деятельности, как и при формировании таблицы 3, определяется согласованным экспертным мнением о сравнительной важности отдельных функциональных элементов для успешной ИД в рассматриваемой профессиональной сфере. Важность при этом оценивается в порядковой шкале: 0 – «неважная», 1 – «менее важная», 2 – «важная», 3 – «наиболее важная». Пример представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Предпочитаемая структура функционала молодого исследователя в области математики (пример)

Функции ИД	Степень важности
1. Поиск проблемы	3
2. Постановка, осознание, формализация темы исследования	2
3. Формирование ключевой идеи и плана решения проблемы	3
4. Выбор, освоение и реализация необходимого обеспечения	1
5. Реализация отдельных элементов исследования	1
6. Синтез решения	3
7. Оформление решения	1
8. Ввод в научный обиход, защита, внедрение и сопровождение решения	2
9. Внутренний критический анализ решения	1

Таблицы 1-6 содержат информацию, выраженную в порядковых шкалах. Метод УКВ позволяет переводить её в количественные эквиваленты. Используя метод УКВ и нормировав количественные эквиваленты уровней частного результата НИР так, чтобы наивысшей возможной оценке порядковой шкалы отвечал количественный эквивалент 1, получаются таблицы 7, 8.

Таблица 7 – Количественные эквиваленты исследовательского уровня частного результата НИР

Уровни порядковой шкалы	0	1	2	3	4	5
Их количественные эквиваленты	0	0,085	0,193	0,337	0,557	1

Таблица 8 – Количественные эквиваленты оценки качества частного результата НИР

Уровни порядковой шкалы	0	1	2	3	4
Их количественные эквиваленты	0	0,121	0,280	0,520	1

Вводятся следующие обозначения:

$i \in \{1, \dots, 9\}$ - номер функции ИД,

$p \in \{1, \dots, P\}$ - номер сферы профессиональной деятельности в списке из P сфер,

$j \in J = \{1, \dots, 15\}$ - номер частного критерия многоплановой системы критериев,

$o_j \in \{0, \dots, 5\}$ - оценка j -го частного критерия многоплановой системы критериев,

$k_j \in \{0, \dots, 4\}$ - качество оценки j -го частного критерия многоплановой системы критериев,

$r_{ji} \in \{0, \dots, 3\}$ - коэффициент демонстрации j -м результатом НИР степени освоенности автором НИР i -й исследовательской функции,

$v_{ip} \in \{0, \dots, 5\}$ - степень сравнительной важности i -й исследовательской функции в p -й сфере профессиональной деятельности,

$s_i \in \{0, \dots, 3\}$ - личный вклад автора коллективной НИР в i -ю функцию деятельности по выполнению НИР,

$f_i \in [0, 1]$ - i -я компонента функционального профиля молодого исследователя.

В приведённых таблицах данные имеют следующие обозначения:

таблица 2 - $\{o_j, k_j\}, j=1, \dots, 15$,

таблица 3 - $\{r_{ji}\}, j=1, \dots, 15; i=1, \dots, 9$,

таблица 5 - $\{s_i\}, i=1, \dots, 9$,

таблица 6 - $\{v_{jp}\}, j=1, \dots, 15; p=1, \dots, P$.

Таблицы 2, 3 и 5, 6 позволяют молодому исследователю и лицам, направляющим его развитие, полноценно определить все составляющие его функционального профиля на текущий момент. При формировании с использованием метода УКВ числовых эквивалентов значений различных порядковых шкал, чертой над символом порядкового значения обозначается его количественный эквивалент.

Порядковые значения параметра o_j из множества $\{0, \dots, 5\}$ отражают различные уровни оценки частного научного результата НИР, т.е. по терминологии метода УКВ, цепочку критериев возрастающей важности $5 = 1, 1, 1, 1, 1$ (порядковое значение 0 – отсутствие результата). Сравнительная важность критериев в такой цепочке - 0,039; 0,089; 0,155; 0,256; 0,460. Если принять числовой эквивалент максимального уровня порядковой шкалы этой цепочки за единицу, то пропорционально изменятся и числовые эквиваленты остальных уровней. В итоге получается $\bar{o}_j \in \{0; 0,085; 0,193; 0,337; 0,557; 1\}$ (см. таблицу 7).

Таким образом, появляется возможность ввести первую комплексную количественную характеристику творческого уровня оцениваемой НИР – рейтинг НИР R как среднее значение числовой оценки отдельных частных творческих результатов НИР (без учёта качества):

$$R = \frac{1}{15} \sum_{j=1}^{15} \bar{o}_j$$

Максимально возможный первый творческий рейтинг НИР равен единице.

Аналогично предыдущему порядковая шкала параметра k_j имеет вид $3 = 1, 1, 1$. Соответственно, сравнительная важность критериев в такой цепочке - 0,111; 0,278; 0,611. Если при-

нять числовой эквивалент максимального уровня порядковой шкалы этой цепочки за единицу, то окончательно получается $\bar{k}_j \in \{0; 0,182; 0,455; 1\}$. Это позволяет ввести в рассмотрение *дополненный рейтинг* НИР, учитывающий качество каждого частного результата НИР:

$$R = \frac{1}{15} \sum_{j=1}^{15} o_j \bar{k}_j$$

Смысл параметра r_{ji} зависит от того, какому столбцу таблицы 2 он отвечает, поскольку все значения, помещённые в этом столбце, характеризуют сравнительную важность строк, на пересечении с которыми они находятся. В таблице 9 показано, какой цепочке критериев отвечает конфигурация этого параметра в каждом столбце таблицы 3.

Таблица 9 – Конфигурация цепочек критериев и числовые эквиваленты \bar{r}_{ji} порядковых значений r_{ji} в таблице 2

Элементы j функционального профиля автора НИР										
	1. Поиск проблемы	2. Постановка, осознание, формализация темы исследования	3. Формирование ключевой идеи и плана решения проблемы	4. Выбор, освоение и реализация необходимого обеспечения	5. Реализация отдельных элементов исследования	6. Синтез решения	7. Оформление решения	8. Ввод в научный обиход, защита, внедрение и сопровождение решения	9. Внутренний критический анализ решения	
Цепочка критериев	9=2,3,4	9=1,4,4	9=5,2,2	9=2,2,5	9=2,2,5	8=2,2,4	8=1,5,2	9=3,3,3	6=3,2,1	
Порядковые значения r_{ji}	1	0,032	0,032	0,019	0,042	0,042	0,042	0,025	0,025	0,028
	2	0,122	0,147	0,045	0,142	0,142	0,141	0,127	0,085	0,078
	3	0,253	0,285	0,174	0,253	0,253	0,275	0,315	0,224	0,272

Зная числовые эквиваленты \bar{r}_{ji} значений из таблицы 3, для единолично выполненной НИР можно рассчитать демонстрируемые этой НИР компоненты функционального профиля её автора f_i :

$$f_i = \sum_{j=1}^{15} o_j \bar{k}_j \bar{r}_{ji}, \quad i = 1, \dots, 9.$$

Максимально возможное значение каждой компоненты функционального профиля автора единолично выполненной НИР равно единице.

Параметр s_i (таблица 5) эквивалентен в структурном плане параметру k_j , поэтому $\bar{s}_i \in \{0; 0,182; 0,455; 1\}$. Используя его, можно определить функциональный профиль автора коллективно выполненной НИР с учётом доли его личного вклада:

$$f_i = \bar{s}_i \sum_{j=1}^{15} o_j \bar{k}_j \bar{r}_{ji}, \quad i = 1, \dots, 9.$$

Можно ввести скалярную общую комплексную оценку творческого уровня развития автора, используя его функциональный профиль, - *средний функциональный рейтинг* F_{cp} молодого исследователя, который вычисляется как среднее значение компонентов его функционального профиля:

$$F_{cp} = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 f_i$$

Для заданной конкретной сферы p профессиональной деятельности параметр v_{ip} (таблица 6) описывается распределением девяти критериев по трём группам важности. Например, для сферы математики согласно таблице 3 цепочка $9 = 4, 2, 3$ и $v_{ip} \in \{0,032; 0,455, 1\}$. Это позволяет рассчитать *профессиональный функциональный рейтинг* молодого исследователя в определённой профессиональной сфере p как

$$F_{проф} = \sum_{i=1}^9 \bar{v}_{ip} f_i$$

или

$$F_{проф} = \sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^{15} \bar{v}_{ip} \bar{r}_{ji} \bar{o}_j \bar{k}_j .$$

6 Научно-развивающая методическая структура НИР

Приведённый набор понятий позволяет ввести ряд комплексных количественных характеристик текущего уровня развития функциональной одарённости молодого исследователя. Это позволяет последовательно оценивать динамику его функционального развития и планировать структуру ИД на ближайшем этапе так, чтобы эффективно развивать его творческие возможности. Для решения этой задачи необходимо использовать методы оптимального управления и построить *модель формирования допустимых вариантов ИД на ближайший период*.

Пример построения модели. Рассматривается планирование содержания предстоящей молодому исследователю НИР. За характеристики НИР приняты используемые в многоплановой системе критериев частные результаты её выполнения, т.е. параметры $o_j, j \in J$ (оценка j -го частного критерия НИР) и $k_j, j \in J$ (качество оценки j -го частного критерия НИР). Здесь $J \subset \{1, \dots, 15\}$ - заданное множество номеров частных результатов НИР, возможность улучшения которых рассматривается при планировании. Тогда

$$o_j \geq 0, o_j \geq o_{j_prev}, j \in J, k_j \geq 0, k_j \geq k_{j_prev}, j \in J .$$

Здесь индекс « $_prev$ », добавленный к обозначению переменной величины, указывает, что значение этой величины относится к предшествующей НИР этого же автора.

Очевидно также

$$o_j \leq o_{j_max} \leq 5, k_j \leq k_{j_max} \leq 3, j \in J .$$

Здесь неравенства позволяют при планировании НИР ограничить возможность повышения уровня соответствующих результатов и их качества, исходя из реальной обстановки.

Вводятся параметры, отражающие трудозатраты на выполнение планируемой НИР. В простейшем случае считается, что они пропорциональны числовым эквивалентам значений параметров o_j, k_j , т.е. равны соответственно $\bar{o}_j \cdot c_j, \bar{k}_j \cdot d_j$, где c_j, d_j - некоторые коэффициенты сравнительной трудоёмкости частных результатов. Тогда трудоёмкость T выполнения запланированной НИР выражается как

$$T = \sum_{j=1}^{15} (c_j \bar{o}_j + d_j \bar{k}_j)$$

Модель оптимизации планируемой НИР имеет вид:

$$F_{\text{проф}} = \sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^{15} \bar{v}_{ip} \bar{r}_{ji} \bar{o}_j \bar{k}_j \rightarrow \max_{o_j, k_j, j \in J},$$

$$o_j \geq 0, \quad o_j \geq o_{j_prev}, \quad j \in J, \quad k_j \geq 0, \quad k_j \geq k_{j_prev}, \quad j \in J,$$

$$o_j \leq o_{j_max} \leq 5, \quad k_j \leq k_{j_max} \leq 3, \quad j \in J,$$

$$o_j = o_{j_prev}, \quad k_j = k_{j_prev}, \quad j \in \{1, \dots, 15\} \setminus J,$$

$$T = \sum_{j=1}^{15} (c_j \bar{o}_j + d_j \bar{k}_j) \leq T_{pred}$$

Здесь T_{pred} - предельные трудозатраты (например, времени), которые исследователь планирует потратить на выполнение НИР.

Такая нелинейная оптимизационная задача может быть решена перебором допустимых значений варьируемых параметров o_j, k_j .

Заключение

На рисунке 2 представлен описанный в статье фрагмент онтологии направляемого развития научных способностей молодёжи. В число важнейших качеств исследовательски одарённой личности включены шесть составляющих:

- исследовательская квалификация, т.е. зна-



Рисунок 2 – Фрагмент онтологии направляемого развития научных способностей молодёжи

ния, навыки и умения эффективно реализовывать основные функции ИД, определяющие её творческий характер,

- мотивация к ИД,
- психологические характеристики личности, особо значимые для успешной ИД,
- глубокая эрудиция в избранной сфере ИД,
- широкий кругозор,
- социализация в профессиональной среде.

В статье рассмотрена первая из этих составляющих. В последующих статьях будут описаны другие составляющие онтологии и представлен опыт реализации её элементов.

Список источников

- [1] Концепция Единой Самарской областной системы мер по выявлению и развитию творчески одарённой молодёжи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области. - <https://samara.mgpru.ru/files/laboratorii/01/nauka/001.pdf>.
- [2] **Пиявский С.А., Кирюков С.Р., Кузнецов А.С.** Формирование творческих компетенций одарённой молодёжи в телекоммуникационной развивающей научно-образовательной среде // Информатизация образования и науки. 2020. № 2(46). С.127-143.
- [3] Человек и общество. Обществознание: учебник, Ч.1. / Под ред. Л.Н. Боголюбова, А.Ю. Лазебниковой. — М.: Просвещение, 2002. 270 с.
- [4] **Теплов Б.М.** Способности и одарённость / В кн.: Психология индивидуальных различий. - М.: Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1961. С. 9-20.
- [5] Рабочая концепция одарённости / Под ред. Д.Б. Богоявленской, В.Д. Шадрикова. – М.: Магистр, 1998. 68 с.
- [6] **Зимняя И.А., Шашенкова Е.А.** Исследовательская работа как специфический вид человеческой деятельности. – Ижевск; Москва: Изд-во Удмуртского гос. ун-та, 2001. 103 с.
- [7] **Шашенкова Е.А.** Исследовательская деятельность: словарь. – М.: УЦ «Перспектива», 2010. 88 с.
- [8] **Пиявский С.А.** Исследовательская деятельность студентов в инновационном вузе: учебник. – Самара: СГАСУ, 2011. 198 с.
- [9] **Андреев В.И.** Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности. – Казань: Изд-во КГУ, 1988. 236 с.
- [10] **Выготский Л.С.** Собрание сочинений. Т. 2. Проблемы общей психологии. – М.: Педагогика, 1982. 504 с.
- [11] **Саати Т., Кернс К.** Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. 224 с.
- [12] **Саати Т.** Об измерении неосознаваемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений // Электронный журнал CloudofScience. 2015. Т.2, №1. - <http://cloudofscience.ru>.
- [13] **Ларичев О.И.** Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2002. 392 с.
- [14] **Пиявский С.А.** Как «нумеризовать» понятие «важнее» // *Онтология проектирования*. 2016. Т.6, №4(22). С.414-435. DOI: 10.18287/2223-9537-2016-6-4-414-435.
- [15] **Пиявский С.А., Малышев В.В.** Новые методы принятия многокритериальных решений в цифровой среде. – М.: Наука, 2022. 391 с.

Сведения об авторе



Пиявский Семён Авраамович, 1941 г. рождения. Окончил факультет летательных аппаратов Куйбышевского авиационного института (1964), аспирантуру Московского авиационного института им. С.Орджоникидзе (1967). Доктор технических наук (2001), профессор (1995), главный научный сотрудник, научный руководитель межвузовской научно-методической лаборатории цифровых образовательных технологий развития творческих способностей молодежи Самарского филиала Московского городского педагогического университета. Почётный работник высшей школы РФ, академик Академии наук о Земле и Академии нелинейных наук. Опубликовал более 450 научных работ в области системного анализа, методов оптимизации и принятия решений, математического моделирования, образовательных систем и технологий. AuthorID (РИНЦ): 149149. Author ID (Scopus): 14045611600. spiyav@mail.ru.

Поступила в редакцию 02.05.2023, после рецензирования 24.08.2023. Принята к публикации 5.09.2023.



Ontology of guided development of scientific abilities of young people. Part 1: basic concepts and models

© 2023, S.A. Piyavsky

Samara Branch of the State Autonomous Educational Institution
of Higher Education Moscow City Pedagogical University, Samara, Russia

Abstract

The article attempts to analyze new trends in work with gifted youth as a new form of systemic, organizational and scientifically oriented independent activity of a motivated schoolchild or student. This activity, firstly, is aimed at satisfying the cognitive, intellectual, as well as other needs of the student and the effective development of their creative potential; secondly, it is associated with the consistent solution of research problems with not foreknown results, increasing novelty, relevance and complexity; thirdly, it is supported by a specially organized unified developing scientific and educational environment within the framework of its educational organization, region, industry, country; and finally, it involves a scientifically based unified assessment of both the developing effect and the scientific significance of the current results of this activity. The article discusses the basic concepts characterizing this activity and illustrating their examples and mathematical models. These include the author's structuring of the functions and levels of research activity, a multifaceted system of criteria for evaluating the scientific and developmental results of research work performed by young researchers, a functional profile, a functional rating and a professional functional rating of a young researcher, calculated based on the assessment results of their research work. For the first time, a mathematical model for the formation of acceptable options for research activities is proposed, which allows forming the optimal developing methodological structure of planned research. One of the unique points of the proposed approach is the widespread use of ordinal rating scales with the transformation of the results of their application into quantitative estimates based on the method of confident judgments of decision makers. The introduced concepts are formed into a graphical scheme of the ontology of guided development of scientific abilities of young people.

Keywords: *gifted youth, research activity, guided development, multicriteria, modeling, ontology, educational process.*

For citation: Piyavsky SA. Ontology of guided development of scientific abilities of young people. Part1: basic concepts and models [In Russian]. *Ontology of designing*. 2023; 13(3): 405-423. DOI: 10.18287/2223-9537-2023-13-3-405-423.

Conflict of Interest: The author declares no conflict of interest.

List of figures and tables

Figure 1 - An example of the current position of a young researcher in the space of creative development (coloured elements)

Figure 2 - A fragment of the ontology of guided development of scientific abilities of young people

Table 1 - An example of the current position of a young researcher in the space of creative development

Table 2 - An example of the research work assessment according to a multifaceted system of criteria

Table 3 - An example of the result of the research work examination: the table "result - functionality"

Table 4 - Universal coefficients of comparative importance of four objects

Table 5 - An example of personal contribution of a young researcher to a collectively performed research

Table 6 - Preferred functional structure of a young researcher in Mathematics (Example)

Table 7 - Quantitative equivalents of the research level of a particular result of research work

Table 8 - Quantitative equivalents of assessing the quality of a particular result of research

Table 9 - Criteria chain configuration and numerical equivalents \bar{r}_{ji} of ordinal values r_{ji} in table 2

References

- [1] The concept of the Unified Samara regional system of measures to identify and develop creatively gifted youngsters in the field of science, engineering and technology and innovative development of the Samara region [In Russian]. - <https://samara.mgpu.ru/files/laboratorii/01/nauka/001.pdf>
- [2] **Piyavsky SA, Kiryukov SR, Kuznetsov AS.** Formation of creative competencies of gifted youngsters in the telecommunications developing scientific and educational environment [In Russian]. *Informatization of education and science.* 2020; 2(46): 127-143.
- [3] Man and society. Social science: textbook, Part 1 [In Russian]. Eds.: L.N. Bogolyubov, A.Yu. Lazebnikova. Moscow: Education, 2002. 270 p.
- [4] **Teplov BM.** Abilities and giftedness [In Russian]. In: Psychology of individual differences. Moscow: Publishing House of the Academy of Pedagogical Sciences of the RSFSR, 1982: 9-20 p.
- [5] Working concept of giftedness [In Russian]. Eds.: D.B. Bogoyavlenskaya, V.D. Shadrikov. Moscow: Master, 1998. 68 p.
- [6] **Zimnyaya IA, Shashenkova EA.** Research work as a specific type of human activity [In Russian]. Izhevsk; Moscow: Publishing House of the Udmurt State University, 2001. 103 p.
- [7] **Shashenkova EA.** Research activity: dictionary [In Russian]. Moscow: UTs "Perspective", 2010. 88 p.
- [8] **Piyavsky SA.** Research activities of students in an innovative university: textbook [In Russian]. - Samara: Publishing House of SGASU, 2011. 198 p.
- [9] **Andreev VI.** Dialectics of education and self-education of a creative personality [In Russian]. Kazan: Publishing house of KGU, 1988. 236 p.
- [10] **Vygotsky LS.** Collected works. V.2. Problems of general psychology [In Russian]. Moscow: Pedagogy, 1982. 504 p.
- [11] **Saati T, Kearns K.** Analytical planning. The Organization of systems. Pergamon Press, 1985. 224 p.
- [12] **Saati T.** On the measurement of the intangible. Approach to relative measurements based on the main eigenvector of the pairwise comparison matrix activity [In Russian] // Cloud of Science. 2015; 2(1). - <http://cloudofscience.ru>.
- [13] **Larichev OI.** Theory and methods of decision making activity [In Russian]. – Moscow: Logos, 2002. 392 p.
- [14] **Piyavsky SA.** How to “number” the concept of “more important” activity [In Russian]. *Ontology of designing.* 2016; 6(4): 414-435. DOI: 10.18287/2223-9537-2016-6-4-414-435.
- [15] **Piyavsky SA, Malyshev VV.** New methods of making multi-criteria decisions in the digital environment activity [In Russian]. Moscow: Nauka, 2022. 391 p.

About the author

Semyon Avraamovich Piyavsky (b. 1941). Graduated from the Faculty of Aircraft of the Kuibyshev Aviation Institute (1964) and postgraduate studies at the Flight Dynamics Department at the Ordzhonikidze Moscow Aviation Institute (1967). Doctor of Technical Sciences (2001), Professor (1995), Chief Researcher, Supervisor of the Inter-University Scientific and Methodological Laboratory of digital educational technologies for the development of creative ability of youth of the Samara branch of the Moscow City Educational University. Honored Worker of Higher School of Russia, Academician of the Academy of Earth Sciences and Academy of Nonlinear Sciences. He has published over 450 scientific papers in the field of system analysis, optimization techniques and decision-making, mathematical modeling, education systems and technologies. AuthorID (RCI): 149149. Author ID (Scopus): 14045611600. spiyav@mail.ru.

Received on May 2, 2023, after review on August 24, 2023. Accepted for publication on September 5, 2023.
