

А.А. УХТОМСКИЙ И Э.С. БАУЭР – ДВА ПОДХОДА К МОДЕЛИРОВАНИЮ ЖИВОГО

*Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия

**Институт психологии РАН, Москва, Россия

Анотація. Порівнюються два біологічних підходи першої третини ХХ століття, які могли б слугувати основою кібернетичних моделей. Перший – теорія домінанти А.А. Ухтомського (1875–1942), і другий – «Теоретична біологія» Е.С. Бауера (1890–1937). При різних філософських передумовах вони обидва прийшли до схожих висновків і запропонували схожі моделі фізіологічних основ активності.

Ключові слова: історія науки, А.А. Ухтомський, Е.С. Бауер, теоретична біологія, принцип стійкої рівноваги, теорія домінанти, активність поведінки.

Аннотация. Сравняются два биологических подхода первой трети ХХ века, которые могли бы служить основой кибернетических моделей. Первый – теория доминанты А.А. Ухтомского (1875–1942), и второй – «Теоретическая биология» Э.С. Бауэра (1890–1937). При различных философских предпосылках они оба пришли к схожим выводам и предложили похожие модели физиологических основ активности.

Ключевые слова: история науки, А.А. Ухтомский, Э.С. Бауэр, теоретическая биология, принцип устойчивого неравновесия, теория доминанты, активность поведения.

Abstract. We compare two biological approaches of the first third of XX century, which could serve as a base of cybernetic models. The first approach is the theory of dominant by A.A. Ukhtomsky (1875–1942), and the second one is the «Theoretical Biology» by Ervin Bauer (1890–1937). The philosophical bases of these two concepts were quite different, but they both formulated the similar conclusions, and proposed the similar schemes of the physiological basis of human activity.

Keywords: history of science, A.A. Ukhtomsky, E.S. Bauer, theoretical biology, principle of sustainable disequilibrium, dominance theory, behavior activity.

1. Введение

В предлагаемой работе рассматриваются биологические и философские идеи двух советских ученых, опередивших свое время. В 20–30 годы двадцатого века, в период «бури и натиска» советской науки, в науках о живом (биологии, физиологии, психологии) были сформулированы очень плодотворные концепции и подходы. Эти подходы прямо вели к кибернетическим идеям, к такому уровню формализации этих наук, который мог позволить алгоритмическое описание, а затем и математическое моделирование. Это не состоялось по многим причинам. Сейчас интерес к этому периоду советской науки возник и у нас, и за рубежом, причем не только у историков науки, но и у активных, смотрящих в будущее ученых, в том числе в области computer science. Авторам этой работы довелось участвовать в конференции в рамках направления «learning from the past», организованной профессором Техасского Университета в Далласе Михаем Надином [1]. Конференция целиком была посвящена забытому или недостаточно проработанному наследию советских ученых. Там и возникла мысль сравнить теоретические концепции Алексея Ухтомского и Эрвина Бауэра.

2. Немного о жизненном пути А.А. Ухтомского и Э.С. Бауэра

В данной статье мы сравниваем взгляды этих двух ученых, очень различных, с разных сторон подошедших к общим проблемам описания жизни, жизненного процесса и живых существ. При этом в некоторых основополагающих вопросах неожиданно выявилось глу-

бинное сходство в позициях обоих авторов. Их собственным линиям жизни, тоже очень разным (русского князя, потомка Рюрика Алексея Ухтомского, и венгерского революционера-коммуниста Эрвина Бауэра) довелось пересечься на несколько коротких лет в советском Ленинграде. Эрвин Бауэр был младшим современником Ухтомского. Они в конце 20х – начале 30х годов были знакомы и принадлежали к одному научному кругу.

Жизненный путь Алексея Ухтомского был внешне сравнительно благополучен. Всю жизнь, начиная со студенчества, он жил и трудился на одном месте. Не имел семьи, не тратил времени на светские развлечения. Будучи разносторонне образованным и очень эрудированным человеком (инженерное, богословское и биологическое образование, знание нескольких европейских языков), всю жизнь посвятил разработке и углублению одной теории. Первые наблюдения, приведшие к идее доминанты, относятся к 1904 году, первая предварительная (еще без термина «доминанта») публикация – к 1911 году, основные публикации – к 1923–1927 гг. Ухтомский был успешен в науке. После смерти И.П. Павлова считался главным физиологом страны. Его научные труды опубликованы и доступны.

Однако только в последние годы мы смогли полнее познакомиться с драмой его жизни. Благодаря Соколовой, Батуеву [2–5] и др. были обнародованы его дневники, письма и другие материалы. Верующий христианин, не разделявший взглядов правящей партии большевиков, Ухтомский два раза был арестован и всю оставшуюся жизнь ждал ареста. Он не мог демонстрировать публично свои религиозные и политические взгляды. При этом его научной «сверхзадачей» было «оправдать веру наукой». Он полагал, что при искреннем и глубоком рассмотрении наука и религия – два способа познания Истины – должны оказаться не противоречащими друг другу. В этом, собственно говоря, и был пафос его научного творчества. В итоге возникло учение о доминанте, допускающее как физиологическую, так и психологическую (и религиозно-нравственную) интерпретацию. А также, как становится понятно в последнее время, информационно-кибернетическую.

Совсем иначе, и внешне, и внутренне, выглядит жизнь Эрвина Бауэра [6, 7]. В ней гораздо больше событий, она пестрит переменами места жизни и работы. Эрвин Бауэр участвовал как врач в Первой мировой войне, занимал активную позицию во время революции в Австро-Венгрии. У него семья, дети, хобби, друзья, европейская свобода взглядов. Трагедия Эрвина Бауэра состояла в другом, хотя и была вызвана теми же причинами – бурным временем мировой войны, революций, террора. Эмигрировав в СССР, Бауэр получил возможность быстрой научной карьеры и сравнительного благополучия. Бауэру, коммунисту и материалисту, не приходилось скрывать от советских властей и общества свои взгляды. Его «сверхзадачей» в науке было так сформулировать общий закон биологии, чтобы известные факты и законы следовали из него, как частные случаи. Этому закону должна, по Бауэру, подчиняться «живая материя», и только она. В течение двенадцати лет жизни в СССР он успешно работал и публиковался. Но эта деятельность внезапно оборвалась в 1937 арестом, обвинением в шпионаже и быстрой гибелью. Свой главный труд – монографию «Теоретическая биология» – он успел издать за два года до этих событий, в 1935 г. После ареста его труды были изъяты из библиотек, имя запрещалось упоминать. Поэтому идеи Бауэра, так же, как и идеи Ухтомского, оказались в подполье до окончания советских времен. Интерес к Бауэру, сбор сведений о его жизни, изучение забытых работ и возвращение их в контекст основного потока научной мысли, пришлось на последние два десятилетия, так же, как это произошло и с наследием Ухтомского. Наследием Бауэра занимались венгерские и российские ученые, из которых особо отметим С.Э. Шноля [7–9].

3. Доминанта Ухтомского и проблема энергетического обмена

О принципе доминанты Алексея Ухтомского в его кибернетических и синергетических аспектах мы уже писали [1, 10–14]. В физиологии Ухтомский хотел, прежде всего, найти ключ к объяснению поведения живых существ (из которых наиболее интересным для нас

является, конечно, человек). Этому и служит принцип доминанты. В каждый конкретный момент выполняется некоторый целостный поведенческий акт, для чего нужно объединить и согласовать все силы организма. Временным управляющим центром и является доминанта. Революционная новизна учения Ухтомского заключается в том, что этот центр определяется не морфологически, а функционально.

«По всем данным, доминанта в полном разгаре есть комплекс определенных симптомов во всем организме – и в мышцах, и в секреторной работе, и в сосудистой деятельности. Поэтому она представляется скорее как определенная констелляция центров с повышенной возбудимостью в разнообразных этажах головного и спинного мозга, а также в автономной системе» [15, с. 13].

По Ухтомскому, действие организма определяется внутренним состоянием не в меньшей степени, чем пришедшим сигналом. Это внутреннее состояние меняется во времени и зависит от истории предшествующих действий и состояний. Функция доминирования переходит от одного центра к другому благодаря латеральным влияниям между центрами, которые рассматриваются как общая и важная для построения теории закономерность.

Концепция доминанты позволяет рассматривать поведение как активное и целенаправленное. Текущее действие определяется функциональной задачей. Задача же формируется на основании вновь пришедшей информации и всего прошлого опыта. Этот опыт хранится в виде следов пережитых доминант как моделей возможных действий.

Ухтомский подчеркивает некоторые аспекты поведения, которые должны учитываться при его функциональном описании. Это: 1) целостность (холизм, антиредукционизм, часть не имеет смысла без целого); 2) необратимость времени (свершившийся факт влияет на дальнейшее); 3) способность «дальнего зрения» (гипотетические предсказания во времени и пространстве с возможностью дальнейшей проверки); 4) иерархия уровней и языков описания (физико-химический, физиологический, психологический, нравственный).

С основополагающей идеей активности поведения связано и отношение Ухтомского к проблемам энергетического обмена организма с окружающей средой. Организм – открытая система, он может тратить и получать из внешней среды то или иное количество энергии. Для совершения активного действия энергию необходимо потратить. В первой половине XX-го века существовали теории энергетического баланса, предполагавшие, что организм в своих действиях в ответ на внешние раздражители стремится минимизировать энергетические затраты. Ухтомский категорически отвергает такой подход. Он уверен, что задача живого организма обратная – как можно более полно реализовать свои потенциальные возможности действия.

«Окончательная реакция будет идти не с расчетом непременно на минимум действия организма, а с расчетом использовать с той или иной полнотой те потенциалы, которые может развить станция назначения с ее рабочими эффекторами в мускулатуре в однажды начавшейся работе по заданному вектору» [15, с. 133].

«Все дело в том, насколько мощна та доминанта, которая владеет поведением, насколько она преобладает над отрицательной тенденцией к покою, к самоудовлетворению, к подушке» [15, с. 138].

«Возьмем организм, фактически наиболее преуспевший на пути к наименьшему действию, организм, получивший счастливую возможность производить минимум работы в окружающей среде. Какие примеры из биологии мы имеем? Прежде всего, это сидящие, паразитные формы» [15, с. 136].

При этом активная деятельность приводит не только к трате собственной свободной энергии организма, но и к аккумуляции организмом энергии среды.

«В условиях нормального взаимоотношения со своей средой организм связан с нею интимнейшим образом: чем больше он работает, тем больше он тащит на себе энергии из среды, забирает и вовлекает ее в свои процессы; тогда понятно, что как раз более сильный деятель с мощной работой центральной нервной системы и всей аппаратуры, которая от нее зависит, способен за свою жизнь забрать и переработать большую сумму энергии из среды и вовлечь ее в сферу своей работы для того, чтобы дать в сумме мощный рабочий результат и длительные рабочие последствия, которые на долгое время заставят вспоминать эту центральную нервную систему и эту индивидуальность, когда ее самой более уже не будет...» [16, с. 135].

Ухтомский убежден, что при активной деятельности организм получает энергию из окружающей среды. Именно этот механизм подробно рассматривает Бауэр. Экспериментальное доказательство этой гипотезы дал позже ученик Ухтомского Илья Аршавский.

4. Энергетический обмен и принцип устойчивого неравновесия Бауэра

Эрвин Бауэр поставил перед собой амбициозную цель – создание теоретической биологии.

«Мы попытаемся дать такое определение жизни, правильность которого могла бы быть проверена, и постараемся произвести эту проверку. Наша задача состоит в том, чтобы объединить и выразить в форме одного или нескольких законов то, что свойственно всем системам, которые мы обозначаем как живые, и что характерно только для них» [17, с. 114].

Бауэр формулирует свой принцип на основании умозрительных соображений. Что отличает живые системы от неживых? Первое требование – способность живых систем совершать работу спонтанно, при неизменной внешней среде (активность). С термодинамической точки зрения это означает, что живые системы обладают разностью потенциалов, которая может выравниваться без внешнего содействия, производя некоторую работу. Следующее требование относится к реакции на изменение внешней среды. При внешнем воздействии живая система реагирует активно и изменяет как собственное состояние, так и условия воздействия, в то время как неживая пассивно подвергается воздействию (толкните мяч и лежащую рядом с ним кошку). Это означает, что в этом случае за счет свободной энергии организма производится некоторая работа. Как именно? Тут мы подходим к третьему и главному требованию. Бауэр выдвигает гипотезу, что свободная энергия живых систем используется всегда для совершения такой работы, которая приводит к увеличению работоспособности системы.

«Работоспособность должна быть использована в интересах собственной работоспособности. Так как система только тогда бывает работоспособной, когда она не находится в равновесии, то мы можем формулировать наше требование еще и таким образом: в живых системах должны всегда быть приспособления, которые превращают работоспособность системы при неизменной окружающей среде в работу против равновесия, которое наступило бы при данной окружающей среде и при данном состоянии системы» [17, с. 133–134].

Это и есть основная мысль Бауэра, первое и второе требования мы можем считать наводящими соображениями.

«В то время, как первое требование соответствует примерно требованию свойств заведенной машины, второе требование – раздражимости и возбудимости, третье требование соответствует тем свойствам живых существ, которые обозначаются обычно как приспособляемость, целесообразность, регулирование, целостность и рассматриваются как характерные для живых существ» [17, с. 143].

Именно эту идею Бауэр считает принципом, который должен быть положен в основу теоретической биологии.

«Теперь мы должны опять задать вопрос: обозначим ли мы фактически материальную систему, которая соответствует нашему третьему требованию, как живую систему, или есть такие системы, которые удовлетворяют третьему требованию, но мы их все-таки не обозначаем как живые. Понятно, что теоретически вполне возможно существование подобных систем, которые соответствуют этому требованию и которые мы все же не обозначим как живые. С другой стороны, мы не можем проверить, соответствуют ли все имеющиеся живые существа нашему третьему требованию. Мы можем, однако, в основу наших биологических исследований положить допущение, что все живые существа отвечают этому третьему требованию и что теоретическая возможность существования неживой системы, которая все-таки соответствует нашему требованию, принципиально исключена. Мы получим тогда всеобщий закон биологии, который гласит: «Все и только живые системы никогда не бывают в равновесии и исполняют за счет своей свободной энергии постоянно работу против равновесия, требуемого законами физики и химии при существующих внешних условиях» [17, с. 143].

До сих пор не было ничего сказано о том, какая именно работа и какая потенциальная энергия имеются в виду. Сравнивая превращение энергии в неживых системах, например, машинах, с энергообменом в живых системах, Бауэр подчеркивает основополагающую разницу этих двух процессов. При работе машины за счет внешних источников энергии (топлива) эта энергия сразу и непосредственно преобразуется во внешнюю работу. В живых системах все происходит совершенно иначе. Работа живой системы направлена на изменение структуры самой системы, на создание разности потенциалов, а не только на внешние действия. Внешняя работа производится за счет внутренней свободной энергии, которую Бауэр называет также структурной энергией. Структуры живой материи, обладающие свободной энергией, являются неравновесными. Работа, направленная на поддержание структур или против их изменения, может производиться только силами самой живой системы («Принцип системных сил» по Бауэру). Этот принцип можно рассматривать как другую формулировку принципа устойчивого неравновесия. В живых системах только энергия внутреннего строения трансформируется в работу. Воспринятая извне энергия питательных веществ и окисления идет на возобновление, поддержание внутреннего строения этой структуры и ее составных частей, при этом на сам процесс усвоения пищи и дыхания тоже тратится внутренняя свободная энергия.

Таким образом, мы видим, что внешняя работа возможна только вследствие временного нарушения живой структуры и что внешняя и внутренняя работа конкурируют друг с другом. Но это противоречие между внешней и внутренней работой состоит в самом возникновении и существовании живой материи. Живая материя не может существовать без внешней работы. Мы видим, что, с одной стороны, для сохранения работоспособной, то есть неравновесной, структуры живых систем эти системы должны постоянно производить внутреннюю работу. Но для этого необходимо получение энергии из окружающей среды и ее трансформирование в структурную энергию. А для этого, в свою очередь, необходима и внешняя, и внутренняя работа.

Бауэр указывает, что свойство раздражимости, связанное с необходимостью совершать внешнюю работу, присуще любым, даже самым примитивным и паразитическим формам жизни. В процессе эволюции относительная роль внешней работы постоянно возрастает.

Сформулировав основной принцип, Бауэр ставит задачу проследить его действие на известных в его время биологических фактах и теориях, введя в рассмотрение конкретные виды потенциальной энергии и работы. Во второй части книги «Теоретическая биология» Бауэр рассматривает с единых позиций теории устойчивого неравновесия не только метаболизм, но и процессы роста, созревания и старения, деление клетки и размножение организмов, раздражимость и приспособляемость, наследственность и изменчивость.

В заключение теоретической части своей книги, Бауэр формулирует концепцию «живого белка». Задавшись вопросом о том, какой механизм может обеспечить хранение свободной энергии в живых организмах, автор не находит другого варианта, кроме особых свойств или особого состояния «живых» молекул, которыми на тот момент большинство ученых считали молекулы белка.

«На основании общих законов движения живых систем мы приходим к выводу, что теория живой материи должна исходить из следующего положения: неравновесное состояние живой материи и, следовательно, ее постоянно сохраняющаяся работоспособность, в конечном счете обуславливаются... молекулярной структурой живой материи, а источником работы, производимой живыми системами, служит в конечном счете свободная энергия, свойственная этой молекулярной структуре, этому состоянию молекул» [17, с. 187]. На наш взгляд, этот вывод логически не следует из сформулированного Бауэром принципа устойчивого неравновесия, а является независимой от него гипотезой. Принцип сформулирован в функциональных терминах, абстрактно и без конкретной привязки к материальному носителю. Именно поэтому его можно рассматривать с информационной, кибернетической точки зрения, сравнивать с другими теориями и т.д.

Но сам автор считал, что вопрос существования особой, живой материи со своим законом движения является принципиальным для существования научной биологии.

«Так как мы определили биологию как науку о законах движения организованной живой материи, то этот вопрос аналогичен вопросу, существует ли наука о жизни, биология, или же она является лишь отделом прикладной физики и химии.

Имеются лишь две возможности обойти неизбежность этого вывода.

1. Мы можем утверждать, что живая материя не имеет собственных законов движения, что законы движения живой материи по существу те же, что и неживой. Тогда мы, будучи последовательными, не имеем права вообще говорить о живой материи. Но тогда биология есть не что иное, как прикладная физика и химия, то есть применение законов физики и химии к тем сложным системам, какими являются живые существа.

2. Или же мы утверждаем, что живые существа имеют свои собственные закономерности, свои собственные законы движения, но что эти законы обусловлены не состоянием, организацией, структурой материи живых существ, то есть не являются формой проявления и существования, атрибутом живой материи, а результатом (и этот вывод является тогда неизбежным) сверхматериальных, божественных сил, не изменяющих законов физики и химии, но постоянно направляющих их.

Первую из этих точек зрения защищает направление, которое известно в биологии под именем механицизма, вторую – витализм» [17, с. 97–98].

Мы видим, что Бауэр, действительно, не боится заострять вопрос до крайних логических выводов. Биология должна быть материалистической и в то же время не растворяющей специфику живого в законах физики и химии, а это значит, нужно искать специфические формы и законы движения материи, присущие жизни, и только ей.

Гипотеза Бауэра о наличии этого особого «вещества жизни» или особого состояния вещества пока не подтвердилась в ходе дальнейшего развития биологии. Означает ли это, что Бауэр ошибался в постановке вопроса, или что мы должны принять витализм?

5. Современная судьба идей Ухтомского и Бауэра

Принцип доминанты Ухтомского затрагивает многие области науки. Кроме физиологии, в рамках которой он был сформулирован, это психология, философия, культурология. В этих областях число работ, посвященных Ухтомскому, в наши дни растет лавинообразно. В то же время автор близко подходит к формализации своей теории, пытается изложить отдельные положения на языке теории нелинейных колебаний. В своих предыдущих публикациях мы постарались показать связь принципа доминанты и сопутствующей совокуп-

ности идей с идеями кибернетики и синергетики [11–13]. Эта связь на сегодняшний день тоже является признанным фактом. В самой физиологии ученики Ухтомского развивали проблемы психофизиологии трудовой деятельности и спорта, применения методов нелинейных колебаний в нейрофизиологии, соотношения временного и пространственного факторов в деятельности нервной системы и др. [18].

Упомянем имеющую прямое отношение к теме настоящей статьи замечательную работу И.А. Аршавского [19]. Аршавский успешно занимался проблемами материнства и младенчества. Ему принадлежит открытие «энергетического правила скелетных мышц». Он доказал, что при затрате энергии на мышечную работу энергия затем восстанавливается, но с избытком. Эта избыточная энергия является необходимым условием роста и развития и связана с возрастом человека. У молодых людей и особенно у детей она больше. Аршавский утверждает, что движение не менее важно для жизни, чем пища, и для совершения действия внутренняя потребность в движении является каузальной причиной, а пища лишь конвенциональной.

Аршавский – один из немногих учеников Ухтомского, кто стремился осознать учение о доминанте в целом. Это сложно, так как поведение отдельного человека допускает описание на разных уровнях – биохимии и биофизики, физиологии, психологии, этики. Но, кроме того, человек включен в социальную среду и в исторический процесс. Всех этих вопросов Ухтомский так или иначе касается, и принцип доминанты оказывается плодотворным с любой из этих точек зрения.

Наследие Бауэра тоже вызывает интерес современных исследователей. С.Э. Шноль посвятил Бауэру несколько статей, где анализирует концепцию Бауэра в свете появившихся позже направлений науки: 1) термодинамики необратимых процессов; 2) теории информации; 3) биоэнергетики; 4) физической химии биологически важных макромолекул, в том числе белка. Принцип Бауэра превосходит представления термодинамики сопряженных процессов, функционирующих по принципу обратных связей. В таких процессах одна фаза идет с тратой энергии, а другая с ее восстановлением под действием внешних сил. Процессы усвоения пищи относятся именно к этому типу. Приведем цитату.

«В 1941 г. стал ясен «физический смысл» процессов катаболизма – деградации пищи, и появилась концепция макроэргичности. Свободная энергия, выделяющаяся при катаболизме, аккумулируется в «макроэргических» пирофосфатных связях АТФ, синтезируемой из ортофосфата и АДФ, а затем используется для биосинтезов, мышечного сокращения, работы ионных насосов.

С термодинамической точки зрения в этом цикле (сопряженный синтез АТФ – накопление термодинамического потенциала – «создание неравновесности» – гидролиз АТФ, сопряженный с совершением полезной работы – уменьшением неравновесности) постоянно возобновляется термодинамический потенциал посредством ресинтеза макроэргических фосфатов в системе процессов с обратными связями» [9, с. 29].

Этот процесс удовлетворяет принципу Бауэра, но в применении не к белкам, а к низкомолекулярным метаболитам.

Принцип Бауэра применим также к биологическим мембранам. Процитируем Шноля.

«Асимметричное распределение ионов – «сверхравновесная» концентрация ионов калия и натрия внутри клетки – одно из самых характерных проявлений жизнедеятельности. Это устойчивое неравновесное распределение активно поддерживается «ионными насосами», работающими за счет свободной энергии реакции гидролиза АТФ... В настоящее время сотни работ, подтверждающие устойчиво неравновесное распределение ионов, служат прекрасной иллюстрацией верности принципа Бауэра. Однако Бауэр был убежденным противником особой роли межфазных соотношений в биологической термодинамике и, следовательно, особой роли биологической мембраны» [9, с. 30].

Применение принципа Бауэра к эволюционной теории (а такую попытку сам Бауэр делает) может рассматриваться, учитывая данные генетики как описание эволюции от простого к сложному, накопление и закрепление менее вероятных признаков, уменьшение энтропии. С информационной точки зрения, эволюция – устойчиво неравновесный процесс соответственно принципу Бауэра. Живые системы используют накопленную в ходе эволюции информацию, зафиксированную в свойствах белков и других молекул, для матричного воспроизведения макромолекул и репарации мутационных нарушений, и тем самым постоянно выполняют работу против равновесия [9, с. 33].

6. Заключение

В свое время Норберт Винер [20] полагал, что сформулированный им кибернетический подход положит конец вечному спору «виталистов и механицистов», переведя обсуждение на язык информации. Это была очень плодотворная мысль, хотя споры и не прекратились. Сравнивая идеи Ухтомского и Бауэра, мы видим, как много общего они имеют, если прочесть их на термодинамическом или информационном языке. Идеи активности живой системы, неравновесности и необратимости жизненных процессов, включенности отдельного существа в процесс эволюционной смены поколений – общие для обоих мыслителей. Эти идеи взаимосвязаны между собой, не могут быть оторваны одна от другой. Бауэра интересует энергетический обмен организма со средой, и здесь он дает исчерпывающую, с информационной точки зрения, формулировку основополагающего принципа. Активность, историчность, необратимость жизненных процессов упоминаются им как нечто само собой разумеющееся. Ухтомского интересовали физиологические основы поведения. Он начинал свой научный путь раньше и в других условиях, и ему пришлось преодолевать большое сопротивление, доказывая возможность и правомерность учета перечисленных выше факторов в отдельном поведенческом акте, и тем более их связи с нравственными установками. Как видим, области внимания и научного интереса двух мыслителей не полностью совпадают. Но там, где они пересекаются, подходы не только не противоречат, но и дополняют друг друга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zueva E. The Concept of Dominance by A.A. Ukhtomsky and Anticipation / E. Zueva, K. Zuev // Anticipation: Learning from the Past The Russian/Soviet Contributions to the Science of Anticipation. – M. Nadin (Ed.), Springer International Publishing. – 2015. – P. 13 – 35.
2. Ухтомский А.А. Интуиция совести / Ухтомский А.А. – СПб.: Петербургский писатель, 1996. – 528 с.
3. Ухтомский А.А. Заслуженный собеседник / Ухтомский А.А. – Рыбинск: Рыбинское подворье, 1997. – 569 с.
4. Ухтомский А.А. Доминанта души / Ухтомский А.А. – Рыбинск: Рыбинское подворье, 2001. – 604 с.
5. Ухтомский А.А. Лицо другого человека / Ухтомский А.А. – СПб.: Издательство Ивана Лимбаха, 2008. – 664 с.
6. Бауэр М.Э. Трагическая судьба Эрвина Симоновича Бауэра / М.Э. Бауэр, Ю.П. Голиков // Теоретическая биология. – СПб.: ООО Росток, 2002. – С. 7 – 23.
7. Шноль С.Э. Герои, злодеи, конформисты отечественной науки. Гл. 14: Эрвин Симонович Бауэр (1890–1937). «Теоретическая биология» / Шноль С.Э. – [5-е изд.]. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 720 с.
8. Шноль С.Э. Эрвин Бауэр и теоретическая биология / С.Э. Шноль // Бауэр. Э.С. Теоретическая биология. – СПб.: ООО Росток, 2002. – С. 24 – 34.
9. Шноль С.Э. О возможной физической и биологической интерпретации «принципа устойчивого неравновесия» / С.Э. Шноль // Бауэр Э.С. Теоретическая биология. – СПб.: ООО Росток, 2002. – С. 35 – 49.

10. Пат. 14 ИПМ им. М.В. Келдыша. Принцип доминанты Ухтомского как подход к описанию живого / Е.Ю. Зуева, Г.Б. Ефимов. – М., 2010. – 31 с.
11. Зуева Е.Ю. Проблемы искусственного интеллекта и теория доминанты А.А. Ухтомского / Е.Ю. Зуева, Г.Б. Ефимов // Математичні машини і системи. – 2008. – № 1. – С. 98 – 105.
12. Zueva E.Yu. The behavior of live organism: predetermination versus uncertainty (by A.A. Uchtomsky) / E.Yu. Zueva, G.B. Efimov // Sixth International Symposium on Classical and Celestial Mechanics, (August 01 – 06, 2007). – Velikie Luki, 2007. – P. 49 – 51.
13. Зуева Е.Ю. А.А. Ухтомский как предшественник кибернетики в России / Е.Ю. Зуева, Г.Б. Ефимов // Междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», посвященная 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Алексея Андреевича Ляпунова, (Новосибирск, Россия, 11–14 октября 2011 г.). – Новосибирск, Россия, 2011. – 6 с.
14. Зуева Е.Ю. Алексей Ухтомский и Эрвин Бауэр – два подхода к моделированию живого / Е.Ю. Зуева, К.Б. Зуев // Математичне та імітаційне моделювання систем «МОДС 2015»: тези доповідей Десятої міжнар. наук.-практ. конф., (Чернігів, 22–26 червня 2015 р.). – Чернігів: ЧНТУ, 2015. – С. 56 – 60.
15. Ухтомский А.А. Доминанта / Ухтомский А.А. – М., Л.: Наука, 1966. – 271 с.
16. Ухтомский А.А. Доминанта / Ухтомский А.А. – СПб.: Питер, 2002. – 448 с.
17. Бауэр Э.С. Теоретическая биология / Бауэр Э.С. – СПб.: ООО Росток, 2002. – 352 с.
18. Учение А.А. Ухтомского о доминанте и современная нейробиология / Под ред. А.С. Батуев, Р.И. Кругликов, М.Г. Ярошевский. – Ленинград: Наука, 1990. – 310 с.
19. Аршавский И.А. Роль А.А. Ухтомского в создании теоретических предпосылок для исследования физиологических механизмов индивидуального и филогенетического развития / И.А. Аршавский // Учение А.А. Ухтомского о доминанте и современная нейробиология / Под ред. А.С. Батуев, Р.И. Кругликов, М.Г. Ярошевский. – Ленинград: Наука, 1990. – С. 85 – 131.
20. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине / Винер Н. – М.: Советское радио, 1968. – 326 с.

Статья надійшла до редакції 19.11.2015