

ЗВОЛЮЦИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ПАРАДИГМЫ

Сложные многоплановые и многоуровневые, действительно диалектические взаимодействия больших понятийных систем современной физики и биологии требуют, по нашему мнению, все возрастающего внимания со стороны методологии науки, ибо уже самые первые проведенные здесь исследования показывают, что очень и очень многие интересные, наиболее многообещающие и фундаментальные идеи современного научного миропонимания в целом зародились отнюдь не в сфере какой-то отдельно взятой "чистой" науки, а именно в этой пограничной области очень сложных диалектических взаимодействий общепризнанного "лидера современного естествознания" со столь же маститым и авторитетным претендентом на это высокое и ко многому обязывающее (в философском плане) звание.

Начнем с того, что назовем столь революционизирующие в последние годы и унифицирующие всю современную науку сначала чисто математические понятия категории и функтора: впервые в естествознании они были введены (для решения проблемы концептуальной характеристики живого - в его наиболее глубоком отличии от неживого) еще три десятилетия тому назад одним из основателей биофизики как науки американским ученым русского происхождения Николаем Николаевичем Рашевским. В наши дни исключительная эффективность категорий и функторов в деле унификации самых различных физических дисциплин (и разделов этой науки) ясна всем. Но отнюдь не таково было положение дел несколько десятилетий тому назад: очень показательно здесь было, нам вспоминается, резко отрицательное отношение к категориям и функторам многих ведущих специалистов по методологии и логике науки, продемонстрированное в вопросах по докладу Н.Н.Рашевского на III Международном конгрессе по логике, методологии и философии науки в Амстердаме в 1967 году.

Можно, правда, сказать, что почти все они были позитивисты или позитивистски настроенные люди, скорее всего просто интуитивно чувствовавшие, что именно категории и функторы (а позднее - и топосы) идут на смену исчислению высказываний и исчислению предикатов как наиболее основательным и доказательным средствам - в то время - методологического анализа научных построений. Все это так. Но ведь сильно опечаленный таким приемом Н.Н.Раппевский прочел (на превосходном русском языке) специально расширенную версию своего доклада - на целых 2 часа! - советской делегации и ученым "стран народной демократии". И тоже встретил довольно прохладное отношение к категориям и функторам.

Так что дело здесь, по-видимому, не только в позитивизме (хотя и его отрицательное влияние, конечно, сбрасывать со счетов нельзя). Но и в объективной трудности восприятия научной общественностью всякого нового, особенно революционно нового. Нам кажется, что совершенно аналогичная история в наши дни повторяется с методологическим анализом целого ряда важнейших идей и понятий молекулярной биофизики - области исследований, пограничной между физикой и биологией и основными концепциями которой мы не можем поэтому пренебрегать при рассмотрении проблемы единства физического знания.

Самый глубокий анализ методологического значения для теоретической унификации "всей" физики крупнейшего, по-видимому, открытия науки второй половины XX века - единого для всего живого генетического кода - дал американский биофизик Г.Патти¹ в работе "Природа иерархического контроля в живой материи", напечатанной в первом томе трехтомника "Основания математической биологии", посвященном памяти Н.Н.Раппевского. О генетическом коде, вообще говоря, написано очень и очень много, - может быть, даже слишком много. Но только Патти удалось, по нашему мнению, взглянуть на него впервые непредвзятыми глазами - как на чисто физическое явление, а не просто автоматически, не задумываясь, пересключить нашу общую физическую парадигму - картину мира как "большого часового механизма", которой пользовались все физики до введения понятия о генетическом коде, на какую-то совсем другую, скорее всего, неорганизмическую, когда мы начинаем использовать этот код при теоретическом анализе всей совокупности весьма и весьма сложных молекулярно-биофизических процессов в любой живой клетке.

И сделать очень важные фундаментально важные выводы для всей этой нашей общей картины мира, самых общих наших представлений о мироздании в целом, восходящих еще к Иоганну Кеплеру и описывающих его в общем и целом как некоторый большой и очень сложный часовой механизм - "колесики в колесиках", как выражается Р.Ф.Фейнман. Начинает Г.Патти с, казалось бы, очень и очень традиционного вопроса: в чем состоит наиболее глубокое, самое первичное различие живого и неживого? Фантастические успехи современной молекулярной биофизики (и биохимии) почти каждую неделю - с каждым новым номером "Нэйчр" или "Сайнс", как бы специально "посвятивших" себя ныне пропаганде единства современного научного знания, и других, более специализированных журналов - приносят нам все новые и самые удивительные подробности весьма и весьма многоуровневой и многоплановой когерентности физических (и химических) процессов в живом. Любые "специально биологические" понятия - контроля, гомеостаза, функции, "считывания", интегрированного поведения, теленормии, цели, смысла, отражения и т.д. - все они предполагают очень высокую степень взаимной когерентности определенных физических явлений жизни. Но что составляет физическую основу такой когерентности - как она возникает из совершенно невообразимого хаоса случайных атомно-молекулярных движений, что превращает самую обычную молекулу или даже какую-то ее "часть" (аминокислоту, нуклеотидное основание и т.п.) в специальное "послание"-информацию, описание или даже инструкцию? Почему одна-единственная молекула, - самая обычная по своим физическим свойствам, возможно, только несколько более "длинная", - приобретает благодаря этой когерентности молекулярно-биофизических процессов исключительно эффективный и устойчивый контроль над всеми остальными молекулами живого? И как это так получается, что из термодинамического хаоса самых произвольных молекулярных движений внутри живой клетки в ней все-таки всегда "организуется" когерентное физическое взаимодействие определенных групп молекул, связанное с координированными перемещениями их друг относительно друга и приводящее к правильному "считыванию" в конце концов таких молекулярных "посланий" и поражающему до сих пор любого физика целенаправленному многоэтапному синтезу по нам совершенно уникальных последовательностей аминокислот, которые чисто случайно, конечно же, никогда не смогли бы возникнуть во Вселенной за все два десятка миллиардов лет ее существования, если бы

физика ограничила себя в исследовании поведения систем многих частиц только вторым началом термодинамики?

Говард Патти видит ответ на эти трудные вопросы в том, что все такие процессы молекулярно-иерархической организации и контроля очень глубоко вскрывают принципиальную неполноту известных нам на сегодня фундаментальных динамических законов и понятий физики. Он считает, что последние обязательно должны быть пополнены совершенно необходимым для понимания любых физических молекулярно-генетических процессов и, видимо, столь же фундаментальным, что и динамические законы физики (Ньютона, Максвелла и т.д.), понятием символического, лингвистического - идеального в чем-то содержания тех или иных конкретных атомно-молекулярных структур и специфических биофизических закономерностей их генетического функционирования в живой клетке. Он предлагает тщательно исследовать, какая именно максимально простая система таких физических структур и случайно замороженных в них, определяемых ими динамических процессов контроля и управления молекулами в клетке заслуживает названия языка. По его мнению, минимальным таким условием, необходимым для серьезного теоретического синтеза в этом пункте физики и биологии, является эволюционный потенциал языка - его способность меняться и расти, образовывать новые уровни описания и контроля, не теряя сколько-нибудь серьезно съю грамматическую структуру, определяющую смысл и физические (динамические) следствия соответствующих символических интерпретаций конкретных атомно-молекулярных структур (и процессов).

Таким образом, современное - "пост-уотсоновское", так сказать, и "пост-криковское" - понимание единства физической науки должно обязательно включать в себя и эти ее совершенно новые аспекты, которые становятся существенными только на уровне молекулярно-биофизических процессов в живом и которые исследуются сколько-либо обстоятельно только сейчас. Ниже будет показано, что единственное общефизическое понятие, способное унифицировать и всю физику и одновременно вполне совместимое с существованием генетического кода, - это понятие топоса, пространства с переменной топологией.

Итак, единый для всего живого генетический код, управляющий в той или иной степени почти всеми молекулярно-биофизическими (биохимическими) процессами в клетке, - принципиально новое понятие среди основных законов, концепций и категорий физики, по-видимому, способное самым радикальным об-

разом перестроить, революционизировать всю их современную систему, заставив даже изменить общенаучную парадигму естествознания наших дней - общую картину мира как "большого часового механизма". Ведь когда мы начинаем практически использовать при объяснении каких-то молекулярно-биофизических процессов не только скорости или ускорения, не только электрические или магнитные силы, но также и такие лингвистические или теоретико-информационные понятия, как сигнал, символ, кодирование, смысл, значение и т.д., мы не можем просто так, не меняя ничего более, "перенести" понимание всех этих терминов в гуманитарных дисциплинах, основанное на явной (или неявной) предпосылке о существовании всегда некоторого "понимающего" эти термины и концепции человеческого сознания, на мир физических явлений, существовавших задолго до появления первого человека.

Нет, мы обязаны в таком случае и очень сильно, даже весьма и весьма радикально, перестроить всю нашу картину мира, - чтобы в ней понятия сигнал, символ, кодирование и т.д. имели четко определенный "физический" смысл с самого начала, до обусловленного всей биологической эволюцией появления мыслящих существ на Земле. Только тогда сколько-либо систематическое использование этих понятий в физике и биофизике будет законным и оправданным. Но ведь просто вернуться к нашим дням, скажем, к аристотелевой картине мира как большого "живого организма" уже никак невозможно: она явно противоречит всей современной, подтвержденной экспериментом и практикой, физике. Так что надо искать какие-то пути ее модернизации, новой математической экспликации ее идей, которые позволяют устранить все такие противоречия.

Генетические языковые структуры молекулярно-биофизических процессов в клетке ведь тоже являются своего рода физическим "итогом" многих миллиардов лет эволюционного развития - на них надо посмотреть и как на более нигде не наблюдавшийся, не выявляющийся ни в каком другом реальном эксперименте физический результат бесчисленных актов комплексных, нелинейных взаимодействий в течение многих миллиардов лет очень сложных атомно-молекулярных структур друг с другом. В этом смысле постепенное формирование и усложнение молекулярно-биофизического генетического языка - такое же естественное физическое явление, как и формирование и длительное движение, например, какого-то солитона или странного аттрактора. Это - такой же физический закон, как, например, и закон Кулона

или правило буравчика, оно - столь же необходимый "компонент" нашей Вселенной, что и ядра урана, например, или углерода, на которых основаны все органические процессы. Жизнь, являясь с точки зрения физики особого рода "программированной - с помощью генетического языка - материей", представляет из себя в этом плане закономерное порождение, итог развития всей Вселенной в целом, а не просто совершенно невероятное "пересечение" еще более невероятных случайностей.

Поэтому надо очень внимательно исследовать в методологическом (и чисто физическом) плане все основные свойства генетического кода как объективной структуры, определяющей все (или почти все) биофизические процессы на молекулярном уровне живого. Это должно дать нам и много нового в понимании того, как именно следует представлять единство физического знания в наши дни.

Новые "физические" свойства генетических биофизических процессов

Г.Патти очень внимательно анализирует основные существенно новые "физические" свойства молекулярно-биофизических символических лингвистических структур генетического кода, поскольку они раскрывают как бы принципиально новые идеальные, символические "измерения" самых обычных физических процессов внутри определенных комбинаций атомов и молекул. Символы генетического кода, как и всякого языка, во-первых, дискретны, устойчивы (неизменны с течением времени) и произвольны. Это значит, что они могут рассматриваться как буквы некоторого алфавита, или абстрактные символы, или даже своего рода "зарубки" или "узлы". Они не должны меняться в течение всего времени протекания информационно-физического процесса.

Произвольность исходных символов генетического кода - наиболее глубокое "динамически и еще не совсем понятное нам его новое "физическое" свойство. Она, конечно, очень относительна и скорее всего является просто биофизически "замороженной случайностью" еще неизвестных нам начальных (и граничных) условий его формирования. Но вместе с тем она фундаментально необходима во всяком языке, поскольку обеспечивает появление альтернативных описаний самого глубокого

динамического уровня, что является достаточным условием всякого органического развития.

Скорее всего все основные новые "физические" свойства генетического кода как совершенно специфической символически информационной структуры как-то следуют уже из самого простого и "ясного" физического требования самовоспроизведения биологических объектов, как оно было проанализировано Дж. фон Нейманом² в его классической (и посмертной) работе по самовоспроизводящимся автоматам. Но непосредственно из этой работы можно пока что усмотреть только обязательность наличия во всякой самовоспроизводящейся физической системе некоторого информационно-символического, скажем, "предидеального" уровня чисто физических объектов, который содержит некоторое кодированное описание этой самовоспроизводимой системы.

Во-вторых, комбинации лингвистических элементов-символов языка - линейны, счетны, не все они имеют смысл, а операции, образующие (или преобразующие) комбинации, ассоциативны только по смежности (т.е. в языке нет "метрики", подобной даже музыкальной нотной записи, и всякое "расстояние" между двумя символами эквивалентно просто символам, расположенным между ними). Эта группа совершенно новых "физических" свойств атомно-молекулярных структур, выполняющих информационно-сигнальные регулирующие функции в биофизических системах, очень эффективно "выключает" их из обычных причинных и пространственно-временных динамических связей и отношений, характерных для такого рода простейших физических систем.

Единственно существенным становится только одно измерение - то, "вдоль" которого упорядочены кодирующие символы, все остальные (в том числе и время) теряют свой непосредственный физический - динамический - и информационный смысл. Прежде всего довольно произвольные правила "генетической грамматики", а не фундаментальные динамические законы природы начинают теперь определять регуляторное значение тех или иных сочетаний символов. Именно здесь, с этих условий начинается фундаментальнейшее для всей современной биофизики разделение систем материальных и идеальных, физических и логических. Из чисто физических, протяженных, материальных структур именно в этом кардинальном пункте начинают расти структуры символические - при наложении на первые (физические) этих существенно новых "правил игры" природы (с точки зрения классической физики). Совершенно кардинальное

значение имеют эти соображения, конечно, и для нашего современного понимания общефилософской проблемы идеального - с чего оно "начинается", из каких необходимых структур складывается, как происходит его дальнейшее развитие.

Для действительно глубокого понимания новых общих "онтологических" свойств физических систем, способных к длительной эволюции, наиболее важны их две последние новые характерные "физические" черты, которые довольно трудно точно описать на традиционно далеком от лингвистики языке этой науки или даже понять. Символический язык, описывающий эволюцию, содержит и свой метаязык (т.е. он может содержать и утверждения о себе самом, своей грамматике, символах или любых условиях и ограничениях, благодаря которым образуются его грамматика или символы). Важнейшая (для эволюции) операция такого рода в метаязыке (и языке) - классификация любых объектов, лежащая в основе всякой логики или математики, всякого языка вообще. Она предполагает определенные правила, позволяющие различить альтернативные физические события и структуры, и во всех известных нам символических системах правила эти выглядят хотя и довольно произвольными, но вполне определенными.

Г.Патти подчеркивает, что все его попытки найти какие-то действительно "физические" основания естественных или "спонтанных" систем классификации ни к чему не привели, упираясь в те же трудности, что и вопрос о происхождении языка. И он сейчас считает, что, наоборот, всякий реальный физический процесс классификации, выполняемый в некоторой физической системе на самом деле - как процесс измерения, - сам уже предполагает существование некоторой обобщенно-языковой сигнальной структуры. В этом пункте Патти особенно глубоко подходит к методологическим основаниям применения в современной физике так называемых обобщенных топологий Гротендика.

Далее, язык изменяется постепенно и непрерывно, никогда не теряя свою грамматическую структуру. Эта характерная черта всякого символического языка, связанного с какой-то эволюцией, отражает (эволюции) последовательность и непрерывность. Математическая лингвистика уже доказала в отношении этого последнего из совершенно новых фундаментальных физических свойств символических систем очень важную теорему: оно влечет, имеет своим следствием тот факт, что в любой момент времени грамматические правила эволюционирующей символической системы должны иметь по крайней мере два совершенно

различных альтернативных, но правильных, адекватных реальности описания, так что функционально должно иметь место полное взаимное "перекрытие" этих описаний.

Обратившись затем к методологическому анализу биофизических процессов управления с помощью этих новых "физических" свойств эволюционирующих символических систем, Патти подчеркивает, что само понятие когерентной, взаимно согласованной активности атомно-молекулярных структур также основано всегда на существенной переклассификации (в альтернативном способе их описания) всех их динамических переменных на наиболее существенные - с какой-то точки зрения - или совсем не существенные. С одной стороны, в одном описании мы имеем локальные чисто механические или электромагнитные силы, действующие на индивидуальные отдельно взятые атомно-молекулярные комплексы. С другой же стороны, в альтернативном описании мы пока что чисто феноменологически получаем некоторые совсем новые когерентные, согласованные во времени и пространстве, перемещения и взаимодействия совершенно иных в каком-то смысле динамических структур живого - солитонов, волн возбуждения и т.п.

Что определяет их соответствие друг другу? Ясно, что сейчас мы можем пока что только ставить такого рода очень глубокие вопросы об этих совершенно новых сторонах внутреннего динамического единства физически столь отличающихся друг от друга объектов, имеющих, однако, в своей природе нечто общее всем им. Что же? Скорее всего какие-то пока что неизвестные нам глобальные топологические характеристики самых различных видов физического движения - механического, электромагнитного и т.д., детерминирующие образование в живом новых динамических систем.

Ведь в каком-то смысле когерентная - коллективная, совместно согласованная - активность молекулярно-биофизических структур иерархического контроля значительно более проста, чем полное динамическое описание поведения составляющих ее элементов. Это происходит благодаря тому, что всегда существующее альтернативное символическое описание способной к эволюции системы всегда "переклассифицирует" важные детали ее поведения в очень сложной ситуации, отделяя их тем самым от несущественных (в совершенно определенном контексте). Поэтому когерентная активность иерархического контроля, основанного на эволюционирующих символических системах, всегда проще, чем детальная динамика его элементов. Простейший

пример подобной ситуации, не связанной, правда, еще с эволюционирующими символическими системами, это - молекулярно-динамическое описание какой-то газовой системы и альтернативное описание той же системы с помощью таких термодинамических понятий и параметров как температура, давление и т.п.

Но эти параметры и понятия не являются еще ни чисто символическими, ни способными к эволюции, так что более интересной для биофизика является простейшая ситуация столкновений молекулы некоторого специфического белкового энзима со своими ближайшими соседями. Большинство из них протекает также как чисто физический - "символические измерения" (способности) "живых" белковых молекул проявляют себя только при столкновениях, например, с определенными аминокислотами, которые данный энзим "собирает" вместе для синтеза какого-то совершенно нового специфического белка. Здесь-то вот как раз и имеет место впервые новая лингвистически-символическая (возможно, топологическая) "переклассификация" всех степеней свободы таких динамически очень сложных сталкивающихся комплексов, чтобы на каком-то новом, вероятно, очень простом, но неизвестном нам (возможно, топологическом) языке проблема селективного поведения этих комплексов стала снова достаточно простой (вплоть до того, что некоторые "части" молекул играют роль "ключей", входящих в определенные "пазы" белкового энзима и делающих его способным осуществить тот или иной жизненно важный биофизический процесс или биохимическую реакцию).

От обычной причинно-физической пространственно-временной динамики молекул это новое эволюционно-символическое "измерение" особо сложных биофизических процессов на молекулярных комплексах отличает то, что конкретный физический механизм его "овеществления", "инкарнации" в каких-то конкретных аминокислотах или нуклеотидах снова весьма и весьма произволен. Правда, определенные биофизические процессы и биохимические реакции в некоторых случаях, ведущие, например, к фотосинтезу хлорофиллом органических веществ, должны быть весьма однозначными. Но здесь перед нами - крайний случай "трудно обходимого" закона природы, в котором произвол символического описания все же необходимо также присутствует в произволе выбора нуклеотидных оснований, кодирующих синтез белковых молекул, необходимых для осуществления фотосинтеза.

В самом же общем случае удивительная когерентность, взаимная согласованность в пространстве и во времени тысяч и тысяч самых разнообразных молекулярно-биофизических процессов в живой клетке или целом организме основаны, конечно, на целой иерархии достаточно произвольно устанавливаемых символически-языковых информационных систем, которые обеспечивают "перевод" исходных дискретных генетических инструкций в более простые непрерывные, "гуморальные" условия протекания нужных реакций при определенных концентрациях некоторых веществ.

Таким образом получается, что уже на уровне молекул жизнь и язык - параллельные и неотделимые друг от друга понятия и что эволюция живого возможна, только если существует по крайней мере два альтернативных описания одной и той же сложной физической системы управления, которые уже самим своим наличием вводят чисто физический и символический, сигнальный, информационный уровень бытия одних и тех же атомно-молекулярных пространственных комплексов. Г.Патти совершенно правильно считает, что сейчас мы еще не понимаем до конца чисто физические основания этого нового "символического" измерения динамических структур и объектов - того, что физически отличает простые столкновения различных молекул между собой от их очень существенной качественной "переклассификации" в обсужденных кратко выше столкновениях их с аллостерическим энзимо-белковым комплексом, уже "различающим" нужные ему для "строительства" совершенно новых веществ аминокислотные "блоки".

Строгое математическое описание и физическое объяснение такого рода и чисто пространственно-причинных, и вместе с тем информационно-символических процессов с атомно-молекулярными энзимными комплексами в живом станет возможным, по видимому, только в рамках физической теории топосов - физической теории пространств с меняющейся топологией. Именно изменения последней резко и глобально меняют, "переклассифицируют" динамические свойства "живых" - "работающих" белковых молекул, энзимов, топологические перестройки трехмерной аллостерической конфигурации которых и лежат скорее всего в основе столь озадачивающей Патти и других серьезных исследователей способности этих энзимов "узнавать" нужные им аминокислоты (или другие малые молекулы) и собирать, синтезировать из них совершенно новые вещества.

Анализируемые здесь особенные физические свойства иерархических систем контроля в живом параллельны в определенном плане новым физическим свойствам рассмотренных ранее эволюционирующих символических систем, особенно в отношении исходных моментов различия чисто физических от функциональных (в биологическом смысле) - сигнальных, информационных биофизических процессов. Именно в сказанном выше таятся, по-видимому, весьма и весьма глубокие, не все еще нам понятные корни отличия физического и "символического" поведения одних и тех же материальных атомно-молекулярных комплексов.

Но любые биологические системы иерархического контроля - всегда вместе с тем и какие-то компоненты, "части" биологически эволюционирующих структур, поэтому они также должны иметь способность к эволюции. Согласно сказанному ранее о символических эволюционирующих системах это значит, что и они также должны допускать по крайней мере еще одно альтернативное описание в каждый данный момент времени - кроме чисто физического, атомно-молекулярного. И описание это - обычно символическое, информационное - может проявить себя совершенно спонтанно также в каждый момент времени чисто физически как очень существенная для всей физической динамики детальное поведение системы принципиально новая "переклассификация" ее основных характеристик на определяющие и второстепенные. Так обычно и возникают новые уровни организации и контроля в живом, совершенно необходимые для новых "шагов" эволюции.

Скорее всего "онтологически" каждый такой новый уровень организации материи - это конкретная физическая "инкарнация", реализация с помощью каких-то новых, ранее никогда не существовавших структур живого, некоторой новой топологии, достаточно необычной и нетривиальной, отличающейся в чем-то от метрической Эвдокса-Архимеда. Как это происходит - благодаря сложным информационно-комплексным взаимодействиям чисто физических объектов, - еще надо исследовать и исследовать.

Креоды К.Уоддингтона и единое понимание динамических траекторий

Мы полагаем, что также и фундаментальное понятие креода, введенное К.Уоддингтоном для понимания специфики динамических процессов в живом, очень важно и эвристично в плане выявления некоторых существенно новых сторон единства различных динамических процессов в физике. Креод, по Уоддингтону, - это устойчиво "канализированная", предпочтительная, наиболее часто встречающаяся траектория всех составляющих живое структур, способная "притягивать" к себе и увлекать другие, близлежащие траектории. В каком-то смысле креод является динамическим "микрэлементом" всех целенаправленных биологических процессов: он "вбирает" в себя все то новое, необычное, что биология приносит с собой в физику - постоянную устремленность любых молекулярно-биофизических процессов к определенному, часто очень и очень важному для существования или развития живого организма результату.

Понятие креода, разумеется, пока что в биофизике в значительной степени феноменологично, описательно: оно сейчас является просто попыткой выразить всю специфику живого - в его отличии от неживого - в одном-единственном понятии. В этом плане оно в чем-то аналогично понятию стационарных, устойчивых орбит в старой квантовой теории Бора: оно просто фиксирует общую всему живому и столь резко отличающую его от неживого особенность глобального динамического поведения почти всех составляющих его физических структур. Оно наиболее глубоко вскрывает именно те моменты, которые позволяют увидеть максимально отчетливо и недвусмысленно определенную неполноту, недостаточность (или просто неразработанность еще в некоторых аспектах) известных нам на сегодня фундаментальных динамических законов физики, и то направление, в котором следует искать их уточнение, обобщение и развитие³. В самом деле, сейчас ни один из этих законов пока что совершенно ничего не говорит о необходимости существования креодов: более того, второе начало термодинамики исключает саму возможность их сколько-либо продолжительного, устойчивого существования в любых физических системах - совершенно аналогично тому, как совместное применение динамических законов классической механики и электродинамики к любому (финитному) движению электронов в атоме полностью исключало в первые десятилетия нашего века возможность самого существования каких-либо их

устойчивых, стационарных внутриатомных траекторий (орбит). Правда, в глобальном анализе сложных нелинейных динамических систем в последние годы сформировалось понятие, в чем-то довольно близкое уолдингтоновским креодам - понятие странного аттрактора. Это также специфически притягивающее соседние динамические траектории устойчивое подмножество фазового пространства системы, которое имеет довольно сложную топологическую структуру (спиралей, наматывающихся концентрически и перескакивающих квазипериодически с одной поверхности "наматывания" траекторий спиралей на другую поверхность такого же наматывания, обычно - перпендикулярную первой).

Нам хотелось бы особо подчеркнуть высокую унифицирующую способность понятия креода - в плане установления с его помощью единого понимания преимущественных траекторий материального движения в физике и биологии (прямые инерциального перемещения, окружности магнитных силовых линий и т.п.).

Наиболее отчетливо, можно даже сказать "визуально" креоды проявляют себя в самом начале эмбриогенеза - на стадии гаструляции - в очень тонкой и поразительно скоординированной в пространстве и во времени последовательности микроскопических движений биологических структур самых различных уровней организации, ведущей к целенаправленному развитию из одной-единственной оплодотворенной яйцеклетки сложнейшего многоклеточного организма с целой системой весьма и весьма специализированных органов и тканей. С точки зрения основных динамических законов физики и особенно ее второго начала - термодинамики - это почти чудо или, во всяком случае, еще ждущее своего полного биофизического объяснения замечательнейшее явление природы, не менее, а может быть, даже более загадочное, чем инстантоны, кварки, глюоны, их вакуум и черные дыры (а топологически с ними, по-видимому, как-то связанное).

Сначала К.Уолдингтон надеялся описать координированные перемещения самых различных биологических структур в процессах эмбриогенеза с помощью многомерных фазовых пространств физики, в которых каждой новой характеристике или степени свободы изменяющегося объекта сопоставляется некоторое новое, дополнительное физическое измерение. Тем самым общая картина формирования данного конкретного живого организма (феногипа) как результата его многосторонних и многоплановых взаимодействий с определенной внешней средой и при

участии достаточно жестко фиксированных генетических программ его развития (генотипа), как сказать, "визуализировалась" - приобретала некоторую обобщенно-геометрическую наглядность. Развитие фенотипа представляется тогда некоторой обобщенной пространственно-временной "фигурой", имеющей начало в очень сложных, но замечательно координированных движениях субклеточных структур оплодотворенного яйца, ведущих к его первому делению и убыстренному делению затем всех "дочерних" клеток, а также к их очень координированным и целесообразным механическим перемещениям друг относительно друга на стадии гастрюляции. Постепенно происходит пространственное "разветвление" определенных групп клеток на отдельные их геометрические субконфигурации, соответствующие прогрессивной специализации, обособлению и окончательному формированию все более отличающихся друг от друга клеток специализированных органов живого существа - его кожи, мышц, сердца, сосудов, желудка, печени, почек, нервной системы, мозга и т.д.

Развивающиеся эмбриогенетические системы обладают, как известно, весьма высокой "теленомической" устойчивостью - способностью "компенсировать" в довольно больших пределах почти любые "возмущающие" и даже нарушающие развитие воздействия внешних сил. Объяснить сложнейшее целенаправленное изменение всей локальной и глобальной физической динамики и внутренней саморегуляции биофизических процессов в каждой клетке, когда зародыш гидры, например, целиком "перетирают" и пропускают его отдельные "части" через мелкое сито, а он потом все-таки восстанавливает опять свою специфическую структуру и направление развития, по мнению Уолдингтона, можно только предполагая креодичность движения даже на уровне молекул живого и их отдельных частей. Удивительная координация, согласованность во времени и пространстве биофизических процессов различных, уже дифференцировавшихся друг от друга и пространственно разделенных органах и тканях такого очень сильно "возмущенного" внешними воздействиями живого организма "начинается" ведь уже на молекулярно-биологическом уровне.

Здесь понятие креода вступает в очень интересное и плодотворное для развития физики концептуальное взаимодействие с понятием аллостеричности - очень сильной зависимости, даже определяемости результата почти любого молекулярно-биофизического (и биохимического) процесса от топологической пространственной конфигурации трехмерно очень сложно закрученных и головоломно переплетенных между собой, многократно

спирализированных аминокислотных цепочек, составляющих "работающие" белковые молекулярные комплексы ферментов. Исключительно высокая эффективность белковых ферментов как активных катализаторов или "носителей" всех жизненно важных для организма биохимических реакций или биофизических процессов определяется именно их далеко не тривиальной топологической трехмерной конфигурацией: в некоторых случаях фермент "одевается" на нужные молекулы буквально как перчатка на пальцы - и только такая их аллостерическая фиксация обеспечивает быстрое и эффективное протекание определенного биофизического процесса (или биохимической реакции, - например, синтеза совершенно нового белка, с чего обычно и начинается специализация и последующая дифференцировка группы клеток в какую-то новую ткань или даже особый орган).

Это предполагает, что "живые" белковые молекулы и даже их определенные "части" имеют в живом организме некоторые преимущественные, предпочтительные траектории движения, описываемые какими-то обобщениями известных нам ныне динамических законов физики - уравнений Ньютона, Максвелла, Шредингера, Дирака и т.д.

- ¹ *Pattee H.* The Nature of Hierarchic Controls in the Living Matter, in: *Foundations of Mathematical Biology*. V. 1. N.Y., 1975.
- ² *Нейман Дж. фон.* Теория самовоспроизводящихся автоматов. М., 1971.
- ³ *Уоддингтон К.* Основные биологические концепции // На пути к теоретической биологии. Т. 1. М., 1970. С. 21 и далее.