

### **Слайд 1 (обложка)**

## ***Гомеостат Эшби. Неоконченная история одной дерзкой идеи***

### **Слайд 2(портрет)**

Уильям Росс Эшби – отставной майор медицинской службы, после II МВ работавший в исследовательском отделе небольшой психиатрической лечебницы Барнвуд. Его работы касались, в основном, принципов *самоорганизации* сложных систем – этот термин он и ввёл в научный лексикон, хотя позднее от него отказался. Судя по всему, он получил ещё и хорошее физико-математическое и даже инженерное образование.

В марте 1948 года он закончил давно задуманную работу: собрать устройство, имитирующее работу мозга – или вообще живого существа – или вообще *большой адаптивной системы* – имея в виду *самое абстрактное её свойство: адаптироваться к окружению и возвращаться к состоянию внутреннего равновесия.*

### **Слайд 3 (Страница)**

В рабочей тетради (несколько тысяч страниц её оцифрованы и доступны через Интернет) он сделал запись об окончании работы над «машиной», нарисовал блок-схему одного её узла и логику его соединений с остальными.

### **Слайд 4 (схема из книги)**

Эта схема – в «причёмсанном» виде – позднее вошла в описание гомеостата в книге «Design for a Brain” 1952 («Конструкция мозга”, как перевели это название у нас), и воспроизводилась тысячи раз в книгах и статьях.

### **Слайд 5 (общий вид)**

Из схемы и этой фотографии можно понять, что гомеостат состоял из 4 одинаковых электромеханических узлов, соединённых между собой так, что состояние каждого определялось суммой состояний – фактически, токов – всех четырёх.

### **Слайд 6 (из какого сора)**

Узел гомеостата был собран в коробке от бомбового прицела из стандартных деталей радиотехники и телефонии...

### **Слайд 7 («магнит»)**

... за исключением, может быть, двух: 1) вынесенного на верхнюю поверхность коробки 4-катушечного электромагнитного стрелочного прибора со средним нулём – во всех книгах его упорно называют ничего не говорящим словом «магнит» – и 2) водяного потенциометра с изогнутой ванночкой, в которую опущена стрелка «магнита». Этот 4-катушечный стрелочный прибор – вместе с водяным потенциометром – служил

одновременно сумматором токов, индикатором состояния узла и датчиком крайнего положения, требующего внешнего или автоматического вмешательства. В 40-х годах уже были известны сумматоры на т.н. *решающих усилителях* – сейчас они называются *операционными усилителями* – но Эшби, возможно по материальным причинам, выбрал именно такое остроумное решение. Для случая 4 узлов это было ещё оправдано, и всё обошлось ему в сумму меньше 50 фунтов. Величину и направление входных токов можно было изменять с помощью переключателей – либо ручных, либо автоматических. Гомеостат обладал *стабильностью* – благодаря сетевой связанности – и *ультрастабильностью* – благодаря способности в крайних состояниях узла переходить в режим изменения своей структуры. Больше того, Эшби для демонстрации возможностей гомеостата настроил автоматический переключатель (*униселектор*) на наиболее сложную, как ему казалось, и продолжительную задачу – случайный поиск. Поскольку в униселекторе были использованы телефонные шаговые искатели на 25 положений, общее число возможных состояний 390625, то есть 25 в 4-й степени. Выведенный из равновесия гомеостат рано или поздно снова приходил в равновесие: стрелки всех узлов оказывались в средних положениях, и гомеостат останавливался.

Напомню, что это было за время: только что закончилась война, в которой огромную роль сыграли системы автоматического управления зенитным огнём. Только что появилась книга Норберта Винера «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине». Появляется множество кибернетических устройств и игрушек вроде черепашки Грея Уолтера. О возможностях кибернетики пишут газеты и журналы всего мира, кроме СССР, конечно. Кибернетика начинает проникать куда угодно – от геологии до лингвистики. И вот, в конце 1948 года лондонская газета написала: «Мечта сбывается, создана машина, делающая то же, что делает наш мозг». Ну, или примерно так.

### **Слайд 8 (Рождение машин)**

Примерно через месяц о том же пишет NYT (здесь цитата из книги Томаса Рида «Рождение машин. Неизвестная история кибернетики»). К Эшби зачастили журналисты, о гомеостате Эшби пишут газеты и научно-популярные издания. К щёлканью гомеостата прислушиваются все, кроме серьёзных учёных.

В 1952 году кибернетики всё-таки пригласили Эшби в качестве гостя на знаменитую *конференцию Мэйси* в Нью-Йорке. Гомеостат вызвал всеобщее недоумение и массу вопросов: от модели мозга ожидалось нечто иное. Грей Уолтер сравнил его с собакой у камина: тронешь – оживёт на короткое время, чтобы снова уснуть. Бигелу иронично спрашивал: «Бывают ли у вашего мозга невроты?». Глубокое впечатление гомеостат произвёл – по разным причинам – лишь на Норберта Винера, Грегори Бейтсона, Стаффорда Бира и, видимо, на Хайнца фон Фёрстера, который пригласил Эшби в свою лабораторию биокомпьютинга в Университет Иллинойса.

Сейчас уже понятно, что научное сообщество было не готово к его идеям, однако, с точки зрения демонстративности и убедительности, у гомеостата было несколько недостатков.

- 1) Во-первых, трудно читаемая, неполная, выполненная не по стандартам и, в конце концов, просто *невоспроизводимая* схема: что называется *hand made*.
- 2) Во-вторых, демонстрация возможностей с помощью униселектора и случайного выбора параметров узла. Сам Эшби и подражатели видели в этом нечто принципиальное, хотя на уровне организма адаптация никогда не идёт по такому пути. Показать машину ищущей равновесие можно было иным способом, не заводящим последователей в тупик при увеличении числа узлов уже до 7-8. *Принципиальным же было использование нелинейности при приближении узла к допустимому пределу. Эшби выбрал для этого переключение - к случайному, а не «соседнему» бассейну с аттрактором.*
- 3) Третий упрёк – это смешение в схеме непрерывности и дискретности.
- 4) Четвёртый недостаток – отказ от реактивностей, то есть система у него определяется состоянием, хотя в реальных *сложных адаптивных системах* (далее – *САС*) так не бывает. Эшби вводит, правда, в схему небольшой конденсатор задержки, иначе была бы проблема с последовательным срабатыванием реле.

### **Слайд 9 (Книги)**

В 50-х выходят книги Эшби: «Design for a Brain», «An Introduction to Cybernetics» и статья в сборнике Стаффорда Бира о самоорганизации. Игнорировать Эшби было уже невозможно: в течение 20-25 лет любая книга о кибернетике, а иногда и о мозге (например, книга Грея Уолтера «Живой мозг»), уделяла гомеостату хотя бы 2-3 страницы. Игорь Андреевич Полетаев, который работал в соседнем институте, и которого в Академгородке ещё помнят, в своей замечательной книге тоже отвёл гомеостату 2 страницы, но и он не увидел в нём ничего *парадигмального*. Но с идеями Эшби было ещё сложнее, чем с его машиной.

### **Слайд 10 (максимы)**

Кибернетика Эшби (и её следствия) ставила современников в тупик своим радикализмом.

#### ***Гомеостат – живая машина со встроенной средой***

Между средой и организмом нет различия и границ (тело, рука, голова, мозг и даже мысль – это элементы среды)

Машина изменяет среду, то есть себя

Нет управляющего и управляемого

Нет высшего и низшего

Мозг не думает, а действует

Мозг определён настолько, насколько и как он заполнен связями («шестерёнками»)

Гомеостат обучаем в том смысле, что меняет поведение в ответ на изменение среды (это особенно возмущало)

Организм – неразборный «чёрный ящик», и совсем не обязательно (да и невозможно) знать его детальное устройство

Мыслимое равноценно возможному

Предметная область кибернетики – все возможные «машины»

Разнообразие модели должно быть не меньше разнообразия моделируемого (Закон необходимого разнообразия)

Все успешные адаптации суть результат случайного процесса (это тоже вызывало недоумение)

*Двоичный искусственный разум невозможен, а аналоговый возможен и неизбежен*

*Наблюдаемые переменные – не внутренние свойства объекта, а лишь окна, выбранные наблюдателем.* Как их выбирать из тысяч? Метода нет, кроме имеющихся приборов

*«Сделать систему, которая ищет цель, очень просто: сформируйте случайным образом динамическую систему, определяемую состоянием - она будет стремиться к некоторому предпочтительному для неё состоянию».* Это вообще воспринималось как кибернетика, вывернутая наизнанку.

### ***Слайд 11 (логическая структура ГЭ)***

Между тем, сущность идеи гомеостата Эшби можно выразить так: САС устойчива к небольшим пертурбациям своих переменных, но при подходе их к пределам допустимого перестраивает свою структуру, чтобы удержать себя в равновесии. Это свойство Эшби и назвал ультрастабильностью.

Имманентное стремление к **аттрактору равновесия** – упирается в **ограничение**, которое преодолевается **нелинейностью**, удаляющей систему от границы допустимого. Этой триаде можно поставить в соответствие три понятия математики: уравнение, неравенство и нелинейность

### ***Слайд 12 (зрительный образ идеи)***

Я пытался найти простой зрительный образ и пришёл к этой картинке: аттрактор блуждает по «бассейну допустимых состояний», но при выходе на его границу бассейн меняет свои очертания (размеры, ориентацию и пр.) и аттрактор оказывается снова удалённым от краёв.

### ***Слайд 13 (Pubmed)***

Количество работ, где используется термины «гомеостат» и «гомеостатика», с тех пор – особенно с 80-х – возрастает лавинообразно, но вовсе не из-за растущего интереса к творению Эшби: Эшби вернул в биологию философию, близкую к структурализму и оказавшуюся впоследствии созвучной аутопойезису и энактивизму Матурана и Варела.

### **Слайд 14 (взаимосвязь цели и средства)**

О дальнейшей судьбе Эшби и его работе в университете Иллинойса известно мало. Он видел мозг как совокупность гомеостатоподобных кластеров, плотно связанных внутри и слабо связанных между собой, поэтому пытался увеличить число узлов до 100 и более и «разрыхлить» их связность. Но *тогдашняя электроника ещё не предложила элементной базы, соответствующей этой задаче.*

### **Слайд 15 (узел на ОУ)**

Один узел гомеостата уже в 50-х – 60-х мог бы выглядеть схематически гораздо проще и конструктивно гораздо миниатюрнее, но проблемы Эшби это не решило бы.

В 60-х годах общественный интерес к теоретической и технической кибернетике падает, финансирование уменьшается, и, столкнувшись с материальными и техническими проблемами, Эшби прекратил дальнейшие попытки. От компьютерных реализаций он, по-видимому, принципиально отказывался, не считая живые объекты алгоритмизируемыми или не видя необходимости в навязывании им алгоритма. (Известно, что ещё в 40-х Эшби отказался от услуг Алана Тьюринга). С 70-х - 80-х годов идеи ортодоксальной кибернетики уступают место «кибернетике II порядка Хайнца фон Фёрстера», синергетике Хагена, коннекционизму, теории систем с поведением, аутопоэзу Матурано и Варелы, знактивизму, искусственным нейронным сетям и разным вариантам *Artificial life*.

О последователях Эшби и их попытках тоже известно немного. Кое-где – без деталей – упоминаются устройство на мостах Уитстона и 16-узловая машина Jenny.

### **Слайд 16 (МН-14)**

В 60-е годы в СССР попытались собрать большой гомеостат на аналоговой ЭВМ общего назначения – по-видимому, это была МН-14. Разумеется, было написано много программ, но ни к каким интересным обобщениям эти работы не привели: по мере увеличения числа узлов только возрастало время достижения равновесия.

Можно возразить: зачем вводить гомеостат в режим случайного поиска – пусть он лучше «живёт» отвечая на слабо реагирующие узлы, играющие роль факторов среды, которая никогда не оставляет нас в покое, а сама, если и меняется под нашим воздействием, то достаточно медленно и не очень заметно. Желательно было снять и второе ограничение Эшби – отсутствие инерции, то есть естественной зависимости от более раннего состояния. Но в



те годы кибернетики, как огня, боялись неустойчивости, и этим, возможно, и был предопределён выбор Эшби.

### **Слайд 17 (о возможных реализациях)**

Вообще говоря, ГЭ можно выполнить аппаратно, программно и аппаратно-программно. Аппаратная реализация возможна на чём угодно – например, на электромеханике, гидравлике или пневматике, однако электроника оказывается вне конкуренции во всех отношениях. Естественно, что аппаратная реализация лучше всего соответствует духу эшбизма.

### **Слайд 18 (схема)**

Если попытаться собрать несколько упрощенный ГЭ – то есть без автоматического униселектора и случайного поиска – из того, что есть под рукой, получится что-нибудь подобное тому, что показано на этой схеме...

### **Слайд 19 (снимок)**

... и на этой фотографии. Здесь 4 микроамперметра со средним нулём показывают состояние узлов, то есть напряжения на их выходах; переключатели позволяют изменять входные коэффициенты, а 4 операционных усилителя – две микросхемы наверху справа – выполняют операцию суммирования. Хотя здесь 4 индикатора и 4 ОУ, это 5-узловой гомеостат. 5-й узел – это источник напряжения, которое можно изменять, и которое подаётся на входы всех остальных узлов. Он играет роль «среды» в банальном понимании (мы не забываем, что эшбистская *среда* – это всё окружение): она изменчива, влияет на все узлы, но сама может и не зависеть от их состояния или зависит, но слабо. Погода, климат, течение времени, возраст, уровень почвенных вод, общее загрязнение океана, площадь пустынь – примеры таких «узлов». После включения стрелки приборов медленно двигаются в разных направлениях и примерно через минуту стабилизируются. Если состояние 5-го узла («среды» в банальном понимании) нулевое, все стрелки придут к 0, как происходило в ГЭ после длительного поиска. Это закономерно, поскольку в этом случае ситуация описывается системой уравнений *без свободных членов*, для которой единственное решение – нулевое. Если 5-й узел в ненулевом состоянии, стрелки тоже останавливаются в ненулевых состояниях – в общем случае разных. Если подавать от «среды» напряжение, непрерывно меняющееся по случайному закону, прибор будет «жить», стремясь прийти к равновесию и никогда его не достигая из-за естественной инерционности. Роль униселектора здесь выполняет наблюдатель: если какой-то прибор зашкаливает, наблюдатель переключает соответствующий входной делитель на одно положение в сторону уменьшения. И наоборот, если состояние удалилось от предела, можно переключить входной коэффициент на 1 положение в сторону увеличения.

### **Слайд 20 (МС-12)**

Можно обойтись и без этой радиолюбительской работы, если воспользоваться симулятором электронных схем, например МС12. Здесь показана схема на 5 ОУ, нарисованная в рабочем поле симулятора. Если задать все необходимые значения для элементов, тип ОУ, напряжения питания и форму напряжения на входе узла, играющего роль среды, то после включения на симуляцию, будут выданы соответствующие осциллограммы. Это пример аппаратно-программной реализации гомеостата.

Ну и, наконец, чисто программная реализация, то есть *компьютерное моделирование*. При этом можно вообще оторваться от какой-либо реальности, задавая лишь числа: начальные условия, число ступеней переключателей, уровень ограничения, шаг коррекции, общее число шагов программы и т.д. В отличие от аналогового устройства, *поведение может быть сколь угодно безумным*, напоминая странный аттрактор.

### **Слайд 21 (Программная реализация)**

Если не отрываться от реальных сумматоров на ОУ и ввести в программу реальное время вместо компьютерных циклов, её поведение не сильно отличается от поведения настоящего гомеостата. Преимущество лишь одно: в принципе можно имитировать любой эшбиевский униселектор. Колебания или рыскания, которые мы видим на графике, отражают ступенчатые переключения, то есть изменения структуры. Колебания затухают и со временем все узлы выходят на стационарные уровни.

### **Слайд 22 (снова максимы; судьба идей Эшби)**

То немного, что мы знаем о работе Эшби в его последние годы, говорит об очевидном несоответствии его цели и доступных средств. Нужны были большие аналоговые ИС. К сожалению, их нет и сейчас: аналоговая электроника, имеющая множество преимуществ и гораздо более *естественная* – в буквальном смысле – была побеждена цифровой и пока не оправилась от своего поражения.

Но принципиально важными, в конце концов, были идеи Эшби, а не их конкретные реализации..

Людей, способных это понять, тогда оказалось совсем немного – непривычен был уровень абстрагирования, который Фёрстер называл *вторым уровнем кибернетики*.

Однако через 30 лет основатели аутопойезиса и энактивизма Матурана и Варела *в плане философии биологии* высказывают даже более радикальные идеи, а ещё через 20 лет о гомеостате Эшби снова *неожиданно* заговорят. И заговорят сразу все: биологи, философы, инженеры – и именно потому, что это была не только идея, но и прототип – устройство, *машина*. Устройство,

сконструированное Эшби, было анахроничным и крайне неудобным для исследовательской работы, но оно было, в принципе, **неограниченно расширяемым**. Оно было первой работающей абстракцией Большой Адаптивной Системы

### **Слайд 23(Cariani)**

Вот одна из работ P.Cariani 2009 года

### **Слайд 24(иллюстрация из Cariani)**

И одна из иллюстраций к ней, где сравнивается операционная структура гомеостата и эволюции

И вот ещё две работы

### **Слайд 25(Franchi)**

### **Слайд 26(Franchi)**

Характерно название этой статьи Franchi: «Жизнь, смерть и воскрешение гомеостата Эшби»

### **Слайд 27(Цитаты)**

Здесь приведены цитаты из некоторых статей последних двух десятилетий. Идеи Эшби оказались созвучными не только аутопойезису и энактивизму Матурана и Варела, современному биологическому конструктивизму, тенденции к отказу от автономности живых существ, но даже современной роботехнике.

### **Слайд 28 (веер развития ГЭ)**

Немного фантазии, и мы можем нарисовать такой веер развития гомеостата Эшби – от малоузлового, количественно статичного, одномерного и полносвязного – к тому, что по праву можно назвать Artificial Life. Основатели этого направления биологии почему-то не заметили, что его настоящим предтечей был Уильям Росс Эшби.

### **Приземляющие вопросы**

Но, даже приняв идеи Эшби касательно устройства сложных адаптивных систем, включая живые организмы, мы не избавляемся от законных *приземляющих* вопросов:

- 1) Насколько реально и естественно суммирование, используемое в ГЭ?;
- 2) Что может реально суммироваться или усредняться?
- 3) Насколько естественно *переключение*, используемое в ГЭ как воплощение нелинейного процесса? Есть ли варианты?
- 4) Что несёт с собой эшбизм методологически? (экономия или расточительность, перспектива понимания или всё та же



бесперспективность?)

- 5) И какая от него польза? Какие проблемы можно решать с помощью эшбиевских гомеостатов?

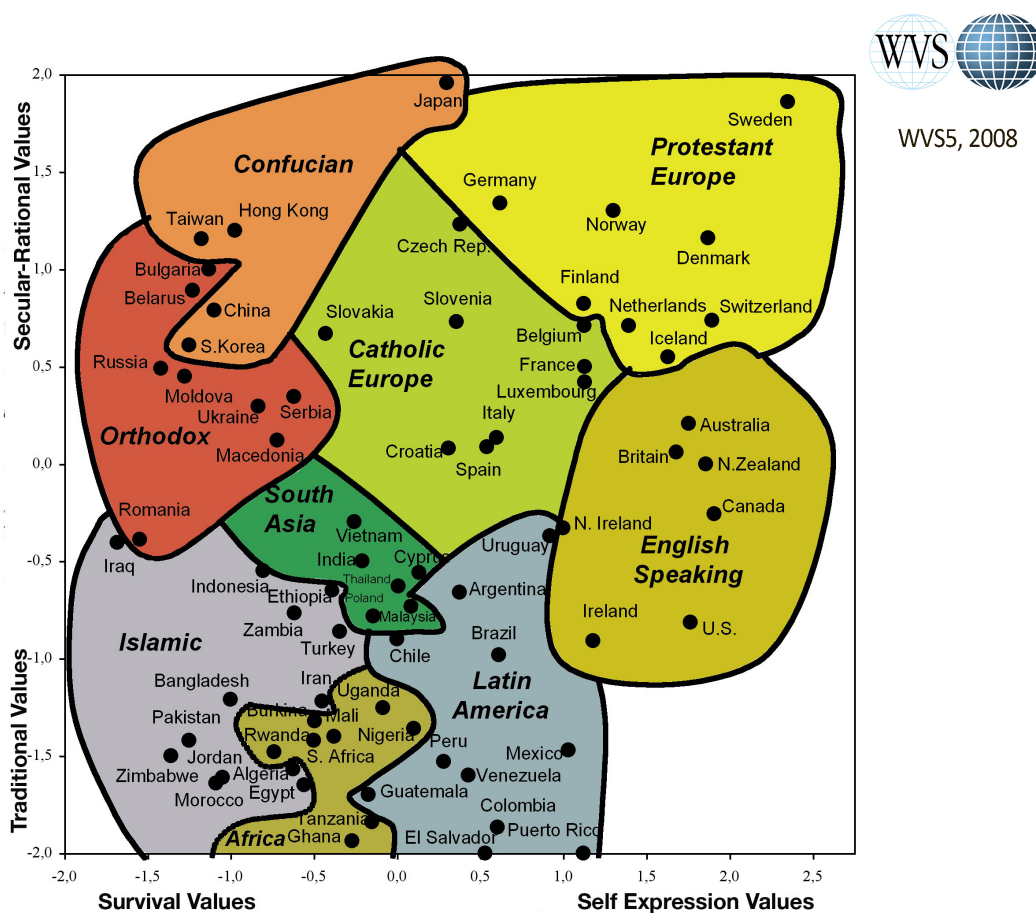
### *Сумма и средние*

Сумма, конечно, математическая абстракция. В природе и обществе сумматоров нет, есть только перемешивание и загадочное «восприятие» окружения с весами, что очень похоже на то, что делается в гомеостате Эшби – особенно в многоузловом, где каждый узел выполняет, по существу, статистическую операцию для самого себя. Всё окружение воспринимается и действует при этом как статистически *среднее или хотя бы среднее по локусу и по времени*. Средняя арифметическая отличается от суммы только масштабным коэффициентом, а допустить, что природа и общество используют какие-то более сложные средние – это значило бы признать, что «книга природы написана на языке математики», то есть перекреститься ещё и в математическую религию, которая не многим лучше любой другой.

### *Макропеременные и язык системы*

Если принять, что у всех узлов есть свои существенные переменные, то сразу проблема: температуру не сложишь с активностью Na, волков не станешь суммировать и усреднять с зайцами и т.д. Таким образом, встаёт вопрос об универсальных действующих переменных – образно говоря, *о языке системы, языке, на котором общаются узлы*. Уже давно физиологи и биохимики стали задумываться о макропеременных, подобных переменным термодинамики. Экономика стихийно ввела в качестве универсальной переменной *стоимость* и придумала для неё денежные знаки и бит-койны. Биология, экология, социология в затруднении: внутри себя мы не можем различить ту «универсальную валюту», на которой держится наша целостность и наша *специфическая равновесность*. *Понятно, что термодинамически мы неравновесны, но наша суть не в этом*. Первую попытку ввести макропеременную в биохимию сделал 60 лет назад Брайан Гудвин – попытка была неудачной, поскольку взяла за образец статистическую механику. Его макропеременная называлась таландической температурой и не нашла применения. Однако позднее высказывались чрезвычайно плодотворные идеи по этому поводу. Грегори Бейтсон обратил внимание, что вся активность в живых системах определяется удовольствием или, наоборот, болью, а вовсе не какими-то первичными процессами и состояниями. Ричард Беллман в предисловии к своему «Динамическому программированию» прямо писал, что необходимо ввести в число важнейших переменных что-нибудь вроде Wealth (благополучие, благосостояние, удовольствие и т.п.) и противоположные им состояния. То есть, речь идёт о положении на осях *Боль – Удовольствие, Благополучие –*

*Деградация* и т.п. Есть в некоторой степени ободряющий пример из области этнокультурологии: карты ценностей Инглхарта и Вельцеля, где за координатные оси взяты оси *Выживание – Самовыражение* и *Традиция – Рационализм*.



### *Варианты нелинейности*

Проницательных последователей Эшби не остановило то, что он видит условием ультрастабильности только ступенчатый переход. Ограничения постепенно снимались и снимаются. Тот же Грегори Бейтсон обратил внимание на то, что все ощущения – по крайней мере, внешние – воспринимаются в соответствии с законом Вебера-Фехнера, то есть логарифмично, и таким образом нелинейность может быть уже встроена в межузловые отношения. Сейчас о модуляции «ощущаемости» известно уже гораздо больше, имея в виду алгогены, эндогенные опиаты, гормоны стресса и пр. Цепочка линейных модуляций может создать какую угодно нелинейность – в радиоэлектронике такие цепи называются параметрическими. Ступенчатые изменения структуры, например, экспрессия гена или мутации – это, скорее, реакция на чрезвычайную ситуацию или ступень развития, тогда как рутинные процессы в САС обходятся плавными нелинейностями. Есть работы, в которых выход к новому аттрактору видится как движение по градиенту, и такую систему авторы тоже считают эшбиевским гомеостатом.

Снимется и второе ограничение, согласно которому система должна определяться состоянием, и не зависеть от истории. Это потребует расширения понятия устойчивости и на колебания, без которых нормальная физиология и патофизиология тоже немислимы.

### **Слайд 29 (из Гольдштейна)**

Это иллюстрация из недавней статьи Дэвида Гольдштейна: сравниваются два подхода к процессу *возмущение – реакция*: системно-биологический и «интегративно-физиологический». Левая часть рисунка – это уже эшбиевская гомеостатика, и, хотя интегративная физиология всё ещё тяготеет к классическим следящим системам, она уже тоже включает в свою схему гомеостат.

### **Экономия мышления**

Эшбизм предполагает довольно очевидную экономию мышления. Действительно, если выпадение узла или связи, например, конкретного молекулярного механизма, компенсируется перестройкой структуры, то под вопросом вообще детализация и аналитический майнинг. Человечество разобрало природу самого себя, но собрать снова не в состоянии. Карты метаболических и сигнальных путей – это целые «вселенные» и к тому же незавершённые в принципе. Как кто-то сказал, *эшбизм выбивает тактическую почву из-под ног исследователя*. Для последовательного эшбиста вся аналитическая наука – «игра в бисер», если воспользоваться метафорой Германа Гессе. Эшбизм экономичен: ему достаточно сравнительно крупноблочных моделей.

### **Системные ловушки**

Но это совсем не значит, что цитологам, физиологам, социологам, экологам будет нечего изучать – просто давно назрела необходимость переноса основного внимания на *системные свойства*. Всё, что мы знаем о САС, касается скорее морфологии, чем физиологии. Основатели «Римского клуба» когда-то ввели понятие *системной ловушки*, которых бесчисленное разнообразие. В них легко попасть, но очень тяжело из них выбраться. Применительно к человеку, это хронические болезни, адинамия, переедание, наркотические зависимости, депрессии и т.д. Применительно к социуму, это сырьевая зависимость, война, религиозный или идеологический фанатизм, авторитаризм, экономические кризисы, «дедовщина» в армии, пандемии и пр. Системные ловушки – одна из самых актуальных проблем и, возможно, тут вообще вопрос дальнейшего существования человечества. Как они возникают, как их избежать, как выходить наименее болезненно из их порочного круга? Как вообще взаимодействовать с САС? Что допустимо, что эффективно, что недопустимо? Где структурная граница, за которой

заканчивается адаптивность и устойчивость? Как возникают «чёрные лебеди»? Какую роль играет многообразие узлов? Что такое *организмическая сложность*? Есть ли уровень достаточной и избыточной сложности? Когда САС может быть названа живой? Какова природа устойчивости САС, и почему она иногда нарушается?

## *Эшби и Alife*

Что бы ни говорили адепты универсальной «вычисляемости», цифровые математические модели тут вряд ли помогут и вряд ли кого убедят. На натуральных БАС не поэкспериментируешь – слишком дорого обходится. Но мыслимы и искусственные БАСы, и гомеостат Эшби, возможно, самая плодотворная идея для их реализации. Технологии Artificial life (например, моделирование на базе автономных агентов) уступает гомеостату в общности и абстрактности: *для эшбизма, строго говоря, нет никаких автономных агентов.*

## *Аналог и цифра*

Гомеостат Эшби – принципиально аналоговая машина. *Аналоговые модели естественны*, они не требуют интерфейсов-преобразователей, от них не требуется точности и скорости – они и так всегда работают в реальном времени. Они не ошибаются – ошибается человек, заложивший их структуру. *Они в некотором смысле живут* и даже болеют. И речь идёт уже не только о моделях.

Время больших гомеостатов придёт, когда аналоговая электроника снова выйдет из тени и даст науке нужные микропроцессоры: гомеостатика просто невозможна без них и, скорее всего, окажется главным потребителем таких процессоров. Задачи поделятся: цифра – по-прежнему для работы с задачами, требующими высокой точности, с информацией и артефактами, аналог лучше подходит для естественных процессов.

## *Слайд 30 (Жан Эффель)*

Это шутка французского карикатуриста Жана Эффеля: бог вычисляет корень, прежде чем создать корень растения.

Гомеостатика Эшби – это живая теория сложных систем, обходящаяся без математики и дающая бесконечное экспериментальное пространство для тех, кто интересуется синтезом САС. Главное, чему учит эшбизм: отвлекитесь от мелочей и деталей, *думайте о большом!*

## *Слайд 31 (обложка с благодарностью)*

Спасибо за интерес к старым идеям. Опыт показывает, что они ещё могут пригодиться.

/

