

ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ТЕОРИЯ ДОМИНАНТЫ А.А. УХТОМСКОГО

Abstract: *The dominant theory by O.O. Ucthomsky is considered. This theory is regarded as a possible approach to alive organism and human behavior description and modeling. The dominant theory can explain a waste set of psychology and physiology phenomena and therefore can be "a bridge" between humanitarian and scientific approaches to human behavior description.*

Key words: *artificial intellect, behavior modeling, dominant theory.*

Аноація: *Розглядається вчення О.О. Ухтомського про домінанту як можливий підхід для опису і моделювання поведінки живого організму і для мислення людини. Вчення Ухтомського включає багатий фізіологічний і психологічний матеріал і може бути містком між природно-науковим і гуманітарним підходом для опису людини.*

Ключові слова: *штучний інтелект, моделювання поведінки, теорія домінанти.*

Аноаация: *Рассматривается учение А.А. Ухтомского о доминанте как возможный подход к описанию и моделированию поведения живого организма и мышления человека. Учение Ухтомского включает в себя большой физиологический и психологический материал и может служить мостом между естественно-научным и гуманитарным подходом к описанию человека.*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, моделирование поведения, теория доминанты.*

1. Введение

При создании идеологии искусственного интеллекта ставилась задача воспроизведения компьютером того, что может делать человек. В ИПМ им. М.В. Келдыша почти с момента его основания велись работы, связанные с изучением и моделированием живых организмов. В этой связи назовем школы А.А. Ляпунова, И.М. Гельфанда, Д.Е. Охоцимского, С.П. Курдюмова. Все они в той или иной степени связаны с изучением поведения.

Работы в этой области высветили чрезвычайно важный вопрос: о границах применимости естественнонаучных методов, как они сложились в науке нового времени, живых организмов и к человеку в особенности. В конце двадцатого века стало понятным существование противоречия в основах самой науки и поэтому возникла необходимость его разрешить. Большинство гуманитарных наук базируется на историческом подходе, изучая последовательность, взаимное влияние и сцепление фактов. Факты могут быть похожими, аналогичными, но в полном объеме никогда не повторяются. Однажды свершившись, факт не может быть отменен и влияет на дальнейший ход событий, каким бы невероятным или нежелательным он нам не представлялся. Совсем на других основаниях строится естественная наука. Научный закон характеризуется устойчивостью и повторяемостью. Одно и то же воздействие при прочих равных условиях должно приводить к тому же результату. Для естественной науки единичный факт вообще не представляет интереса – важен не факт, а стоящий за ним закон. Как биологическая система человек является частью материального мира, как активный деятель – частью исторического процесса. Возможно ли совместить эти два подхода? С данным вопросом тесно связана проблема редукционизма – о возможности объяснить психологические факторы физиологическими средствами. От решения этой проблемы зависит и подход к моделированию. Если психические функции действительно определяются физиологией, то физиологические процессы и будут теми кирпичиками, из которых можно построить модель поведения. Если нет – моделировать надо иначе. Редукция психических функций к физиологическим предполагает представление об организме как о биологической

машине с полностью детерминированным поведением. Такой подход имеет серьезные недостатки: он лишает изучаемого человека активного начала, не дает возможности описывать многие хорошо известные психологам феномены. Для возвращения целостности представлениям человека о самом себе необходимо или отказаться от этой схемы, или четко оговорить границы ее применимости.

2. Философские основы учения А.А. Ухтомского

В этой связи полезно вспомнить учение замечательного русского физиолога Алексея Алексеевича Ухтомского (1875–1942). Физиолог-экспериментатор и энциклопедически образованный ученый рассматривает естественнонаучные данные в совершенно новом ракурсе, пересматривает философские категории материи, причинности, пространства-времени, принципы энергетического баланса со средой, формулирует законы целостного функционирования организма [1, 2, 3]. В результате человеку, согласно Ухтомскому, возвращается то, что он всегда считал себе присущим, но потерял в процессе естественнонаучного познания самого себя: свободу, ответственность, любовь. Любая наука о человеке должна, если не описать это, то, по крайней мере, не отрицать, оставить для этого место, иначе неизбежно или двоемыслие (как это было в советское время), или резкое падение престижа науки (что мы наблюдаем сейчас). Учение Ухтомского – чрезвычайно важная и интересная попытка в данном направлении. Это мост между физиологическими и психологическими знаниями, между историческим и естественнонаучным подходом. Учение Ухтомского целостно и объясняет с единых позиций обширный физиологический и психологический материал.

Рассмотрим некоторые философско-методологические предпосылки его учения. Прежде всего, он решительный противник любого редукционизма. Сложное не может быть сведено к простому, целое не может быть понято как совокупность частей. Наоборот, чтобы правильно понять часть, нужно знать ее место в целом. Существует иерархия наук: механика не противоречит законам геометрии, но не определяется ими, а формулирует свои, более емкие законы; биологическое описание совместимо с химическим, но имеет свой язык более высокого уровня и т.д. Точно так же физиология не сводима к морфологии, а психология – к физиологии. Физиологическое описание должно входить в психологическое как частность, «провинциализм». Вершиной же всей этой иерархической системы являются, по Ухтомскому, законы нравственности.

В качестве второй отличительной черты при изучении живого назовем роль времени. Время существенно необратимо. Текущее состояние – это часть процесса и этим процессом определяется. Процесс – не просто смена статических состояний, он имеет свои закономерности, свой язык описания.

Наше отношение к будущему отличается от отношения к прошлому. Прошрое мы объясняем в терминах причинно-следственных связей. Будущее мы проектируем и строим в соответствии со своими целями. Поведение нужно описывать в терминах целей. Цель выступает как интегрирующий фактор, заставляя многочисленные и разнородные подсистемы организма действовать как единое целое.

При рассмотрении взаимодействия организма со средой также приходится отказываться от

некоторых естественнонаучных стереотипов. Под вопросом оказывается применение второго начала термодинамики, так как жизнь – маловероятное состояние, учитывая огромное количество угрожающих ей факторов. Для объяснения чрезвычайной устойчивости жизни, несмотря на всю ее хрупкость, нужно искать какие-то другие принципы.

Энергетический обмен организма со средой, по Ухтомскому, не может рассматриваться с точки зрения минимизации затрат, как это предполагается в теории гомеостаза. При реализации своих потенциальных возможностей организм тратит собственную энергию и забирает энергию окружающей среды. Чем более крупные задачи способен решать данный организм, тем интенсивнее его обмен со средой и тем эффективнее, в конечном счете, деятельность.

Живой организм ведет себя в окружающей среде активно. Его познавательная деятельность, восприятие окружающего мира также активно, избирательно и неразрывно связано с решаемой в данный момент задачей или выполняемой работой. С этой точки зрения оказывается неудовлетворительной теория отражения, или рефлекса, царившая в науке со времен Декарта. Идеями отражения проникнута классическая немецкая философия. Они составляют основу современной физиологии, ими же вдохновлялась и кибернетика на ранних этапах своего развития. Схема рефлекса проста: внешняя среда оказала воздействие, организм ответил. Эта схема поддается измерению и в этом смысле является научной, однако она с трудом совмещается с идеей активности. Попытки модифицировать понятие рефлекса для более адекватного и глубокого объяснения поведения привели к таким искусственным конструкциям, как, например, «рефлекс свободы» у И.П. Павлова, где термин «рефлекс» не проясняет, а затемняет суть дела.

А.А. Ухтомский предложил свой основополагающий принцип для описания деятельности организма, такой же простой, как идея рефлекса или гомеостаза, но позволяющий учитывать как активность организма, так и его не прекращающееся в течение всей жизни развитие. Это и есть принцип доминанты. Он заключается в том, что в каждый момент живое существо занято решением какой-то определенной задачи. Эта деятельность является временно доминирующей, и на некотором промежутке времени любые внешние воздействия будут или «работать» на поставленную цель, или игнорироваться. Через какое-то время данный вид деятельности может исчерпать себя или быть вытесненным другим, и тогда эта новая задача по-другому организует деятельность организма. От прежней деятельности остается след, который может при подходящих условиях «вспомниться» частично или в полном объеме. Опыт, складывающийся из следов пережитых доминант, т.е. из воспоминаний о наших собственных реакциях на ту или иную внешнюю ситуацию, в большой степени определяет наше дальнейшее поведение, нашу способность реагировать на новую внешнюю ситуацию, на новую задачу. Мы можем оказаться готовы или не готовы к ее решению. В психологии принцип доминанты применим к объяснению очень многих феноменов: внимания, предметного мышления, мотивации деятельности, межличностных отношений. Он подходит также для объяснения многих видов психопатологии, например, паранойи. Наконец, что важнее всего для Ухтомского, этот принцип совместим с нравственным законом, утверждением, что «наша природа делаема», что хорошие, равно как и плохие, поступки, «накапливаясь» в организме, влияют на поведение, в том числе на подсознательном уровне.

В иерархии наук, предложенной Ухтомским, переход от физиологического уровня описания к психологическому как раз и соответствует переходу от естественнонаучного языка описания к гуманитарному, от биологического человека к человеку социальному, историческому, нравственному. Поэтому этот переход так важен. Успешно пройдя его, мы выстраиваем всю цепочку наших представлений о мире, от нравственного закона до геометрии, без разрывов и противоречий. Как же проходит этот переход Ухтомский? Он находит в экспериментальных физиологических данных указание на то, что доминанта является основным рабочим принципом нервных центров.

3. Основные моменты учения А.А. Ухтомского о доминанте

История открытия такова. Однажды при попытке искусственного возбуждения определенного центра коры головного мозга подопытного животного не последовало ожидаемой двигательной реакции. Это произошло потому, что животное в этот момент уже было вовлечено в другое рефлекторное движение. Заслуга Ухтомского в том, что он первый увидел в случае такого рода не случайный сбой, а закономерность.

«Нормальное отправление органа (например, нервного центра) в организме есть не предопределенное, раз навсегда неизменное качество данного органа, но функция от его состояния» [5]. Или, еще яснее, «приписывание топографически определенному нервному центру всегда одной и той же неизменной функции есть лишь допущение, делаемое ради простоты рассуждения» [5]. Это означает, что при внешнем воздействии на нервный центр постоянство связи стимул-реакция существует только при искусственных условиях полного спокойствия организма. Но если один и тот же стимул, примененный к данному центру, может вызвать разные реакции, и, наоборот, разные стимулы – одну и ту же реакцию, то чем же определяется в данный момент функционирование данного нервного центра? По Ухтомскому, на него влияют другие, в первую очередь, пространственно близкие к нему нервные центры, а в конечном счете – весь организм. Наиболее значимым будет влияние того центра или их совокупности, которые в данный момент возбуждены в наибольшей степени. Это и есть доминанта. «Главенствующее возбуждение организма в данный момент существенно изменяло роль некоторых центров и исходящих из них импульсов для данного момента» [5, с. 6] «Когда я стал на ту точку зрения, что здесь перед нами не аномалия, но правило, я затем стал думать, что перед нами не только правило, но, вероятно, чрезвычайно важный орган жизнедеятельности центральной нервной системы.

Обычно с понятием «орган» наша мысль связывает нечто морфологически отлитое, постоянное, с какими-то постоянными статическими признаками. Мне кажется, что это совершенно необязательно.

Орган – это, прежде всего, механизм с определенным однозначным действием. ...Значит, именно физиологическая равнодействующая дает комплексу тканей значение органа как механизма».

В чем смысл возникновения таких временных механизмов (органов), управляемых временно доминирующими нервными центрами? Этому есть вполне естественное объяснение. Организм – это система с огромным (избыточным) числом степеней свободы. Если это

справедливо для эффекторов, то еще в большей степени справедливо для управляющих нервных центров, там избыточность на порядки выше. Благодаря механизму доминанты, в каждый данный момент организм действует как единое целое, решая текущую задачу. Потенциальные задачи очень разнообразны, между различными видами деятельности идет конкурентная борьба за эффекторы (которые существуют в единственном экземпляре и должны действовать согласованно).

Но если доминанта, управляющая, по Ухтомскому, всей работой организма, существует только во времени, возникает следующий вопрос: что же дает ей возможность все-таки возникнуть, что поддерживает ее активность, как и при каких условиях она исчезает?

Для перехода в состояние доминанты нервный центр в момент прихода возбуждения извне должен обладать следующими свойствами:

«1) повышенная возбудимость: порог возбудимости в центре, становящемся доминантным, должен быть, по крайней мере, равен по величине раздражителю, доносящемуся до него в виде дальней волны возбуждения;

2) стойкость возбуждения: чтобы начавшееся под влиянием дальней волны возбуждение в доминанте могло, в свою очередь, влиять на ход реакции, возбуждение это должно быть не мимолетным во времени;

3) способность суммировать возбуждение при данной силе и частоте приходящих волн;

4) инерция, при которой значение дальних волн сказывается преимущественно в подбадривании и ускорении установившейся доминантной реакции в направлении к ее разрешению» [4].

Это условия возникновения доминанты. Проблема здесь в переходе от совокупности разнородных возбуждений, частично безадресных, к целенаправленному действию. Именно доминанта «доводит до осуществления в виде механизма с определенной направленностью действия (с определенным вектором) то, пока мало определенное соотношение возбуждений в центрах, которое подготовлялось в непосредственно предшествовавшие моменты» [4].

Что характеризует доминанту на пике ее деятельности, как она поддерживается?

Можно выделить «два основных момента доминанты как рабочего принципа нервных центров:

1. Доминирующий центр подкрепляет свое возбуждение посторонними импульсами.

2. По мере развития возбуждения в себе он тормозит другие текущие рефлекс, встречаемые на общем конечном пути» [5]. Если этих признаков нет, то нет и речи о доминанте. Итак, если какая-то деятельность стала для организма доминирующей, то посторонние воздействия в течение некоторого времени не в состоянии ей помешать, и даже наоборот, могут дать ей дополнительный стимул, отдать свою энергию.

Чем определяется конец доминанты?

«Когда доминанта представляет из себя цепной рефлекс, направленный на определенный разрешающий акт, то, рассуждая теоретически, разрешающий акт и будет концом доминанты» [5].

«Возникновение новой доминанты, функционально не совместимой с первой, намечает экзогенный конец для первой» [5].

«Мыслимо, далее, прямое торможение доминанты с высших этажей нервной системы, например, с коры. Мы знаем, что и возбуждение, и торможение с коры особенно могущественно по своему действию на спинальные центры. Но, по всем данным, это торможение с коры, направленное на доминанту «в лоб», достигается наиболее трудно. Это – задача «не думать про белого бычка», задача теоретического морализирования. Кора более успешно борется с доминантами, не атакуя их «в лоб», но создавая новые, компенсирующие доминанты в центрах, могущие свести их на нет» [5].

Как видим, если для простых рефлекторных действий доминанта может разрешиться, исчерпать себя в действии, то для более сложных актов мышления и поведения это не так. Как правило, у доминанты вовсе не наступает конца.

«Доминанта характеризуется своей инертностью, т.е. склонностью поддерживаться и повторяться по возможности во всей своей цельности при всем том, что внешняя среда изменилась, и прежние поводы к реакции ушли. Доминанта оставляет за собой в центральной нервной системе прочный, иногда неизгладимый след» [5].

А.А. Ухтомский и его ученики изучали на подопытных животных условия искусственного создания доминант, а также взаимодействие процессов возбуждения и торможения в нервных сетях. В настоящее время эта отрасль науки быстро развивается, а чисто физиологическая сторона работ Ухтомского представляет в основном исторический интерес [6].

4. Параллели синергетического подхода и учения А.А. Ухтомского

Мировоззренческий аспект работ Ухтомского только начинает для нас открываться. В последние несколько десятилетий стало понятно, что и при изучении неживой природы традиционные подходы могут оказаться недостаточными, что и здесь не все детерминировано, и большую роль могут играть флуктуации, случайность, хаос. Ведущую роль в разработке этих проблем играет синергетика. Интересно отметить, что многие идеи учения Ухтомского о доминанте совпадают с положениями синергетики, далеко отстоящими по времени и возможности прямого влияния. Кратко перечислим эти совпадения, используя для сравнения книгу С.П. Курдюмова и Е.Н. Князевой [7].

1) Необратимость времени. Статику нужно рассматривать как частный случай динамики, а не наоборот.

2) Для доминантного процесса характерно наличие двух принципиально различных стадий. Когда определенная доминанта уже действует, то процесс детерминирован и предсказуем, внешние воздействия не могут оказать на него решающего влияния. На стадии перехода к новой доминанте результат не известен заранее и очень небольшие внешние воздействия могут привести к важным последствиям. Очевидна аналогия с динамическими системами, соответственно, в области устойчивости, где зависимость от параметра однозначна и небольшие воздействия не могут изменить поведения системы или вблизи точки бифуркации, где возможен переход в одну из новых областей устойчивости и где малые флуктуации могут оказать решающее влияние на дальнейший ход процесса.

3) Доминантная модель Ухтомского – это не просто один процесс, а взаимодействие процессов в нервной системе. Эти ритмические процессы подсистем лежат в основе

поступательного движения целого. В сети нейронов могут происходить процессы объединения разнородных областей за счет «усвоения ритма», втягивания в резонанс. В синергетике эта проблема носит название когерентности и также рассматривается как одна из центральных. Необходимыми математическими предпосылками здесь являются открытость системы и нелинейность колебаний.

4) Доминанта – это такое взаимодействие различных процессов, при котором возникает исключительное преобладание какого-то одного центра, подчинение ему всех остальных. Это необходимо для целостного поведения организма. С точки зрения математического описания процесса, это означает, что при определенных условиях значения некоторых параметров начинают очень быстро расти и в течение некоторого периода сильно преобладать над всеми остальными. Здесь просматривается аналогия с режимами с обострением, рассматриваемыми С.П. Курдюмовым [7], которые также являются процессами очень быстрого роста некоторых параметров.

5) При рассмотрении взаимодействия организма со средой, согласно Ухтомскому, нельзя применять принцип наименьшего действия. Это следует из того, что рассматриваемый процесс является неравновесным, он предполагает получение энергии из среды и затраты энергии при действии в среде. Тот же подход принят и в синергетике, которая рассматривает именно неравновесные процессы, с источниками и стоками энергии.

6) По А.А. Ухтомскому, если для объяснения прошлого используется категория причины, то для прогнозирования будущего необходима категория цели. Знание прошлого и его объяснение в терминах причинности играют чисто служебную роль для того, чтобы лучше спроектировать будущее. В синергетике, в частности у Курдюмова и Князевой [7], также рассматривается телеологический подход и утверждается, что цель организует будущее.

7) Как известно из теории динамических систем, вблизи точек бифуркации структура имеет тенденцию повторяться на разных уровнях иерархии. Этим качеством обладает и доминантная модель Ухтомского, будучи применима и к процессу в нервной клетке, и к поведению организма, и к развитию общества.

8) При решении практической задачи управления поведением или другим процессом необходимо знать его особенности. Есть состояния и моменты времени, когда повлиять на процесс практически невозможно. В точке ветвления при переходе к новой доминанте повлиять может даже небольшое усилие. С.П. Курдюмов называл такой подход к управлению «иглоукалыванием мира».

5. Выводы

Философские воззрения А.А. Ухтомского ставшие известными в недавнее время, имеют большое научно-методологическое значение благодаря широте обобщения в сочетании с глубиной рассмотрения конкретных вопросов. При описании живых организмов А.А. Ухтомскому удалось совместить исторический подход гуманитарных наук и естественнонаучный подход, провести параллель между физиологией и нравственностью. Те же философские принципы могут быть отнесены к широкому кругу вопросов – к рассмотрению общественных процессов, к осмыслению истории и прогнозов будущего. В этом А.А. Ухтомский оказался предшественником современной

синергетики, с которой у него обнаруживаются поразительные совпадения. Эти совпадения, кратко рассмотренные в данной работе, позволяют надеяться на возможность использования современного математического аппарата, разрабатываемого в синергетике, для моделирования доминантной теории А.А. Ухтомского.

Необходимо отметить, что некоторые стороны учения А.А. Ухтомского, известные по его ранее опубликованным работам, уже давно привлекали внимание кибернетиков и использовались для моделирования поведения и психики. Прежде всего назовем моделирование нейронных сетей Н.М. Амосовым и его школой ([8] и другие работы). Представление А.А. Ухтомского об организующей роли цели легли в основу моделирования школой П.К. Анохина целенаправленного поведения систем. В настоящее время, когда стали известными ранее недоступные философско-методологические труды А.А. Ухтомского, мы можем ожидать более полного использования его учения для моделирования поведения и интеллектуальной деятельности.

Работа частично поддержана РФФИ, грант N 04-01-00346 и НШ.2448.2006.1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ухтомский А.А. Заслуженный собеседник. Рыбинское подворье. – М., 1997.
2. Ухтомский А.А. Интуиция совести. – СПб., 1996.
3. Ухтомский А.А. Доминанта души. – Рыбинск, 2001.
4. Ухтомский А. Доминанта. Серия «Психология-классика». – СПб.: Питер, 2002. – С. 102–103.
5. Ухтомский А.А. Доминанта. – М.-Л.: Наука, 1966. – С. 5–120.
6. Учение А.А. Ухтомского о доминанте и современная нейрофизиология: Сб. научн. тр. / Под ред. А.С. Батуева, Р.И. Кругликова, М.Г. Ярошевского. – Л.: Наука, 1990.
7. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Основания синергетики. Синергетическое мировидение. – М.: Комкнига, 2005. – 240 с.
8. Амосов Н.М. Алгоритмы разума. – Киев: Наукова думка, 1979.

Стаття надійшла до редакції 25.10.2007