

О НЕЛИНЕЙНОМ УРОВНЕВОМ ПОДХОДЕ В НАУКЕ

Уровневый подход – определенная методологическая концепция, близкая по замыслу к системному подходу. Однако объектом исследования в данном случае выступает не сама система, а ее изменение (динамика) по некоей уровневой шкале; последняя отражает *уровни организации системы*, с учётом возрастающей сложности и постепенного, или поэтапного, перехода от количества к качеству.

Можно воспользоваться термином Д.Андреева о «разнствовании подходов по горизонтали и по вертикали» – со смещённым акцентом в отношении объектов исследования: на смену сравнению (сопоставлению) и стыковке (увязке) систем или их составных частей приходит сравнение (сопоставление) и стыковка (увязка) достигнутых ими уровней.

Предлагаемая здесь версия уровневого подхода является относительно новым направлением методологии и призвана рассматривать динамику объекта (системы) как таковую, вне зависимости от конкретных форм. Поэтому уровневый подход, или уровневый анализ, может рассматриваться как междисциплинарное течение.

Данный подход, по-видимому, имеет гносеологический и онтологический аспекты.

Появление этого направления закономерно в условиях продолжающегося кризиса фундаментальной науки и методов научного познания на рубеже тысячелетий. Как сказано в предисловии к «Трудам» Санкт-Петербургского Конгресса-2004, наука должна изучать не только объекты, их состояния и свойства, но и процессы их изменения [1, с.93-105].

Уровневый подход как раз изучает *изменение состояний*. Но не только. Определённому состоянию системы соответствует определенный характер отношений между составляющими ее частями. И наоборот, характеристика связей (коммуникаций, взаимодействий) между компонентами говорит нам о качественном состоянии системы и, следовательно, присущих ей свойствах. Т.о., *изменение отношений* дает возможность проследить изменение состояний, выявляет обратную связь между состояниями и отношениями, и это также входит в сферу исследований уровневого подхода.

Поэтому здесь так важно определять уровни взаимодействия между элементами. От уровня будет зависеть, формируют ли элементы – в зависимости от способа их «сборки» – систему (т.н. элементаристская парадигма системного подхода), или, напротив, система как нечто изначальное по отношению к элементам существенно определяет последние [2, с.122-135].

Отдельно следует отметить некоторую путаницу в трактовке понятия «уровень» в аппаратах системного подхода и уровневого подхода. Так, сис-

темный подход предполагает иерархичность познания: изучение самого предмета (собственный уровень), изучение этого же предмета как элемента более широкой системы (вышестоящий уровень) и изучение этого предмета в соотношении с составляющими его элементами (нижестоящий уровень). Типичным примером является цепочка: человек – группа людей – общество – человечество. В данном случае порядок построения цепочки не принципиален и зависит от целей и задач исследования и от того, каким именно вопросам необходимо уделить внимание. Т.о., мы имеем своего рода избирательность, а также обратимость, линейность представленного ряда. Уровни здесь по сути *параллельны* друг другу, их можно уподобить параллельным мирам, или измерениям.

Однако, кроме «параллельных» уровней, есть ещё и «перпендикулярные». Это значит, что система человек может сама по себе иметь собственные уровни организации: низкий, средний, высокий и т.д.; то же допускаем в отношении, например, системы общество: низкоорганизованное, высокоорганизованное и др. (при этом важно выработать критерии оценки уровня организации). Такой взгляд приводит к повышению роли *подуровня*, т.е. уровня внутри уровня (уровня в миниатюре).

И системный, и представленный здесь уровневый подходы учитывают оба варианта – и «параллельный», и «перпендикулярный». Однако системный подход в какой-то мере делает акцент на первом, в то время как уровневый – на втором. Именно поэтому в нашем случае правильнее говорить о *нелинейном уровневом подходе*, чтобы избежать недоразумений, нередко возникающих при недостаточном прояснении понятий.

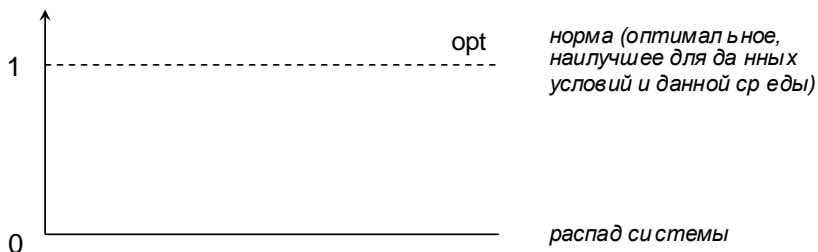
Видимо, также нужно оговорить и различие между предлагаемым уровнемым подходом и синергетикой. Оба направления являются родственными, но по ряду основополагающих моментов у них согласия нет. Так, синергетика исходит из того, что системы стремятся к равновесному состоянию, а уровневый подход считает последнее вынужденным, – т.е. стремиться к вынужденному состоянию нельзя (можно стремиться лишь к оптимальному состоянию). Синергетика видит мир непредсказуемым, постоянно взрывающимся, она идеализирует неопределённость, спонтанность, отстаивает творческую роль хаоса. Уровневый подход, в свою очередь, воспринимает это как естественнонаучный экзистенциализм; с его точки зрения, мир более упорядочен, чем кажется, хотя данный порядок столь сложен (и одновременно прост), что открывается лишь с определенного уровня наблюдений.

Обобщенно говоря, уровневый метод можно представить так: на всякий процесс накладывается уровневая сетка – своего рода трафарет, и это позволяет упорядочить наше представление об исследуемом (меняющемся) объекте либо же группе объектов: их природе, организации, последователь-

ности развития, причинно-следственных связях, иерархическом положении в некоем «уровневом пространстве» и т.п.

Отметим, что предлагаемая концепция подробно изложена автором в ряде работ [3, 4, 5, 6]. Ниже она лишь обозначена в сжатой форме.

Уровневый подход предполагает работу с уровневыми графиками. Вот простейший уровневый график, точнее, его заготовка, болванка:



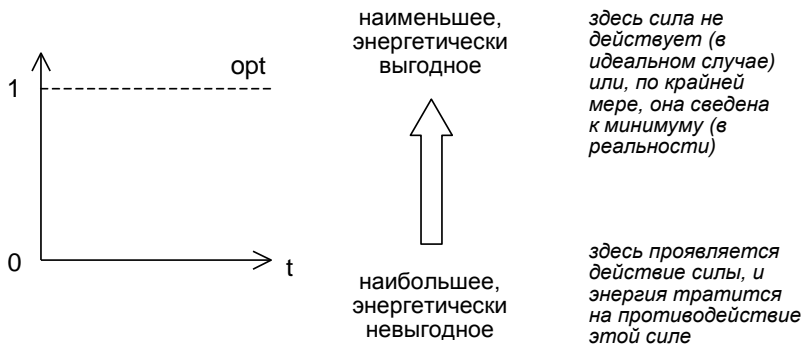
0 и 1 здесь соответствуют нижнему и верхнему пределам уровня. Качественное состояние, в котором система пребывает в тот или иной момент, отмечается на графике точкой – её мы поместим между указанными горизонтальными осями. Совокупность всех точек образует кривую, переходящую с подуровня на подуровень и, таким образом, отражающую динамику системы во времени (на графике отсутствует).

Система не может выйти за пределы своего уровня. При достижении нуля она перестаёт существовать в качестве системы, т.е. единого взаимосвязанного целого. Система человек, например, разрушится – умрёт физически (либо в психическом плане). При выходе за пределы единицы – в надсистему, или систему следующего порядка, она приобретает иные качественные характеристики; имеются в виду, например, свойства организованных групп людей, а не единичные свойства, либо же человеческий дух, некое творческое начало (в данном случае не биологическое, но социальное понятие).

Уровневый график удобен для отражения процесса самоорганизации. Известно, что наука XX века в её сложившихся формах уделяла мало внимания явлению самоорганизации и по существу не интересовалась им. Во всяком случае, такого интереса не проявляли физика и значительная часть точных дисциплин; в частности, физический аппарат приспособлен под описание *статичных* состояний [7, с.4 и 79].

Самоорганизация лежит в основе любого развития. Определимся, что считать развитием. По нашему мнению, это есть процесс самопроизвольного перехода от энергетически невыгодного к энергетически выгодному состоянию. Последнее следует рассматривать как оптимальное состояние – для данных условий и данной среды. Т.е. развитие удовлетворяет т.н. *стреп-*

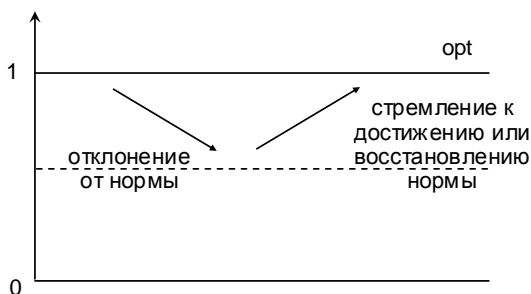
ле оптимальности – оно всегда направлено в сторону экономии энергетических затрат, точнее, рационального расходования энергии¹, и в силу этого одностороннее (асимметричное). Иначе: развитие удовлетворяет принципу наименьшего действия (бережливости природы). Примем оптимальное – наилучшее, с качественной точки зрения, – за норму. Тогда стремление к оптимальному мы будем рассматривать как стремление к восстановлению или, по крайней мере, достижению нормы. Отсюда: принцип наименьшего действия имеет общую природу с принципом отрицательной обратной связи, который можем сформулировать так: при отклонении от нормы (оптимального режима функционирования) возникает встречное, противоположно направленное действие – противодействие, которое стремится вернуть систему в нормальное, или оптимальное, состояние. Сам процесс возврата в оптимальный (энергетически выгодный) режим нужно считать самоорганизацией.



Примечание. У верхней границы уровня – вблизи 1 преобладает кинетическая энергия, и система устойчива. У нижней границы – вблизи 0 преобладает потенциальная энергия (пережигается внутри системы); система неустойчива, близка к распаду.

Вот так выглядит процесс самоорганизации на графике:

¹ Иначе: развитие предполагает относительно мгновенный или постепенный, поэтапный переход к оптимальному режиму функционирования, с точки зрения расходования энергии; количество энергии в конечном счете должно оставаться необходимым и достаточным для выполнения максимального объема полезной работы. Весь этот процесс нами воспринимается как *действительное* (или внутреннее) движение. В отличие от него, *видимое* (или внешнее) движение связано с физическим перемещением объекта на плоскости или в пространстве.



Отклонение от нормы происходит вследствие воздействия сил, изменения условий, приложения некоего энергетического градиента

На графике отражается динамика развития любого процесса. По оси ОУ – шкала изменения качественных состояний (т.н. иерархия), по оси ОХ – время развития процесса; возможна ось ОZ – она нужна для количественной оценки, на ней отражается число самостоятельных – в той или иной степени – частей системы (чем выше по ОУ, тем более монолитной становится система, элементы её объединяются в целое, и вблизи 1 они действуют в унисон, когерентно, т.е. область 1 есть область резонанса). Резонанс как раз позволяет добиться больших результатов наименьшими средствами.

Для удобства по оси ОУ отмеряется условный, синтетический показатель – т.н. коэффициент оптимальности K_{opt} . Критерием $K_{opt} = 1$ является наиболее выгодный режим сохранности энергии в системе; при $K_{opt} > 1$ система дискретно переходит на другой уровень (выходит в надсистему, по Г.Альтшуллеру), при $K_{opt} \leq 1$ система перестает существовать в качестве системы, распадается.

По Альтшуллеру [8], всякая система стремится к увеличению степени идеальности (т.н. закон увеличения степени идеальности). Иными словами, всякая система будет продвигаться сама собой, т.е. самопроизвольно, от 0 до 1 на приводимом выше графике, поскольку это удовлетворяет стреле оптимальности и обусловлено явлением самоорганизации. Развитие вспять – со снижением в сторону 0 осуществляется *только* при воздействии силы извне, а также при выработке естественного ресурса, отведенного природой, например, если система – организм.

Количество энергии (т.н. порция), отпущенное системе, в принципе не изменяется в пределах между 0 и 1. Однако энергию можно использовать рационально (для производства полезной работы, осуществления движения, выполнения комплекса неких внешних действий, проявления активности) или нерационально (для противодействия работе и движению, подавления в себе стремления что-либо совершать). Соответственно поведение системы, производимая ею работа будут существенно различаться в областях, близких к 0, близких, например, к 0,5 и близких к 1.

Активность, в т.ч. физиологическая, биологическая¹, есть прямое следствие выполнения принципа наименьшего действия (и отрицательной обратной связи). В отличие от нее, пассивность соответствует невыполнению требований природы, поскольку её надо рассматривать как отклонение от нормы.

Кроме того, говоря об активности как явлении, мы должны воспринимать её *системно*. Чтобы считаться активным, мало размахивать руками или делать пробежки по утрам. Активность оценивается с учётом последствий всех произведенных действий, вызванных ими изменений – в смысле улучшения условий для выживания (существования) индивида, особи, группы и т.д., количества и качества вовлечённых в действие систем, расширения связей и коммуникаций, объёма охваченного жизненного пространства и проч. С такой точки зрения, активность, например, бактерии, стрекозы, тунца, льва, человека будет *качественно* разной. И её даже можно попробовать расположить в определённой иерархической последовательности, если выработать чёткие критерии, что считать активным.

Принцип наименьшего действия отвечает за то, что все системы, *если не происходит соответствующего противодействия*, стремятся достичь верхней границы своего уровня (оптимального режима функционирования), чтобы уже в новом качестве – в составе надсистемы, т.е. системы следующего порядка, продолжать продвижение вверх (развитие), по направлению к ещё более выгодному энергетическому состоянию. Это многоплановое стремление удовлетворяет также т.н. **принципу наименьшего наименьшего действия** – он распространяется на все последующие уровни и предполагает всё более и более оптимальный поступенчатый режим функционирования систем.

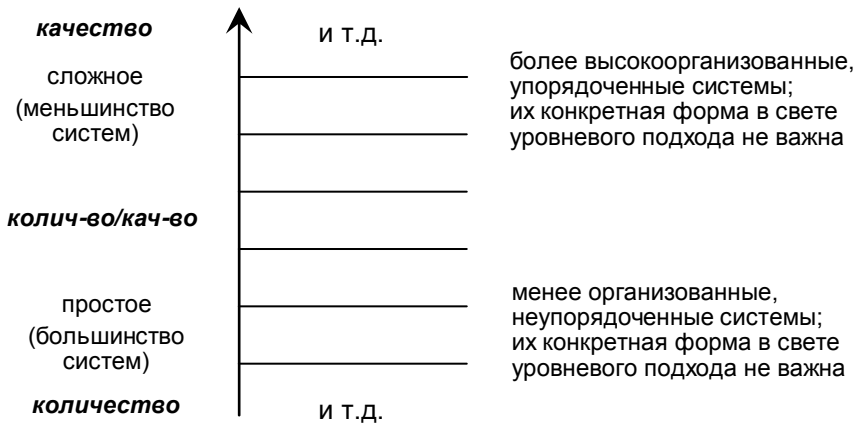
В реальной действительности сторонние силы – назовём их совокупность сапрессией – ограничивают возможности системы достигнуть верхней границы уровня. Постоянное давление противодействующих факторов (на графике оно направлено сверху вниз), в сочетании с ответом системы на вызов (снизу вверх), приводят к вынужденному равновесию; последнее удерживает систему где-то в промежуточных областях. Любопытно, что синергетика считает, что системы стремятся к равновесию, в то время как уровневый подход предполагает, что они стремятся к оптимальному состоянию, – ибо нельзя стремиться к вынужденному. Поэтому достижение 1 на графике (верхнего предела) по сути свидетельствует о нарушении равно-

¹ А также социальная и иная – уровневый взгляд на вещи абстрагируется от конкретных форм. А пирамидально-симметричный взгляд на вещи ставит во главу угла нечто общее, единое для всех систем в их иерархии; законы – напомним – в данном случае рассматриваются как качественно подобные друг другу на всех уровнях (принцип фрактала).

весия и соответственно созданию предпосылок для перехода в совершенно иное качественное состояние.

Именно неравновесные состояния отдельных систем, в конечном счёте, обеспечивают образование надсистем – в данном случае систем следующего уровня. Атом просто так (если он в равновесном состоянии) не способен к объединению в молекулу, но именно вследствие нарушения равновесия, при взаимодействии с другими атомами, также вышедшими из состояния равновесия, возможно её создание. В этом случае индивидуальные свойства атомов будут заменены коллективными свойствами вновь образованной системы, и можно говорить об изменении качеств.

Допустимо создание многоуровневых графиков, например:



В многоуровневом случае – как на представленном рисунке – на схеме также могут присутствовать ноль и единица. Ноль обычно соответствует нижнему пределу уровня (нижней планке), единица – верхнему; но так как на рисунке показано несколько горизонтальных планок, то все они являются одновременно и нижними, и верхними (по отношению к предыдущему уровню каждая планка выступает верхней, по отношению к последующему – нижней). Для удобства можно записывать так: 0 и 1, далее следующий уровень – 0' и 1', далее ещё более высокий – 0'' и 1'' и так вверх без конца. Таким образом, 1 одновременно принимается за 0' и т.д.

С определённой точки зрения, уровни здесь могут рассматриваться как подуровни, и наоборот, т.е. для них характерны общие закономерности (вспомним о том, что уровневый подход предполагает *качественное подобие* законов на всех уровнях).

В свете сказанного мы можем несколько глубже взглянуть на процесс самоорганизации системы, изображённый на предыдущем рисунке, и

спроецировать предыдущий рисунок (простой уровневый график) на последний рисунок (многоуровневый график). Отсюда ясно, что системы нижних уровней потенциально стремятся в ходе масштабной эволюционной самоорганизации перейти на уровни более высоких порядков, во всяком случае, им присуще подобное, пусть и неосознанное, стремление – оно заложено в принципы организации систем. Сила, которая «гонит» системы вверх, – в постоянной потребности в энергосбережении, поисках наиболее выгодных состояний.

Назовём указанное явление, пронизывающее всю иерархию систем, самоорганизацией на макроуровне, или *макрсамоорганизацией* (глобальной самоорганизацией).

Чем выше уровень, тем сложнее система. И, вместе с тем, наблюдаем тенденцию: чем лучше система организована, тем более сложные механизмы она будет использовать для того, чтобы сопротивляться внешнему воздействию, – в случае, если это воздействие мешает достижению оптимального режима [9]. В результате более высокоорганизованные, упорядоченные системы с развитой структурой находятся в энергетически более выгодном положении, по сравнению с системами относительно простыми, незамысловатыми, которые, следовательно, меньше живут (существуют) и быстрее распадаются, не способные контролировать время и пространство¹. Простые системы полностью зависят от внешнего воздействия, они, можно сказать, «безвольны». Сложные системы, напротив, вносят в мир элементы контроля и координации.

Как же происходит переход с уровня на уровень, если сапрессия стремится постоянно препятствовать этому? Иными словами, как системам в ходе эволюции удаётся так продвигаться от простого к сложному?

Ответ подсказывает тот же уровневый (многоуровневый) график. На нижних этажах мироздания перейти с одного уровня на другой удаётся лишь случайно, в результате непредсказуемого сочетания огромного числа факторов. Именно поэтому исследователям, занимающимся рассмотрением достаточно простых, подчас элементарных систем (либо неодушевлённых, как в физике), это событие кажется математически маловероятным. Но если мы взглянем на верхние этажи, к коим, несомненно, относятся и живые

¹ «Усложнение организации оказывается очень выгодным, потому что ведет к повышению энергетики и интенсивности обмена веществ, а ведь в биологической эволюции, как и в химической, побеждает тот «круговорот», который крутится быстрее. Это позволяет более сложным организмам занимать господствующее положение в сообществах, отесняя примитивных предков в менее привлекательные ниши. Именно поэтому облик биосферы определяется в основном высокоорганизованными животными и растениями (и это несмотря на то, что и по численности, и по массе, бактерии их явно превосходят)» – цит. по [10].

системы, в т.ч. разумные, – вероятно, они венчают собой пирамиду, – то увидим нечто другое: переход с уровня на уровень может совершаться *преднамеренно*, т.е., скажем так, система задействует вновь приобретённые качества для управления переходом. Конечно, управлять можно по-разному – эффективно или малоэффективно, но и это зависит от качества, т.е. в конечном счёте от того, на какой этаж (уровень) система уже забралась в ходе своей эволюции.

Что касается, промежуточных – условно промежуточных – этажей всеобщей многоуровневой шкалы, то, по всей видимости, системы, их занимающие, частично подчиняются стихийному течению событий и частично пытаются их контролировать, выработав в ходе эволюции механизм координации и контроля (по крайней мере его элементы). Т.е. у них есть несколько больше возможностей перейти с достигнутого уровня на уровень более высокого порядка, по сравнению с системами, оставшимися далеко внизу, хотя и меньше, чем у систем, опередивших их в вопросах сложности организации.

В принципе это можно выразить математическим языком. Для этого введём следующие понятия: абсолютная вероятность (W_A) и относительная вероятность (W_R) перехода с уровня на уровень. Абсолютная вероятность исчисляется по отношению, например, к самому нижнему – начальному, базовому уровню, взятому за точку отсчёта. Чем выше уровни, тем соответственно меньше абсолютная вероятность их достижения, превращающаяся в конце концов в ускользающую малую величину. Именно это обстоятельство нередко вводит в заблуждение учёных, занимающихся вопросами эволюции с чисто статистических позиций.

Но относительную вероятность мы будем вычислять не по отношению к самому нижнему уровню, а по отношению к уже достигнутому в ходе эволюции; например, за базовый в данном случае будет приниматься не первый этаж на многоуровневом графике – см. рис., а, скажем, четвёртый. Какова вероятность перехода с четвёртого уровня на пятый? Она будет *выше*, чем вероятность перехода с первого на второй, потому что в процесс перехода уже вносятся элементы управления, которые будут тем больше, чем более высокого уровня уже достигла система. Соответственно с каждым новым переходом вероятность последнего будет *возрастать*. Запишем это:

$$\begin{aligned} W_A &\rightarrow 0, \\ W_R &\rightarrow 100\%. \end{aligned}$$

Мы записали условия эволюции. Иначе это можно также назвать **законом необратимости эволюции**, который сформулируем так: эволюция в принципе не идёт вспять, её развитие тем устойчивей и тем интенсивней, чем более высокий уровень организации характерен для системы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Фундаментальные проблемы естествознания и техники. Труды Конгресса-2004, часть I. – СПб, изд. РАЕН и Международного клуба ученых, 2004.
2. Гурьянов В.Н. Методологические принципы системного анализа.
3. Бондаренко О.Я. Серия «Уровневый подход в естественных дисциплинах»: Уровневая физика. Что это? Сб. статей. – Бишкек, Салам, 2005.
4. Бондаренко О.Я. Серия «Уровневый подход в маркетинге и рекламе»: Реклама: чего мы о ней не знаем. Сб. статей. – Бишкек, Салам, 2005.
5. Бондаренко О.Я. Серия «Уровневый подход в биологии и теории эволюции»: Эволюция и жизнь. Сб. статей. – Готовится к изданию в 2006.
6. Бондаренко О.Я. Серия «Уровневый подход в социальных и гуманитарных дисциплинах»: Основы этнической прогностики. Сб. статей. – Готовится к изданию в 2006.
7. Денисова Н.А. В чем заблуждаются физики? Бишкек, Илим, 2000.
8. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. Новосибирск, Наука, Сибирское отделение, 1991.
9. Тарасов Д. О направляющей силе эволюции. Мембрана (он-лайн журнал): <http://www.membrana.ru/articles/readers/2002/12/15/154000.html>.
10. Марков А. Направленность эволюции. На сайте «Проблемы эволюции»: <http://macroevolution.narod.ru/determinizm.htm>.