

Психология

УДК 159.955.4

Д.Ф. Даутов, А.К. Белоусова

РОЛЬ РЕКУРСИИ В САМООРГАНИЗАЦИИ МЫШЛЕНИЯ

В статье рассматривается проблема мышления в контексте современных представлений о самоорганизации и связанных с ней феноменов. Цель исследования заключается в определении роли рекурсивных механизмов в самоорганизации мышления. Предлагается описание рекурсии и рекурсивного мышления с теоретических позиций работ Н. Лумана, Н. Хомского, М. Корбаллиса и других. Рассмотрена специфика самоорганизации мышления на основе теоретических подходов конструктивизма и автопоззиса. Выявлен ряд проявлений рекурсии на уровне мышления и коммуникации. Раскрывается роль феномена рекурсии как возможной основы самоорганизации человеческого мышления. Проведён анализ роли рекурсии в таких проявлениях самоорганизации мышления, как операциональная замкнутость, самореферентность и рефлексивная петля. Предложено объяснение реализации операциональной замкнутости в мыслительной деятельности через рекурсивную работу с информацией как необходимого начального условия самоорганизации, повышающей автономность мыслительной системы. Сделано заключение об особом значении самореферентности и рефлексивной петли для самовоспроизведения и саморегулирования мышления как сложной самоорганизующейся системы. Сформулирован вывод о наличии тесной взаимосвязи операциональной замкнутости, самореферентности и рефлексивных петель, опосредованных рекурсивными процессами. Определены основные функции, исполняемые каждым из рассматриваемых феноменов в самоорганизации мышления. Установлено наличие трёх основных свойств самоорганизации мышления, реализуемых посредством рекурсии: автономности мыслительной системы, её воспроизводстве и обеспечении положительной обратной связи.

Ключевые слова: самоорганизация, рекурсия, рекурсивное сравнение, операциональная замкнутость, самореферентность, рефлексивная петля, обратная связь.

DOI: 10.35634/2412-9550-2022-32-1-21-29

Введение

По мнению психолога М. Корбаллиса, рекурсия является основой мыслительной деятельности человека, позволяя создавать вложения одних идей в другие, тем самым надстраивая уровни мыслительных процессов [19]. С ним согласен и психолингвист Н. Хомский, полагая, что именно рекурсия лежит в основе мышления, по крайней мере, в его речевых аспектах [12; 18]. Один из основателей теории самоорганизации, так же высказывал мысль о том, что через рекурсию человек реализует присутствующую ему мыслительную деятельность [23]. С этим согласны и некоторые антропологи, и эволюционные психологи. В частности, Д. Рид при изучении приматов, установил, что их неспособность заниматься сколько-нибудь сложной орудийной деятельностью, обусловлена малым объёмом рабочей оперативной памяти, не позволяющей мыслить рекурсивно [29]. А. Файсал, изучая ранние этапы развития орудийной деятельности человека, пришёл к выводу, что изготовление сложных каменных орудий, стало возможным только при развитии рекурсивного мышления [20]. При этом рекурсивное мышление задействовано и в процессах коммуникации. Оно делает возможным понимание одним собеседником, того насколько хорошо понимает другой собеседник, то что ему говорят. Без этого невозможно согласование коммуникативных актов в процессе общения и, следовательно, невозможно взаимопонимание между людьми как таковое [25]. Таким образом, рекурсия, одновременно способствует созданию описания окружающей действительности и самого человека, который в этот момент создаёт описание этого мира [21]. Коммуникативные акты вносит необходимые поправки, как в представления людей друг о друге, так и в их представления об окружающем мире, что в свою очередь меняет самих людей и как следствия подготавливает следующий цикл изменений. По мере углубления рекурсии, для человеческой мыслительной деятельности всё большую роль начинает играть структура внутренних связей таких представлений. Мышление в этом случае можно представить в виде самоорганизующейся системы, которая преобразует себя в соответствии с внутренними процессами, на основе рекурсивных действий с информацией. Однако это делает рекурсивное мышление

замкнутым в самом себе, а замкнутость как свойство системы, согласно кибернетическому и синергетическому подходам, препятствует развитию системы на основе принципов самоорганизации. Тем не менее, существуют доводы в пользу того, что мышление является замкнутым и, следовательно, не способным к самоорганизации. Такой видный представитель кибернетического подхода как Дж. Рот, приводит весомые доводы в пользу этой точки зрения. Он совершенно справедливо замечает, что те сигналы, которые человек получает через сенсорные системы из внешнего мира, сами по себе не несут какой-либо информации. Определённое значение придаёт им мозг, после особого рода обработки этих сигналов [30]. Из этого следует, что вне мозга никакой информации не существует и в этом смысле мышление человека действительно можно считать замкнутым на самом себе. Таким образом, Дж. Рот проводит чёткую границу между собственно сигналом и информацией на основе этого сигнала. Первоначальное представление об информации, сформированное К. Шенноном, является чисто техническим и непригодно для использования в когнитивных науках, когда речь заходит о человеческой психике [11]. Сигнал может иметь разное значение в соответствии с передаваемой им информацией и наоборот, одна и та же информация может быть передана посредством различных сигналов. Применительно к функционированию мозга, информация – это то значение, которое сам мозг придаёт внешнему сигналу и, который он переживает сам в себе. В этом случае возникает парадоксальная ситуация. С одной стороны, большинство учёных согласно с тем, что самоорганизации возможно только при условии открытости системы, а мышление признаётся системой открытой, взаимодействующей с внешней средой [5; 15; 23; 28]. Такая система нуждается в постоянном притоке, энергии, вещества или в случае мышления – информации, без которого, неравновесное состояние, в котором находится любая самоорганизующаяся система, неизбежно будет стремиться к равновесию и, следовательно, к прекращению процессов самоорганизации. С другой стороны, сложно оспорить доводы, согласно которым мышление само порождает информацию, вне мышления никаких значений не существует, и соответственно, самоорганизация мышления представляет собой иллюзию. Для того чтобы разрешить это противоречие следует обратить внимание на ряд феноменов психики и самоорганизации как таковой, которые позволяют представить мышление в качестве самоорганизующейся системы и определить роль рекурсии в самоорганизации мыслительных процессов.

Теоретико-методологической основой описания мышления как сложной самоорганизующейся системы является теория автопоззиса Э. Морена, У. Варела и Ф. Матурана, а также конструктивистский подход Дж. Рота, объединяющие ряд кибернетических и синергетических концепций о самоорганизации. Для объяснения феномена рекурсии использовались теоретические положения Н. Лумана, Н. Хомского и М. Корбалиса.

Целью представленной работы является анализ роли рекурсии в самоорганизации мышления. Задачи: установление связи между рекурсией и свойствами самоорганизации мышления: 1) операциональная замкнутость, 2) самореферентность, 3) рефлексивная петля.

Рекурсия и операциональная замкнутость в самоорганизующихся системах

Говоря об открытости самоорганизующихся систем, необходимо учесть, что данное свойство в полной мере присуще исключительно неживой природе, чисто физическим процессам. В биологических системах, открытость во многом является относительным свойством, заданной преобладающей тенденцией, но не абсолютным значением. Дело в том, что полностью открытая система не способна поддерживать свою целостность и склонна сливаться с окружающей средой. Поэтому помимо открытости системы как необходимого свойства самоорганизации, основоположники синергетического подхода сочли необходимым уточнить, что признаком подлинной самоорганизации является такое состояние системы, при котором развитие осуществляется за счёт своего внутреннего потенциала и чем продолжительнее это развитие, тем меньше система должна зависеть от внешней среды [23].

В социальных и психологических системах эта тенденция выражена ещё более сильно, благодаря свойству мышления избирательно реагировать на поступающие извне сигналы. На это обратили внимание такие исследователи как У. Матурана, Ф. Варела, Н. Луман, Э. Морен и Е. Н. Князева [7; 10; 25; 26].

По мнению Н. Лумана, вопрос о том, как сложная самоорганизующаяся система взаимодействует с внешней средой, является одной из важнейших теоретических проблем, требующих скорейшего решения [24]. Вопреки мнению значительной части учёного сообщества Н. Луман утверждает концепцию, согласно которой развитие системы неизбежно ведёт к усилению её закрытости, как

следствие увеличения внутреннего порядка [24; 25]. Однако это закрытость особого рода, которая в действительности является необходимым условием открытости системы. Речь идёт о феномене, определённом как «оперативная» или «операциональная замкнутость». Данным термином обозначена способность системы, определять своё поведение через действия самой системы. В этом случае, система становится операционально закрытой, но не изолированной от внешнего мира. Это позволяет сложным системам, таким как мышление, формировать определённую мембрану, границу с окружающим миром. Эта граница способствует отделению системы от среды и одновременно является способом связи с внешней средой.

У. Матурана и Ф. Варела рассматривают подобные границы как подвижные и частично проницаемые, что делает возможным сохранение идентичности и дальнейший рост сложности системы [26]. В свою очередь усложнение приводит к увеличению избирательности относительно сигналов из внешней среды и усиление операциональной замкнутости, подготавливая следующий цикл роста сложности самоорганизующейся системы, что способствует её непрерывному самопроизводству [6; 8].

Э. Морен уточняет, что отделённость от внешней среды при операциональной замкнутости, представляет собой некоторую независимость в поведении системы от внешних сигналов при неоднозначности реагирования на них [27]. Другими словами, операциональная замкнутость системы способствует разнообразию её реакций на внешние воздействия. Важную роль в этом играет рекурсия, благодаря которой сигналы из внешней среды приводят к реализации операций, завершение которых подготавливают условия для следующих действий, в свою очередь обуславливающие результаты последующих операций. Таким образом, действия системы рекурсивно определяются через результаты собственных действий. Применительно к мышлению это означает, что присваивая определённое значение поступающему извне сигналу, человек применяет мыслительные операции к результатам предшествующих мыслительных операций, определяя значение сигнала, через другое значения, которое в свою очередь определяется через следующее значение, до их исчерпания. В процессе углубления рекурсии, всё меньшую роль играет первоначальный сигнал, и всё большую – внутренние связи между формируемыми значениями, создающими новую информацию. Это, в свою очередь, приводит к усилению операциональной замкнутости мышления, которое реализуется через рекурсию, позволяя усилить автономность мыслительных процессов и реализовать их воспроизводство на основе механизмов самоорганизации.

Следовательно, благодаря рекурсии мышление остаётся открытым на начальном этапе и всё более закрытым, автономным в дальнейшем. При этом степень такой закрытости не стоит переоценивать, особенно в том случае, когда речь идёт о человеческом мышлении. Закрытость от внешнего мира мышления имеет естественное ограничение в виде его включенности в другие системы, относительно которых мыслительные процессы выступают в качестве одной из подсистем [12; 22]. Любая мыслительная деятельность человека, как минимум включена в социальную систему, посредством речевой подсистемы и, следовательно, степень её автономности не может превысить уровень, на котором сохраняется связь с этой системой, без риска утраты целостности мышления.

Как уже отмечалось ранее, операциональная замкнутость проявляет себя в первую очередь через избирательность реакций на сигналы из внешней среды. Для мышления это означает ослабление реакций на сигналы, которые не приводят к формированию новой информации и усиление реакции при наличии полезных сигналов, способствующих такому формированию [15]. Однако, для идентификации полезности сигнала необходимо, по крайней мере, наличие предположения о его информационной значимости. И здесь на первый план выступает рекурсия, позволяющая применять значение сигнала для определения как конкретного составляющего этого же значения, так и других значений, делая возможным на этой основе создавать обобщения и аналогии. Причём рекурсивность процессов мышления позволяет проводить подобные обобщения бесконечно, порождая всё новую и новую информацию. Это особенно заметно в практике обучения, когда учащийся направляет свою мыслительную деятельность на усвоение нового материала. В этом случае столкнувшись с новым, ранее не встречавшемся ему научным термином, ученик стремится найти объяснения ему, через другие термины, которые так же не в полной мере знакомы. Таким образом, он в итоге находит понятия, через которые один из объясняющих терминов становится ему ясным в полной мере. Опираясь на него, он уясняет значение следующего термина, который позволяет лучше понять тот термин, который изначально был совершенно ему неизвестен. По мере усвоения нового материала, учащийся всё меньше стремится опираться на новые понятия и всё больше ищет соответствие усвояемого материала с соб-

ственными представлениями, уже содержащимися в его мышлении. Тем самым он превращает эти внешние по отношению к нему данные, во внутреннюю информацию, становящуюся частью его представления о мире. Он создаёт свои аналогии и метафоры для лучшего понимания, тем самым порождая новую информацию, снижая свою зависимость от внешней среды. Таким образом, информация будет усвоенной, когда, никакие поступающие извне сигналы, уже не смогут дать ничего нового тем представлениям, которые сложились на основе первоначальной информации. Как правило, процесс определения неизвестных значений, через другие неизвестные, является некорректным, но в случае применения рекурсии в мыслительной деятельности эта некорректность может быть преодолена. В ситуации, когда цепочка взаимосвязанных неизвестных значений достраивается до уже известного значения, эта цепочка рассуждений обращается вспять, инвертируется, освобождая от неизвестности предыдущее значение, тем самым превращая его в известное. Оно в свою очередь повторяет процедуру с предыдущим значением и так до тех пор, пока не сделает известным самое первое значение в данной цепочке. Тем самым повышая информационную автономность субъекта. При этом полное или частичное завершение одной цепочки значений, подготавливает условия для формирования следующей цепочки или сразу нескольких.

Разумеется, в действительности процесс самоорганизации мышления не исчерпывается одной операциональной замкнутостью. В данном случае она является лишь необходимым инициализирующим условием, без которого дальнейшее усложнение мышления как самоорганизующейся системы становится невозможным. Тем не менее, сам по себе рост сложности системы приводит к возрастанию её избирательности, усиливая благодаря этому операциональную замкнутость, реализующую себя посредством рекурсии, обеспечивая цикл саморазвития [15; 16].

С повышением сложности самоорганизующейся системы за счёт операциональной замкнутости, в человеческом мышлении неизбежно начинают проявляться рефлексивные свойства, тесно связанные с информационной закрытостью мышления. Когда человек с помощью рекурсивных приёмов превращает неизвестные значения в известные, он тем самым реализует процессы субъективного сопоставления сигналов внешнего мира, с имеющимися в наличии внутренними аналогами. Подобные процессы присущие самоорганизующимся системам в общем виде принято обозначать термином «самореферентия», как более широким относительно понятия «рефлексия», что позволяет при рассмотрении человеческого мышления оперировать терминологией, характерной для теорий самоорганизации в целом.

Рекурсия и самореферентность в самоорганизации мышления

Для того чтобы определить какую роль выполняет самореферентность в самоорганизации мышления, необходимо определить, как интерпретировать этот термин. Дело в том, что рекурсия и самореферентность тесно связаны между собой, но не являются одним и тем же феноменом. Более того, понимание самореферентности значительно различается не только в разных областях знаний, таких как логика, семантика, социология, психология, но и в рамках одной науки, где присутствуют значительные разночтения в данном определении.

При рассмотрении самореферентности в общем виде, её можно определить, как обращение системы на саму себя, что сближает её с рекурсией [2; 17; 24]. Однако, в отличие от последней, самореферентность создаёт описание самой системы, а не придаёт значения элементам этой системы. Иными словами, самореферентность проводит процесс сравнения и оценки в отношении происходящего в системе, а рекурсия подготавливает этот процесс, приписывая значения оцениваемым сигналам. Например, когда человек думает над решением какой-либо задачи, он может думать о том, насколько способ решения этой задачи корректен, тем самым добавляя ещё один уровень в свою мыслительную деятельность. Тем самым, человек, оценивает не только правильность решения задачи, но и правильность способов размышления над её решением. Применительно к мыслительным процессам это означает, что через самореферентность человек способен оценивать собственные мыслительные процессы, рекурсивно корректируя эту оценку. Другими словами, осознавая результат решения, он рекурсивно движется к его начальному этапу, сверяя правильность промежуточных мыслительных операций, с получившимся итогом, что позволяет ему корректировать процесс мыслительной деятельности. Благодаря этому, описание каждого следующего мыслительного акта, создаётся с учётом описания результатов предыдущих актов, т. е. каждое последующее состояние мышления становится результатом предыдущих состояний [8; 16; 30]. Продолжая аналогию с процессом усвоения нового

термина, можно описать самореферентность мышления, как постоянное добавление новой информации на каждом этапе уяснения новых понятий, входящих в этот термин. Каждое новое понятие в гипотетическом термине, усваивается с опорой на уже усвоенное. Каждый раз, в этом случае, к следующему мыслительному акту прибавляется опыт, полученный при работе с предыдущим понятием, обогащая его новыми смыслами, и позволяя генерировать следующую порцию информации, подготавливая усвоение последующего понятия.

Таким образом, самореферентность позволяет осуществлять сопоставление внешнего мира с внутренним, не прибегая к внешним оценивающим факторам, создавая собственные описания мыслительных процессов, и включать в них само мышление, выступая в роли внешнего наблюдателя [30]. По сути, в этом случае человек способен обнаруживать внешний мир, только на основе оценок своих реакций на поступающие извне сигналы [24; 25].

В определённом смысле самореферентность выполняет функцию самоописания для мыслительных процессов человека, но этим её назначение не исчерпывается. Дело в том, что для биологических самоорганизующихся систем, в отличие от чисто физических, важным свойством является не только самовоспроизведение, но и автономность в поддержании своей целостности [30]. По мнению Н. Лумана, самореферентность, реализуемая системой в режиме операциональной замкнутости, одновременно способствует реализации обоих этих свойств [24].

Элементы самоорганизующейся системы воспроизводятся как составляющие компоненты именно этой системы благодаря тому, что несут в себе её отпечаток, и каждый следующий элемент включает в себя след предыдущего, поскольку именно благодаря самореферентности происходит оценка результатов с последующей рекурсией предыдущих элементов. При этом самореферентность через ссылку на саму себя определяет границы с внешним миром, тем самым сохраняя целостность системы внутри этих границ [14].

Для мыслительной деятельности это означает воспроизведение различий между собой и окружающим миром внутри самого мышления. Следовательно, любое содержание мышления должно пройти оценку как минимум на предмет новизны генерируемой информации, без которой такие различия становятся неочевидны, а это возможно, только при анализе уже имеющейся информации. То, что человек считает новым, является таковым только в сравнении с уже имеющимся у него опытом, и значит, оценка новизны поступающей информации становится возможной лишь в процессе проведения сравнения с тем, что уже было оценено соответствующим образом. Такое сравнение и оценка представляет очевидную сложность в связи с необходимостью непрерывной селекции, когда информация сама по себе воспринимается, как нечто новое и должна быть отделена от «неинформации», т.е. того, что является повторением уже известного [25]. Это известное, сохраняет определённое значение, но теряет свой информационный смысл. Проблема оценки состоит ещё и в том, что информация склонна к быстрому устареванию [15]. Повторение уничтожает ценность любой информации, превращает её в «неинформацию».

Благодаря тому, что в самореферентных системах результаты воздействия внешней среды задаются самой системой, мышление при оценке поступающей информации, само вырабатывает параметры оценки этой информации, на основе более ранних версий анализа собственной деятельности, направленной на селекцию ранее поступившей информации.

Такая циклическая форма самоорганизации мышления на уровне когнитивной системы, по видимому, является основной для всех разновидностей живых систем. С точки зрения создателей теории автопоэзиса Ф. Варелы и У. Матураны, функции элементов самоорганизующейся системы, как раз и состоят в том, чтобы подготовить изменение других элементов на основе какого-либо базового цикла. Именно такую роль играет самореферентность в самоорганизации мышления [26].

В результате самоорганизации, мышление создаёт новую информацию, относительно той, которой она была порождена, и более того формирует новые элементы мышления, такие как самореферентность, возникающие из уже существующих элементов. Причём направление изменений, происходящих в мышлении, детерминировано внутренними причинами, присущими ему самому. Для самоорганизации любой сложной системы, исключительно важным является момент спонтанного возникновения связей между отдельными компонентами системы [28]. Именно благодаря этому закладываются основы новых структур, которые формируются на основе взаимодействия друг с другом, не требуя внешнего управления. Процессы самоорганизации мышления достигают определённой степени автономности во многом через реализацию самореферентности, позволяющей выстраивать

цепочки смыслов для поступающих извне сигналов, замыкая их в своеобразные петли, способные непрерывно уточнять интерпретацию сигнала и постепенно трансформировать его в новую информацию. Эти петли, порождённые процессами самореферентности, являются развитием рефлексивных процессов мышления. Не имея возможности контактировать с внешней средой непосредственно, человеческое мышление вынужденно полагаться на построенные модели этой среды, включая в такую модель и себя. Построение модели никогда не заканчивается, из-за необходимости включать в такую модель само мышление, которое эту модель только что сформировало, а значит изменилось. Получившиеся изменения следует учесть в новой модели, в свою очередь снова изменяющей мышление. Возникающие в итоге построения моделей петли называются рефлексивными. Они являются одной из движущих сил самоорганизации мыслительных процессов, не позволяя мышлению остановиться, порождая всё новые мыслительные структуры и информационные объекты. При этом, рекурсия, как и в предыдущих случаях, так же играет немаловажную роль в реализации процессов самоорганизации мышления посредством рефлексивных петель.

Рекурсия и рефлексивные петли в самоорганизации мышления

Рефлексивные петли в качестве феномена мышления, как и самореферентность, достаточно часто воспринимается просто как рекурсивный процесс. В действительности, не смотря на то, что рефлексивные петли в мыслительной деятельности, применяют рекурсию для своего исполнения, собственно рекурсией они не являются. Главной их особенностью является усиление обратной связи, в строгом соответствии с тем как это описывает синергетическая и кибернетическая теория самоорганизации систем [2; 3; 4; 14].

В случае реализации мыслительной деятельности человеком, рефлексивная петля выделяет определённую информацию из общего потока. Такая селекция усиливает стремление осуществлять определённые мыслительные действия, которые в свою очередь, усиливают отбор той информации, которая эти действия вызвала. Следовательно, реализованные человеком мыслительные действия влияют на то, какая информация становится доступна, а доступ к этой информации оказывает влияние на реализуемые действия. Возвращаясь к примеру с усвоением учащимся определённого термина, действие рефлексивной петли можно описать следующим образом. Усвоение нового понятия, являющегося составной частью сложного научного термина, приводит к тому, что субъект легче усвоит следующее понятие в термине, в случае если оно будет иметь определённое сходство с уже рассмотренным понятием. Чем больше знакомой информации обнаружит учащийся в новом понятии, тем выше вероятность, что именно это понятие он постарается усвоить. Как правило, это приводит к тому, что учащийся в итоге лучше усваивает ту информацию, которая уже ему знакома, наращивая её количественную составляющую, уясняя новые детали и подробности.

Главной особенностью обратной связи является, то, что любое отклонение в системе, может быть поддержано и многократно усилено, если реализуется положительная связь, либо напротив подавлено, возвращено к стабильному состоянию, если реализуется отрицательная связь [9].

Для самоорганизации принципиально важно преобладание положительных обратных связей в системе над отрицательными. В противном случае система всегда будет стремиться к максимальной стабильности, отторгая любые, сколько-нибудь значимые изменения [1; 23; 28]. Тем не менее, следует учитывать, что отрицательная обратная связь, противодействуя этим изменениям, далеко не всегда возвращает состояние системы к исходному. Скорее, речь может идти о динамическом равновесии. Наличие положительной обратной связи в системе, как правило, вызывает всё возрастающие отклонения от изначального состояния, непрерывно усиливая определённое воздействие на систему, в процессе которого происходит накопление изменений, впоследствии стабилизирующиеся благодаря отрицательной обратной связи [1; 23].

Рефлексивная петля как проявление положительной обратной связи в мышлении вызывает изменение в мыслительных процессах под влиянием реализации этих процессов. Другими словами, в ходе выполнения мыслительной деятельности, само мышление влияет на своё осуществление [2; 3; 13; 14]. Влияние рефлексивных петель становится особенно заметно, когда человек стремится скорректировать свои действия на основе прогнозирования будущего развития событий. В этом случае, попытка предсказания последствий своих действий, вызывает их коррекцию и как следствие новое потенциальное будущее, которое нуждается в новой коррекции, что влечёт за собой следующую попытку прогноза. Тогда рефлексивная петля посредством рекурсии проводит возврат к настоящей ситуации из гипотети-

ческого будущего, усиливая те возможные действия, которые будут наиболее потенциально благоприятны. Осознание новых возможностей снова запускает прогнозирование, приводящее к новым возможностям. Разумеется, в реальном процессе мышления рефлексивная петля останавливается на одном из своих циклов, когда человек осознаёт, что дальнейшее реализация мыслительных процессов более не даёт принципиального изменения ситуации, замыкаясь в бесконечные итерации. В отличие от чисто физических процессов самоорганизации, описываемых в синергетике, человек способен совершенствовать обратные связи, вносить в них осознанные изменения, останавливая и возобновляя их с той или иной мерой осознанности [9]. Тем не менее, остановка рекурсивных рассуждений, инициированных рефлексивной петлёй, приводит к установлению нового динамического равновесия состояния мышления, отличного от того, что было до момента инициализации, и только до следующего цикла реализации положительных обратных связей.

Выводы

1. Мышление представляет собой открытую самоорганизующуюся систему, преобразующую себя посредством рекурсивных процессов, способствующих созданию моделей взаимодействия человека с окружающим миром, непрерывно вписывая в эту модель особенности процесса описания мира и самого человека, занятого в этом процессе.

2. Применительно к мышлению рекурсия выступает как процесс, позволяющий реализовывать мыслительные действия с учётом того эффекта, который они произведут на последующие действия. Создавая непрерывные цепочки мыслительных актов, вложенных друг в друга, рекурсия способствует реализации последующих мыслительных актов с учётом того эффекта, который они могут оказать на последующие мыслительные акты.

3. Рекурсия участвует в самоорганизации человеческого мышления посредством ряда психических феноменов, среди которых можно выделить, операциональную замкнутость, самореферентность и рефлексивную петлю. Каждый из этих феноменов выполняет особые, присущие ему функции в процессе самоорганизации мышления. При этом все эти феномены тесно связаны между собой и с рекурсией как таковой, взаимодополняя и усиливая функции друг друга.

4. Рекурсия позволяет придавать определённое значение неизвестным сигналам, превращая их в информацию, уменьшая зависимость от внешней среды, тем самым способствуя формированию операциональной замкнутости мышления, как необходимого условия его самоорганизации. Операциональная замкнутость через реализацию избирательности реакций на внешние воздействия создаёт своеобразную полупроницаемую «мембрану» между мышлением человека и окружающим миром, повышая автономность мыслительных процессов, способствуя внутренней генерации информации, создавая обобщения и аналогии.

5. Самореферентность проводит оценку мыслительных процессов посредством рекурсивного сравнения с предыдущими, ранее реализованными мыслительными актами. Это позволяет избежать необходимости использования каких-либо внешних факторов для сравнения, что способствует повышению операциональной замкнутости мышления. При этом рекурсивное описание мыслительных процессов, когда для создания модели мыслительного акта в неё включаются результаты описания предыдущих актов мышления, обеспечивает функцию самовоспроизведения системы, как необходимого условия его самоорганизации.

6. Рефлексивная петля в мыслительной деятельности представляет собой форму дальнейшего развития процессов самореферентности мышления, позволяющую усиливать селекцию определённой информации, которая рекурсивным способом приводит к дальнейшему усилению отбора подобной информации, вызывая возрастание её объёма и усиливая её влияние на мыслительные процессы в целом. Основная функция рефлексивной петли в самоорганизации мышления, таким образом, заключается в формировании положительной обратной связи. Эта связь способна усиливать неравновесные тенденции в мыслительной системе, вызывая тем самым её изменение с последующей временной стабилизацией в новом состоянии динамического равновесия.

7. Рекурсия запускает последовательный цикл самоорганизации мышления, где каждый предыдущий этап подготавливает последующий. Операциональная замкнутость по мере усиления рекурсивных процессов мышления и формирования границы между его внутренним содержанием и внешним окружением способствует развитию самореферентности, обеспечивающей самовоспроизведение мыслительной системы, которая в своём развитии позволяет сформироваться рефлексивным петлям,

способствующим реализации положительных обратных связей, необходимых для самоорганизации сложных систем.

8. Каждый из представленных феноменов выполняет свою основную функцию в самоорганизации мышления. Операциональная замкнутость повышает автономность системы, самореферентность делает возможным её самовоспроизведение, рефлексивные петли обеспечивают реализацию положительных обратных связей.

Сделанные выводы позволяют лучше понять механизмы самоорганизации, задействованные в мыслительной деятельности при работе с информацией. Это делает возможным применение механизмов самоорганизации мышления в процессе обучения, в частности использование рекурсии в качестве основного способа инициации самообучения учащихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова, В. Н. Перспективы объединения системного, кибернетического и синергетического подходов при исследовании явления самоорганизации / В. Н. Волкова // Технологическая перспектива в рамках Евразийского пространства: новые рынки и точки экономического роста. – 2019. – С. 419–424.
2. Гелих, О. Я. Управление и синергетика / О. Я. Гелих, Е. Н. Князева. – Санкт-Петербург: Книжный Дом, 2012.
3. Дмитриевский, В. А. Рекурсивная модель функционирования психики / В. А. Дмитриевский // Нижний Тагил: Нижнетагил. фил. Ин-та развития регион. образования, 2002.
4. Жигулин, А. А. Феномен рефлексии как психологическая проблема / А. А. Жигулин, Н. И. Плаксина, Е. Н. Рябышева // Территория науки. – 2015. – № 2. – С. 23–27. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/fenomen-refleksii-kak-psihologicheskaya-problema> (дата обращения: 23.01.2022).
5. Жилин, В. К вопросу о самоорганизации в кибернетических и синергетических системах / В. Жилин // Вестник Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина. – 2010. – Т. 2, № 2. – С. 142–149.
6. Князева, Е. Н. Стратегии управления динамической сложностью / Е. Н. Князева // Форсайт. – 2020. – Т. 14, № 4. – С. 34–45.
7. Князева, Е. Н. Инновационная сложность: методология организации сложных адаптивных и сетевых структур / Е. Н. Князева // Философия науки и техники. – 2015. – Т. 20, № 2. – С. 50–69.
8. Князева, Е. Энактивизм: новая форма конструктивизма в эпистемологии / Е. Князева // Litres. – 2021. – URL: https://books.google.ru/books?hl=ru&lr=&id=8rz_CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2 (дата обращения: 22.01.2022).
9. Михайлова, Н. Н. Особенности обратной связи как условие самоорганизации позиции субъекта / Н. Н. Михайлова, С. М. Юсфин // Социальное партнёрство: педагогическая поддержка субъектов образования: сб. науч. ст. – Москва, 2017. – С. 26–36.
10. Морен Э. Метод. Природа природы. М.: КАНОН+, 2013.
11. Румянцев, К. Теория информации / К. Румянцев // Litres. – 2019. – URL: <https://www.litres.ru/v-v-kotenko/teoriya-informacii-42565551/> (дата обращения: 20.01.2022).
12. Рядинская, М. В. Ю. Хабермас и коммуникативный подход как новая методология исторического познания / М. В. Рядинская // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 4: История. Регионоведение. Международные отношения. – 2010. – №2. – С. 159–165.
13. Турчевская, Б. К. Рефлексия как механизм формирования критического мышления / Б. К. Турчевская, И. О. Киреева // Мотивация и рефлексия личности: актуальные вопросы теории и практики: сб. науч. ст. – Хабаровск, 2020. – С. 294–298.
14. Хиценко, В. Е. Феномен социальной самоорганизации / В. Е. Хиценко. – 2013. – URL: <https://spkurdyumov.ru/economy/fenomen-socialnoj-samoorganizacii/> (дата обращения: 20.01.2022).
15. Чернавский, Д. С. Информация, самоорганизация, мышление / Д. С. Чернавский // Сложные системы. – 2019. – С. 23–56.
16. Черникова, И. В., Черникова Д. В. Конструктивистские схемы в современной теории познания. Эволюционный конструктивизм / И. В. Черникова, Д. В. Черникова // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. – 2018. – № 42. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konstruktivistskie-shemy-v-sovremennoy-teorii-poznaniya-evolyutsionnyy-konstruktivizm> (дата обращения: 20.01.2022).
17. Chomsky, N. Language architecture and its import for evolution / N. Chomsky // Neuroscience & Biobehavioral. – Reviews. – 2017. – Т. 81. – P. 295–300.
18. Chomsky, N. On certain formal properties of grammars / N. Chomsky // Information and control. – 1959. – Т. 2, no. 2. – P. 137–167.
19. Corballis, M. C. The recursive mind. Princeton: Princeton University Press, 2014. (нет страниц)
20. Faisal, A. The manipulative complexity of Lower Paleolithic stone toolmaking / A. Faisal // PloS one. – 2010. – Т. 5, № 11. – P. 13718.

21. Foerster, H. Understanding understanding: Essays on cybernetics and cognition. Springer Science & Business Media, 2007.
22. Habermas, Jürgen. Postmetaphysical thinking II. John Wiley & Sons, 2017.
23. Haken, H. Information and self-organization / H. Haken, J. Portugali // Entropy. – 2017. – Т. 19, no. 1. – P. 18.
24. Luhmann, N. Operational closure and structural coupling: the differentiation of the legal system / N. Luhmann // Cardozo L. Rev. – 1991. – Т. 13. – P. 1419.
25. Luhmann, N. 2. Communication Media / N. Luhmann // Theory of Society. – Volume 1. Stanford University Press. – 2020. – P. 113–250.
26. Maturana, H. R. Autopoiesis and cognition: The realization of the living / H. R. Maturana, F. J. Varela. – (Vol. 42). Springer Science & Business Media, 2012.
27. Morin, E. Complex thinking for a complex world – about reductionism, disjunction and systemism / E. Morin / Sistema: Connecting matter, life, culture and technology. – 2014. – Т. 2, № 1. – P. 14–22.
28. Prigogine I. Order out of chaos: Man's new dialogue with nature / I. Prigogine, I. Stengers // The British Journal for the History of Science. – 1986. – 19(3). – P. 371–372.
29. Read, D. W. Quantitative differences between the working memory of chimpanzees and humans give rise to qualitative differences: Subitizing and cranial development. 2017.
30. Roth, G. Erkenntnis und Realität: das reale Gehirn und seine Wirklichkeit / G. Roth // Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus. – 1987. – Т. 8. – P. 229–225.

Поступила в редакцию 02.02.2022

Даутов Денис Фатыхович, кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии
E-mail: dautov-80@mail.ru

Белусова Алла Константиновна, доктор психологических наук, профессор
E-mail: belousovaak@gmail.com

Донской государственный технический университет
344020, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Грисенко 21/62

D.F. Dautov, A.K. Belousova

THE ROLE OF RECURSION IN THE SELF-ORGANIZATION OF THINKING

DOI: 10.35634/2412-9550-2022-32-1-21-29

The article deals with the problem of thinking in the context of modern ideas about self-organization and related phenomena. Attention is drawn to the need to take into account the phenomenon of recursion as a possible basis for the self-organization of human thinking. A description of recursion and recursive thinking from the theoretical positions of the works of N. Luhmann, N. Chomsky, M. Korbali and others is offered. The specifics of self-organization of thinking on the basis of the theoretical approaches of constructivism and autopoiesis are considered. The manifestations of recursion at the level of thinking and communication are considered. The role of recursion in such manifestations of self-organization of thinking as operational closure, self-reference and reflexive loop is analyzed. The article offers an explanation of the implementation of operational isolation in mental activity through recursive work with information as a necessary initial condition for self-organization that increases the autonomy of the thinking system. Special importance is attached to self-reference and reflexive loop, which allows, through recursive comparison, to provide important properties of self-organization of complex systems associated with self-reproduction and self-regulation. Attention is drawn to the close relationship of operational closure, self-reference and reflexive loops, mediated recursive processes. The main functions performed by each of the phenomena under consideration in the self-organization of thinking are determined. Conclusions are drawn about the presence of three main properties of self-organization of thinking realized through recursion: autonomy of the thinking system, its reproduction and provision of positive feedback.

Keywords: self-organization, recursion, recursive comparison, operational closure, self-reference, reflexive loop, feedback.

Received 02.02.2022

Dautov D.F., Candidate of Psychology, Associate Professor at Department of Psychology
E-mail: dautov-80@mail.ru

Belousova A.K., Doctor of Psychology, Professor
E-mail: belousovaak@gmail.com

Don State Technical University
Grisenko st., 21/62, Rostov-on-Don, Russia, 344020