

УДК 167.7

К ФИЛОСОФИИ УПРАВЛЕНИЯ В БИОСИСТЕМАХ

В.И. Моисеев

Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова
Россия, 127473, Москва, ул. Делегатская, 20, с. 1
E-mail: vimo@list.ru

Ключевые слова: биосистема, сложность, константа сложности, уровень организации.

Аннотация: В докладе предлагается способ понимания процессов управления в биосистемах как сверхсложных системах на основе введения константы максимальной сложности S и вытекающей из этого необходимости образования уровней организации, на каждом из которых сложность системы не превышает S . Подобная методология и философия управления требует отхода от идей жесткого редукционизма и соединения его с системным подходом в современной биологии.

В современной биомедицинской науке господствует сегодня физико-химический редукционизм, стремящийся все процессы вывести напрямую из отношений атомов и молекул. Особенно его влияние укрепилось во второй половине 20 века, благодаря несомненным успехам молекулярной биологии: расшифровке структуры ДНК, множества биохимических реакций, генома человека и других организмов.

Казалось бы, подобные глубокие открытия должны по-настоящему придать биологии и медицине статус полноценного научного знания.

В то же время в последнее время в рядах самих молекулярных биологов крепнет убеждение, что только на уровне атомов и молекул невозможно решить принципиальные проблемы жизни, эволюции, болезни и здоровья. Накапливающийся монблан все новых фактов повергает ученых в состояние своеобразного «ученого незнания», когда за частностями перестает видеться целое, и смысл этих фактов все более ускользает.

Например, директор Института молекулярной генетики РАН академик Е.В.Свердлов пишет: «Заканчивается счастливая пора ожидания, что все проблемы биологии разрешит геномика... Наступает время критического осмысления всей громадной информации, накопленной молекулярными биологами и генетиками за более чем 60-летний период развития этой науки. И не просто осмысления. Объем информации достиг того критического уровня, когда необходим пересмотр философских концепций, на которые опираются исследователи в попытке понять с молекулярных позиций принципы организации живых систем. ... накопленная информация показала невероятную, практически бесконечную сложность функциональных процессов, которые происходят в каждой клетке живущего организма, причем эти процессы еще более усложняются при переходе к целому многоклеточному организму. В них вовлечено множество переменных компонентов, которые взаимодействуют друг с другом, создавая сложные пространственно-временные переплетения, так что итоговый эффект никак не может быть выведен из механического сложения составляющих. В результате, поднимаясь на функциональный уровень, ученые приходят к пониманию того, что существующие методы исследования сложных систем абсолютно неадекватны» [1, с. 707].

Необходимость обращения к идеям более целостного подхода в биологии и медицине можно, как нам представляется, выразить в терминах теории информации и управления.

Как системный подход, так и редукционизм одинаково признают, что биологические системы очень сложны. Попытка вывести клеточные и надклеточные процессы из атомарно-молекулярных образований приводит к резкому росту числа элементов, участвующих в процессе и еще более резкому росту числа возможных связей и отношений между ними. Например, только одна молекула ДНК содержит сотни миллиардов атомов, число клеток у человека оценивается числом 10^{14} , число нейронов в мозге 10^{10} .

В то же время можно предположить, что существует некоторый порог сложности, обозначим его условно C (от англ. complexity - сложность), за пределами которого управление в той или иной системе оказывается уже невозможным.

Далее будет принята одна аксиома, которая кажется достаточно очевидной, исходя из вышесказанного:

(Аксиома превышения порога сложности (АППС)) Сложность управления (над)клеточными системами на основе только атомно-молекулярных параметров превышает константу C .

Следствием из этой аксиомы является практическая невозможность управлять системами клеточного и надклеточного уровня, которые будут строить свое управление прямо на параметрах атомно-молекулярного уровня.

Возможен ли выход из этой ситуации?

Да, этот выход вполне возможен, и он как раз связан с формированием целого и возникновением уровней организации.

Рассмотрим один простой пример. Допустим, мы описываем положения n точек на плоскости, каждое характеризуется двумя координатами x и y . Всего для описания возможных позиций всех точек понадобится $2n$ координат.

Далее предположим, что между точками возникла жесткая связь, которая выстроила их все в одну линию. В этом случае для описания возможного положения такой линии на плоскости достаточно будет всего 3-х координат – 2 координаты положения какой-то точки линии и угла поворота линии относительно этой точки на плоскости.

Если мы теперь сравним $2n$ и 3, особенно когда n может быть достаточно велико, то увидим ситуацию резкого уменьшения числа координат (степеней свободы) с возникновением целого на тех или иных элементах.

Конечно, описанный пример слишком прост, и в реальности биологических систем ситуация более неоднозначная, но общая идея может быть проиллюстрирована и на простом примере: число параметров состояния системы сокращается с возникновением целого.

Таким образом, если предел сложности C существует, то проблема резкого роста сложности для все больших систем может быть решена, но только при условии образования уровней организации, когда, с приближением величины сложности к C , возникнут целые на элементах, в связи с чем сложность упадет ниже C .

На каждом новом уровне организации происходит падение уровня сложности, поскольку возникают целые, которые накладывают те или иные связи на свои элементы. Уровни организации в этом случае выступают как факторы снижения величины растущей сложности управления.

Каждые вновь возникающие целые накладывают связи на свои элементы и снижают тем самым сложность систем. Поэтому законы организации сложных систем просто вынуждают организационный процесс порождать целые, чтобы справиться с пределом C . Масштаб систем порождает все большую сложность, в то время как уровни организации выступают фактором компенсации этого роста. На сложность системы действует

не один (только рост сложности), а два процесса (в том числе падение сложности с возникновением целых), и в результате, комбинируя эти два противоположных процесса, можно строить сложные, но тем не менее управляемые системы.

На каждом уровне организации, где возникают свои целые, уровень сложности может значительно падать, и система может продолжить усложнение, теперь уже используя в качестве элементов возникшие целые, пока вновь не будет достигнут предел сложности S . Затем возникает новый уровень организации и так далее.

В итоге идея системности и уровней организации оказывается не просто философской идеей, но единственно возможным способом организации сверхсложных систем управления – систем, где элементная сложность начинает превышать порог сложности S (*элементная сложность* – сложность системы, если ее представлять только как структуру на самых мелких элементах с отказом от промежуточных уровней организации).

Поскольку элементы скоординированы в составе целого, то каждое состояние целого одновременно может быть представлено и как определенное состояние множества элементов, входящих в его состав. Правила координации элементов и целого могут быть достаточно детерминированы, и при управлении они могут использоваться «по умолчанию», так что достаточно будет явным образом управлять только параметрами целого.

Чтобы пояснить эту идею, вернемся к примеру с точками и линией.

Если дано положение линии, то положение каждой точки может быть однозначно определено, исходя из места данной точки в линии. Таким образом, достаточно управлять только положением линии в целом, чтобы задавать положение каждой точки в этой линии.

Обобщая, можно заметить, что целые – это некоторые законы координации своих элементов, и, зная состояние целого и данный закон координации, можно определить и состояние каждого элемента данного целого.

В итоге управление целыми одновременно оказывается и управлением всеми скоординированными в рамках целого элементами, именно благодаря закону координации их в составе целого.

Когда, например, человеку нужно поднять руку, и он просто поднимает ее, то его сознательное управление данным актом реализуется на уровне несложных параметров руки как целого. Но именно потому, что это целое скоординировано со множеством подуровней организации, изменение параметра высокого уровня быстро раскладывается в мириады параметров скоординированных в составе всех подцелых элементов, вплоть до молекулярного уровня, где процесс напоминает уже итог схода огромной лавины неисчислимых отдельных процессов, зародившихся «на вершине» высокого целого.

Так может быть обеспечено управление сверхсложными системами, и без образования промежуточной организации в этом случае просто невозможно обойтись. Это единственный способ справиться с необозримой сложностью элементного представления таких систем.

На фоне описанной модели подход редукционизма выглядит как попытка обойтись без промежуточных уровней организации, прямо раскладывая клеточную и надклеточную организацию живого на множество околмолекулярных элементов, как бы выводя ее «снизу вверх». Но в этом случае сложность управления непомерно растёт, далеко переходя за верхний порог S .

Кроме того, человек не поднимает руку «снизу вверх», активируя все мириады митохондрий, биохимических реакций, движений актин-миозиновых нитей и т.д., чтобы они затем сложились в подъем руки. Он, как бы это парадоксально не звучало, подни-

мает руку «сверху вниз» - управляя несложными параметрами верхнего уровня организации, что запускает систему координаций всех подуровней. По-видимому, так идет управление большинством биологических процессов [2].

Можно конечно предположить, что биологические системы обладают какими-то сверхресурсами управления, невообразимым для нас путем справляясь с такой непомерной сложностью. Но, во-первых, в этом случае мы не сможем последовать за ними в нашем познании, поскольку ресурсы нашего разума предполагают некоторую константу C , за пределами которой они уже перестанут работать. И в этом случае парадигма редукционизма неожиданным образом совпадет с иррационализмом, предполагающим невозможность моделировать биологические процессы никакими рациональными моделями. Во-вторых, мы явно видим в реальной организации биосистем уровни организации – клетки, ткани, органы и т.д., - что позволяет предположить актуальность порога сложности не только для нашего познания, но и для реальных биологических систем управления. Но тогда начинает работать вся описанная выше логика, и биосистемы выбирают путь уровневого управления, чтобы справиться с «кошмаром сложности» [3].

Таким образом, необходимость целостной – многоуровневой – организации биосистем может быть практически выведена из потребностей управления сверхсложными системами, которыми и являются биологические объекты.

Конечно, все описанные конструкции – целое, организация, сложность, управление, координация целого и элементов, уровневые параметры свободы – предполагают методологию, в которой идеи целостности связываются с новым типом неклассического рационализма и требуют своего дальнейшего исследования и развития [4].

Список литературы

1. Свердлов Е.Д. Биологический редукционизм уходит? Что дальше? // Вестник Российской академии наук. 2006. Т. 76, № 8. С. 707-721.
2. Моисеев В.И. В направлении к гуманитарной биомедицине: минимальная холистическая модель // Credo New. 2015. № 3 (83). С. 170-189.
3. Моисеев В.И. Между медициной-априори и -апостериори или «изобретение холистического велосипеда» // Философские проблемы биологии и медицины: Выпуск 12: Между биоэтикой и биофилософией: Сборник. М.: Изд-во «Социально-гуманитарные знания», 2018. С. 116-122.
4. Моисеев В.И. Человек и общество: образы синтеза. В 2-х тт. М.: ИД «Навигатор», 2012.