



Горелова Галина Викторовна, доктор технических наук, профессор
Южного Федерального университета, г. Таганрог

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ. КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В статье представлены некоторые результаты применения методологии когнитивного моделирования сложных систем к исследованию системы образования. Приведены примеры когнитивных моделей проблем системы образования в её взаимодействии с обществом и результаты сценарного моделирования на моделях. Сценарии позволяют предвидеть различные варианты развития ситуаций на когнитивных моделях.

Ключевые слова: системный подход, когнитивное моделирование, система образования, когнитивная модель, сценарий, предвидение.

Введение

Важность и необходимость Системы Образования (СО) осознана в любом обществе и не требуется доказательств её определяющей роли в устойчивом развитии любой страны. Непрерывные преобразования российской СО последние десятилетия существенно влияют на российское общество, на его возможное будущее. Сложно представить тот объём информации, который сейчас отражает как злободневное состояние СО, так и её предыдущие состояния в процессе изменений. Данную статью хотелось бы начать с представления нескольких не широко известных

примеров из прошлого, в которых был реализован системный подход к исследованию, объяснению и проектированию СО. Речь пойдёт о масштабных исследованиях особенностей и проблем СО, проводимых в 70–80 годы в СССР, когда становилась осознанной проблема необходимости совершенствования, адаптации системы образования к требованиям нового технологического уклада. Сейчас необходимость этих прошлых исследований становится особенно ясной, если ещё учесть влияние и воздействие внешнего мира на нашу страну. Вспомним оценку советского образования, данную в аналитической записке НАТО об образовании в СССР 1959 года [1].

Трудно удержаться от цитирования основных тем доклада:

1. «В СССР строительство городских и сельских школ в 1951–1955 гг. увеличится на 70% по сравнению с предыдущим пятилетием».

2. Некоторые факторы, способствовавшие быстрому улучшению образования при советском режиме («... Естественным образом целый ряд факторов способствовал советскому прогрессу последних 40 лет, и те, что упоминаются здесь, представляют лишь малую часть того, что имело значение...»; были выделены факторы: «руководители, получившие научно-техническое образование», «централизованный контроль и планирование», «вновь обученные кадры в распоряжении государства», «малые дисциплины», «тщательное изучение западных ресурсов», «возвращение в систему образования», «усиленное изучение основных дисциплин», «подготовка преподавателей — первоочередная задача», «эффективная пропаганда»).

3. Ступени советского образования.

4. Кадровые резервы и темпы производства.

5. Сложности и недостатки (учебные помещения, оборудование, коэффициент учащихся на одного преподавателя).

6. Дисциплины, представляющие интерес для обороны (математика, физика, химия, машиностроение).

И выводы: «...Если невозможно постоянно изобретать методы, превосходящие методы СССР, стоит всерьёз задуматься над заимстество-

нием и адаптацией советских методов. Это может включать, помимо прочего:

(i) отказ от почитаемых, традиционных взглядов в отношении роли женщин;

(ii) выполнение необходимой государству работы теми, чьё обучение сверх образовательного минимума, установленного законодательством, было профинансировано за счёт бюджетных средств;

(iii) упразднение «свободного рынка» квалифицированных трудовых ресурсов; принятие и, возможно, усиление мер по его государственному регулированию.

Что бы ни случилось, любое государство, испытывающее нехватку преподавательского состава, должно решать эту проблему в срочном, внеочередном порядке».

Не мешает серьёзно задуматься над этим давним докладом...

Среди множества исследовательских программ СО прошлого века можно вспомнить хотя бы такие, как исследования на темы «Самостоятельная работа студентов», «Целенаправленная интенсивная подготовка специалистов» (знаменитая ЦИПС со всеми её достоинствами и недостатками), «Совершенствование подготовки инженерных кадров». Последняя программа выполнялась головным вузом — Таганрогским радиотехническим институтом (конец 80-х — начало 90-х), имевшим в то время высокий статус среди технических вузов. За три года исследований, перед переходом к государственному финансиру-



нию выполнения программы, разработанной усилиями всех участвовавших в исследованиях вузов РФ (более двухсот), была предложена серьёзная программа подготовки инженерных кадров, затрагивающая все ступени образования. Были системно продуманы многие аспекты СО, в том числе экономические и юридические (к тому времени правовой основой СО были документы главным образом 1937 года). На рисунке 1 приведена разработанная укрупнённая схема функциональной структуры системы повышения качества подготовки инженерных кадров, повторена в книге [2] по сохранившимся рукописным отчётам. Каждая из изображённых подсистем была обдумана и описана в деталях. При разработке схемы обобщался опыт передовых образовательных учреждений соответствующих уровней, рекомендации опирались на имевшие место положительные практические результаты.

Необходимо помнить также о многочисленных работах сотрудников НИИ Высшей школы (НИИ ВШ) и работах членов Международной академии наук высшей школы (МАН ВШ).

В своё время в стране был накоплен колоссальный опыт образования.

В конце 90-х годов о нежелательных возможностях развития ситуаций в СО, взаимодействующей со всей социально-экономической системой страны, указывалось ещё в работах В.Е. Шукшунова [3], президента Международной академии наук высшей школы (МАН ВШ).

На рисунке 2 изображена модель взаимосвязи проблем системы образования РФ (названная Шукшуновым и Овсянниковым «когнитивной»), представленная почти буквально также в работе [4]. По словам авторов [3], уже к 1998 году в России сложилась порочная цепь взаимосвязанных социальных проблем взаимодействия общества и образования: снижение ценности человеческого капитала (Z3) в обществе приводит к ослаблению зависимости от образованности, ума, таланта, трудолюбия, уменьшая, в свою очередь, ценности образования (Z14).

Это приводит к снижению интереса общественности, семей к системе образования, её деградации (потеря качества, системности, масштабов), снижению личностных и физических качеств выпускников (У10). Такой результат деятельности системы образования обуславливает дальнейшее снижение Z3 — ценности человеческого капитала, качества нации, определяемого способностью к воспроизводству ценностей материальной и духовной культуры, способностью воспроизводить безопасную и комфортную жизнь, во-первых, и углубление экономического спада (Z4), потерю конкурентоспособности, ослабления социальной и государственной безопасности (Z13), во-вторых». Авторы указывают, что при этом становятся очевидными две «маниакальные петли» (определение В.Е. Шукшунова), образующие положительные обратные связи («левая» и «правая» петли),

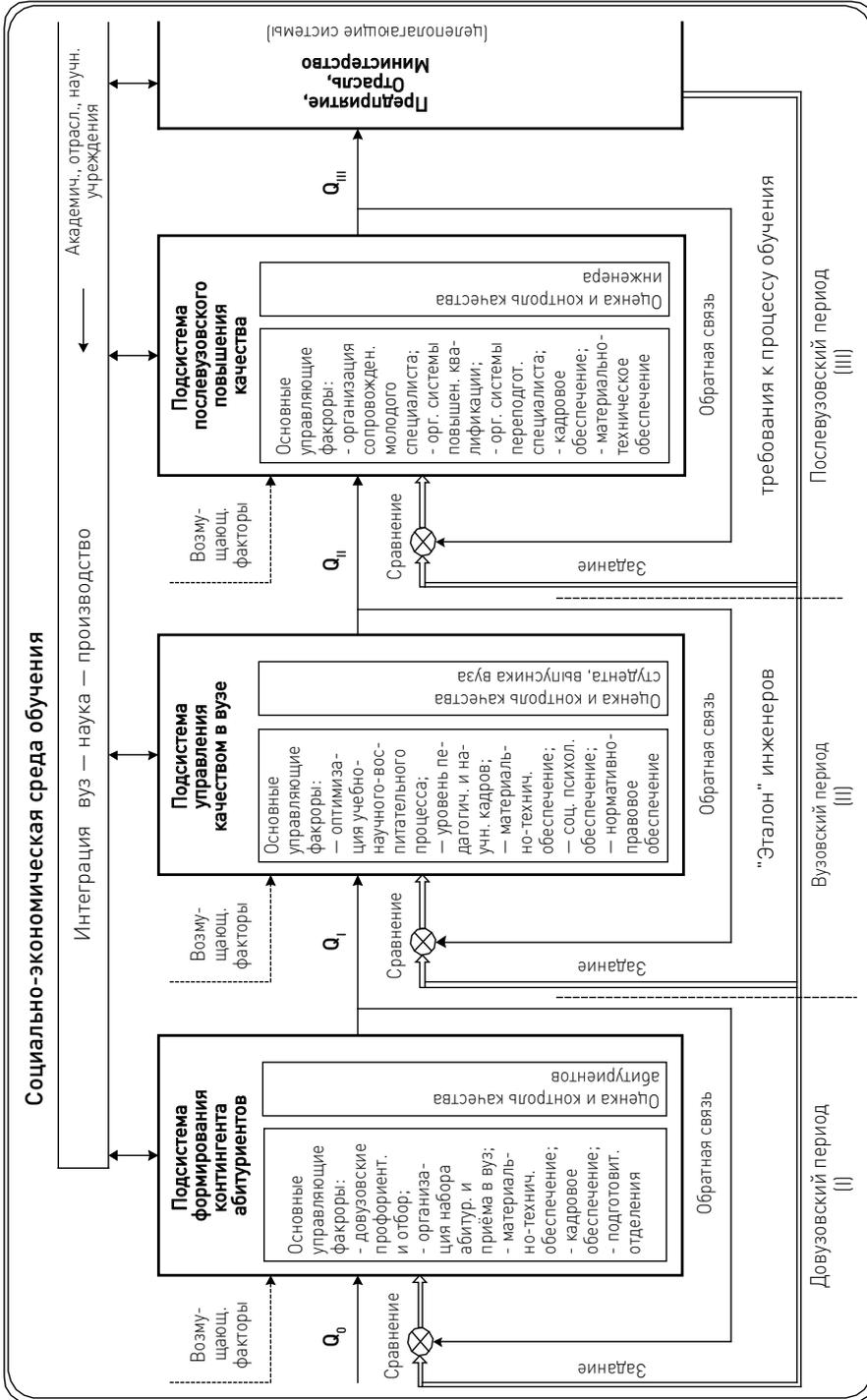


Рис. 1. Функциональная структура системы повышения качества подготовки инженерных кадров [2, с. 288]



которые предопределяют усиление «входа» системы (Z1), (Z3) при усилении её «выхода» (У10). «Левая петля» ($Z1 \rightarrow Z \rightarrow Y \rightarrow Y10 \rightarrow Z1$): снижение потребности в профессионализме (Z1), т.е. не востребованность знаний, порождает через цепочки социальных и образовательных проблем снижение личностных и физических качеств выпускников (У10); это только усиливает дальнейшее снижение потребности в профессионализме (обратная положительная связь $Y10 \rightarrow Z1$). «Правая петля» ($Z3 \rightarrow Z \rightarrow Y \rightarrow Y10 \rightarrow Z3$): снижение качества нации, ценности человеческого капитала (Z3) приводит через цепочки взаимосвязанных проблем к снижению личностных и физических качеств выпускников, что, в свою очередь, только усиливает деградацию нации и снижение ценности человеческого капитала (Z3). Отсюда вывод: преодоление проблем системы образования состоит в необходимости разрыва маниакальных проблемных цепей, управляющих одновременно и обществом, и образованием. В этом — главное направление реформирования образования в РФ [2, с. 248; 4, 3].

Имея в виду всё вышесказанное, понимая закономерности сложных систем [5; 6], в том числе закономерности историчности, можно перейти к анализу современных документов, направленных на совершенствование и развитие российского образования. В этих целях предложено использовать методологию когнитивного моделирования сложных систем.

О методологии когнитивного моделирования сложных систем

Методология когнитивного моделирования сложных систем (социальных, экономических, социотехнических, экологических, геополитических и др.) изложенная, например [6; 7], стала разрабатываться с начала двухтысячных в ТРТУ (сейчас ИТА ЮФУ, г. Таганрог). Исследования в этом направлении опирались на работы ИПУ РАН, например [8], и ранние работы Аксельрода, Аткина, Идена, Касти, Робертса и др. [9–11].

Представим очень кратко основные особенности когнитивного моделирования сложных систем, неоднократно уже изложенные в предыдущих работах автора данной статьи и коллег (например, [7 (а)]). Приведём ряд определений.

Под *когнитивной методологией исследования сложных систем* понимается логическая организация деятельности исследователя, состоящая в определении цели, объекта и предмета исследования, методов и информационных технологий когнитивного моделирования, позволяющих понимать, объяснять, описывать структуру объекта, механизм явлений и процессов в объекте, разрабатывать возможные сценарии его развития, выбирать эффективные решения по управлению объектом и/или адаптации его к окружающей среде.

Под *когнитивным моделированием слабоструктурированных проблем сложных систем* понимаем

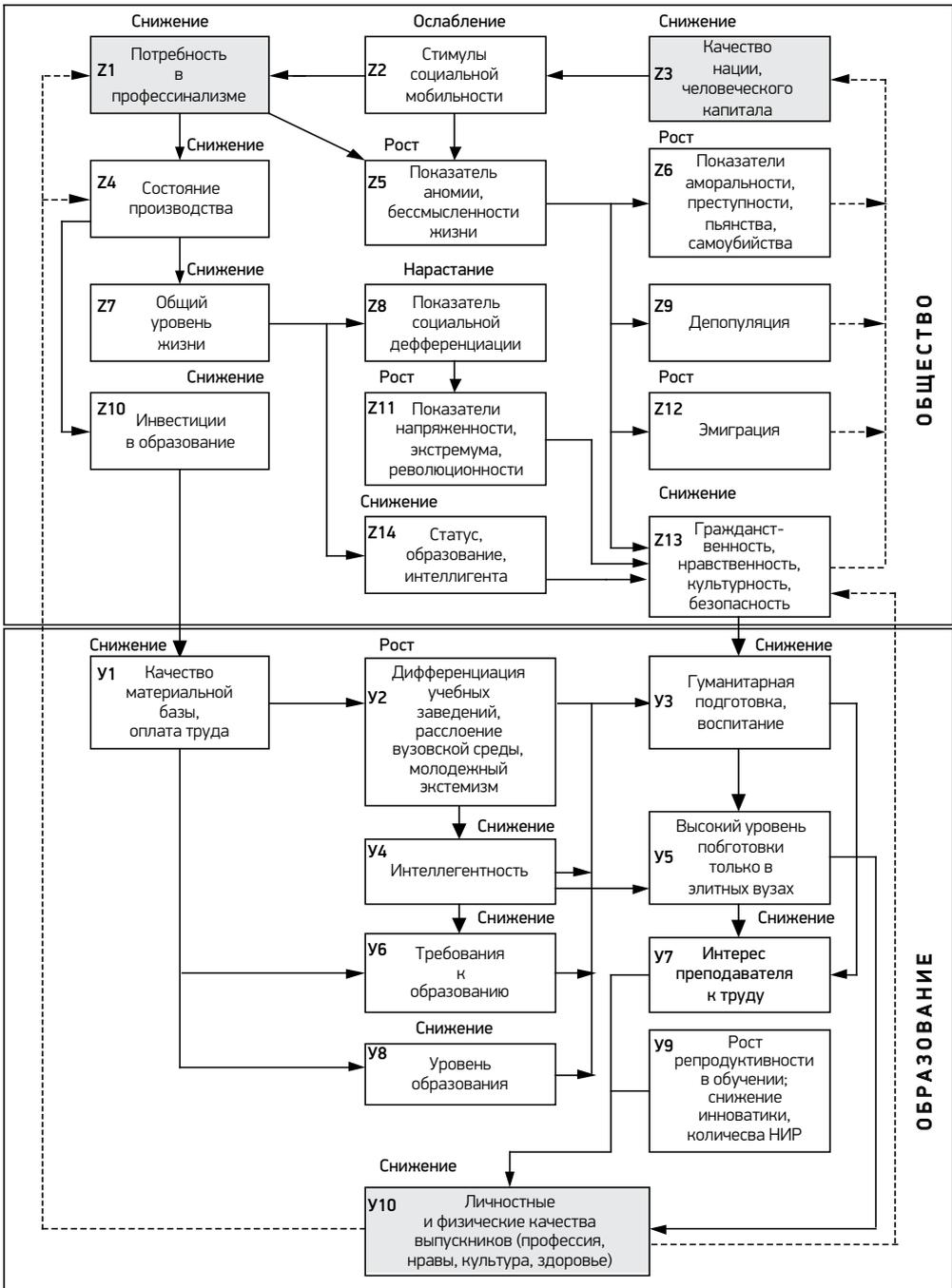


Рис. 2. Когнитивная модель взаимосвязи проблем системы образования РФ [2, с. 247]



решение системы задач: идентификации объекта (применение экспертных, статистических и др. методов), анализа путей и циклов когнитивной модели (методы теории графов), анализа наблюдаемости, управляемости, устойчивости, чувствительности, адаптируемости, катастроф (методы теории управления, теории катастроф); композиции — декомпозиции; анализа различных аспектов сложности, анализа связности (методы теории графов, топологический анализ q -связности); прогнозирования (статистические методы); научного предвидения (сценарный анализ, анализ развития ситуаций — импульсное моделирование); решение задач оптимизации (решение обратной задачи, методы математического программирования); принятия решений в условиях различного рода неопределённости (методы теории принятия решений), сопутствующей существованию и изучению сложной системы. При этом принятие решений происходит как по отношению к самому изучаемому объекту, так и по отношению к процессу исследования. Когнитивное моделирование поддерживается авторской программной системой когнитивного моделирования (ПС КМ) [6] и её модернизацией CMSS (Cognitive Modeling Software System), реализующими в определённой системе *когнитивные информационные технологии*.

Когнитивное моделирование сложных систем происходит поэтапно, начинается с разработки когни-

тивной модели, завершается объяснением явлений в изучаемой системе или разработкой рекомендаций к её совершенствованию. Обоснованием конечных выводов и рекомендаций являются итоги вычислительного эксперимента при решении вышеобозначенных задач когнитивной методологии. Но всегда следует иметь в виду, что применение даже самого совершенного инструмента исследования не лишено риска человеческого фактора. Риски когнитивного подхода рассмотрены в работе [8 (d)].

Математической основой когнитивного моделирования *на первом этапе — разработке когнитивной модели* — является когнитивная карта и более сложные модификации когнитивных моделей, например в виде параметрического векторного функционального графа:

$$\Phi_{II} = \langle G, X, F, \Theta \rangle \quad (1)$$

где Φ_{II} — кортеж, в котором $G = \langle V, E \rangle$ — когнитивная карта (знаковый ориентированный граф) отображает причинно-следственные связи E в системе между её концептами — вершинами V ; к преимуществам когнитивной карты относится возможность учитывать не только количественные, но и качественные факторы; $X: V \rightarrow \Theta$, X — множество параметров вершин, Θ — пространство параметров вершин; $F = (X, E) = f(x_i, x_j, e_{ij})$ — функционал преобразования дуг, как декартово произведение $F: E \times X \times \Theta \rightarrow R$; F — преобразование может иметь вид функции f_{ij} , а также весового коэффи-

циента w_{ij} , определённого экспертно или по статистическим данным.

Когнитивные карты могут образовываться в иерархию [2, с. 247], иерархии могут вступать во взаимодействия. Заметим, моделью иерархической когнитивной карты могут представляться уровни иерархии управления системой, а также нижестоящий уровень может изображать собою когнитивную карту, которая «разворачивает» вершину (вершины) когнитивной карты верхнего уровня.

При разработке когнитивных моделей типа (1) могут быть использованы методы и модели системной динамики [12].

После разработки когнитивной модели начинаются следующие этапы когнитивного моделирования: анализ структурных свойств исследуемой сложной системы на когнитивной модели, её устойчивости и, практически главное, — прогнозирование (научное предвидение) процессов развития ситуаций в сложной системе путём импульсного моделирования гипотетических сценариев. Импульсный процесс принято описывать формулой [10]:

$$x_i(n+1) = x_i(n) + \sum_{j=1}^{k-1} f_{ij} P_j(n) + Q_i(n) \quad (2)$$

где $x_i(n)$ — величина импульса в вершине v_i в предыдущий момент — такт моделирования — (n) , $x_i(n+1)$ — в интересующий исследователя $(n+1)$ момент; f_{ij} — коэффициент преобразования импульса; $P_j(n)$ — значение

импульса в вершинах, смежных с вершиной v_i ; $Q_i(n)$ — вектор возмущений и управляющих воздействий, вносимых в вершины v_i в момент n . Это начальный импульс. Набор реализаций импульсных процессов — это «сценарий развития», который указывает на возможные тенденции развития ситуаций в системе. Ситуация в импульсном моделировании характеризуется набором всех Q и значений X в каждом такте моделирования. Сценарий отвечает на вопрос «Что будет, если...».

Модели и методы когнитивного моделирования могут формировать базу знаний интеллектуальных систем поддержки принятия решений [13].

Пример когнитивного моделирования взаимосвязи проблем системы образования.

На рисунке 3 изображена когнитивная карта G_0 взаимосвязи проблем системы образования с обществом, которая в обобщённом виде представляет «маниакальные петли» (выделены на рисунке), о которых речь шла выше.

На рисунке 4 изображены графики импульсных процессов, на рисунке 5 — расчёты величин импульсов на 10 тактах моделирования по формуле (2). Число тактов моделирования определяет исследователь, моделирование ведётся до тех пор, пока не определится тенденция развития.

Графики изменения импульсов во всех вершинах когнитивной карты G_0 построены в предположении, что качество подготовки выпускни-

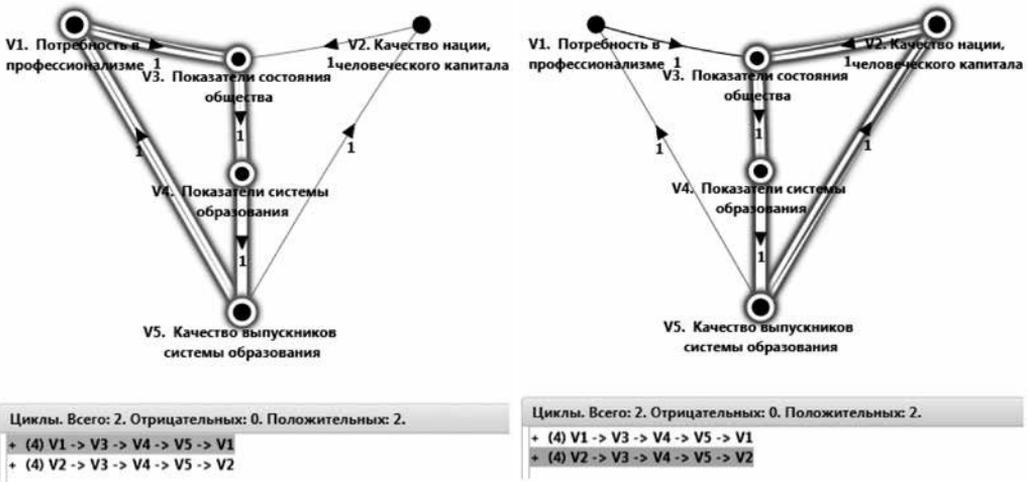


Рис. 3. Обобщённая когнитивная карта G0 и циклы положительной обратной связи

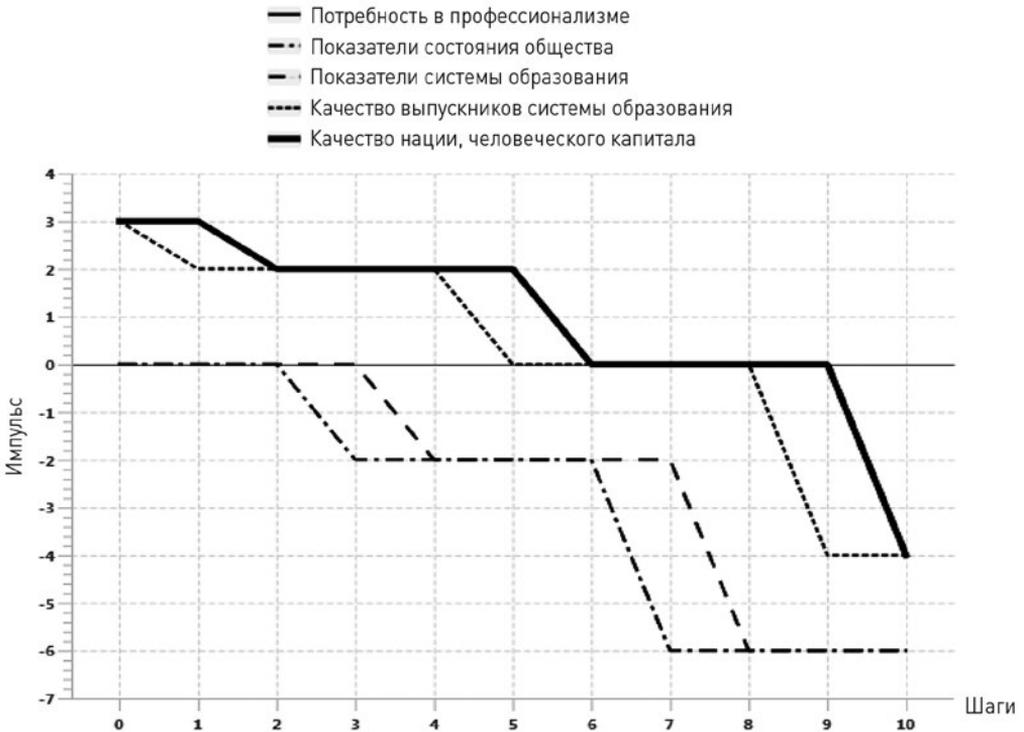


Рис. 4. Импульсные процессы по сценарию ухудшения ситуаций в СО

ков снижается. Это предположение кодируется внесением в вершину V5 «Качество выпускников системы образования» импульса (возмущающего воздействия) $q_5 = -1$. По оси абсцисс (рисунок 4) показаны такты моделирования, по оси ординат — изменения величин импульсов.

Как видно по рисунку 4, при снижении качества выпускников наблюдается тенденция ухудшения ситуаций в изучаемой системе (пессимистический сценарий). Хотя рисунки 3 и 4 являются описательными, они адекватно представляют тривиальную идею взаимосвязи системы образования и общества и влияния системы образования на общество.

Для того чтобы понимать причины и следствия, которые могут привести к формализованному подтверждению этой идеи, необходимо раскрытие обозначенных вершин и отношений между ними.

Этап 1. Когнитивное моделирование. Разработка когнитивной модели. При разработке когнитивной модели сложной системы привлекаются теоретические сведения о предметной области, привлекаются эксперты, используется статистическая информация, проводится анализ различных

текстов. В данном случае воспользуемся существующей информацией (рисунок 2). На рисунке 6 изображена соответствующая детализированная когнитивная модель взаимосвязи системы образования с социумом, в которой раскрыты вершины V1–V5.

Этап 2. Когнитивное моделирование. Анализ структурных свойств и устойчивости. На рисунке 6 выделен один из положительных циклов модели, детализирующий «петлю» связи качества выпускников системы образования (V1) с востребованностью специалистов (Z1), влияния востребованности на производство (Z4) и далее, до замыкания на V1. Всего в такой системе имеется 30 циклов, из которых 21 цикл положительной обратной связи и 9 циклов отрицательной обратной связи. Согласно суждениям о структурной устойчивости [9, 10], нечётное число отрицательных циклов свидетельствует о структурной устойчивости системы.

Проверка другого аспекта устойчивости системы — устойчивости к возмущениям — осуществляется по результатам вычисления собственных чисел (корней) характеристического уравнения матрицы отношений

| Вершина \ Шаг | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| V1. Потребность в профессионализме | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4 |
| V2. Качество нации, человеческого капитала | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4 |
| V3. Показатели состояния общества | 0 | 0 | 0 | -2 | -2 | -2 | -2 | -6 | -6 | -6 | -6 |
| V4. Показатели системы образования | 0 | 0 | 0 | 0 | -2 | -2 | -2 | -2 | -6 | -6 | -6 |
| V5. Качество выпускников системы образования | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4 | -4 |

Рис.5. Расчёт величин импульсов по сценарию ухудшения ситуаций в СО

| Собственные числа | | | |
|-------------------|----------------------|-------------------|-----------------|
| # | Действительная часть | Комплексная часть | Модуль (1,4983) |
| 0 | -1,4006 | 0,2347 | 1,4006 |
| 1 | -1,4006 | -0,2347 | 1,4006 |
| 2 | -0,0262 | 1,4983 | 1,4983 |
| 3 | -0,0262 | -1,4983 | 1,4983 |
| 4 | -0,904 | 0,8062 | 0,904 |
| 5 | -0,904 | -0,8062 | 0,904 |

Рис.7. Фрагмент расчёта корней характеристического уравнения матрицы отношений G

сценариев. Часто на этом этапе возникает необходимость корректировки когнитивной модели. На рисунке 8 изображены результаты моделирования по сценарию, о котором речь шла выше: анализ развития ситуаций в предположении снижения качества выпускников образовательных учреждений, $q_1 = -1$.

Заключение

В данной статье кратко обозначен ряд сложных проблем, связанных с исследованиями взаимодействия системы образования с обществом и приведена краткая иллюстрация возможностей когнитивного моделирования. В ряде ранних статей [14] изложены некоторые другие результаты когнитивного моделирования системы образования. Монография [2] посвящена подробному исследованию системы образования республики Адыгея до 2001 года. Продолжением когнитивных исследований в данном направлении было исследование Федеральной целевой програм-

мы развития образования (ФЦПРО) на 2016–2020 годы [15].

В условиях современных социально-экономических изменений общества для управления процессами изменений или адаптации к ним необходим глубокий анализ возможных последствий от принятия управленческих решений, от проведения тех или иных реформ, необходима оценка потерь и приобретений от этих реформ для общества. Из материала этой статьи не следует конкретных рекомендаций по совершенствованию системы образования — следует предложение использовать предварительно инструментарий научного предвидения последствий принятия управленческих решений. В том числе — инструментарий когнитивного моделирования, который, конечно, не единственен в многообразных исследованиях формальными методами системы образования учеными разных стран, но позволяет объединить в систему много моделей и методов, реализуя принцип междисциплинарности и видеть всю картину в целом, не теряя деталей.

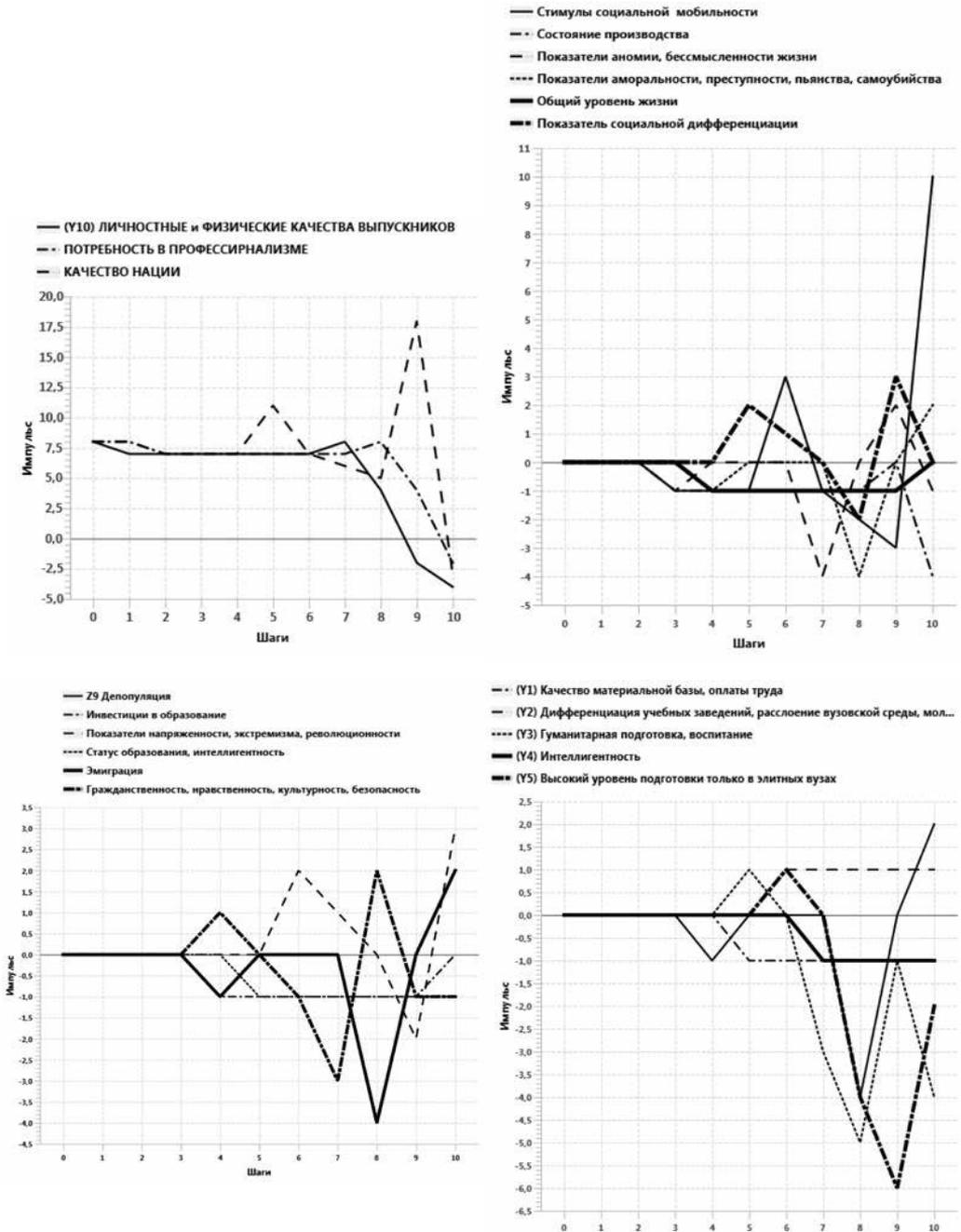


Рис. 8. Импульсные процессы на когнитивной карте G, воздействие $q_1 = -1$

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад д-ра Ц.Р.С. Мэндерса для комитета по вопросам науки НАТО на тему «Научно-техническое образование и кадровые резервы в СССР», 13 мая 1959 г. Документ НАТО без грифа «секретно» АС/137-D/40.
2. Горелова Г.В., Джаримов Н.Х. Региональная система образования, методология комплексных исследований. — Майкоп: Изд. ГУП «Печатный двор Кубани», 2012. — 358 с.
3. (а) Шукушинов В.Е., Взятыхшев В.Ф., Савельев А.Я., Романкова Л.И. Инновационное образование (парадигма, принципы реализации, структура научного обеспечения) // Высшее образование в России. — 1994. — № 2. — С. 13–28; (б) Шукушинов В.Е., Овсянников А.А. Системная модель организационно-экономической реформы образования в России. — М.: МАНВШ, 1998. — 46 с.; (с) Шукушинов В.Е., Овсянников А.А. Стратегия и тактика реформирования системы образования в России. — М.: МАН ВШ, 1998. — 41 с.; (д) Шукушинов В.Е. Концептуальные основы и подходы к разработке Национальной Доктрины Российской Федерации. // Вестник МАН ВШ, № 4 (10). — Челябинск: изд. ЮУрГУ, 1999. — С. 7–16; (е) Шукушинов В.Е. Образование как гуманитарный приоритет XXI века. // Вестник МАН ВШ, № 3 (5). — Саратов: изд. ГосУНЦ СГУ, 1998. — С. 7–15; (ф) Шукушинов В.Е. О роли научных исследований и инновационной деятельности в современном университете. // Вестник МАН ВШ, № 2 (4). — Ярославль: изд. ЯрГУ, 1998. — С. 9–19; (г) Шукушинов В.Е. Сущность, назначение и основные положения Национальной доктрины образования в Российской Федерации // Вестник МАН ВШ, № 1 (12). — М.: изд. МГУ, 2000. — С. 20–32.
4. Шукушинов В.Е., Овсянников А.А. Системная модель организационно-экономической реформы образования в России. — М.: МАНВШ, 1998. — С 28.
5. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа: Уч. — СПб.: Изд. СПбГПУ, 2005. — 520 с.; Теория систем и системный анализ в управлении организациями. Справочник: Уч. пособие / под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. — М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. — 848 с.;
6. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. — Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. — 332 с.
7. (а) Инновационное развитие социо-экономических систем на основе методологий предвидения и когнитивного моделирования / Под ред. Г.В. Гореловой, Панкратовой Н.Д. — Киев: Изд-во «Наукова Думка», 2015. — 463 с.; (б) Gorelova G. V. Cognitive modeling as the instrument in course of knowledge of large system // International Journal “Information Theories and Applications”, Bulgaria, Vol. 18, N 2, 2011. — Pp. 172–182.; (с) Larisa A. Ginis, Galina V. Gorelova, Anna E. Kolodenkova // Cognitive and simulation modeling of development of regional economy system/ International Journal of Economics and Financial Issues. — 2016, Vol 6, No 5S, pp. 97–103.
8. (а) Абрамова Н.А., Авдеева З.К. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: проблемы методологии, теории и практики // Проблемы управления. —



2008. — № 3. — С. 85–87; (b) *Кульба В.В.* Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем (Научное издание) / В.В. Кульба, Д.А. Кононов, С.С. Ковалевский, С.А. Косяченко, Р.М. Нижегородцев, И.В. Чернов. — М.: ИПУ РАН, 2002. — 122с.; (c) *Максимов В.И.* Когнитивные технологии — от незнания к пониманию // Сб. 1 трудов «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций», (CASC'2001). Тр. Межд. конф., 2001. — Т. 1, С. 4–18; (d) Человеческий фактор в управлении / Под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. — М.: КомКнига, 2006. — 496 с.
9. *Roberts F.* Graph Theory and its Applications to Problems of Society, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, 1978.
 10. *Casti, J.* Connectivity, Complexity, and Catastrophe in Large-scale Systems. A Wiley — Interscience Publication International Institute for Applied Systems Analysis. JOHN WILEY and SONS. Chichester — New York — Brisbane — Toronto, 1979.
 11. *Axelrod R.* The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. — Princeton. University Press, 1976;
Eden C. Cognitive mapping// European Journal of Operational Research. — 1998. — № 36. — Pp.1–13; *Atkin R.H.*, Combinatorial Connectivities in Social Systems. An Application of Simplicial Complex Structures to the Study of Large Organisations, Interdisciplinary Systems Research, 1997.
 12. *Горелова Г.В., Масленникова А.В.* Имитационное моделирование на основе когнитивной методологии и системной динамики, анализ системы «Юг России» // Научно-практ. конф. «Системный анализ в экономике»: материалы. — М.: ЦЭМИ РАН, 2012. — С.33–45.
 13. *Горелова Г.В., Мельник Э.В., Коровин Я.С.* Когнитивный анализ, синтез, прогнозирование развития больших систем в интеллектуальных РИУС // Научно-теоретический журнал НАН Украины «Искусственный интеллект». — Донецк: ИПШИ МЦН НАН У «Наука і освіта», 2010. — № 3. — С. 61–72; *Горелова Г.В., Мельник Э.В.* Когнитивные модули интеллектуальной поддержки решений в информационных управляющих системах / Системный анализ в экономике. Материалы научно-практической конференции. — М.: ЦЭМИ РАН, 2010. — С. 45–49; *Горелова Г.В., Мельник Э.В.* Проектирование интеллектуальных распределенных информационно-управляющих систем. / Тр. Междун. научно-техн. мультikonф. «Актуальные проблемы информационно-компьютерных технологий, мехатроники и робототехники; Многопроцессорные вычислительные и управляющие системы». — Таганрог: Изд. ТТИ ЮФУ, 2009 — Т. 2. — С. 28–32.
 14. *Горелова Г.В.* О формализации процесса обучения, когнитивный подход / В тр. {XII Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении». — Санкт-Петербург: Изд-во СПбПУ, 2008. — Часть 3. — С. 60–64; *Горелова Г.В., Макарова Е.* Управление системой образования как инвестирование в человеческий капитал / Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS-IT'09». Научное издание в 4 т. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — Т. 2. — С. 236–243; *Горелова Г.В., Макарова Е.Л.* Моделирование взаимосвязи проблем системы высшего образования и соци-

- ально-экономических систем средствами когнитивного подхода / «Управление большими системами», спец.выпуск 30.1. «Сетевые модели в управлении». — М.: ИПУ РАН, 2010 — С. 431–452; Горелова Г.В., Макарова Е.Л. Когнитивный анализ взаимосвязи проблем систем высшего образования и социально-экономической системы / Сборник трудов XIV Междун. научн.-практ. конф. «Системный анализ в проектировании и управлении». Ч. 2. — СПб: Изд. СПб ГПУ, 2010. — С. 197–206.
15. Горелова Г.В. Применение когнитивного подхода к анализу федеральных целевых программ / В сборнике: Системный анализ в проектировании и управлении. Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции: в 2 т., 2017. — Т. 1. — С. 82–92 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29988694>; Научно-исследовательский проект № 301*213.01-34/2017-17 (приказ № 550 от 17.04.2017) «О разработке концептуальной когнитивной модели для анализа предложений по формированию предметов проектов, обеспечивающих реализацию ФЦПРО».