

Элементы математической теории деятельности людских систем

(Часть 1: Основные положения. Равновесие и уравнения состояния людских систем)

Павел Барсегян
(Д.Т.Н, профессор)

Введение

Количественное описание поведения людей должно стать сердцевиной организационной науки и надежной базой для принятия разного рода решений для проблем, возникающих в ходе жизнедеятельности общества.

Безотносительно того, в какой области деятельности человека принимаются указанные решения, центром всего этого процесса является некоторая людская система (Human system). Это может быть индивид, группа людей, коллектив, организация и т.д.

Вне зависимости от конкретного поля деятельности, любая людская система стремится к максимуму вероятности успеха при минимуме ресурсов, необходимых для завершения данного конкретного предприятия.

Такого рода инвариантное и универсальное поведение людских систем дает возможность для поиска обобщенных путей их количественного описания, основанного на фундаментальных принципах, по аналогии с тем как это делается в теоретической физике, математической биологии, математической экономике и других науках.

Такой подход подразумевает экстремальный характер поведения людских систем, стремящихся всегда к максимуму обобщенной выгоды (в виде максимума власти, максимума богатства и максимума влияния на других людей) и сочетая это со стремлением минимизации обобщенного ущерба и всякого рода рисков, толкающих систем к неудаче.

Всякая система (в том числе и произвольная людская система) в данный момент времени находится в некотором состоянии, которое количественно может быть описано и представлено с помощью значений системных параметров высокого уровня этой системы.

Состояние системы может быть устойчивым или неустойчивым, равновесным или неравновесным. В равновесном состоянии существует некоторый баланс между системными параметрами (или переменными), отражением которого являются уравнения состояния системы.

Уравнения состояния являются фундаментальным средством количественного описания любых систем, включая огромное разнообразие людских систем, начиная от уровня отдельно взятой личности до уровня целого общества.

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности любой людской системы необходим баланс или равновесие между большими и малыми проблемами, возникающими и сопровождающими человека в ходе жизненного процесса с одной стороны и способностью людей решать эти проблемы с другой стороны.

Человеческая жизнь представляет собой последовательность отдельных действий, которые имеют локальные цели. Деятельность же людей - это совокупность отдельных их действий и принимаемых решений в соответствии с преследуемыми глобальными целями.

По причине случайности окружающей среды, случайности действий людей и случайности состояния самих людей все их действия и деятельность носят вероятностный характер.

Поэтому математическая теория людских систем – это количественное представление действий и деятельности людей в условиях неопределённости.

Сочетание уравнений состояния с целями людей и экстремальными принципами их поведения позволяет вывести функциональные связи между параметрами исследуемых людских систем аналитическим путём.

Кроме того, учёт случайного характера параметров подобных систем позволяет также оценить вероятностные характеристики временных рисков и успешности деятельности людей.

В первой части настоящей работы рассматриваются уравнения состояния людских систем, включающих такие системные переменные как сложность, размер и трудность деятельности человека, а также его способности найти пути успешного завершения этой деятельности с учетом ошибок, допускаемых людьми в ходе жизненного процесса.

Содержание

1. Проблемы построения количественной теории людских систем
2. Фактор времени в математическом описании действий и деятельности людей: Макровременная инвариантность поведения людских систем
3. Уравнение состояния людской системы как следствие равновесия между необходимостью совершения действий человеком и его способностью довести их до завершения
4. Сочетание уравнений состояния с дополнительными условиями с целью их практического применения: Геометрическая интерпретация уравнений состояния и дополнительных условий
5. Пример практического применения уравнения состояния для планирования деятельности заданной сложности
6. Возможные расширения и разветвления уравнений состояния людских систем по разным направлениям путём добавления новых системных переменных, которые имеют функциональные связи с первоначальными пятью основными параметрами N , T , P , W и D
7. Геометрическая интерпретация смысла уравнений состояния людской системы
8. Скорость деятельности людских систем

1. Проблемы построения количественной теории людских систем

- 1.1. Традиционные качественные методы управления общественными процессами и бизнесом, основанные на опыте и интуиции людей, нуждаются в пересмотре в сторону большего привлечения количественных методов для решения насущных проблем современности.
- 1.2. Это связано с необходимостью принятия быстрых и адекватных решений в условиях революционных изменений в жизни общества, и, прежде всего, в условиях глобализации политики, экономики, проблем безопасности и коммуникации между людьми.
- 1.3. Безотносительно того, в какой области деятельности человека принимаются указанные решения, центром всего этого процесса является некоторая людская система (Human system). Это может быть индивид, группа людей, коллектив, организация и т.д.

- 1.4. Деятельность людских систем в любой конкретной области сводится к стремлению увеличения вероятности ее успеха, сопровождая все это минимизацией необходимых ресурсов для ее исполнения.
- 1.5. Это обстоятельство создает необходимые предпосылки для построения количественной теории людских систем, поведение которых может быть описан фундаментальными законами совершенно так же как это делается в теоретической физике, математической биологии, математической экономике и в других областях знаний.
- 1.6. Удачными примерами построения подобных количественных теорий в областях социальных и организационных наук являются количественная социодинамика и динамика систем.
- 1.7. Основным предметом исследований обоих этих научных направлений являются зависимости характеристик людских систем от времени, то есть по сути эти направления фокусированы на динамической стороне поведения людских систем.
- 1.8. Однако огромное количество проблем, которые связаны с деятельностью людских систем, не могут быть представлены, описаны и решены методами количественной социодинамики (то есть статистической физики) или динамики систем, поскольку эти проблемы инвариантны относительно времени.
- 1.9. Дело в том, что суть реализации любого действия и деятельности людей это нахождение компромисса между целями и стоимостью этой деятельности, средствами исполнения и длительностью очередного предприятия в жизненном процессе, всевозможными рисками при его исполнении и качеством конечного результата.
- 1.10. Если же параметры людей и параметры решаемых ими задач и проблем не зависят от времени или эта зависимость слабая, то при исследовании подобных задач и проблем нужда в использовании динамического подхода отпадает и огромный пласт проблем в области анализа и прогнозирования поведения людей может быть представлен и изучен простыми математическими средствами.
- 1.11. В количественном отношении это означает замена описания процесса поведения людских систем в виде систем дифференциальных уравнений простыми алгебраическими выражениями.
- 1.12. Если провести параллель с физикой, то речь идет о том, чтобы в области количественного анализа людских систем взамен методов статистической физики использовать аналоги методов классической термодинамики.

- 1.13. Более точно на первом этапе исследований речь идет об использовании аналогов классической равновесной термодинамики для описания поведения людских систем, поскольку равновесие доминирует в жизни людей и в их действиях и деятельности в целом.
- 1.14. Если же для пояснения сказанного обращаться к примерам, то в качестве такого можно взять любое действие человека, например, съесть этот кусок мяса или нет, выпить стакан воды или нет.
- 1.15. Такие решения принимали и принимают и древние люди, и современный человек и механизмы принятия таких решений инвариантны относительно времени.
- 1.16. Ясно, что то же самое касается и более сложных действий и деятельности людских систем, включая политику и бизнес, поскольку при реализации любого дела человек стремится найти компромисс между выгодами и потерями при достижении данной цели и весь этот процесс инвариантен относительно времени.
- 1.17. Ввиду важности временного фактора для создания упрощенных количественных методов описания поведения людских систем, рассмотрим эту проблему более подробно.

2. **Фактор времени в математическом описании действий и деятельности людей: Макровременная инвариантность поведения людских систем**

- 2.1. Для чёткого понимания роли временного фактора в количественном описании действий и поведения людей важно знать, что здесь мы имеем дело с двумя разновидностями и масштабами времени, это макровремя и микровремя.
- 2.2. Причём одна и та же людская система в микровремени может иметь динамическое поведение, поскольку её параметры зависят от времени, а в макровремени, наоборот, может иметь инвариантное относительно времени стационарное и статическое поведение.
- 2.3. Другими словами макровременная инвариантность поведения людских систем означает постоянство их уклада жизни, который может оставаться без изменений неопределённо долгое время.
- 2.4. Макровременная инвариантность поведения людских систем также означает, что с точки зрения текущих подробностей жизни никогда вчерашний день не похож на сегодняшний и подробности сегодняшней жизни не будут повторяться завтра,

но в общих чертах все дни будут похожи друг на друга, поскольку системные перемены жизни будут оставаться постоянными.

- 2.5. Макровре́мвнная инвариантность поведения человека также сильно зависит от того, насколько его конкретное действие ближе к биологическому фундаменту жизни, причём чем ближе данная функция жизнеобеспечения к инстинктивному фундаменту жизни, тем она инвариантна относительно времени.
 - 2.6. Но наряду с абсолютной или биологической макровре́мвнной инвариантностью жизни, также имеет место её относительная социальная макровре́мвнная инвариантность.
 - 2.7. Если в качестве иллюстрации сказанного применить понятие относительной социальной макровре́мвнной инвариантности к проблеме динамики производительности труда людей, то это попросту означает, что даже при осуществлении крупных проектов производительность труда людей в течении жизни данного проекта можно считать величиной постоянной.
 - 2.8. Но понятие макровременной инвариантности применимо не только к параметрам людских систем, но и к их целям в виде постоянного и инвариантного относительно времени стремления этих систем к максимуму обобщённой выгоды (минимуму обобщённого ущерба), проявлениями которого являются постоянные стремления людей к максимуму влиятельности, власти и богатству.
 - 2.9. Сказанное касается не только очень влиятельных, власть имущих и богатых людей, но и самых обычных людей, каждый из которых имеет некоторое имущество (кусочек богатства) и некоторое влияние в своём окружении (кусочек власти) и не прочь увеличивать и свой кусочек имущества, и своё влияние на окружающих.
-
3. **Уравнение состояния людской системы как следствие равновесия между необходимостью совершения действий человеком и его способностью довести их до завершения**
 - 3.1. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности любой людской системы необходим баланс или равновесие между большими и малыми проблемами, возникающими и сопровождающими человека в ходе жизненного процесса с одной стороны и способностью людей решать эти проблемы с другой стороны.
 - 3.2. Жизнь людей - это последовательность действий, каждый из которых может характеризоваться величиной (или размером, или масштабностью) W и трудностью исполнения D .

- 3.3. Каждое действие людей характеризуется также своей совокупной сложностью C_d , определяемой его размером и трудностью по следующему выражению

$$C_d = W * D \quad (3.1)$$

- 3.4. Люди в зависимости от своих способностей и имея разные уровни навыков и знаний, могут преодолеть сложность действия C_d частично или полностью, обеспечивая при этом разные качества исполнения.

- 3.5. Таким образом, люди, имея производительность P (которая является отражением их навыков и знаний) и потребляя усилие E , могут преодолеть некоторую часть C_s сложности C_d , определяемой как

$$C_s = E * P. \quad (3.2)$$

- 3.6. То есть, с одной стороны для обеспечения нормального течения жизненного процесса имеется потребность в действиях людей, а с другой стороны, т. е. со стороны людей, в виде ответа на требования жизни имеем их реальные действия, которые являются отражением их способностей и умений.

- 3.7. Если провести параллель с экономической теорией спроса и предложения, то потребность в действиях человека это спрос жизненного процесса, а умения, знания и навыки людей исполняют роль предложения.

- 3.8. Как было сказано выше, успешное исполнение действий людьми подразумевает некоторый баланс или равновесие между сложностью действия C_d и способностью людей C_s преодолевать эту сложность.

- 3.9. Простейший случай указанного баланса – это равенство указанных сложностей, то есть $C_s = C_d$, или $E * P = W * D$, что представляет собой условие равновесия жизни и деятельности людей.

- 3.10. Усилие людей E определяется как

$$E = N * T, \quad (3.3)$$

где N - количество людей, участвующих в действии (или деятельности), а T - это длительность усилий людей.

- 3.11. Таким образом условие равновесия деятельности людей примет вид:

$$N * T * P = W * D \quad (3.4)$$

- 3.12. Смысл этого равенства состоит в том, что группа людей, состоящей из N человек, действуя с производительностью P в течении отрезка времени T может осуществить действие или деятельность, которое имеет величину W и трудность D .

- 3.13. Это также означает, что если рассматривать деятельность людей как систему, то на высоком уровне такую систему можно описать пятью параметрами или системными переменными N , T , P , W и D .
 - 3.14. Между этими параметрами или системными переменными существуют функциональные связи фундаментального характера. Например, увеличение трудности D некоторой деятельности людей приводит к уменьшению их производительности P .
 - 3.15. Также уменьшение плановой длительности работ T приводит к увеличению числа исполнителей N , что, в свою очередь, приводит к уменьшению производительности людей P по причине увеличения времени контактов между людьми для коммуникации и координации их усилий, и так далее.
 - 3.16. Изменение значения каждого из указанных параметров порождает цепочку нелинейных изменений значений остальных параметров людской системы.
 - 3.17. Каждому набору численных значений указанных параметров соответствует определенное состояние системы, что попросту означает, что условие равновесия деятельности людей $N * T * P = W * D$ представляет собой типичное уравнение состояния (в смысле известных уравнений состояния в физике).
 - 3.18. Замечательной особенностью этих уравнений является то, что они в неявном виде содержат все мыслимые и немыслимые функциональные связи между параметрами соответствующих систем (включая и физические, и биологические, и социальные системы).
-
4. **Сочетание уравнений состояния с дополнительными условиями с целью их практического применения: Геометрическая интерпретация уравнений состояния и дополнительных условий**
 - 4.1. Для получения функциональных связей между параметрами исследуемых систем в явном виде наряду с уравнением состояния нужны некоторые дополнительные условия в виде постоянства значений части параметров, или в виде других ограничений.
 - 4.2. Если для целей пояснения сказанного в качестве примера рассматривать уравнение состояния идеального газа из физики, то в этом случае дополнительные условия в виде постоянства параметров системы приводят к изотермам, изобарам и изохорам, а в случае адиабаты дополнительными ограничениями для уравнения состояния служат первое начало термодинамики

(закон сохранения энергии) и условие отсутствия теплообмена с окружающей средой.

- 4.3. Геометрическая интерпретация сказанного состоит в том, что и уравнение состояния, и дополнительные ограничения представляют собой некоторые поверхности в соответствующих пространствах системных переменных.
- 4.4. Пересечение поверхности уравнения состояния с поверхностями дополнительных условий представляет собой пространственную кривую, проекции которой на координатные плоскости и есть функциональные связи между соответствующими параметрами.
- 4.5. Дополнительные ограничения также могут иметь вид условий экстремума, которые, как и другие ограничения, в сочетании с уравнением состояния приводят к однозначным функциональным зависимостям между параметрами системы.
- 4.6. Причём сочетание уравнения состояния с разными условиями экстремума порождает разные пространственные траектории по которым движется точка, представляющая текущее состояние системы.
- 4.7. С этой точки зрения первое начало термодинамики (закон сохранения энергии) является для уравнения состояния идеального газа дополнительным условием типа ограничения, а второе начало термодинамики (стремление к максимуму энтропии для закрытых систем) - дополнительным условием типа экстремума, который показывает траекторию и направление процесса движения точки состояния системы при изменении значений её параметров (и, конечно, с учётом квазистатичности процесса и последующей релаксации системы).
- 4.8. Из сказанного однозначно следует, что уравнение состояния людской системы является лишь каркасом, содержащим бесконечное количество всевозможных траекторий и функциональных зависимостей между переменными состояния.
- 4.9. Умелым сочетанием уравнения состояния с реальными целями и принципами жизнедеятельности людской системы можно построить количественную теорию, способную прогнозировать поведение людей в конкретных жизненных ситуациях.
5. **Пример практического применения уравнения состояния для планирования деятельности заданной сложности C_d** (т.е. для деятельности людей с $C_d = W * D = \text{Constant}$)

- 5.1. С учётом этого условия уравнение состояния людской системы (3-4) примет вид
- $$N * T * P = C_d = \text{Constant} \quad (5-1)$$
- 5.2. Такая проблема возникает при планировании проектных работ. Суть проблемы состоит в том, что одну и ту же работу можно выполнить в разные сроки и соответственно имея разное количество исполнителей, которые, в свою очередь, могут иметь разные уровни квалификации и производительности.
- 5.3. Ясно, что для решения проблемы планирования, т. е. для выбора численных значений величин N , T и P необходимо знать функциональные зависимости между этими параметрами.
- 5.4. Наряду с очевидной функциональной зависимостью между длительностью T и числом исполнителей N (при постоянной сложности C_d), существует фундаментальная связь между числом исполнителей N и эффективностью деятельности людей, выраженную через производительность P .
- 5.5. Дело в том, что увеличение числа людей, тесно контактирующих в рамках конкретной деятельности, сначала приводит к повышению эффективности их усилий за счёт увеличения общей информационной мощности группы, но затем из-за увеличения времени, необходимого для контактов между людьми и координации их усилий, эффективность их деятельности снижается.
- 5.6. Это приводит к тому, что на практике считается, что в зависимости от конкретных условий существует некоторое оптимальное число людей в группах, который обеспечивает максимум эффективности их деятельности.
- 5.7. Поэтому по аналогии с процессом деления клеток в биологии, увеличение числа людей приводит к делению их на группы.
- 5.8. Более того, этой фундаментальной зависимостью $P(N)$ объясняется и вся ячейчатая структура общества (например, семья как ячейка общества, организации и их внутренняя ячейчатая структура и многое другое).
- 5.9. Далее, при планировании любой деятельности людей всегда необходимо найти такой компромисс между расходами на выполнение работ и риском их невыполнения в заданные сроки, который максимизирует общую выгоду (или минимизирует суммарный ущерб), включая сюда всякую материальную и нематериальную выгоду, связанную с данной деятельностью.
- 5.10. В первом приближении эквивалентом минимизации расходов на выполнение работ, связанных с конкретной деятельностью, является минимизация усилия E , основным параметром управления которого является количество исполнителей N .

- 5.11. Примечательно, что тот же параметр N можно использовать также и для управления риском невыполнения деятельности, поскольку уменьшение числа исполнителей приводит к уменьшению усилия E и к увеличению риска R и, наоборот, увеличение числа исполнителей увеличивает усилие (и расходы), но уменьшает риски незавершения работ в заданные сроки.
- 5.12. Это обстоятельство имеет исключительно важное значение для выбора дополнительного условия экстремума, сочетание которого с уравнением состояния может позволить вывести функциональные зависимости между параметрами N , T и P при постоянной сложности деятельности C_d .
- 5.13. Поскольку существует бесконечное множество вариантов организации одной и той же деятельности (или работы), то каждый из этих вариантов должен иметь свой локальный $\min E$ и $\min R$ (т. е. минимум усилия и минимум риска невыполнения работ).
- 5.14. Каждый из этих вариантов работы, т. е. каждый набор величин N , T и P есть одно определённое состояние системы деятельности людей.
- 5.15. Каждое изменение значений одной из величин N , T и P переводит систему из одного состояния в другое состояние.
- 5.16. Переход из одного состояния системы в другое состояние происходит по траекториям, в каждой точке которой выполняются условия локального минимума усилия ($\min E$) и минимума риска ($\min R$).
- 5.17. Например, если уменьшается плановая длительность работ T , то число исполнителей N должно меняться таким образом, чтобы в новом состоянии системы обеспечить локальный минимум для усилия и риска, т. е. $\min E$ и $\min R$.
- 5.18. Это значит, что при переходе системы из одного состояния в другое состояние траектория перехода в каждой точке должна соответствовать пространственным направлениям, которые обеспечивают максимальную чувствительности величин E и R .
- 5.19. Но, как было отмечено выше, усилие и риск наиболее чувствительны к изменениям числа исполнителей N , что в свою очередь означает, что для обеспечения максимальной чувствительности величин E и R в каждой точке пространства состояний (т. е. в системе координат N, T, P) система должна двигаться по направлению наибольшего изменения числа исполнителей N , т. е. попросту по направлению градиента этого параметра $GradN$.
- 5.20. Таким образом совместное решение уравнения состояния (5-1)

$$N * T * P = C_d = \text{Constant}$$

$$\text{и условия экстремума} \quad \text{Grad}N \quad (5-2)$$

позволяет вывести функциональные зависимости между параметрами людской системы аналитическим путём (подробности метода можно найти здесь:

<http://www.scribd.com/doc/113911821/Principles-of-Top-down-Quantitative-Analysis-of-Projects-Part-2-Analytical-Derivation-of-Functional-Relationships-Between-Project-Parameters-Without-P>).

6. Возможные расширения и разветвления уравнений состояния людских систем по разным направлениям путём добавления новых системных переменных, которые имеют функциональные связи с первоначальными пятью основными параметрами N , T , P , W и D

6.1. Основные формы уравнений состояния людских систем, приведённые выше, можно расширить по многим направлениям, охватив при этом самые разные жизненные ситуации людских систем.

6.2. Например, очень важным параметром действий и деятельности людей является **качество их деяний**, которое не отражено в уравнениях состояния. Качество деяний людей уменьшается в том случае, когда способности и основанные на них действия людей $C_s = E * P$ не полностью или частично покрывают сложность $C_d = W * D$ решаемой задачи.

6.3. Поэтому можно ввести **параметр качества** действий человека Q ($0 < Q < 1$) как коэффициента величины C_d , то есть вместо равенства $C_s = C_d$ из п.3.8 будем иметь $C_s = Q * C_d$, поскольку величина C_s покрывает только Q часть величины C_d .

6.4. С учётом этого для уравнений состояния будем иметь

$$E * P = Q * W * D \quad (6-1)$$

$$\text{и} \quad N * T * P = Q * W * D. \quad (6-2)$$

6.5. Другим возможным направлением расширения уравнений состояния является **учёт мотивации и заинтересованности людей** M ($0 < M < 1$). Если человек имеет максимальную производительность P_{Max} , то степень мотивация M уменьшает эту величину до реальной производительности P , то есть

$$P = M * P_{Max}. \quad (6-3)$$

6.6. Таким образом с учётом мотивации M уравнения состояния (6-1) и (6-2)

примут следующий вид:

$$E * M * P_{Max} = Q * W * D \quad (6-4)$$

и

$$N * T * M * P_{Max} = Q * W * D. \quad (6-5)$$

- 6.7. Очень важным расширением уравнения состояния является **учет человеческих ошибок**, которые в той или иной степени присущи всем людским системам
- 6.8. Если интерпретировать производительность человека как число успешных действий в единицу времени, то сразу встанет вопрос учёта неуспешных или ошибочных действий людей и, соответственно станет возможным учет указанных ошибок.
- 6.9. Для этого необходимо ввести три новые параметры: интенсивность действий человека I_{Max} , интенсивность его ошибок a и среднее время исправления одной ошибки t_a .
- 6.10. Функциональная связь между этими тремя величинами и эффективностью действий (или производительностью работы) людей P имеет следующий

вид:

$$P = \frac{I_{Max}}{1 + a * t_a} \quad (6-6)$$

(подробности можно найти здесь:

<http://www.scribd.com/doc/114757539/Dynamic-Mathematical-Models-of-Human-Work-Differential-Equations-of-Human-Labor>)

- 6.11. Поскольку повышение уровня профессионализма U резко уменьшает и интенсивность ошибок a , и время их исправления t_a , но в реальной жизни людей их уровни никогда не снижаются до нуля, то эти функциональные связи можно аппроксимировать гиперболическими зависимостями $a = \frac{k_a}{U}$ и $t_a = \frac{k_t}{U}$ (где k_a и k_t - измеряемые коэффициенты).

- 6.12. Подставляя эти зависимости в формулу (6-6), получим функциональную связь между эффективностью P и интенсивностью I_{Max} деятельности людей и уровнем их профессионализма U , то есть

$$P = \frac{I_{Max} U^2}{U^2 + k_a * k_t}, \quad (6-7)$$

- 6.13. Анализ этой формулы показывает, что при низком уровне профессионализма даже высокая интенсивность деятельности (скорее имитация деятельности) ничего не даёт в смысле увеличения эффективности деятельности людей.

6.14. С учётом этого для уравнений состояния людских систем будем иметь

$$E * M * I_{Max} = Q * W * D(1 + at_a) \quad (6-8)$$

и
$$N * T * M * I_{Max} = Q * W * D(1 + at_a). \quad (6-9)$$

6.15. С учётом же уровня профессионализма U уравнения состояния будут иметь

вид
$$E * M * \frac{I_{Max} U^2}{U^2 + k_a * k_t} = Q * W * D \quad (6-10)$$

и
$$N * T * M * \frac{I_{Max} U^2}{U^2 + k_a * k_t} = Q * W * D. \quad (6-11)$$

6.16. Если для иллюстрации смысла полученных результатов взять последнее уравнение состояния (6-11), то очевидный смысл этого уравнения можно представить следующим образом: группа N совместно действующих людей имея мотивацию и заинтересованность M и уровень профессионализма U в течении промежутка времени T действуя с интенсивностью I_{Max} , может осуществить деятельность объёма W и трудности D , обеспечивая при этом уровень качества деятельности Q .

7. Геометрическая интерпретация смысла уравнений состояния людской системы

7.1. Если продолжить интерпретацию этого уравнения состояния теперь уже в условиях изменения параметров, то можно утверждать следующее: в силу неявных функциональных связей между параметрами людской системы, изменения её параметров приведут к нелинейным изменениям остальных параметров.

7.2. Величины этих изменений будут непосредственно зависеть также от целей деятельности людской системы и компромиссов между этими целями.

7.3. Геометрическая интерпретация сказанного состоит в том, что совокупность целей в виде их компромисса в параметрическом пространстве системы представит собой некоторую поверхность, пересечение которой с поверхностью уравнения состояния даст нам кривую поведения системы.

7.4. Текущее состояние системы с конкретными значениями параметров будет точкой на этой кривой.

7.5. Величина изменения одного из параметров определит новое состояние системы в виде новой точки вдоль кривой поведения.

7.6. Таким образом между старым и новым состояниями системы будем иметь некоторый нелинейный отрезок кривой поведения, проекции которого на

координатные плоскости и затем на координатные оси дадут нам величины изменений остальных параметров.

- 7.7. Изменение же приоритетов целей людской системы приведёт к новому положению поверхности целей в пространстве параметров и, соответственно, к новой кривой поведения.

8. Скорость деятельности людских систем

- 8.1. Принимая во внимание, что отношение $\frac{W}{T}$ это средняя скорость деятельности людей V , из формулы (6-11) получим

$$V = \frac{N * M * I_{Max} * U^2}{(U^2 + k_a * k_t) * Q * D} . \quad (8-1)$$

- 8.2. Другая форма этого соотношения с участием параметров ошибок людей из формулы (6.9) будет

$$V = \frac{N * M * I_{Max}}{Q * D(1 + at_a)} \quad (8-2)$$

- 8.3. Повторим ещё раз, что в силу скрытых функциональных связей между параметрами практическое применение всех уравнений состояния людских систем (и не только людских систем) возможно только с помощью дополнительных условий.

- 8.4. Например, если в уравнении состояния (8-1) все параметры фиксированы кроме скорости деятельности V и качества деятельности Q , то отсюда

следует, что $\frac{N * M * I_{Max} * U^2}{(U^2 + k_a * k_t) * D} = Const$, то есть

$$V = \frac{Const}{Q} . \quad (8-3)$$

- 8.5. Последнее уравнение $V = \frac{Const}{Q}$ отражает ту ситуацию в деятельности

людских систем, когда вынужденное ускорение работ резко снижает их качество, или другими словами можно добиться ускорения деятельности людей только за счёт снижения качества их действий (при

условии $\frac{N * M * I_{Max} * U^2}{(U^2 + k_a * k_t) * D} = Const$).

- 8.6. Очевидно, что если параметры людской системы зависят от времени, то для малого промежутка Δt можно записать

$$V = \frac{\Delta W}{\Delta T} \Rightarrow \frac{dW}{dT} = \frac{N * M * I_{Max} * U^2}{(U^2 + k_a * k_t) * Q * D}, \quad (8-4)$$

то есть мы получим дифференциальное уравнение для скорости деятельности людей.

- 8.7. Другая форма этого дифференциального уравнения, в соответствии с формулой (8.2) будет

$$\frac{dW}{dT} = \frac{N * M * I_{Max}}{(1 + at_a) * Q * D}. \quad (8-5)$$

- 8.8. Такая форма уравнений состояния людской системы позволяет расширить сферу их применения в сторону учёта динамики систем, для чего достаточно интерпретировать величину W как суммарную пройденную часть деятельности. Например, в случае деятельности в виде некоторого проекта величина W покажет уже сделанную или законченную часть работы.
- 8.9. Другими словами, приведённые дифференциальные уравнения позволяют анализировать динамику накопления результатов деятельности людей как функции от числа участников N , от их мотивации M , интенсивности деятельности I_{Max} , динамики ошибок людей, степени трудности деятельности D и от требований к качеству деятельности Q .

Элементы математической теории деятельности людских систем

(Часть 2: Цели людских систем и вероятностная интерпретация уравнений состояния)

Павел Барсегян
(Д.Т.Н, профессор)

Содержание

9. Вероятностная интерпретация уравнений состояния людской системы
10. Вероятностный анализ длительности действий людей
11. Цели человека (Вариант 1)
12. Обобщенная выгода и ошибки людских систем
13. Обобщенная выгода человека, эгоизм и альтруизм
14. Цели человека (Вариант 2): Иерархия целей в деятельности человека (социальная сторона действий людей)
15. Принципы, лежащие в основе действий человека (биологическая сторона действий человека)
16. Верхний предел трудности человеческих действий и поступков
17. Влияние верхнего предела осуществимой трудности действия на поведение людей
18. Вероятностный анализ процесса исполнения действия с учётом верхнего предела возможностей человека

9. Вероятностная интерпретация уравнений состояния людской системы

- 9.1. Даже поверхностные наблюдения цепочки последовательных действий людей показывает, что мы имеем дело со случайным процессом, поскольку и размер действий W и их трудность D имеют случайный характер.
- 9.2. Наблюдения же за физическим и психологическим состоянием людей (усталость, настроение, отсутствие мотивации, или наоборот, чрезвычайная заинтересованность, и так далее) показывает, что эффективность действий людей, или грубо говоря, их производительность P также носит случайный характер.
- 9.3. Кроме того люди действуют в случайной информационной среде других людей и в случайной естественной среде (температура, давление, разные поля).
- 9.4. Таким образом фактор случайности в поведении людей имеет три источника: случайные характеристики действий (размер, трудность, сложность), случайные характеристики самих людей и случайные характеристики окружающей среды.
- 9.5. В силу сказанного, оценки, основанные на детерминистских уравнениях состояния, которые основываются на усреднении вышеуказанных факторов, могут привести к неверным результатам и, как следствие – к неудачным решениям.
- 9.6. Например, никакие усреднённые оценки длительности человеческих действий не могут прогнозировать их задержки, которые очень часто являются основной причиной неудачи и провала действий людей.
- 9.7. Поэтому на примере вероятностного анализа длительности действий людей проиллюстрируем проблему их временных задержек и связанных с ними рисков.

10. Вероятностный анализ длительности действий людей

- 10.1. Для этой цели воспользуемся формулой уравнением состояния из (3-4) и определим длительность действий одной персоны ($N = 1$) по

выражению
$$T = \frac{W * D}{P}, \quad (10-1)$$

или с учётом мотивации и заинтересованности людей M длительность

T определится формулой
$$T = \frac{W * D}{M * P_{Max}}. \quad (10-2)$$

- 10.2. С учётом же качества деятельности Q формула для задержки примет

вид
$$T = \frac{Q * W * D}{M * P_{Max}}. \quad (10-3)$$

- 10.3. Если подойти к проблеме оценки времени, необходимого для завершения некоторой деятельности человека детерминистски, т. е. на уровне средних значений параметров, то действительно, это время увеличивается с увеличением размера W , трудности задач D и требований к качеству решений Q , и уменьшается с увеличением мотивации M и профессиональной квалификации индивида P_{Max} .
- 10.4. Но если посмотреть на эту проблему с вероятностной точки зрения, то картина намного усложняется, поскольку каждый из параметров, входящих в формулу (10-3), как величина случайная, имеет свою функцию распределения, соответственно $f(W)$, $\varphi(D)$, $\phi(M)$, $\psi(P_{Max})$ и $\rho(Q)$.
- 10.5. Вид этих функций распределений может меняться в очень широком диапазоне, начиная от нормального распределения до самых разных асимметричных распределений, включая распределения с толстыми хвостами.
- 10.6. Если же попытаться понять суть проблемы задержек и провалов человеческих действий, то вероятностная интерпретация формулы
$$T = \frac{Q * W * D}{M * P_{Max}}$$
 поможет нам объяснить это явление.
- 10.7. Из этой формулы очевидно, что даже при нормальных размерах задач W и нормальной квалификации исполнителей P_{Max} , в отдельности и очень трудные задачи (т. е. большие D), и повышенные требования к качеству Q , а также низкая мотивация и заинтересованность M могут привести к большим задержкам, т. е. непропорционально большим значениям длительности деятельности T .
- 10.8. Но с другой стороны вероятностный анализ проблемы показывает, что если указанные факторы будут действовать одновременно, то задержки в деятельности человека могут возникнуть “из ничего”, например, они могут возникнуть только за счёт флуктуации трудности D , флуктуации мотивации и заинтересованности людей M .

- 10.9. При более детальном вероятностном рассмотрении вопроса подобный анализ сводится к определению плотности распределения отношения $\frac{D}{M}$ в

формуле $T = \frac{Q * W * D}{M * P_{Max}}$.

- 10.10. В частном случае нормального распределения величин D и M , что вполне может соответствовать действительности, отношение этих случайных величин подчиняется распределению Коши, т. е. распределению с толстым хвостом (Подробности можно найти здесь: .

<http://www.scribd.com/doc/114079956/Probabilistic-Analysis-of-the-Duration-of-Human-Actions-Analytical-Scheduling-Risk-Analysis> и здесь:

<http://www.scribd.com/doc/114481457/Human-Effort-Dynamics-and-Schedule-Risk-Analysis>).

- 10.11. Это попросту означает, что случайное совпадение больших значений трудности действий D с малым уровнем мотивации и заинтересованности человека M вполне могут стать причиной возникновения задержек в действиях людей без всяких особых причин, т. е. такие задержки могут возникать попросту “из ничего”.

- 10.12. Короткая информация о распределениях с толстым хвостом из интернета:

Распределение с «толстыми хвостами» (fat-tailed distribution) - это распределение вероятности, которое, наряду с другими распределениями с «тяжелыми хвостами» (heavy-tailed distributions), имеет особенность проявлять большой коэффициент асимметрии (skewness) или эксцесс (kurtosis). ...толстые хвосты образуются, когда существует неожиданно толстый конец или «хвост» на конце функции плотности распределения, что указывает на аномально высокую вероятность катастрофических событий. Это означает риск возникновения такого события, которое произойдет с низкой вероятностью, и которое трудно спрогнозировать...

<http://www.long-short.ru/post/raspredelenie-s-tolstymi-hvostami-491>

- 10.13. В принципе в ходе реализации деятельности людей любое из распределений $f(W)$, $\varphi(D)$, $\phi(M)$, $\psi(P_{Max})$ и $\rho(Q)$ из за неожиданных новых ситуаций может оказаться распределением с толстым хвостом (неожиданно возникшие трудности, появление нового конкурента и новые требования рынка, уход лидера, или ведущего работника, конфликт между людьми, неожиданные новые требования к качеству, конфликты внутри семьи и разводы, и многое другое).

- 10.14. В любом случае конкретный вид распределения длительности отдельных действий и деятельности людей определяется конкретными видами распределений остальных параметров системы, а не произвольным выбором, что имеет место в современных системах управления проектами и программами.
- 10.15. Необходимо обратить особое внимание на то, что хотя средние значения параметров людской системы могут быть связаны между собой тесными функциональными связями, но отсюда необязательно следует, что их дисперсии тоже должны иметь такие же функциональные связи.
- 10.16. В частности, дисперсия трудности действий D и дисперсия мотивации человека M могут иметь совершенно другие и независимые корни.
- 10.17. Кроме того, не факт, что в среднем увеличение трудности всегда приводит к снижению мотивации людей. Иногда у сильных людей (лидеры, пассионарии и другие) повышенные трудности вызывают повышенное желание их преодоления с целью показать свои возможности и превосходство над другими, или для утверждения в роли лидера, или же из простого любопытства или удовольствия от возможного результата.

11. Цели человека (Вариант 1)

- 11.1. Жизнь человека это бесконечная цепь действий и поступков. Каждое действие или группа действий психически нормального человека преследует определённые цели, к достижению которых он стремится с максимальной вероятностью (включая сюда и видимые, и скрытые цели).
- 11.2. Общая цель всех действий и поступков человека - это достижение максимальной выгоды в обобщённом смысле этого слова, включая туда все материальные и нематериальные (моральные) выгоды, в том числе удовлетворённость достигнутым результатом, удовольствия и положительные эмоции и другие.
- 11.3. Человек, для достижения общей цели в виде максимума выгоды, в пределах своих возможностей стремится к максимальной влиятельности в обществе, используя для этого три возможные пути. Это стремление к максимуму власти, к максимуму богатства и к максимуму духовного влияния на людей.

- 11.4. У разных людей, в зависимости от их индивидуальных качеств и жизненных обстоятельств, эти три пути повышения влияния в обществе могут иметь разные значимости и приоритеты.
- 11.5. Поэтому цель каждого конкретного действия человека представляет собой взвешенный субъективный компромисс между указанными тремя глобальными целями с учётом их приоритетов для данной личности и в данной ситуации.
- 11.6. Таким образом, даже самое незначительное действие человека направлено на получение материальной, либо моральной выгоды, в зависимости от того какие шансы даёт для этого жизнь и какие субъективные предпочтения имеет конкретная личность.
- 11.7. Чтобы убедиться в справедливости обсуждаемых принципов, можно попробовать на минуту представить себе общество, где люди действуют по принципу уменьшения собственной выгоды и уменьшения своей влияния в обществе, чтобы убедиться в абсурдности такого предположения.
- 11.8. Но это не значит, что невозможны даже вре́менные отступления от этого принципа. Дело в том, что принцип максимума выгоды – это интервальный принцип, а не точечный, что попросту означает, что иногда для большей (интервальной) выгоды можно идти на малые (точечные) потери.
- 11.9. Более того, принцип пожертвования малым для выигрыша большего является универсальным и, часто незаметно сопровождает действия и поступки человека.

12. Обобщенная выгода и ошибки людских систем

- 12.1. Если же вре́менные отступления от принципа максимума обобщённой выгоды не способствуют дальнейшему увеличению той же обобщённой выгоды, то эти отступления просто представляют собой ошибки, которые также являются неотъемлемой частью действий и поступков людей.
- 12.2. Малые и большие ошибки сопровождают нашу жизнь везде и всюду, редко в виде катастрофических промахов, и чаще всего в виде не вполне эффективных действий и поступков.

13. Обобщенная выгода человека, эгоизм и альтруизм

- 13.1. Говоря о понятии обобщённой выгоды, необходимо иметь в виду, что для достижения её максимума, действия и поступки человека должны находиться где то между чистым эгоизмом и альтруистическим подходом к жизни.
- 13.2. Это попросту означает, что максимум обобщённой выгоды для данной личности достигается тогда, когда человек думает не только о своей выгоде, но и о выгоде некоторого близкого окружения.
- 13.3. Близкое окружение объединяет людей, которые имеют тесные связи и интенсивные контакты друг с другом, причём, количество контактов и связей данного человека с окружением при удалении от него уменьшается.
- 13.4. Характер этого ослабления контактов между людьми при их удалении друг от друга определяет степень связности в обществе.
- 13.5. Вместе с ослаблением контактов между людьми ослабевает и интерес к выгоде других.
- 13.6. И вот, от этой скорости спада интереса данной личности к выгоде других при удалении от него зависит очень многое в жизни общества.
- 13.7. Вернее на этой важной характеристике людей зиждется вся жизнь общества, которая, в зависимости от степени альтруизма, может покрыть весь диапазон сущности общества начиная от жульничества и несправедливости до нормального справедливого отношения между людьми.
- 13.8. В отличие от принципов, лежащих на основе целей, преследуемых человеком в повседневной жизни, существуют совершенно другие принципы, лежащие уже в основе осуществления действий и поступков людей.

14. Цели человека (Вариант 2): Иерархия целей в деятельности человека (социальная сторона действий людей)

- 14.1. Скрытая цель каждого действия психически нормального человека – это поддержание жизненного процесса и улучшение качества жизни с целью получения максимальной выгоды в обобщённом смысле этого слова (имеется в виду не только материальные, но и нематериальные (моральные) выгоды в том числе в виде удовольствий и положительных эмоций).

- 14.2. Поэтому любое действие и любая деятельность человека, если они не содержат ошибок, направлены на получение максимальной выгоды в обобщённом смысле этого слова.
- 14.3. Жизнь в своих многочисленных проявлениях показала, что выгоды и качество жизни конкретного человека находятся в прямой зависимости от степени влиятельности этого человека в обществе.
- 14.4. Поэтому прямым следствием принципа максимума выгоды является принцип максимума влиятельности, что в свою очередь расщепляется на принципы максимума власти, максимума богатства и максимума духовного влияния на других людей.
- 14.5. Поэтому максимизация степени собственного влияния в обществе (каждый в своих масштабах) является основой поведения любого человека.
- 14.6. Мерой влиятельности данного индивида является степень его значительности в жизни общества (отсюда постоянное стремление людей показать насколько они значительны, и как люди уважают и любят их, как они советуются с ними, как считаются с их мнением, и т. д.).
- 14.7. В свою очередь действует и обратное правило, т. е. власть, богатство и духовность, в совокупности своей, определяют степень влиятельности данного человека в обществе.
- 14.8. Причём власть, богатство и духовность могут порождать друг друга, а именно: власть может способствовать обогащению держателя власти и редко - порождать духовность, богатство с лёгкостью может порождать власть и духовность, духовность тоже в состоянии иногда порождать власть, а потом, как следствие, и богатство.
- 14.9. Приведённые цели и принципы, лежащие в основе деятельности людей, справедливы для разных общественных строев. По части влиятельности и значительности сказанное справедливо также и для животного мира.
- 14.10. Кроме иерархии целей и принципов, которые неизменны для разных общественных строев и для самых разных жизненных ситуаций, есть ещё система ограничений, которая накладывается на цели и принципы и именно этими ограничениями обусловлены разные поступки людей в разных жизненных ситуациях.
- 14.11. Для всех иерархических живых систем (биологических и социальных) справедлив принцип максимальной влиятельности, т. е. каждое живое

существо стремится к максимуму возможной влиятельности в своей среде для преобладания максимальным количеством благ.

- 14.12. Кроме того, для поддержания влиятельности необходимо постоянно демонстрировать свою значительность и превосходство над другими, иначе конкуренты, тоже стремящиеся к максимуму влиятельности, могут захватить по возможности большую часть благ.

15. Принципы, лежащие в основе действий человека (биологическая сторона действий человека)

- 15.1. Чисто биологически обеспечение жизненного процесса связано с добыванием пищи (то есть энергии), защиты от опасностей и размножением.
- 15.2. В сложной цепи жизнеобеспечения один и тот же вид может быть хищником и опасностью для одних видов и жертвой и пищей для других.
- 15.3. Во всех своих проявлениях природа имеет экстремальный характер, который в случае жизнеобеспечения приводит к тому, что каждый вид стремится к минимуму вероятности быть жертвой и пищей для других и, одновременно, стремится к максимуму вероятности добывания пищи и превращения других в свою жертву.
- 15.4. Все действия любого организма требуют расхода энергии и усилий за счёт труднодобываемой пищи, поэтому одним из основных принципов жизнеобеспечения это принцип минимума расходуемой энергии/усилия.
- 15.5. В этом смысле речь может идти о принципе относительного минимума расходуемой энергии/усилия, так как при увеличении опасности для жизни, организм увеличивает активность и, следовательно, расход энергии с целью минимизации вероятности и риска превращения в жертву, путём бегства или встречного нападения.
- 15.6. Это значит, что вторым принципом жизнеобеспечения организма является принцип минимума риска стать жертвой других.
- 15.7. Так как энергетические ресурсы организма весьма ограничены, а среда обитания агрессивна, то основные функции жизнеобеспечения нуждаются в дополнительных стимулах в виде максимума удовольствия или минимума неприятности.
- 15.8. Это значит, что самые важные из совершаемых организмом действий должны сопровождаться наибольшим удовольствием. Отсюда удовольствие победы, удовольствие от еды и удовольствие размножения.

- 15.9. Отсюда и третий принцип жизнеобеспечения в виде максимума удовольствия или минимума неприятности.
- 15.10. Таким образом на биологическом уровне любое действие, совершённое организмом, управляется тремя принципами:
- Энергетический принцип – принцип максимум приобретённой в виде пищи энергии и принцип минимума расходуемой собственной энергии и усилия,
 - Принцип безопасности – принцип минимума разнородных рисков для собственной жизни и принцип максимума рисков для жизней своих жертв.
 - Принцип максимума удовольствия при условии обилия пищи и отсутствия опасностей и рисков для жизни.
- 15.11. Таким образом каждое действие или цепь действий, в зависимости от обстоятельств, представляет собой некоторый компромисс указанных трёх принципов, который, в свою очередь управляется принципом более высокого уровня, а именно принципом максимума вероятности сохранения и продолжения жизни (принцип самосохранения).
- 15.12. На уровне отдельных действий принцип самосохранения превращается в принцип максимума вероятности успешного завершения действия (успешность - в понимании данного индивида).
- 15.13. Причём под сохранением жизни понимается и сохранение собственной жизни (эгоизм), и сохранение жизней окружения (альтруизм). Последнее, то есть забота о других (в расширенном смысле), при переходе от биологического уровня к социальному уровню имеет особую важность в смысле создания нормальной общественной жизни и устойчивой государственности с приемлемым качеством жизни людей.
- 15.14. В зависимости от конкретной ситуации при исполнении очередного действия каждый из принципов жизнеобеспечения имеет свой приоритет.
- 15.15. Так, если организм сыт и опасности отсутствуют, то приоритеты энергетического принципа и принципа риска в жизнеобеспечении низки и в такой ситуации организм руководствуется только принципом получения максимального удовольствия. Примеры этого явления многочисленны.

Рис.15.1. Цели человека и принципы, лежащие в основе осуществления его действий





Рис.15.2 Структура и истоки действия человека
(концептуальная основа для количественного описания деятельности людей)

16. Верхний предел трудности человеческих действий и поступков

16.1. Все виды человеческих действий и поступков, будь то прыжок в высоту, решение некоторой задачи, или принятие трудного финансового решения имеют свои верхние пределы осуществимой трудности.

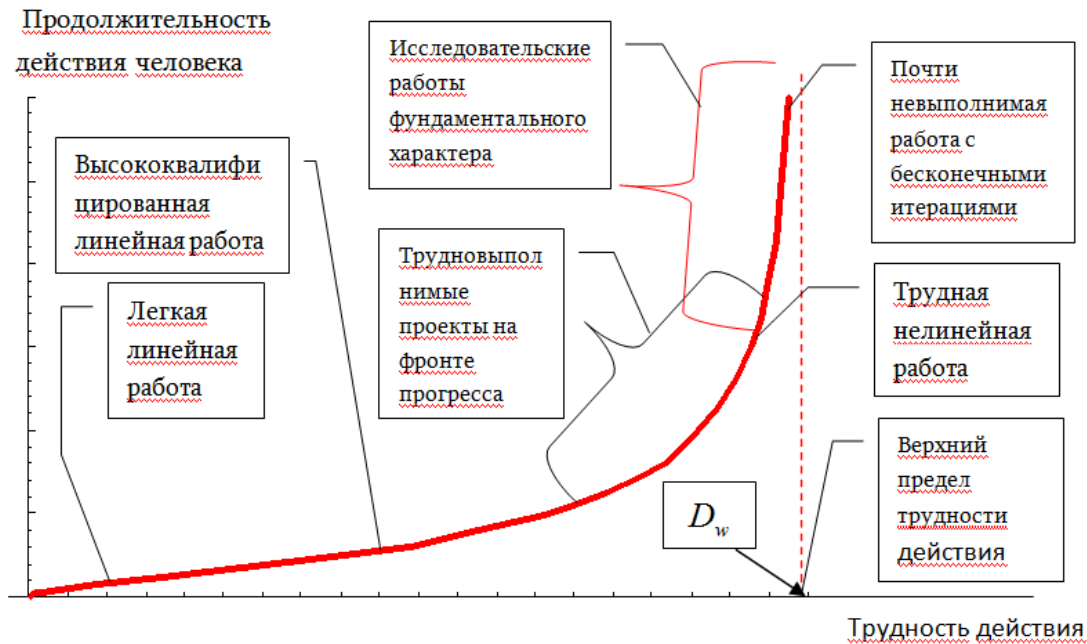


Рис.16.1. Нелинейная зависимость между длительностью человеческого действия и его трудностью

- 16.2. Причём для одного и того же действия или поступка верхние пределы осуществимой трудности для разных людей могут существенно отличаться.
- 16.3. Кроме того, верхние пределы осуществимой трудности для конкретного человека могут быть увеличены путём обучения и тренировок, но с другой стороны безделье и забывание знаний и навыков могут привести к снижению указанных верхних пределов, то есть к утрате профессиональных качеств людей.
- 16.4. Подобные верхние пределы осуществимой трудности имеются не только у отдельных людей, но и у группы людей и организаций (Рис.16.1). Те же верхние пределы осуществимой трудности можно найти на уровне отдельных государств и человечества в целом.
- 16.5. Иными словами, можно утверждать, что прогресс на любом уровне человеческого общества это увеличение соответствующих верхних пределов осуществимой трудности задач, стоящих перед людьми.

17. Влияние верхнего предела осуществимой трудности действия на поведение людей

- 17.1. Жизнь и деятельность людей представляет собой бесконечную цепь действий и поступков, связанных с осуществлением основных функций жизнеобеспечения. Эти действия и поступки преследуют разные цели и имеют разные степени трудности в смысле их реализации.
- 17.2. Если рассматривать эти действия и поступки с точки зрения достижения ими преследуемых целей, то часть из них можно считать успешной, а другая часть – неуспешной или частично успешной.
- 17.3. Причём по мере увеличения трудности указанных действий и поступков уменьшится вероятность их успешного завершения.

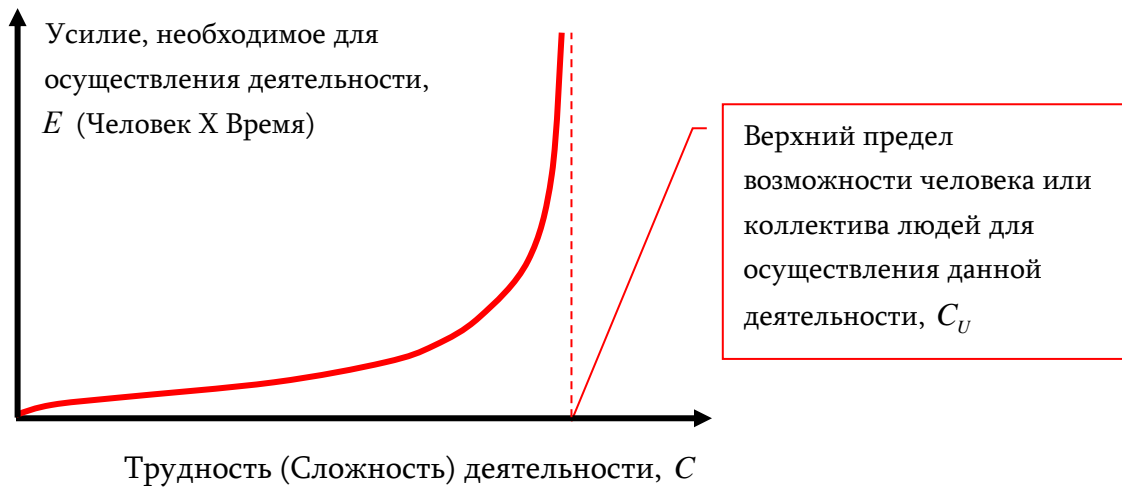


Рис.17.1. При приближении к верхнему пределу трудности (сложности) деятельности человека, необходимое для этого усилие (энергия, время) резко увеличивается

- 17.4. Всё это говорит о том, что возможности человека по всем направлениям его деятельности ограничены сверху и повышение уровней трудности всевозможных действий и поступков до указанных верхних пределов приводит к неожиданным нелинейным эффектам и труднопредсказуемым результатам.
- 17.5. Самым важным нелинейным эффектом, связанным с верхними пределами возможностей людей является то, что при повышении степени трудности (или сложности) действия (поступка, деятельности) и приближении его к верхнему пределу успешной осуществимости, усилие (энергия, время) затраченное на исполнение действия резко увеличивается (Рис.17.1).

- 17.6. Это происходит из-за допущенных ошибок и невозможности нахождения приемлемых решений, позволяющих успешно завершить действие (поступок, деятельность)
- 17.7. Затем наступает этап исправления ошибок и связанных с этим итераций или цепи попыток, которые могут привести либо к успешному завершению, либо к неудаче и прекращению усилий в этом направлении.
- 17.8. Эмпирическим свидетельством подобного эффекта и соответствующего хода событий может служить информация, представленная на Рис.17.2, где показаны статистические данные о рисках провала проектов из области информационных технологий.



Рис.17.2. Зависимость риска незавершения проекта в области информационных технологий от общего усилия проекта

(<http://www.zdnet.com/blog/projectfailures/new-it-project-failure-metrics-is-standish-wrong/513>)

- 17.9. Приведённая статистика показывает зависимость указанного риска незавершения проекта в зависимости от масштабности или величины проекта, выраженной через общее усилие, затраченное на работы по проекту.
- 17.10. Основной причиной провала проектов является их сложность, увеличение которой приводит к нелинейному росту риска провала.

- 17.11. Так, статистика показывает, что, если например затраченное на проект усилие составляет 500-1000 человек-месяц, то средний шанс неудачного завершения проекта составляет 50%.
- 17.12. Причиной этого является то, что увеличение сложности проекта сокращает расстояние до верхнего предела успешной осуществимости, характерной для данного уровня знаний и навыков общества, и, соответственно уменьшается вероятность того, что проект будет завешён успешно.
- 17.13. Сказанное относится к любому масштабному делу, вплоть до построения успешного или несостоящегося государства.
- 17.14. Если возвращаться на уровень отдельных действий человека и рассматривать их длительность как функцию от трудности действия, то такую зависимость можно представить примерно так, как это было показано на Рис.16.1.
- 17.15. На этом рисунке представлена типичная нелинейная зависимость продолжительности действия от степени трудности и верхнего предела возможностей человека для преодоления конкретного типа трудности, поскольку для каждого действия есть свой собственный верхний предел осуществимой трудности.
- 17.16. Аналогичная кривая для зависимости продуктивности человека от трудности его действий представлена на следующем Рис.17.3.
- 17.17. По сути на Рис.16.1 и Рис.17.3. представлено детерминистское или усреднённое (то есть невероятностное) поведение человека, но нельзя забывать, что принятие решений и конкретные действия на основе этих решений, использующие усреднённые стратегии почти всегда ущербны, поскольку не учитывают риски, связанные с процессами (в нашем случае с рисками провалов действий).
- 17.18. Поэтому для полного охвата проблемы необходим вероятностный (или стохастический, недетерминистский) анализ процесса исполнения действия с учётом верхнего предела возможностей человека.

Продуктивность человека

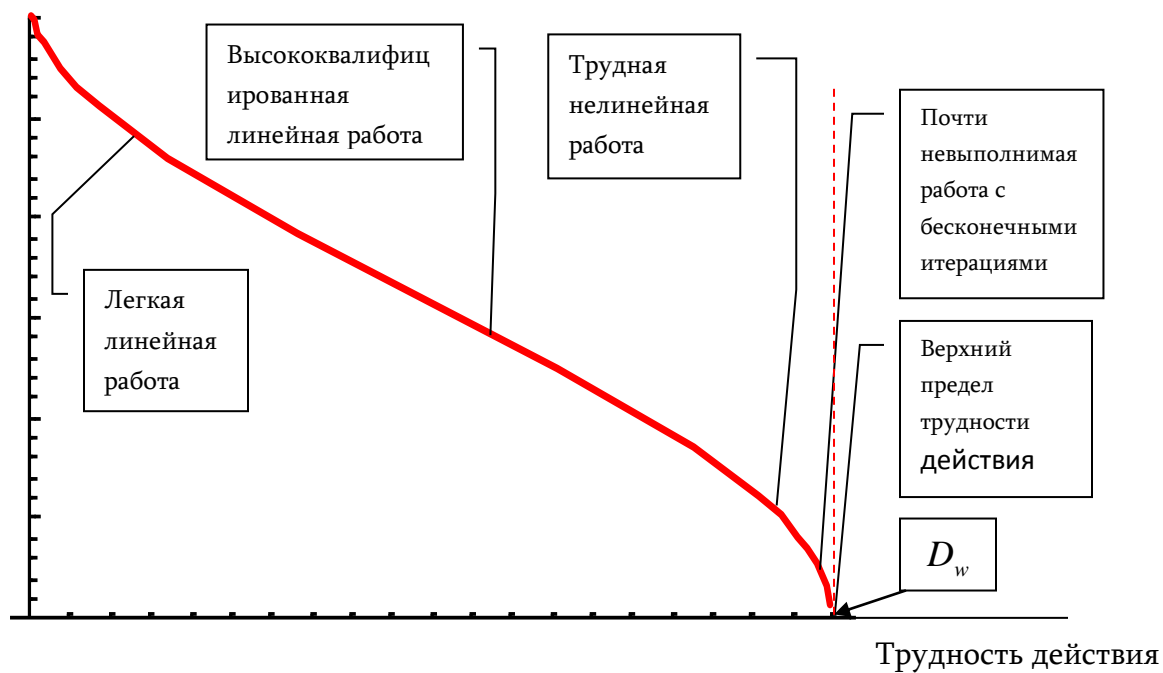


Рис.17.3. Нелинейная зависимость между продуктивностью человека и трудностью его действий

18. Вероятностный анализ процесса исполнения действия с учётом верхнего предела возможностей человека

18.1. Начнём анализ процесса исполнения действия человеком с обзора Рис.18.1.

18.2. На этом рисунке человек представлен как нелинейный преобразователь входного случайного (стохастического) процесса последовательности действий в выходной случайный процесс длительности (продолжительности) тех же действий.

18.3. Центром рисунка является усреднённая нелинейная зависимость длительности действий человека от их трудности с верхним осуществимым пределом D_w , на которую накладывается входной случайный процесс трудности действий (вертикальная зелёная кривая со средним значением D_{Av} и плотностью распределения трудности действий f_D).

18.4. Результатом действий человека является выходной случайный процесс длительности действий в виде горизонтальной зелёной кривой и соответствующего асимметричного распределения с длинным хвостом f_T .

- 18.5. Всплески задержки в действиях людей появляются тогда, когда всплески или выбросы трудности его действий приближаются к верхнему осуществимому пределу сложности действий, тем самым проникая в нелинейную часть соответствующей характеристики человека.
- 18.6. Длинный асимметричный хвост этого распределения и есть математическая модель задержек в действиях людей.

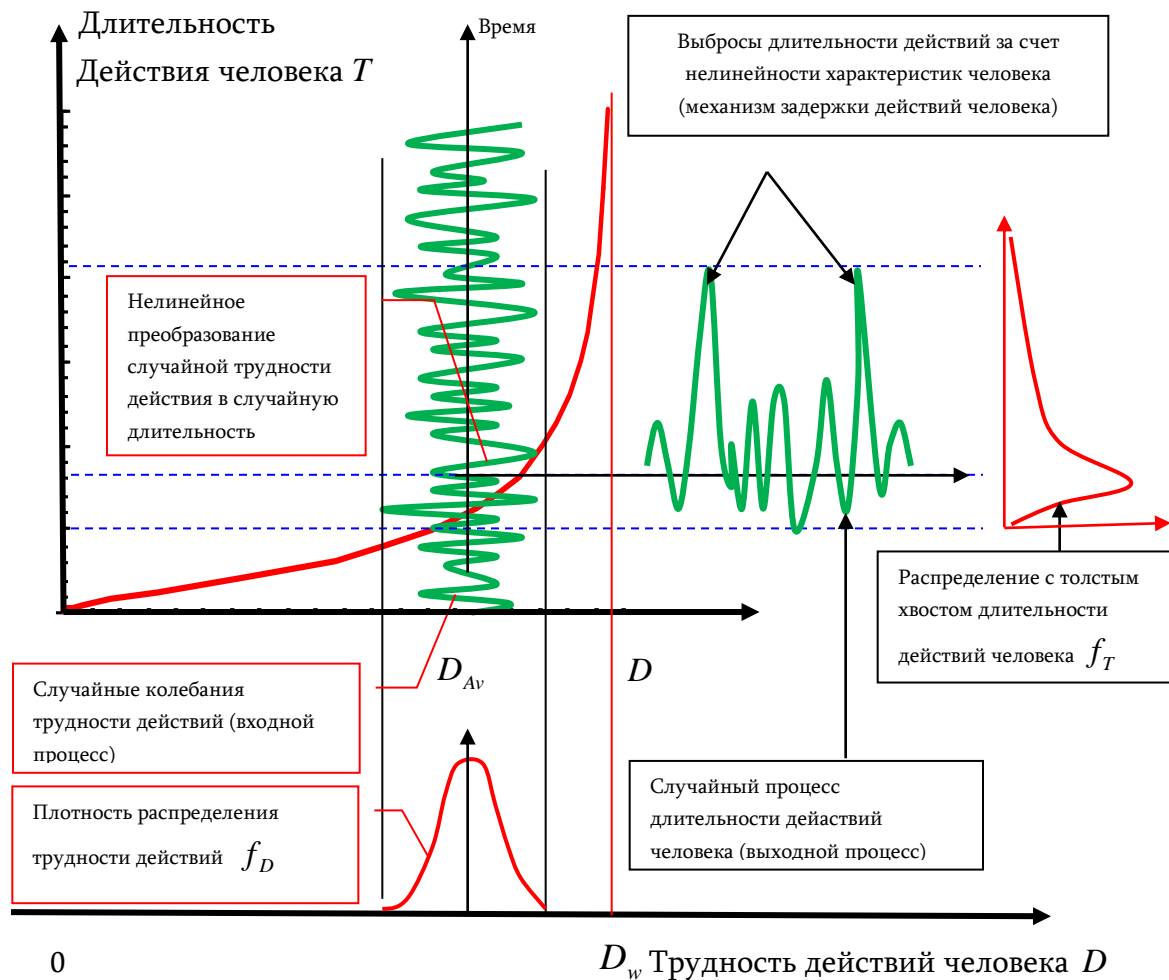


Рис. 18.1 Вероятностная картина исполнения действия человеком: нелинейное преобразование входного случайного процесса трудности действий в выходной случайный процесс продолжительности действий

- 18.7. В качестве примеров можно привести любое из бесконечного разнообразия различных действий человека: решение проектных задач инженером,

прыжки в длину и высоту спортсменом, выполнение домашнего задания по математике учеником и многое другое.

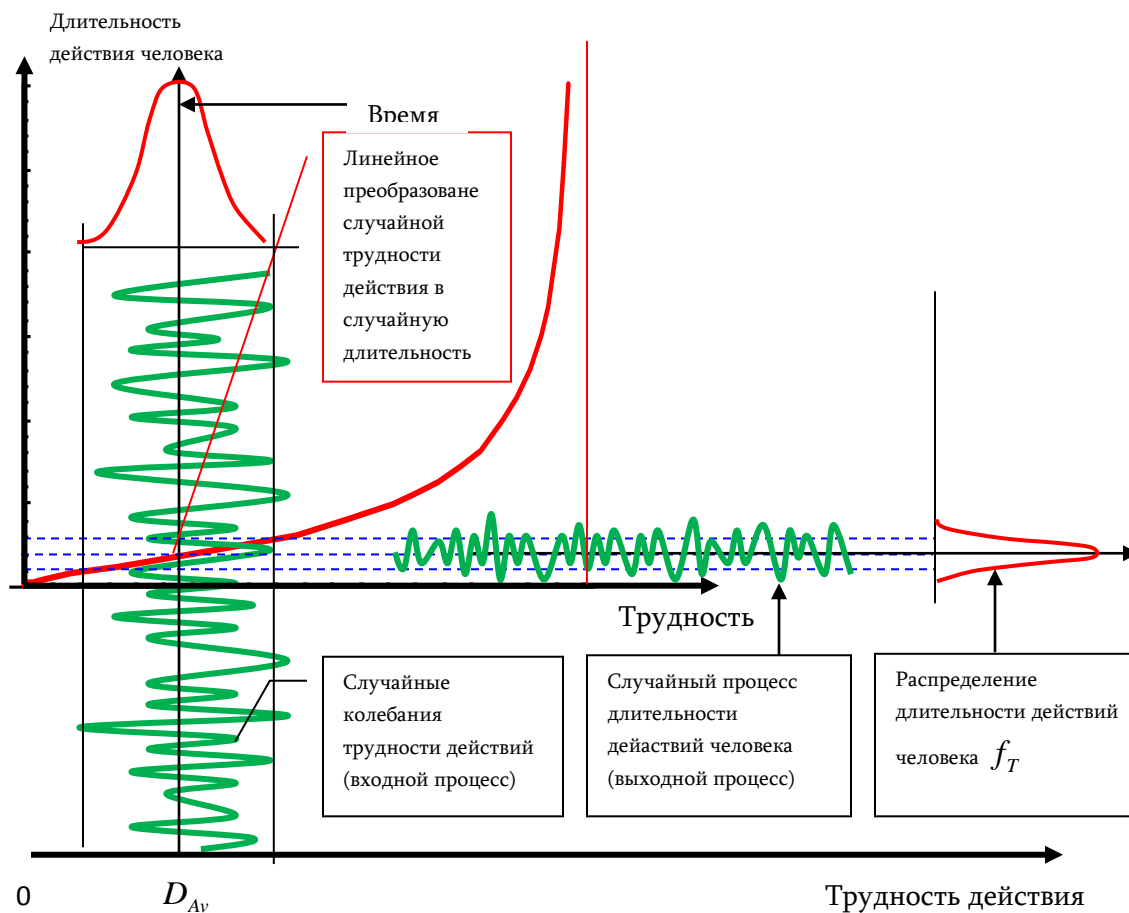


Рис.18.2 Линейное преобразование трудности действия в длительность действия

- 18.8. Если же действия человека происходят в линейной части зависимости длительности от трудности действия, то симметричным случайным входным процессам трудности действий соответствуют симметричные функции плотности выходного случайного процесса длительности действий (Рис.18.2).
- 18.9. На Рис.18.3 представлена сравнительная картина преобразований случайных процессов трудности действий человека в случайные процессы длительности или задержек этих же действий с наглядным переходом от линейной части характеристики человека к нелинейности в виде увеличения асимметрии функций распределения выходного.

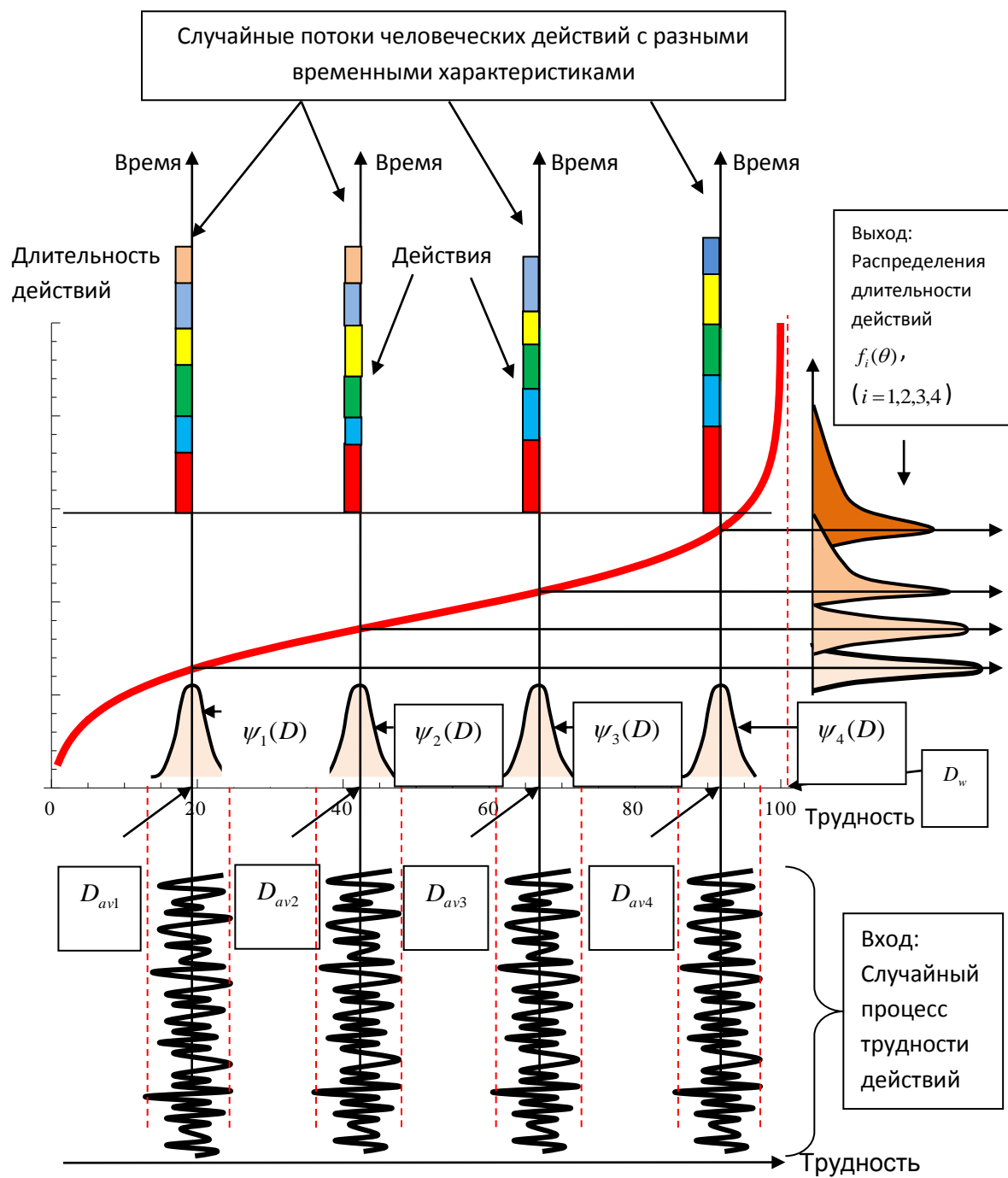


Рис.18.3. Трансформация четырёх случайных процессов трудности действий человека в случайные процессы длительности действий

18.10. В вышеизложенном смысле большинство людей, как системы обработки информации и принятия решений, имеют линейные характеристики.

- 18.11. Более того, у остальных людей, имеющих нелинейные характеристики, подавляющая часть действий также является линейной.
- 18.12. В количественном отношении соотношение между линейными и нелинейными действиями подчиняется степенному закону, хорошо известному как удачное средство для математического представления самых разнообразных величин: распределение населения городов, распределение богатства людей, распределение ссылок на научных статей, распределение размеров рек и озёр и многое другое.
- 18.13. Для более основательного проникновения в суть проблемы адекватного количественного представления действий человека можно построить аналогичные кривые для продуктивности деятельности людей (Рис.18.4).
- 18.14. Как это показано на Рис.18.4, продуктивность людской системы являясь функцией мотивации людей и трудности деятельности, модулируется случайными процессами этих величин $P = f(M, P_{\max}(D))$
- 18.15. Концептуальные возможности понятия верхнего предела способностей людских систем для анализа и прогнозирования подобных систем значительны, так как позволяют расширить сферу количественного анализа в сторону охвата таких сторон поведения человека как лень, подлог, коварство, целенаправленность, и многое другое.
- 18.16. Кроме того, окрестности верхних пределов возможностей людских систем, содержат как регулярные и вполне предсказуемые, так и трудно прогнозируемые и совершенно неожиданные действия и поступки людей, а также такие важные и судьбоносные события, как революции, войны, общественные движения, научные открытия, технологические новшества, и многое другое.
- 18.17. Часть из таких судьбоносных явлений Нассим Николас Талеб окрестил именем “чёрные лебеди”, имея в виду редкость, непредсказуемость и масштабность последствий таких явлений.
- 18.18. Имея в виду то обстоятельство, что, как правило “чёрные лебеди” обитают в окрестностях верхних возможностей людских систем, то развитие количественных методов, отражающих нелинейность и случайность

поведения указанных систем, поможет развитию теории редких и масштабных общественных явлений.

Элементы математической теории деятельности людских систем

(Часть 3: Поведенческие траектории и моделирование недовольства и протестов людей)

Павел Барсегян
(Д.Т.Н, профессор)

Содержание

19. О сути математической теории людских систем
20. Количественное описание разнообразия деятельности людей: Разные интерпретации параметров в уравнениях состояния людских систем
21. Цели как обязательная составная часть математических моделей людских систем
22. Изменения в деятельности людей как перемещения по поведенческим траекториям
23. Потоки поведенческих траекторий людской системы
24. Цели людской системы и их влияние на поведенческие траектории
25. Экстремальные поведенческие траектории людских систем: Принцип градиента скалярного поля вероятности успеха
26. Разные интерпретации параметров людских систем
27. Количественная интерпретация результатов действий и деятельности людей
28. Представление жизнедеятельности людей как смешанного потока биологических и социальных действий, событий и поступков
29. Вывод функциональной связи между доходом/зарплаты человека и уровнем его сытости из уравнений состояния

30. Связь недоедания и голода с уровнем недовольства людей

31. Уровень сытости/голода F как связующее звено между условиями жизни и деятельности людей и состоянием недовольства в обществе

19. О сути математической теории людских систем

Одна из принципиальных заслуг математической теории людских систем - это возможность комплексного количественного представления и описания человеческих действий и деятельности по подобию методов теоретической физики и других точных наук.

Другой немаловажной особенностью теории людских систем является то, что она потенциально может отражать и адекватно представить любой аспект человеческих действий и деятельности.

Такой результат достигается путем пошагового расширения основных уравнений состояния людских систем, отражающих деятельность человека как со стороны возможностей людей, так и со стороны требований среды, где протекает жизнь человека, или развёртывается его деятельность.

Следующим важным для построения математической теории жизнедеятельности людей обстоятельством является то, что уклад жизни людей в течении определенного отрезка времени можно считать неизменным, что позволяет при количественном описании жизненного процесса людей обойтись без применения сложных динамических моделей в виде дифференциальных уравнений.

Такой подход позволяет свести количественное описание равновесной деятельности человека к сравнительно простым алгебраическим уравнениям.

При этом под равновесной или неравновесной деятельностью людей понимается их способность своими действиями уравнивать (или нет) последовательность требований жизни.

Наконец, важнейшим фактором для адекватного количественного описания поведения людских систем является возможность получения однозначных функциональных связей между их системными параметрами.

Теория людских систем обеспечивает такую однозначность путём сочетания уравнений состояния с целями систем и ограничениями, которые могут накладываться на тот или иной аспект их жизнедеятельности.

В математическом плане это означает нахождение экстремальных или оптимальных жизненных траекторий людских систем при ограничениях. Причём, своеобразную роль ограничений играют и сами уравнения состояний.

Что же касается математической формулировке целей людских систем, то конкретный вид такой формулировки зависит от конкретных обстоятельств решаемой задачи.

Если решается задача нахождения некоторых экстремальных жизненных траекторий, то для её математической формулировки необходим вариационный подход.

Если же решается та же задача с ограничениями, то адекватным для этой ситуации может оказаться принцип максимума Понтрягина, для другой задачи адекватным может быть метод динамического программирования, для третьей - метод неопределённых множителей Лагранжа, и так далее.

В настоящей работе вариационные задачи нахождения экстремальных жизненных траекторий людских систем решаются методом градиента вероятности успеха системы.

20. Количественное описание разнообразия деятельности людей: Разные интерпретации параметров в уравнениях состояния людских систем

То обстоятельство, что параметры, входящие в уравнения состояния людских систем отражают произвольный вид деятельности людей, открывает широкие возможности для математического моделирования и адекватного количественного описания их жизнедеятельности.

Для такого утверждения основанием служит то, что на системном уровне разные виды деятельности не отличаются друг от друга, поскольку все они требуют траты усилия E , имеют некоторую эффективность P , величину или масштаб W , трудность D и длительность T , а также для их исполнения требуется некоторое число людей N .

Поэтому условия баланса между этими параметрами в виде уравнения состояния людских систем типа

$$E * P = W * D \quad (1)$$

или

$$T * N * P = W * D \quad (2)$$

могут служить ключом, позволяющим количественно описать все виды деятельности людей.

Но всегда необходимо иметь ввиду, что уравнение состояния являясь обобщенным средством количественного представления и описания поведения людских систем, тем не менее является только составной частью математического описания поведения людей.

21. Цели как обязательная составная часть математических моделей людских систем

Другой составной частью количественного описания поведения людских систем является цель системы, которая тоже является некоторой функцией от тех же системных параметров.

Дело в том, что любое уравнение состояния содержит бесконечное количество функциональных связей между любыми парами системных параметров.

Это попросту означает, что только лишь средствами уравнений состояния невозможно обеспечить однозначность функциональных связей между параметрами системы.

Это, в свою очередь означает, что без однозначности указанных функциональных связей невозможны никакие оценки, прогнозы и, в конечном счете, управление людскими системами.

Поэтому основное предназначение цели людской системы в математическом описании ее поведения это обеспечение однозначности функциональных связей между системными параметрами, путем выделения одной экстремальной траектории поведения среди многочисленных возможных траекторий.

На практике это означает, что уравнение состояния как математическое уравнение имеет бесконечное количество решений, каждое из которых представляет собой некоторую траекторию жизнедеятельности в пространстве параметров или системных переменных людского сообщества.

22. Изменения в деятельности людей как перемещения по поведенческим траекториям

Разъясним смысл деятельности людей в условиях постоянных изменений, а также смысл указанных поведенческих траекторий на примере работы некоторой группы людей.

Предположим, что по некоторому предварительному плану работу или деятельность заданного объема W_0 и известной трудности D_0 ($C_0 = W_0 * D_0$) можно выполнить в течении времени T_0 с числом работников N_0 , которые имеют в среднем производительность P_0 . Это означает, что согласно уравнению состояния будем иметь

$$T_0 * N_0 * P_0 = C_0 = W_0 * D_0. \quad (3)$$

Положим также, что в связи с изменением ситуации и появлением других важных работ число исполнителей N_0 должно уменьшаться, становясь равным N_1 .

Поскольку сложность работы C_0 , то есть ее объем W_0 и трудность D_0 остаются неизменными, то задача составления нового плана работ сводится к определению новой длительности работ T_1 с учетом того, что изменится также производительность P_0 , становясь равной некоторому новому значению P_1 .

Первоначальный план работы/деятельности людей можно представить в пространстве переменных (T, N, P) как одну точку с координатами T_0, N_0, P_0 .

Назовем эту точку характеристической точкой работы/деятельности людей. В силу постоянства величины сложности $C_0 = W_0 * D_0$ эта точка всегда находится на гиперболической поверхности

$$T * N * P = C_0 = W_0 * D_0 = Const \quad (4)$$

Изменение числа людей от N_0 к N_1 приведет к изменениям длительности деятельности/работы T и их продуктивности P . В результате такого изменения характеристическая точка работы/деятельности людей будет перемещаться по некоторой траектории, всегда оставаясь на той же гиперболической поверхности в силу постоянства $C_0 = W_0 * D_0$.

23. Потоки поведенческих траекторий людской системы

Приведенный пример поведения людской системы показывает, что всякое изменение одного из параметров N, P или T деятельности людей приведет к перемещению

характеристической точки по некоторой траектории, всегда оставаясь на гиперболической поверхности $T * N * P = C_0 = W_0 * D_0 = Const$.

Это также означает, что каждый вариант первоначального плана деятельности людей будет начальной точкой некоторой траектории на той же гиперболической поверхности.

В силу того, что первоначальных планов может быть множество, каждый из которых станет начальной точкой некоторой траектории изменений, то организационное поведение всякой людской системы будет иметь вид потока возможных траекторий на поверхности $T * N * P = C_0 = W_0 * D_0 = Const$.

Проекции этих поведенческих траекторий на координатные плоскости (T, N) (T, P) и (N, P) будут представлять собой семейства функциональных зависимостей между соответствующими парами системных переменных.

Это приводит к важному заключению о том, что состояние людской системы на начальных этапах деятельности может иметь существенное влияние на ее поведение и дальнейший ход процессов.

24. Цели людской системы и их влияние на поведенческие траектории

Теперь поговорим о целях людской системы и их влиянии на ее поведенческие траектории, а также на направление этих траекторий в пространстве системных переменных на примере параметров N , P и T .

В самом общем виде цель людской системы это успешное завершение каждой конкретной деятельности, которое удобно мерить величиной вероятности успеха $P_{усп}$.

С другой стороны, для окончательной формулировки математической задачи о поведенческих траекториях необходимо выразить вероятность успеха деятельности через системные переменные N , P и T , то есть найти конкретный вид функции $P_{усп}(T, N, P, W, D)$.

Для этого необходимо, в первую очередь, уточнить смысл успеха. К примеру, если успех заключается в завершении деятельности/работы в заданные сроки T_{req} и, кроме того необходимо учесть случайный характер продуктивности P с распределением $\varphi(P)$, то случайное время успешного завершения деятельности будет иметь

распределение $\psi(P)$ (Рис.2), а математическая постановка задачи нахождения нужной траектории поведения людской системы будет иметь следующий вид:

При условии постоянства величины

$$T * N * P = C_0 = W_0 * D_0 = Const \quad (5)$$

найти максимум вероятности успеха

$$Max P_{усп} = Max \int_0^{T_{Req}} \psi(t, N, P) dt \quad (6)$$

25. Экстремальные поведенческие траектории людских систем: Принцип градиента скалярного поля вероятности успеха

Если же речь идет о переходе людской системы из первоначального состояния с параметрами T_0, N_0, P_0, W_0 и D_0 в новое состояние T_1, N_1, P_1, W_0 и D_0 по причине изменения одного из параметров N, P или T , то возникает ситуация, когда в поведенческом потоке всевозможных траекторий необходимо найти ту траекторию, которая обеспечивает максимум вероятности успеха деятельности системы.

Для решения такой задачи заметим, что каждому набору значений параметров N, P и T соответствует некоторое значение вероятности успеха $P_{усп}$.

Это значит, что совокупность всех значений вероятности успеха в пространстве (N, P, T) можно рассматривать как скалярное поле величины $P_{усп}$.

Это обстоятельство открывает широкие возможности для создания обобщенного теоретического подхода к проблемам управления людскими системами в условиях постоянных изменений, то, что в англоязычной научной литературе известно под названием change management.

Дело в том, что если рассматривать скалярное поле значений вероятности успеха людской системы вокруг первоначальной характеристической точки $\{T_0, N_0, P_0, W_0, D_0\}$ на предмет выявления предпочтительных направлений, то в основу политики управления можно положить направление быстрого увеличения этой вероятности.

Учитывая, что направление быстрого увеличения скалярной функции это ее градиент, то в основу всей идеологии change management в области управления

людскими системами можно положить именно направление градиента вероятности успеха этих систем.

Это означает, что если объединить информацию о величине изменения одного из параметров N , P или T людской системы с информацией о направлении максимального увеличения ее вероятности успеха, то это позволит однозначно определить значения изменений остальных двух параметров тоже.

Ясно, что представленный с помощью вышеприведенного примера подход к проблеме change management можно распространить на любую людскую систему с произвольным числом системных переменных, поскольку в условиях изменений движение системы по траектории градиента вероятности успеха является стратегически правильным решением.

Несмотря на то, что подобная общая стратегия движения систем в условиях изменений не вызывает никаких сомнений, но в каждом конкретном случае ее применения возникают трудности, связанные с количественным осмыслением понятия успеха.

В математическом плане это значит, что в каждом конкретном случае необходимо найти правильную количественную структуру вероятности успеха, иными словами каждый раз необходимо найти конкретный вид функций типа $P_{усп}(T, N, P, W, D)$.

Вышеприведенный пример является одним из самых простых случаев цели, которая заключается в том, чтобы деятельность или работа людей должна быть завершена не позднее указанного времени, то есть $T \leq T_{Req}$.

В другом случае цель деятельности может иметь вид минимизации времени исполнения $MinT$ без каких либо дополнительных ограничений, или же целью может служить достижение максимума выгоды, и так далее.

26. Разные интерпретации параметров людских систем

Например, если рассматривать параметр усилия E как начальную точку цепи взаимосвязанных интерпретаций деятельности людей, то с одной стороны оно может быть рассмотрено как некий эквивалент расхода энергии организмом и уставания человека, а с другой стороны - как эквивалент пополнения запасов энергии (в смысле принятия пищи).

Аналогичным образом то же усилие E может служить неким эквивалентом зарплаты людей, что, в свою очередь имеет прямые связи с их уровнем жизни.

Это значит, что, в частности, усилие E может служить платформой для разветвления основных форм уравнений состояния по направлениям, отражающим биологические (энергия, уставание, отдых, пища, и т. д.) и социальные (зарплата, уровень жизни и другие) аспекты жизни с целью включения их в уравнения состояния.

Все это создает предпосылки для включения в одни и те же уравнения состояния людских систем параметры, отражающие и биологические, и социальные аспекты жизнедеятельности общества, тем самым создавая основу для изучения условий равновесия между указанными аспектами жизни людей.

Аналогичным образом величина действий и деятельности людей W может быть интерпретирована как инвариантная мера, отражающая величину и масштабность без исключения всех действий и поступков человека.

В силу того, что каждое действие человека имеет некоторый результат и, кроме того, каждый конкретный вид действия имеет свой специфический результат, который связан с величиной W некоторой функциональной зависимостью, позволяет количественно описать всю разновидность действий, и в конечном счете, всю деятельность человека как одно целое.

Например, в результате деятельности рабочего или ремесленника создаются или производятся товары и изделия, официант в ресторане производит услуги, бизнесмен производит операции, связанные с созданием богатства (со знаком плюс, то есть обогащение или со знаком минус, то есть обеднение), власть по определению должен производить справедливость, но на практике по причине ошибок иногда производится также и несправедливость, то есть справедливость со знаком минус.

В свою очередь, разные виды деятельности человека обеспечивают для него некоторую выгоду или ущерб, которые, в свою очередь, могут быть интерпретированы как источники удовлетворенности или недовольства людей, и, как следствие, протестов людей, напряженности в обществе, и так далее.

Совершенно аналогичным образом за **эффективностью и продуктивностью деятельности человека P** стоят все физические и умственные возможности человека, включая его знания, навыки, профессионализм, а также его здоровье, а за ними -

состояния систем образования и здравоохранения государства, а за всем этим стоит уровень развития общества L .

С формальной точки зрения параметр P отражает возможности человека создать или производить нечто в течении единицы времени. В зависимости от вида деятельности меняется и смысл этого нечто.

Например, финансист за единицу времени производит некоторое количество финансовых действий/операций, администратор - некоторое количество организационных действий/операций, писатель производит определенное количество страниц текста, журналист - статьи и заметки, сталевар - тонны чугуна, и так далее.

Что же касается параметра **трудности действий и деятельности человека** D , то многоликость этой величины открывает много путей и способов для ее интерпретации, в том числе как степени сложности исполнения действий (как в физическом, так и в умственном смысле). По этой линии трудность D напрямую связана с параметром эффективности действий P .

С другой стороны трудность (легкость) исполнения чего то, скажем открытия нового бизнеса, тесно связана с типом и состоянием общества, и, конечно же она связана с уровнем развития общества L .

Аналогичным образом каждому действию и деятельности людей можно сопоставить некоторый результат или результаты и, тем самым, открыть пути для разных новых интерпретаций уравнений состояния людской системы.

Приведенные качественные и количественные рассуждения служат основой для создания сети функциональных мостов между системными параметрами, отражающих связи между самыми разными аспектами жизнедеятельности общества.

Это говорит о том, что метод уравнений состояния людских систем потенциально способен описать все разнообразие и мозаику жизни человека количественными средствами.

Более того, представление жизни человека и жизнедеятельности общества как смеси неоднородных потоков действий и событий (в смысле рассмотрения жизни людей как смеси разных видов деятельности) позволяет свести всестороннее количественное жизнеописание людей к системе нелинейных уравнений состояния.

27. Количественная интерпретация результатов действий и деятельности людей

Каждое действие человека имеет некоторый результат R , который можно связать с величинами, входящими в уравнение состояния людской системы.

Эти результаты носят либо биологический характер, типа расхода энергии организмом и его усталости, голода, жажды, либо они носят социальный характер типа производства товаров, создания произведений искусства, занятие политической деятельностью, и так далее.

Для количественного описания этих результатов и их включения в уравнения состояния необходимо анализировать их причинно следственные связи с параметрами, входящими в уравнения состояния людских систем.

Например, расход энергии организмом, его усталость, голод и жажду можно естественным образом связать с параметром усилия E или длительностью действий и деятельности T .

Что же касается результатов созидательной деятельности людей, типа создания и производства товаров, генерации идей и их разработки, создания произведений искусств, и другие, то их можно связать с объемом или величиной действий/деятельности W .

Результаты, отражающие биологические и социальные аспекты жизнедеятельности людей также тесно связаны между собой, в том смысле, что биологическая сторона жизни является фундаментом для социальной деятельности человека, а последняя своими результатами обеспечивает биологическую сторону жизни.

Это обстоятельство позволяет двигаться в направлении всестороннего математического описания всего жизненного цикла людей, включающего все элементы последовательной цепи "Действия человека - расходование энергии - усталость и голод - потребность в новых действиях, связанных с отдыхом и добыванием и принятием пищи - восстановление нормального состояния - новые действия человека - расходование энергии и так далее".

Рассмотрим возможности количественного описания некоторых звеньев этой цепи на базе уравнений состояния человека.

28. Представление жизнедеятельности людей как смешанного потока биологических и социальных действий, событий и поступков

В целях количественного описания жизнедеятельности человека рассмотрим некоторый отрезок его жизни T , который представляет собой последовательность некоторых действий, отражающих и биологические, и социальные аспекты жизни людей.

Если из потока n действий исполненных в отрезке времени T выделить i -ое действие, то при равновесии это действие можно будет представить следующим уравнением состояния

$$T_i * P_i = W_i * D_i \quad (7)$$

Суммируя балансовое уравнение (7) для всех действий в отрезке времени $T = \sum_1^n (T_i)$

получим уравнение состояния для деятельности человека в данном промежутке времени

$$\sum_1^n (T_i * P_i) = \sum_1^n (W_i * D_i) \quad (8)$$

Последовательность действий человека это смесь разнородных потоков действий и событий, которую в первом приближении можно разделить на поток действий биологического характера и на поток действий социального характера.

Если в промежутке времени $T = \sum_1^n (T_i)$ m действия из общего числа n действий имели

биологический характер, а остальные $n - m$ - социальный характер, то уравнение состояния (8) будет расщеплено на два уравнения состояния, одно из которых будет отражать равновесие биологической стороны жизни, а второе - равновесие социальной стороны жизни:

$$\left. \begin{aligned} \sum_1^m (T_{bi} * P_{bi}) &= \sum_1^n (W_{bi} * D_{bi}) & (9-1) \\ \sum_1^{n-m} (T_{si} * P_{si}) &= \sum_1^n (W_{si} * D_{si}) & (9-2) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Здесь индексы b и s означают biological – биологический и social – социальный.

Для четкости и прозрачности анализа проблемы рассмотрим те идеализированные и простейшие случаи, когда имеем дело с однородными и похижами друг на друга действиями биологического характера и такими же действиями социального характера.

Это даёт возможность привести уравнения биологического и социального состояний человека (9) к следующему сравительно упрощенному виду

$$\left. \begin{aligned} P_b \sum_1^m T_{bi} &= D_b \sum_1^n (W_{bi}) & (10-1) \\ P_s \sum_1^{n-m} T_{si} &= D_s \sum_1^n (W_{si}) & (10-2) \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Учитывая, что величина $\sum_1^m T_{bi}$ это суммарная длительность T_b биологических действий человека, а величина $\sum_1^{n-m} T_{si}$ - соответственно суммарная длительность T_s социальных действий и, что суммы $\sum_1^n (W_{bi})$ и $\sum_1^n (W_{si})$ это соответственно общая величина биологических действий W_b и величина социальной деятельности W_s человека, вместо системы уравнений (10) будем иметь

$$\left. \begin{aligned} P_b T_b &= D_b W_b & (11-1) \\ P_s T_s &= D_s W_s & (11-2) \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Расширения и разветвления этих уравнений по разным направлениям служат основой для всего дальнейшего анализа.

29. Вывод функциональной связи между доходом/зарплаты человека и уровнем его сытости из уравнений состояния

Рассмотрим применение системы уравнений (11) для анализа состояния недовольства и протестов человека по причине недоедания из за нехватки денег на еду.

Для такой цели уравнение (11-1) можно интерпретировать как математическую модель принятия пищи и возобновления энергетических ресурсов голодного человека до сытого состояния, а уравнение (11-2) - как модель произвольной деятельности человека, в результате которой он зарабатывает денги на еду, но в то же время расходует энергию и становится голодным.

Другими словами уравнение (11-2) описывает расходование энергии человеком и зарабатывание денег, а уравнение (11-1) наоборот - расходование денег на еду и восстановление энергетических ресурсов организма.

При более детальной интерпретации уравнения принятия пищи (11-1), его левая часть, то есть величина T_b , это длительность принятия пищи, а величина P_b интерпретируется как интенсивность принятия пищи, то есть количество калорий съеденное за единицу времени. Это значит, что левая часть уравнения это количество пищи, необходимая сумма денег Z для приобретения которого определится по простой формуле

$$Z = k_z P_b T_b \quad \text{или} \quad \frac{Z}{k_z} = P_b T_b \quad (12)$$

где k_z стоимость единицы пищи.

В правой части уравнения (11-1) имеем величину действий по добыванию и принятия пищи W_b и трудность D_b , сопровождающей процесс добывания и принятия пищи.

Поскольку результатом всех этих действий является сытость, то можно считать, что результатом деятельности W_b является сытость F , или принятие пищи производит сытость.

В предположении линейной связи между величинами W_b и F будем иметь

$$F = k_F W_b \quad \text{или} \quad W_b = \frac{F}{k_F}, \quad (13)$$

где коэффициент k_F отражает калорийность пищи.

При этом предполагается, что единственной целью принятия пищи это восстановление расходуемой энергии, исключая при этом нелинейные явления типа обжорства.

Подставляя значения $P_b T_b$ и W_b в (11-1) получим новое уравнение для принятия пищи и восстановления энергетического ресурса человека, которое содержит стоимость пищи Z и степень сытости F

$$\frac{Z}{k_z} = D_b \frac{F}{k_F} \quad \text{или} \quad k_F Z = k_z D_b F \quad \text{или} \quad Z = \frac{k_z D_b}{k_F} F \quad \text{или} \quad F = \frac{k_F}{k_z D_b} Z \quad (14)$$

Простой смысл полученного уравнения состояния (14) состоит в том, что сытость стоит денег и уменьшение доходов может привести к голоданию.

Развернутый смысл уравнения состояния (14) заключается в том, что степень сытости F прямо пропорционален калорийности пищи k_F и сумме денег Z , предназначенной для приобретения пищи и обратно пропорционален стоимости единицы пищи k_z и трудностей D_b , сопровождающих процесс добывания и принятия пищи.

Перейдем к интерпретации и анализу уравнения социального состояния (11-2), которое описывает расходование энергии, сопровождающего деятельность человека и зарабатывание денег, некоторая часть которого предназначена для приобретения пищи и восстановления энергетических запасов человека.

Уравнение описывает любое занятие человека, который действуя с эффективностью P_s за время T_s , преодолевая трудности D_s выполняет работу W_s за что получает некоторое количество денег Z_0 .

Предполагая линейную связь между величиной работы W_s и вознаграждением за нее Z_0 , будем иметь

$$Z_0 = k_{F0} W_s, \text{ или } W_s = \frac{Z_0}{k_{F0}} \quad (15)$$

где k_{Z0} - оплата за единицу объема работы.

Подставляя значение W_s из (15) в уравнение состояния (11-2), получим

$$P_s T_s = D_s \frac{Z_0}{k_{Z0}} \text{ или } k_{Z0} P_s T_s = D_s Z_0 \text{ или } Z_0 = \frac{k_{Z0} P_s T_s}{D_s} \quad (16)$$

Заметим, что в случае почасовой оплаты труда или оклада вместо объема работы W_s необходимо использовать продолжительность работы T_s и, как следствие, получить возможность анализа советского типа экономики.

Часть зарплаты в количестве

$$Z = k_{\%} Z_0 = \frac{k_{\%} k_{Z0} P_s T_s}{D_s} \quad (17)$$

предназначается для приобретения пищи и поэтому становится мостом между уравнениями (11-1) и (11-2), то есть мостом между зарабатыванием денег и сытостью человека.

Полученное выражение (17) сам по себе есть некоторое уравнение состояния, связывающее бюджет на пищу с условиями жизни и работы.

Отсюда, подставляя значение Z из уравнения (17) в уравнение (14), получим условие равновесия между зарплатой Z_0 и уровнем сытости человека F .

$$F = \frac{k_{\%} k_F}{k_z D_b} Z_0 \quad (18)$$

Подставляя сюда значение Z_0 из (16), получим функциональную связь между уровнем сытости и разнообразными условиями жизни и деятельности человека.

$$F = \frac{k_{\%} k_F}{k_z D_b} \frac{k_{Z0} P_s T_s}{D_s} \quad (19)$$

Исходя из того, что отношение $\frac{P_s T_s}{D_s}$ это объем работы/деятельности W_s из (19) получим

$$F = \frac{k_{\%} k_F k_{Z0}}{k_z D_b} W_s \quad (20)$$

Полученные результаты (18), (19) и (20) также являются уравнениями состояния человека, содержащими такие системные параметры как уровень сытости (голодности) F , зарплата Z_0 , трудность добывания и принятия пищи D_b , оплата за единицу объема деятельности/работы k_{Z0} , калорийность пищи k_F , стоимость единицы пищи k_z , доля зарплаты на приобретение пищи $k_{\%}$, эффективность деятельности P_s , длительность деятельности T_s , трудность деятельности D_s и объем деятельности W_s .

30. Связь недоедания и голода с уровнем недовольства людей

На Рис.1 представлена качественная картина функциональной связи между уровнем сытости/голода F и уровнем недовольства Ω человека.

Показанная на этом рисунке зависимость $\Omega(F)$ имеет нелинейный характер, который выражается тем, что при приближении уровня сытости F к своему нижнему порогу, где начинается физическое истощение организма человека \bar{F} , недовольство людей Ω резко поднимается вверх, иногда превращаясь в гнев.

Это значит, что в действительности уровень недовольства людей Ω является нелинейной функцией F и \bar{F} , то есть $\Omega = \Omega(F, \bar{F})$. Это значит, что существует и обратная функция $F = F(\Omega, \bar{F})$.

В случае хронической усталости и голодности человека у него постепенно возникает и хроническое недовольство Ω своим состоянием, после некоторого порогового значения Ω_{thr1} которого может возникнуть протестное движение людей.

Дальнейшее нагнетание ситуации и увеличение недовольства людей до уровня Ω_{thr2} может привести к бунту.

Параметры Ω_{thr1} , Ω_{thr2} и \bar{F} имеют исключительно важное значение для адекватного представления протестного поведения разных народов, поскольку эти параметры связаны с такими фундаментальными характеристиками людей как довольствование малым (բընվ րաւիշրւիւելը), адаптация к трудностям (դժվարություններին հարմարվելը), авторитарное мышление (աւտորիտար մտածողությունը), степень свободы (ազատությունը և անկախությունը), склонность к анархии, склонность к коррупции, и т. д.

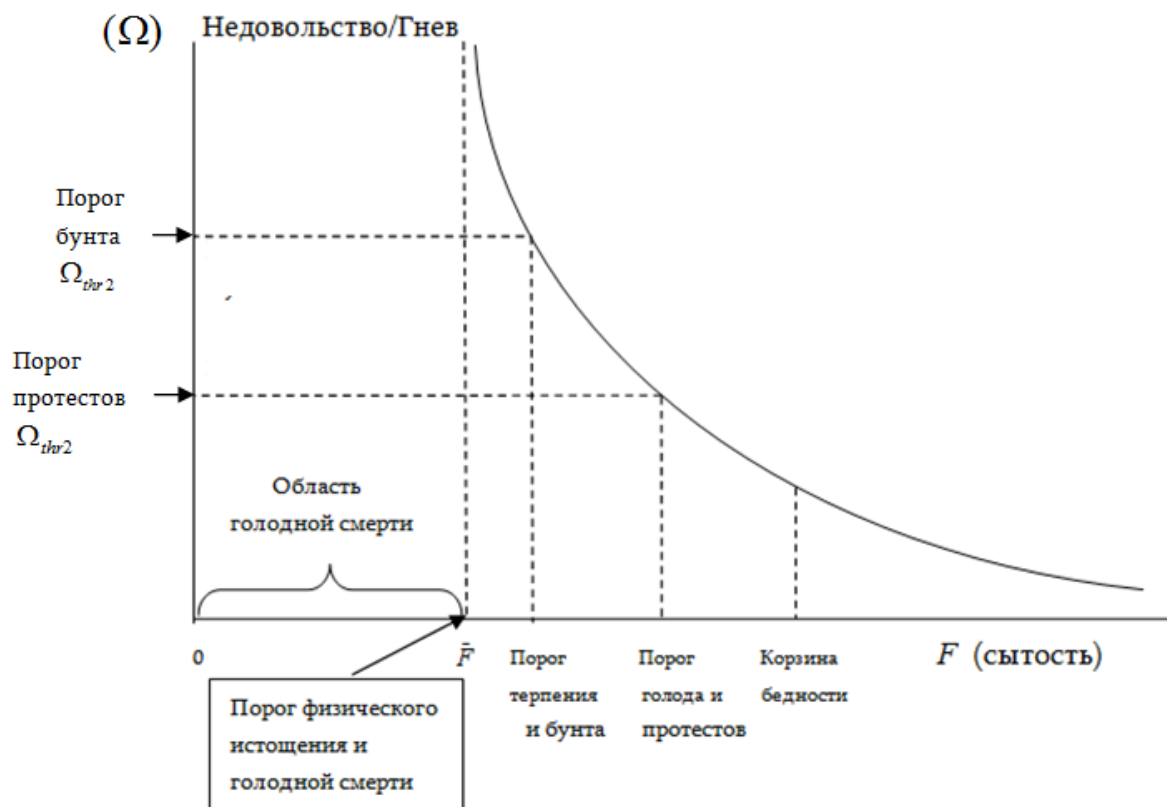


Рис.1 Нелинейная зависимость недовольства людей от степени сытости/голода

В качестве аппроксимации зависимости $\Omega = \Omega(F, \bar{F})$ можно выбрать (Рис.1) функцию

$$\Omega = k_{\Omega} \frac{F}{F - \bar{F}}, \quad (21)$$

где коэффициент k_{Ω} имеет размерность недовольства и характеризует поведение людей при изменениях условий жизни. Народы, с большим значением коэффициента k_{Ω} сравнительно болезненно реагируют на ухудшения условий жизни.

Разрешив зависимость (21) относительно уровня сытости человека F , получим

$$F = \frac{\bar{F} \Omega}{\Omega - k_{\Omega}} \quad (22)$$

31. Уровень сытости/голода F как связующее звено между условиями жизни и деятельности людей и состоянием недовольства в обществе

Сопоставление уравнений состояния (18), (19) и (20) с выражением (22) показывает, что один и тот же параметр сытости F с одной стороны определяется параметрами жизнедеятельности людей, а с другой стороны параметром Ω , отражающим уровень недовольства в обществе.

Указанное сопоставление порождает новые уравнения состояния человека, соответственно

$$\Omega = \frac{k_{\Omega}}{1 - \frac{k_z D_b}{k_{\%} k_F Z_0} \bar{F}} \quad (23-1), \quad \Omega = \frac{k_{\Omega}}{1 - \frac{k_z D_b D_s}{k_{\%} k_F k_{Z0} P_s T_s} \bar{F}} \quad (23-2), \quad \Omega = \frac{k_{\Omega}}{1 - \frac{k_z D_b}{k_{\%} k_F k_{Z0} W_s} \bar{F}} \quad (23-3),$$

которые отражают влияние самых разнообразных условий жизни на недовольство людей.

В целях проверки качественной адекватности полученных формул или уравнений проанализируем одну из них, скажем выражение (23-1).

Проверка показывает, что согласно этому выражению увеличение параметров стоимости единицы пищи k_z , трудности добывания и принятия пищи D_b , коэффициента склонности к недовольству у людей k_{Ω} и сопротивляемости людей к голоду или физиологического порога истощения от голода \bar{F} увеличивают

недовольство людей, а увеличение калорийности пищи k_F , дохода/зарплаты Z_0 и доли зарплаты, предназначенной для приобретения пищи $k_\%$ уменьшают недовольство, что говорит о внутренней непротиворечивости уравнения состояния (23-1).

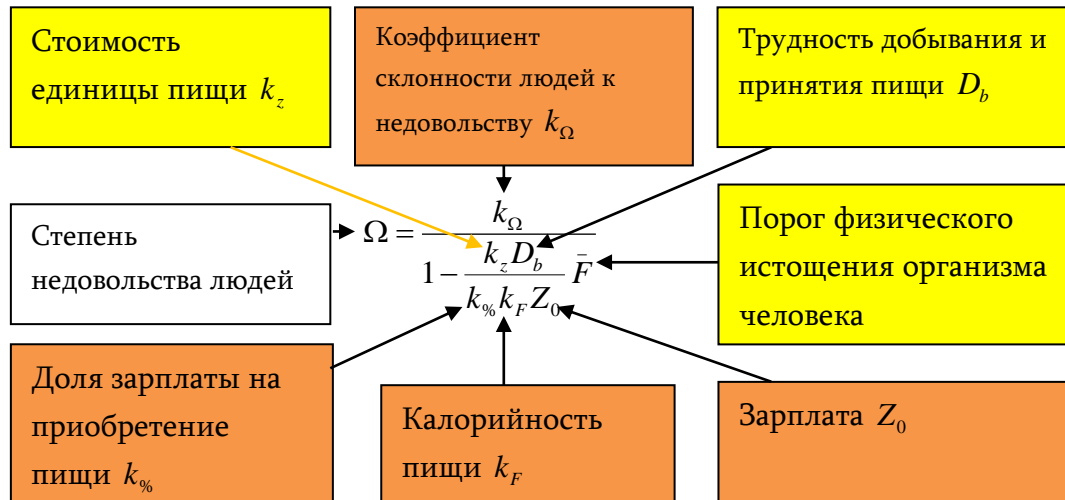


Рис. 2 Влияние параметров на недовольство людей: коричневый цвет указывает на рост недовольства при увеличении значений параметров, а жёлтый - на снижение

Аналогичная проверка качественной адекватности уравнений состояния людей (23-2) и (23-3) показывает, что они правильно отражают динамику параметров жизнедеятельности человека.