

ФАКТОРНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ РАЗВИТИЕМ СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ

Воронина И.Д., Егоров Е.А.

*(Волгоградский государственный университет,
Волгоград)*

Введение

Объектом настоящего исследования являются социальные системы с нечетко выраженными или множественными целями, не имеющими объективного численного выражения. Примерами таких систем являются организации сферы образования, науки, культуры, здравоохранения, их территориальные объединения или социально-экономические системы в целом. Характерным масштабом таких систем, обеспечивающим относительную однородность условий их функционирования и развития, является, как правило, регион (область, край, автономия или иное однородное территориальное образование). Их особенностями являются инерционность, децентрализация, субъективность целей управления. Математические методы изучения таких систем либо касаются отдельных частных аспектов их функционирования, либо имеют слишком высокий для практического использования уровень обобщения [1].

Особенно трудными являются формальные модели управления такими системами, не имеющими объективно измеряемых собственных или внешних целей своего функционирования, меры и результата управляющих воздействий. Дополнительным обстоятельством, затрудняющим построение формальных моделей, является неопределенность среды, а также ее системная перестройка и глобализация. В этих условиях главной целью управления является достижение баланса между глубиной реформирования и устойчивостью, что часто связывают с термином «устойчивость развития». Научный аппарат формального анализа таких проблем еще не создан.

Традиционная структурно-функциональная модель таких систем, будучи хорошо приспособленной для задач краткосрочного регулирования, очевидно, недостаточна для задач управления их

развитием в силу огромного перечня системных функций и трудности формализации их зависимости от предметов управления. Кроме того, упомянутая выше инерционность социальных систем, приводящая к значительному запаздыванию результатов управляющих воздействий, требует учета системной динамики, модель которой невозможно построить на одной структурно-функциональной основе.

1. Факторный подход к моделированию управления социальными системами

В качестве методической основы исследования проблем управления развитием социальных систем наиболее адекватным представляется факторный подход [2], согласно которому их «ядро развития» представляется в виде системы шести агрегированных величин – факторов производства: человеческого, технического, институционального, информационного, природного, организационного. Гармоничное сочетание факторов является необходимым и достаточным условием их развития. (Именно эта гармония, возможно, является объективной целью управления социальными системами.)

Распространив этот подход «вглубь» больших социальных систем, можно рассматривать их структурные элементы и реализуемые ими функции как результат предшествующего развития. В этом случае можно говорить о той же факторной шестерке (f-векторе) для каждой из подсистем и каждой из ее функций.

Для проектирования на этой основе системы управления необходимо в первую очередь решить проблему измеримости факторов. Можно предложить следующий алгоритм измерения f-векторов. Каждая компонента f-вектора структурных элементов получает первичное оценочное измерение, не зависящее от выполняемых ими функций, как результат некоторой свертки близких и отчасти взаимозаменяемых натуральных показателей (оцениваемое по относительной шкале). Вторичные оценочные (по абсолютной шкале) компоненты аналогичного f-вектора для каждой из его функций (построенные на базе тех же натуральных показателей) взаимно корректируются оценкой их достаточности для реализации функций (при этом худшая из оценок определяет оценку самих

функций). Итоговая коррекция оценок (по абсолютной шкале) компонент f -вектора структурного элемента производится по совокупности «функциональных» f -векторов с учетом «веса» функций.

В сложноструктурированных системах структурно-функциональная и факторная модели являют собой единое целое (СФФ-модель), поскольку функции, связываемые с выходами одних элементов организационной структуры, попадая на вход других, образуют факторы их развития. Таким образом, каждый из структурных элементов и каждая из функций системы имеет собственный f -вектор. В результате можно построить факторную модель изучаемой системы, отвечающую ее структурно-функциональной модели.

Экспертное построение СФФ-модели, как и экспертное оценивание функций-факторов производится в направлении сверху-вниз после получения системой внешней оценки своих функций. Этим обеспечивается согласованность всех оценок, необходимая для корректности модели. В то же время функции-факторы, создающиеся внутри структурного элемента (подсистемы), строятся в направлении снизу-вверх.

Таким образом, модель вычисления значений факторов на основе сопоставления измеряемых и оценочных показателей для статистически значимой совокупности структурных элементов в сочетании с их эмпирическими агрегированными качественными характеристиками может перевести структурно-функциональную модель на факторный язык. Новизна подхода и недостаток статистических данных не позволяют «сходу» оценить степень эффективности факторного языка. Однако в нем содержится потенциал строгого количественного подхода к моделированию динамики, стратегического планирования и управления социально-экономическими системами.

Факторная модель, отражающая сущностные взаимосвязи в социальных системах и обладающая свойством агрегируемости, может служить основой построения их динамической модели. Динамический подход к анализу развития социально-экономических систем широко используется как в силу его успешности в естественных науках, так и в силу динамических свойств больших систем, обладающих статистической детерминированностью и внутренне обусловленными устойчивыми тенденциями

развития. Однако по мере их измельчения динамический подход становится все менее продуктивным из-за потери ими (регионами, отраслями, организациями, группами и т.п.) самодостаточности, и подчинения случайностям взаимодействия с крупными и детерминированными внешними системами. В их развитии усиливается роль случайностей как внутреннего, так и внешнего происхождения. Поэтому в системах среднего масштаба необходимо создание более сложных комбинированных моделей, имеющих иерархическую структуру и включающих в себя анализ динамических свойств различных структурных элементов, выделение регулярной и стохастической составляющих, построение локальных динамических соотношений, процедур агрегирования.

Эти задачи естественнее всего решать на основе факторной модели, поскольку именно взаимодействие факторов придает системе динамичность. Кроме того, как уже отмечалось, в силу относительной «бесцельности» социальных систем объективная цель управления может быть сформулирована именно на факторном языке.

Основными элементами факторной динамической модели естественно считать группы структурных элементов системы, обладающие одним и тем же f -вектором. (Предполагается, что оценочная шкала является достаточно грубой, так что число наблюдаемых различных f -векторов значительно меньше числа однотипных структурных элементов.) Текущее состояние системы может быть описано плотностью распределения f -векторов по элементам системы.

Для каждого из элементов системы следует построить динамические соотношения (в виде ориентированных взвешенных графов или разностных уравнений), основанные на специфическом для него способе взаимодействия факторов. Коэффициенты этих уравнений могут зависеть от «внутренних» и «внешних» факторов.

Главным динамическим свойством замкнутой многоэлементной системы является выравнивание (оценок) ее факторов во всех структурных и функциональных элементах. Процесс выравнивания (релаксационная траектория) определяется структурой системы. При недостаточной сложности структурного элемента равновесие его факторов устанавливается на уровне наименьшего из них (деградация). При большей сложности внутренних связей происходит

«усреднение» компонент f -вектора (адаптация за счет собственных ресурсов), при дальнейшем усложнении межэлементных связей возможно увеличение всех компонент f -вектора структурного элемента до уровня максимальной из них (рост за счет других элементов). Факторами, определяющими релаксационную траекторию, являются механизмы управления: от распределения ресурса, планирования и контроля до перестройки функциональной и организационной структур. Таким образом, на основе факторной динамической модели можно решать задачу управления развитием социальной системы. Кратко обсудим некоторые подходы.

Необходимым условием факторного программно-целевого подхода является детерминированная связь факторного портрета системы с ее структурным и функциональным портретами, т.е. — с оценками уровня реализации системных функций (целью управления). Стратегическая цель развития, выраженная в виде f -вектора, спускается вниз по иерархической организационной структуре, экспоненциально размножая соответствующие целевые f -векторы подсистем. В каждом структурном элементе наложение нового f -вектора на старый позволяет образно представить систему факторных трендов развития. Таким образом, точность факторного планирования, задавая допустимый «коридор» факторов, определяет в конечном счете такой же зримый допустимый коридор «натуральных показателей» и управляющих воздействий.

Нормативно-целевой подход предполагает решение аналогичной задачи снизу-вверх при заданных ограничениях на внешние факторы.

Адаптивный подход (управление факторной динамикой открытой системы при изменяющихся внешних факторах) предполагает решение задач устойчивости. На основе факторной динамической модели можно естественным образом решать прямую задачу исследования устойчивости социальной системы: при заданных начальных данных определять пределы изменений факторов развития всей системы и ее структурных элементов. Обратная задача — определение множества траекторий, выводящих систему за пределы ограничений — имеет, вообще говоря, экспоненциальную сложность, которая может быть снижена предварительным статистическим анализом исследуемой системы.

Несомненно, создание строгой количественной модели — длительный процесс, основанный на развитой системе мониторинга и математической обработке данных, однако, попытки решения частных задач управления на основе доступной статистики и экспертных оценок могут дать первые оценки эффективности факторного языка.

2. Факторная модель управления развитием информационной системы образования региона (ИСОР)

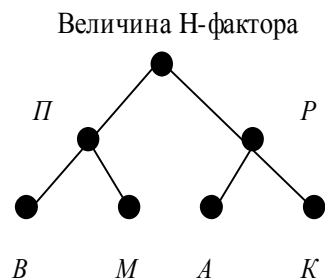
В качестве примера приведем решение частной задачи управления информационной системой образования региона на основе факторной модели.

Сначала обсудим содержание факторов ИСОР. Природный фактор присутствует в ней как объективные условия создания и функционирования телекоммуникационной сети и может измеряться в удельных затратах на единицу длины коммуникаций (для региона является как правило постоянным и далее не рассматривается). Человеческий фактор (H) определяется возрастом, мотивацией, квалификацией и активностью участников образовательного процесса — преподавателей, управленцев, технического персонала. Технический фактор (T) определяется уровнем компьютерного обеспечения, телекоммуникационных сетей, доступом в Интернет, наличием специального оборудования и помещений. Институциональный фактор (Ins) определяется количеством и качеством научно-образовательных ресурсов, уровнем развития организаций, выполняющих функции обучения, управления, обслуживания. На низших иерархических уровнях системы он проявляет себя скорее в «пассивном» виде, т.е. в виде используемой элементами системы (преподавателями, образовательными учреждениями) институциональной среды, создаваемой на ее высших иерархических уровнях (муниципальном, региональном) или во внешней среде (на федеральном или международном уровне). Информационный фактор (Inf) в изучаемой системе проявляет себя подобно предыдущему, присутствуя на низших системных уровнях в виде информированности элементов системы о своем состоянии, внешней среде, возможностях развития. И, наконец, организационный фактор (O)

определяет необходимый уровень управления системы, обеспечивающего системное взаимодействие ее факторов развития.

Состав факторов на уровне «Образовательное учреждение (ОУ)» дополняется наличием технического персонала, оргструктур, методических советов, лабораторий, локальной сети, емкостью каналов связи, доступом в Интернет, наличием Интернет-сайта или портала, организацией мероприятий в области ИТ. В состав факторов на муниципальном и региональном уровнях добавляются центры повышения квалификации, ресурсные центры, региональные информационные среды, органы и механизмы управления, самоорганизации и развития.

Приведем в качестве примера алгоритм расчета значений Н-фактора на низшем (преподавательском) уровне иерархии изучаемой системы. Расчет фактора проводился на основе анкетирования с использованием алгоритма комплексного оценивания [3]. Сами критерии оценок ради краткости не приводятся. Дерево и матрицы свертки (по 4-балльной оценочной шкале) приведены соответственно на Рис.1 и 2.



В – возраст; *М* – мотивация; *А* – активность;
К – квалификация; *П* – потенциал; *Р* – реализация.

Рис. 1

Нетрудно подсчитать, что при 4-балльной оценочной шкале и 5-компонентных f-векторах элементная сложность факторной модели равна 1024. Это число слишком велико, поэтому для начала необходимо максимально упростить модель, избрав какой-либо поэтапный путь ее последующего усложнения. С этой целью отметим, что не все f-векторы могут встретиться в реальной системе, а тем более – образовывать статистически значимые совокупности. С другой стороны, динамика некоторых элементов (f-векторов) может оказаться одинаковой, и тогда различные элементы системы могут объединяться в совокупности. И, наконец, можно на первом этапе упростить оценочную шкалу.

Для начала объединим оценки факторов в две группы – высокие (*е*), соответствующие 3 и 4 баллам, и низкие (*н*), отвечающие 1 и 2 баллам, сократив число элементов до 32.

<i>Р\П</i>	1	2	3	4
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	2	3	3	4
4	3	3	4	4

<i>В\М</i>	1	2	3	4
1	1	2	2	3
2	1	2	3	4
3	2	3	3	4
4	2	3	4	4

<i>К\А</i>	1	2	3	4
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	2	3	3	4
4	3	3	4	4

Рис. 2

Далее заметим, что *Ins*-фактор внутри региона с большой точностью можно считать постоянным, что сокращает число элементов до 16. Укажем маловероятные (нелогичные) *f*-векторы (*H, T, Inf, Ins, O*): ((*n, в*), *в, н*, (*н или в*), *в*); ((*н, в*), *н, в*, (*н или в*), (*н, в*)); ((*н, в*), (*н, в*), *н, в*, (*н, в*)); (*в, н, н, н, н*); (*н, в, в, в, в*); (*в, н, н, н, н*); (*н, н, н, в, н*).

Таким образом, число потенциально возможных элементов сократилось до 5 при *Ins=в* или до 10 при *Ins=н*, и потенциальная сложность *f*-системы оказалась приемлемой для практического использования. Фактический набор элементов факторной модели конкретной ИСОП может дать только статистическое исследование. Реальное статистически значимое разнообразие может оказаться еще меньшим. Заметим, что наиболее частому значению *T=н* в оставшейся вероятной группе отвечают всего два элемента.

Рассмотрим применение факторного подхода к частной практической задаче управления ИСОП: выявление наиболее эффективной адресной группы Регионального центра Федерации Интернет-образования Волгоградской области. Для решения этой задачи производилось моделирование быстрой составляющей динамики *H*-фактора, зависящей от его компонент *M, K, A*, при постоянных (медленно меняющихся) «внешних» для отдельной личности факторах *T, Inf, Ins, O* и медленной составляющей *H*-фактора *B*.

Основное уравнение динамики *H*-фактора имеет вид

$$(1) H(t+1) = H(t)k(t).$$

Поскольку мы не имели априорных данных для непосредственного вычисления коэффициента *k(t)*, анализ динамики *H*-фактора проводился по его «быстрым» составляющим *M, K, A*. (Уравнения динамики строились на основе ориентированного графа взаимодействия факторов, насчитывающего 8 вершин и 10 ребер.)

Полученные динамические соотношения для «быстрых» компонент *H*-фактора имеют вид

$$\begin{aligned} M(t+1) &= M^3(t)(T+7)(Ins+1)(K(t)+7)/3600, \\ (2) K(t+1) &= K^3(t)(T+1)(Ins+1) \times \\ &\times (Inf+7)(O+1)(A(t)+1)/23040, \\ A(t+1) &= A^3(t)(M(t)+1)(B+7)/360. \end{aligned}$$

Каждый из коэффициентов в уравнениях (2), имеющих в целом вид (1), является произведением одного «входного» и нескольких «выходных» факторных коэффициентов. «Входной» коэффициент имеет вид $r_x = x^2/9$ (*x* – элемент совокупности {*M, K, A*}) и характеризует «восприимчивость» фактора к воздействию. В качестве «выходных» коэффициентов использовались два – $r_y = (y+1)/4$ и $r_z = (z+7)/10$ (*y* и *z* – соответственно элементы совокупностей {*M, A, T, O*} и {*B, K, Inf, Ins*}, отвечающие сильному и слабому воздействию факторов). Такой вид коэффициентов косвенно характеризует уровень системной сложности и обеспечивает, в частности, наличие упомянутых выше трех видов релаксационных траекторий. В связи с отсутствием данных мониторинга выпускников (Центр работает первый год) обоснование и уточнение вида коэффициентов производилось при помощи более подробного ориентированного графа (состоящего из 18 вершин и 37 ребер) и соответствующих ему уравнений динамики, описывающих взаимодействие всех факторов на уровне их компонент.

На основе обработки более чем 700 анкет учителей общеобразовательных школ был произведен расчет значений *T, Inf, Ins, O, B* и начальных значений *M, A, K*. В выборке было зафиксировано присутствие следующих групп векторов (*B, M, A, K, T, Inf, Ins, O*): (*н, н, н, н, н, в*), (*н, в*), (*н, в*), (*н, в*) – 10%, (*н, в, н, н, н, в*), (*н, в*), (*н, в*), (*н, в*) – 17%, (*в, в, н, н, н, н, н, в, н*) – 26%, (*в, в, н, в, н, н, в*), (*н, в*), (*н, в*) – 19%, (*в, в, в, в, в, в, в, в, н, в*), (*н, в*) – 15%. Для этих значений изучалась релаксационная траектория *H*-фактора после мгновенного (импульсного) увеличения значения его квалификационной компоненты *K*, отвечающего результату краткосрочного интенсивного курса обучения. В расчетах использовалась непрерывная измерительная шкала, построенная на основе дискретной 4-балльной, использованной в экспертных оценках.

Численное моделирование показало высокую чувствительность динамики *H*-фактора к значениям *T, Inf, Ins, O* для второй и третьей групп векторов: наблюдались все виды динамик (падение, сохранение и рост) *H*-фактора. В первой группе векторов наблюдалось только снижение величины *H*-фактора, а в двух последних – его сохранение и рост.

Эти легко интерпретируемые (и предсказуемые) результаты показали возможность факторного подхода к моделированию управления социальными системами. Кроме того, они имеют и практическую значимость: позволяют оценить эффективность (имеющего место) неуправляемого набора слушателей в Региональный центр (примерно 30%) и указывают пути повышения эффективности его работы (системное повышение факторов развития ОУ региона или адресный набор слушателей из школ, величины факторов развития которых превышают пороговые значения).

Заключение

Приведенное в работе модельное решение частной задачи управления может быть получено и другими методами. Однако системное применение факторного подхода к управлению региональными социальными системами в целом позволит решать более масштабные задачи: прогнозирование результатов структурных изменений, оптимизация инвестиций, проектирование системы стимулирования и т.д., в конечном счете – способствовать созданию научно обоснованных долгосрочных программ их развития. Несомненно, экспертный характер модели означает такой же характер результатов моделирования, но необходимой степени их достоверности можно достичь увеличением числа независимых экспертных оценок и ведением непрерывного мониторинга.

Литература

1. ДРУЖИНИН В.В., КОНТОРОВ Д.С. *Проблемы системологии*. М.: Сов. радио, 1976. – 295 с.
2. Иншаков О.В. «Ядро развития» в контексте новой теории факторов производства / *Экономическая наука современной России*, 2003. С. 11 – 25.
3. Бурков В.Н., Новиков Д.А. *Как управлять проектами*. М.: Изд. СИНТЕГ-ГЕО, 1997. – 188 с.