

This work shows, that algorithm can be defined as exact description of a sequence of basic (elemental) operations related in between by essential considerable resistant and replicable cause-effect relations that system-defined provide reaching of the goal. The heuristics is based on definitions of creative thinking including system-defined algorithmic constructing of that process. The correlation between algorithmization and heuristics is shown by the example of implementation of the algorithm of the scientific productive thinking (the scientific research activity). The concept about the correlation between algorithmization and heuristics in the process of forming and transmitting of the scientific knowledge can be set as the base of the standardization of actual methods of teaching and expertise and knowledge quality assessment.

Употребление термина «алгоритм» настолько прочно вошло в лексику субъектов организованных форм деятельности, что перечислять частные примеры не имеет смысла. В основном представление об алгоритмизации деятельности распространяется на *работу по решению* разного рода задач – учебных, образовательных, управленческих и т. д. [1; 10]. При этом сложилось представление о множественности частных алгоритмов решения отдельных классов задач. Происхождение этих алгоритмов, как правило, достаточно туманно и носит характер субъективных предписаний. Последнее приводит к тому, что деятельность в соответствии с алгоритмом воспринимается как исполнительская и репродуктивная. Чаще всего алгоритм решения задачи реализуется в скрытом виде, без упоминания процедуры алгоритмизации и указания четкой последовательности и содержания шагов соответствующего алгоритма (например: [2; 7; 8; 13; 15]). Это сообщает работам прецедентный характер и принципиально затрудняет трансляцию результата даже на сходные проблемные ситуации либо требует дополнительных усилий, направленных на формирование его алгоритма. Именно так были представлены результаты указанных работ при их анализе [14]. Чрезвычайно важным является то обстоятельство, что в процессе трансляции знаний при обучении и образовании алгоритмизированные подходы не входят в число стандартизированных и устойчивых методических приемов, отраженных в общепринятых дидактических материалах, а проявляются в рамках личной инициативы отдельных педагогов и преподавателей [10]. Это указывает на недостаточность и неопределенность представлений о роли алгоритмического подхода к формированию и трансляции знаний и умений.

Наряду со сказанным чрезвычайно распространены рассуждения об эвристике как способе *поиска и нахождения решения* задач. Дж. Пойа называл эвристику «наукой о том, как делать открытия». Поскольку предполагается, что центральным элементом творчества является озарение (инсайт), то эвристический поиск решений ассоциируется с творчеством. Это породило

эвристическую педагогику, декларирующую творческий подход к решению задач [3, с. 613].

Эвристический подход традиционно противопоставляется алгоритмическому. Такое противопоставление весьма спорно хотя бы потому, что «перебор всех вариантов построения решения без наличия какой-либо направляющей, принципиально важной идеи», характерный для модели «чисто эвристического подхода», чрезвычайно непродуктивен и чреват пагубными последствиями как для решения задачи, так и для его субъекта [3, с. 612]. Последовательное представление развития «направляющей, принципиально важной идеи» есть алгоритмизированная операция, обеспечивающая необходимый «скелет» эвристической деятельности [Там же]. Отсюда следует, что алгоритмические и эвристические мыслительные операции, направленные на решение конкретной творческой задачи, неразрывно связаны между собой. Однако совершенно непонятно, как именно они соотносятся на самом деле, как ими пользоваться в процессе формирования и трансляции знания. По-видимому, данную задачу можно существенно упростить, ограничив рассмотрение частным случаем профессионального научного мышления, являющегося наиболее простой предельной моделью продуктивного мышления.

В соответствии с вышесказанным задачей настоящей работы является рассмотрение связи алгоритмического и эвристического компонентов профессионального научного мышления и роли этой связи в формировании и трансляции научного знания.

Прежде всего необходимо обратиться к существующим представлениям об алгоритме. Согласно «Логическому словарю-справочнику» Н. И. Кондакова, алгоритм – «однозначное пошаговое описание (предписание, инструкция, правило, рецепт) чисто механически (в отвлечении от содержательного контроля) выполняемого шаг за шагом, единообразного и опирающегося на конечное множество правил решения любой конкретной задачи данного определенного типа» [9]. А. Н. Ланда под алгоритмом понимает «точное общепринятое описание о выполнении определенной (в каждом конкретном случае) последовательности элементарных операций (из некоторой системы таких операций) для решения любой из задач, принадлежащих к некоторому классу (или типу)» [10, с. 41]. Приведенные определения понятия «алгоритм» отражают важнейшие особенности современных представлений о нем. Очевидные достоинства таких представлений заключаются:

- в единообразности, дающей возможность любому субъекту этой деятельности решить задачу, что особенно важно при обучении и трансляции знания вообще;

- в пошаговости, отражающей структуру рассматриваемой деятельности и обеспечивающей возможность ее последовательной, непрерывной, постепенной реализации;

- в однозначном понимании содержания шага, а также достижения результата реализации этого шага и алгоритма в целом.

Однако некоторые составляющие представлений об алгоритме принципиально искажают его сущность.

1. Определение алгоритма как предписания (инструкции, правила, рецепта) указывает на произвольность и субъективизм в его происхождении.

2. Представление о чисто механическом исполнении алгоритма без осознания и содержательного контроля его шагов приводит к *исключающей творчество* ритуальности соответствующей деятельности, к отрыву ее от действительности и демотивации субъекта в отношении этой деятельности.

3. Множественность алгоритмов для решения задач различных типов, во-первых, еще раз указывает на непонятность происхождения и выбора алгоритма, а во-вторых, лишает его перечисленных выше достоинств в процессе формирования и трансляции знания.

По А. Р. Лурии, операция продуктивного мышления сводится к тому, чтобы усвоить логическую систему, заключенную в речевом сообщении или в силлогизме, и чтобы сделать научный логический вывод исходя из сформулированных в силлогизме отношений. Этот вывод «однозначно определяется алгоритмом (системой операций), заключенным в силлогизме». Однако А. Р. Лурия указывает, что «далеко не во всех случаях ход мышления однозначно определяется готовым алгоритмом, заключенным в логическом условии. Подавляющее число мыслительных операций не определяется однозначным алгоритмом, и человек, поставленный перед сложной задачей, *сам должен найти путь ее решения*, отбросив неправильные логические ходы и выделив правильные. Такой характер носит творческое мышление, необходимость в котором возникает при решении любых сложных задач». Если это понимать так, что творческое, или **познавательное**, мышление не носит алгоритмического характера, то с таким положением трудно согласиться. С одной стороны, автор приведенного высказывания уходит от проблемы общего алгоритма познавательной деятельности, сводя его к алгоритму решения задач. При этом опускаются само возникновение задач и их постановка, а также появление основы решения задачи в виде закона, который к моменту возникновения задачи не обязательно известен. С другой стороны, подчеркивается единство алгоритмической ориентировочной основы интеллектуального действия, обеспечивающей детерминированность основной задачи, и творческого поиска, состоящего в отбрасывании непра-

вильных логических ходов и выделении правильных. Последнее выражается в том, что, «определив стратегию, решающий задачу может обратиться к выделению частных операций, которые всегда должны оставаться в пределах общей стратегии и последовательность которых он должен строго соблюдать» [11, с. 310]. Это надо понимать как реализацию в рамках основного, «стратегического» алгоритма «дочерних» алгоритмов творческого исполнения его отдельных шагов.

Упомянутые выше искажения сущности алгоритма в существующих его определениях указывают на необходимость введения более адекватного определения, универсально отражающего роль алгоритма в построении стратегии решения задания. Здесь под решением задания следует понимать последовательную реализацию осознанных, целенаправленных, логически взаимосвязанных действий, направленных на достижение поставленной цели. Реальная, эффективная стратегия возможна только в том случае, если связь между последовательными действиями носит в явном виде причинно-следственный характер. При этом такая связь должна быть необходимой, то есть каждое последующее действие должно быть естественным следствием предыдущего. В свою очередь, необходимость причинно-следственной связи может быть явно выражена только в модельном случае, то есть если эта связь между последовательными действиями существенна. Единообразность алгоритмизированной деятельности обеспечивается устойчивостью рассматриваемой причинно-следственной связи. Смысл алгоритмизации деятельности состоит в ее воспроизводимости. Таким образом, причинно-следственная связь между последовательными действиями, направленными на достижение осознанно поставленной цели, должна быть необходимой, существенной, устойчивой и воспроизводимой.

Закон традиционно определяется как «внутренняя и необходимая, всеобщая и существенная связь предметов и явлений объективной действительности; прочное, остающееся и повторяющееся, не так часто меняющееся, идентичное в явлении; одна из ступеней познания человеком единства и взаимосвязи явлений» [9]. В этом определении, на наш взгляд, есть смысловые неточности («не так часто меняющееся», «повторяющееся», «идентичное в явлении») и понятийные неопределенности («прочное», «остающееся»), поэтому определение закона лучше сформулировать следующим образом: **законом называется необходимая, существенная, устойчивая и воспроизводимая причинно-следственная связь между явлениями.** Это определение справедливо и для явлений окружающего мира, и для явлений внутреннего мира человека. В таком случае становится очевидной взаимосвязь алгоритма и закона, позволяющая дать определение алгоритма

(в отличие от определений деятельностного шаблона, представляющего собой «предписание алгоритмического типа» [9; 10]). **Алгоритмом называется точное описание последовательности элементарных операций, связанных между собой необходимыми, существенными, устойчивыми и воспроизводимыми причинно-следственными связями, системно обеспечивающими неотвратимое достижение к поставленной цели.** В таком случае алгоритм предполагает осознание последовательности шагов и ее природы, а также деятельности в пределах каждого конкретного шага.

С приведенным понятием алгоритма тесно связано фреймовое представление знаний как в плане их формирования, так и в плане трансляции [5]. В первоначальном толковании фрейм – это «структуры данных для представления стереотипной ситуации зрительного восприятия» [5, с. 9]. В нашем случае можно определить фрейм как системное представление структуры действий, отражающих и определяющих некоторую стереотипную ситуацию. В связи с этим алгоритм удобно представлять в виде фреймовой схемы – каркаса (фрейма), который применяется в неизменном виде к любой единице осознанной деятельности. Этот каркас имеет свободные пространства («емкости»), в которых разворачивается индивидуальная творческая деятельность в заданном каркасом направлении. В дальнейшем мы будем пользоваться схематическим фреймовым представлением алгоритма.

На основании ряда работ, посвященных продуктивному мышлению как явлению и как инструменту организации адекватной практической деятельности субъекта [2; 7; 8; 11; 13; 15], мы статьи синтезировали полный общий алгоритм такого мышления (рис. 1).

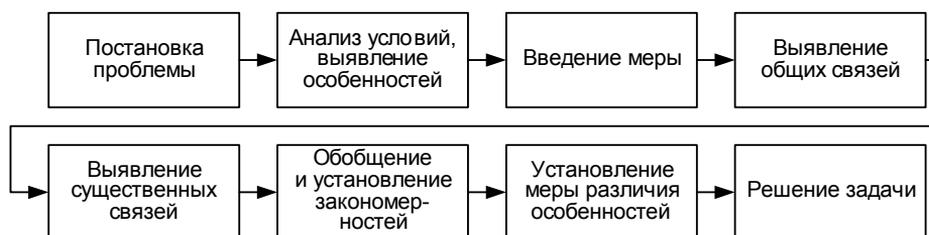


Рис. 1. Фреймовое представление алгоритма продуктивного мышления

Содержание шагов этого алгоритма может трактоваться слишком широко, поскольку не оговорены «дочерние» алгоритмы соответствующих шагов. Тем не менее, на крупноблочном уровне данный алгоритм поддерживает основное направление научной познавательной деятельности.

Примером наиболее структурированного и в то же время наиболее общего алгоритма может служить алгоритм научной познавательной деятельности (и соответственно научного продуктивного мышления [14, 17]) (рис. 2).

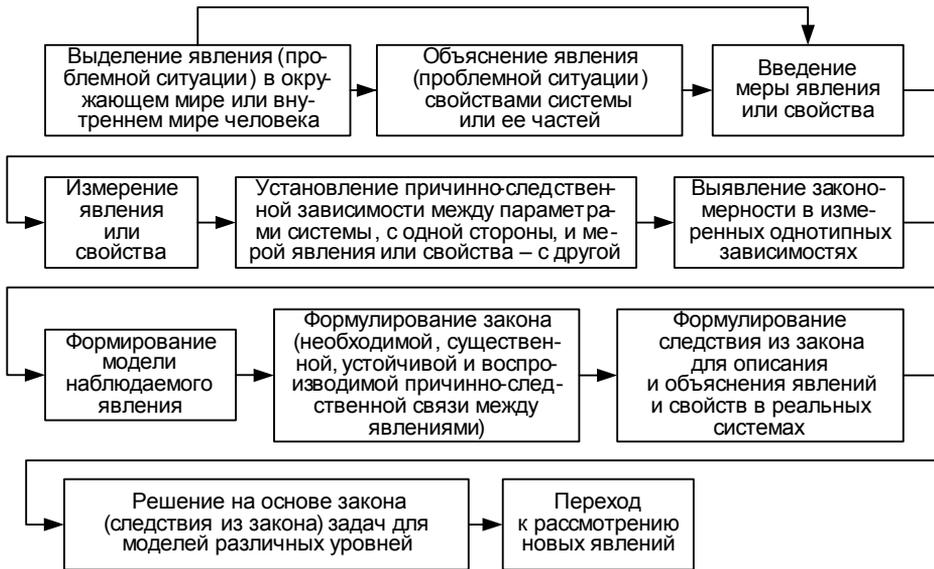


Рис. 2. Алгоритм научной познавательной деятельности

Этот алгоритм сформирован на основе рассмотрения множества конкретных прецедентов, имеющих на уровне практического использования актов научной познавательной деятельности в различных ее областях. Предварительные результаты нашего исследования структуры профессионального мышления докторов наук (в рамках пилотной выборки) показали, что большинство из них либо осознанно реализует близкую к приведенной структуре деятельности (мышления), либо распознает эту структуру в предъявлениях, выражая согласие с ней.

Что касается конкретного исполнения шагов приведенного алгоритма, то подавляющее большинство научных работников указывает на эвристический характер этого исполнения, опирающийся на личностные особенности исследователя, в том числе на индивидуальные особенности его мышления. Поэтому необходимо рассмотреть основные особенности эвристического подхода и его место в реализации алгоритма (на примере алгоритма научной познавательной деятельности).

Согласно «Логическому словарю-справочнику» Н. И. Кондакова, «эвристика – это наука, изучающая закономерности и методику процессов поиска

и нахождения такого решения той или иной задачи, которое сводит к минимуму или в какой-то мере ограничивает перебор возможного множества решений этой задачи, сокращает время на решение по сравнению с существующими известными в исследовательской деятельности методами (например, метод слепого перебора)» [9]. В «Большом психологическом словаре» читаем: «В современном понимании эвристика представляет собой науку о продуктивном мышлении, или, другими словами, науку о закономерностях организации творческого мышления» [3]. Если следовать логике этих определений, а также нашему представлению об алгоритме, сформулированному выше, то объектом эвристики должна быть, прежде всего, алгоритмизированная структура научного продуктивного мышления и основанной на нем познавательной деятельности. Вариант такой структуры приведен выше.

Однако, как уже было отмечено, осознанное исполнение каждого конкретного шага алгоритма, отражающего закон или систему взаимосвязанных законов (например, систему законов продуктивного мышления), носит индивидуально-личностный характер. Прежде всего, это обусловлено, по-видимому, личностной спецификой мотивационных процессов в отношении общей и локальной направленности познавательных действий (в первую очередь – мыслительных) [6]. Затем на эту основу накладываются преимущественные тип и способы мышления, индивидуально-личностный опыт и т. д. В итоге в рамках шага алгоритма формируется доступный пониманию в сущности, но неповторимый в своих смысловых оттенках глубоко личностный результат.

Процесс достижения этого результата может быть неосознанным, основанным на переборе возможных решений в рамках шага алгоритма, но может быть и направляемым другим, осознанным алгоритмом «второго порядка», «дочерним» по отношению к данному шагу основного алгоритма, отражающего закон продуктивного мышления. В последнем случае индивидуально-личностные особенности мышления реализуются в пределах каждого конкретного шага «вторичных» алгоритмов (алгоритмов введения определений понятий, установления законов, решения задач), наличие и структура которых описаны в работах [14; 17]. Процесс алгоритмического направления индивидуально-личностного поиска решений в шагах алгоритмов последующих порядков практически неисчерпаем, и именно он является основой осознанного, транслируемого творчества, особенно научного. Его можно представить в виде бесконечного ряда «матрешек», вложенных друг в друга, но имеющих ярко выраженную индивидуальность.

Творчество в психологии понимается как «всякая практическая или теоретическая деятельность человека, в которой возникают новые (по край-

ней мере, для субъекта деятельности) результаты (знания, решения, способы действия, материальные продукты)» [3]. В таком случае, по определению, эвристика, на основе представлений о законах продуктивного мышления, организует процесс творческого мышления описанным выше способом. При этом в качестве базовой своей части эвристика включает в себя направляющее системное структурирование процесса творческого мышления на основе описанных в настоящей статье представлений об алгоритме и осознанном системном эвристическом его использовании в познавательной деятельности.

Все вышесказанное можно проиллюстрировать на примере описанного здесь алгоритма научной познавательной деятельности (научного продуктивного мышления). Первый шаг этого алгоритма, как следует из его фреймового представления – «выделение явления (проблемной ситуации) из окружающего мира или внутреннего мира человека». Неразрывная связь мышления с речью на уровне профессионального научного мышления требует понятийного оформления этого выделения [4]. Алгоритм введения определения понятия, основанный на таксономическом подходе, предложен в работе и показан на рис. 3 [12; 14].



Рис. 3. Алгоритм введения определения понятия

Теперь процедура выделения явления из мира уже не носит характер неосознанной поисковой деятельности, а представляет собой введение определение понятия, соответствующего денотату, в рамках предложенного алгоритма, отражающего определенный психолингвистический закон [3].

Из пяти шагов фреймовой цепочки третий – «отнесение денотата к классу (денотатов)» – вызывает наибольшие затруднения у субъектов введения определений понятий. Это было выяснено в результате специального эксперимента и, по данным опроса испытуемых, связано с размытостью представлений о классах денотатов и с недостаточной определенностью направления поиска конкретного класса, приводящей, в частности, к «слепому перебору».

Предположим, что возможен алгоритм таксономического происхождения (то есть алгоритм, отражающий классификационный закон), направляющий, упрощающий и оптимизирующий поиск класса денотатов, соответст-

вующего рассматриваемому денотату. Тогда третий шаг алгоритма введения определения понятия будет выглядеть так, как показано на рис. 4.



Рис. 4. Алгоритм выбора класса денотатов, соответствующего рассматриваемому денотату

Возможные трудности при творческой реализации конкретного шага «алгоритма третьего поколения (уровня)» (например, обозначенного заливкой) могут быть разрешены при помощи «алгоритма четвертого поколения». Знание носит уровневый характер ввиду уровневости модельных представлений человека о конкретном явлении. Поэтому глубина (число) уровней алгоритмического обеспечения эвристического решения определяется заданием требуемого уровня знания.

Алгоритм в том смысле, в котором он рассмотрен в настоящей статье, принципиально отличается от шаблона тем, что представляет собой основу стандартизации чего-либо – знания, процесса, продукта и т. д. Следовательно, описанный выше подход к научному познавательному мышлению и к научной познавательной деятельности вообще может быть стандартизирован и использован при трансляции научного знания в процессе образования. Это будет способствовать более адекватной экспертизе и оценке качества дидактических материалов, преподавания, обучения, усвоения.

Итак, мы можем сделать следующие выводы.

1. Алгоритм можно определить как точное описание последовательности элементарных операций, связанных между собой необходимыми, существенными, устойчивыми и воспроизводимыми причинно-следственными связями, системно обеспечивающими неотвратимое достижение поставленной цели.

2. Эвристика на основе представлений о законах продуктивного мышления организует процесс творческого мышления, включая в себя его направляющее системное алгоритмическое структурирование.

3. Изложенное в статье представление о соотношении алгоритмизации и эвристики в процессах формирования и трансляции научного знания в принципе может лечь в основу стандартизации современных методов преподавания, а также экспертизы и оценки качества знаний.

## Литература

1. Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. – М.: Моск. рабочий, 1973. – 296 с.
2. Атаханов Р. Соотношение общих закономерностей мышления и математического мышления // Вопросы психологии. – 1995. – № 5. – С. 41–50.

3. Большой психологический словарь / Сост. и общ. ред. Б. Мещеряков, В. Зинченко. – СПб.: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2005. – 672 с. (Проект «Психологическая энциклопедия»).
4. Выготский Л. С. Мышление и речь. Психологические исследования. – М.: Лабиринт, – 1996.
5. Гурина Р. В., Соколова Е. Е. Фреймовое представление знаний: Монография. – М.: Нар. образование; НИИ школьных технологий, 2005. – 176 с.
6. Ильин Е. П. Мотивация и мотивы. – СПб.: Питер, 2000. – 458 с.: ил. (Сер. «Мастера психологии»).
7. Карпов А. В. Процессы принятия решений в структуре управленческой деятельности // Психологический журнал. – 2000. – № 1. – С. 63–77.
8. Карпов А. В. Психология принятия решения в профессиональной деятельности. – М., 1991.
9. Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник. – 2-е изд. – М., 1975. – 720 с.
10. Ланда Л. Н. Алгоритмизация в обучении / Под общ. ред. Б. В. Гнеденко, Б. В. Бирюкова. – М.: Просвещение, 1966. – 524 с.
11. Лурия А. Р. Лекции по общей психологии. – СПб.: Питер, 2004. – 320 с.: ил. (Сер. «Мастера психологии»).
12. Лингвистический энциклопедический словарь / Гл. ред. В. Н. Ярцева. – М.: Сов. энцикл., 1990. – 685 с.: ил.
13. Маркова А. К. Психология профессионализма. – М., 1996.
14. Непрерывное образование: региональный аспект: Коллективная монография / Науч. ред. Н. П. Косарев; Отв. за вып. М. Б. Носырев. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 373 с.
15. Славская К. А. Функциональный механизм. – М.: Политиздат, 1975.
16. Фролов А. А. Давайте подумаем. – Екатеринбург: Банк культурной информации, 2003. – 80 с.
17. Фролов А. А. Язык, закон, задача в курсе физики средней школы. – Екатеринбург: Банк культурной информации, 2001. – 96 с.