

Методы и алгоритмы анализа социальных процессов с применением когнитивно-адаптивной инвариантной модели

Цель: повышение качества решения задач анализа социальных процессов (построения и идентификации модели процесса, прогнозирования, выработки альтернатив развития) и расширение номенклатуры анализируемых процессов за счет применения когнитивно-адаптивной инвариантной модели.

Объект – социальный процесс.

Предмет – система причинно-следственных связей объектов и факторов процесса.

Задачи:

- комплексирование алгоритмов и методов анализа социальных процессов: выбор базовых алгоритмов и моделей, разработка связующих методик;
- разработка когнитивно-адаптивной инвариантной модели социальных процессов, метода анализа модели;
- разработка метода создания аналитической системы и программного комплекса, реализующего систему;
- решение задач анализа реальных социальных процессов с использованием модели:
 - изменения социальной напряженности в регионе (на основе данных по Чеченской Республике);
 - изменения инвестиционной привлекательности региона РФ (на основе данных по Удмуртской Республике);
 - изменения значимости стратегических рисков РФ с учетом их взаимозависимостей.

Теоретическая и методологическая основа:

концептуальное и когнитивно-графовое моделирование, эволюционные вычисления, интервальные вычисления. Также использовались: методы системного анализа, теория графов, линейная алгебра, математический анализ, алгебра матриц.

Социальный процесс – любое изменение значений параметров или структуры системы, имеющей социальную проекцию.

Отбор базисных факторов и объектов социального процесса осуществляется с применением алгоритма четырехэлементного стратегического анализа внешней среды - *PEST-анализа*.
Ситуационный анализ проблемной области производится при помощи *SWOT-анализа*.

При построении **концептуальной модели** социального процесса (СП) объекты социальной системы и внешние факторы декомпозируются или агрегируются до одного уровня абстракции. Между объектами и факторами намечаются связи.

Тройка $M = \langle Ob(t_{об}), Ft(t_{об}), Rel(t_{об}) \rangle$, где $Ob(t_{об})$ – множество объектов системы, $Ft(t_{об})$ – множество влияющих факторов, $Rel(t_{об})$ – множество отношений между факторами и объектами, $t_{об}$ – объективное время, является **концептуальной структурно-морфологической моделью** СП.

Каждая сущность процесса характеризуется одним или несколькими параметрами:

$Ob(t_{об}) = Ob'(t_{об}, \pi_o(t_{об}))$, $Ft(t_{об}) = Ft'(t_{об}, \pi_f(t_{об}))$,
 $Rel(t_{об}) = Rel'(t_{об}, \pi_r(t_{об})) \Rightarrow$
 $M' = \langle Ob'(t_{об}, \pi_o(t_{об})), Ft'(t_{об}, \pi_f(t_{об})), Rel'(t_{об}, \pi_r(t_{об})) \rangle$,
 где π_o, π_f, π_r – множества параметров, например, $\pi_o = \{\pi_{oi}(t_{об})\}$;
 от времени зависит как состав множества параметров, так и их значения.

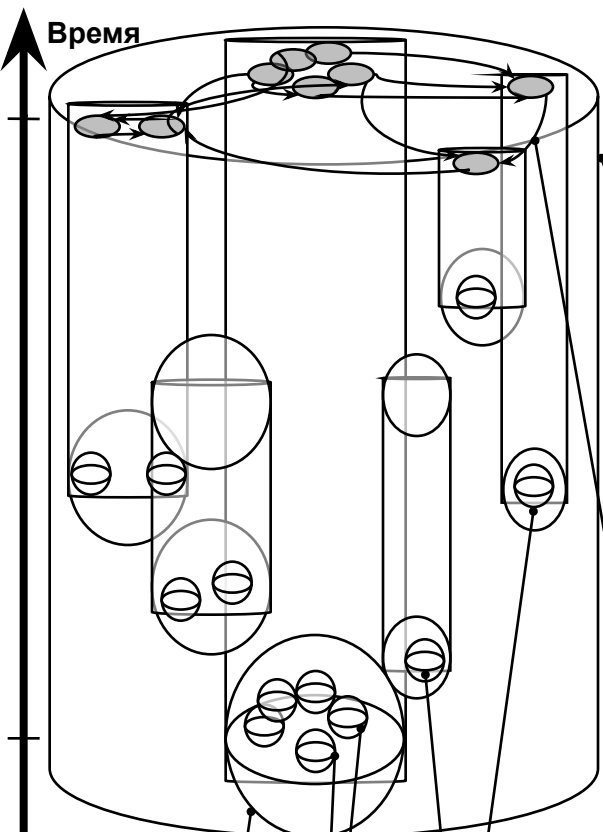
Причинно-следственные связи:

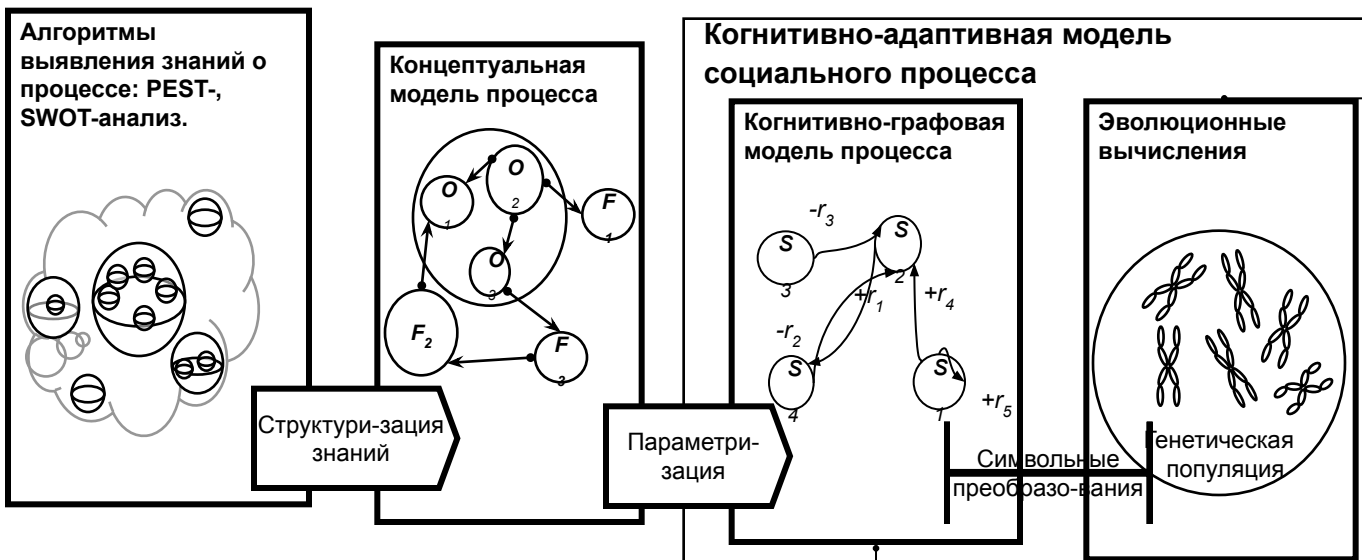
«фактор-фактор», «объект-объект», «фактор-объект».

Внешние факторы, влияющие на состояние объектов социальной системы.

Объекты - элементы социальной системы, непосредственно участвующие в процессе.

Социальная система.





Когнитивно-графовая модель (КГМ) СП - $M_{ке} = \langle P, O, MR \rangle$, где P - множество параметров, O - множество отношений, MR - правило получения следующих значений параметров из текущих. Множество $P = \Pi(Ob'(t_{об.наб.}, \pi_o(t_{об.наб.}))) \cup \Pi(Ft'(t_{об.наб.}, \pi_r(t_{об.наб.})))$, где $\Pi(\bullet)$ - оператор проекции на множество параметров, примененный в момент времени $t_{об.наб.}$. Множество $O = \Pi(SC(Rel'(t_{об.наб.}, \pi_r(t_{об.наб.}))))$, где $SC(\bullet)$ - оператор отбора причинно-следственных отношений. $MR: D(P) \times D(O) \rightarrow D(P)$, где $D(\bullet)$ - оператор получения множества всевозможных значений. Правило MR выбирается экспертно.

Когнитивно-адаптивная модель = <когнитивно-графовая модель, генетическое кодирование элементов КГМ, эволюционная адаптация элементов КГМ>.

Эволюционные вычисления (ЭВ) в когнитивно-адаптивной модели (КАМ) служат для идентификации КГМ, при этом, дополнительно задаются наборы фактических данных двух видов S_1 и S_2 :

1. КГМ процесса - $M_{ке1} = \langle P, O, MR, S_1 \rangle$, где S_1 - конечное множество векторов значений параметров процесса во времени. Решается задача оптимизации функционала:

$$FM_{ке1}(X) = \sum_{i=1}^{i-1 \text{ раз}} \| MK(MK(\dots MK(MR(S_{1i}, X), X) \dots, X) - S_{1i} \|, FM_{ке1}(X) \rightarrow \min, \text{ где суммирование осуществляется по всем элементам } S_1.$$

2. $M_{ке2} = \langle P, O, MR, Id_1, S_2 \rangle$, где S_2 - конечное множество векторов значений параметров аналогов-реализаций процесса, Id_1 - вектор индикаторов, фиксирующих те или иные параметры как «входные»/«результатирующие». Решается задача оптимизации функционала:

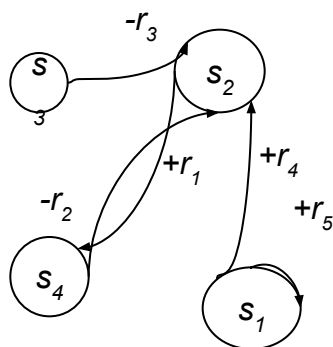
$$FM_{ке2}(X) = \sum_j \| (MR(S_{2j}, X))_j - S_{2j} \|, FM_{ке2}(X) \rightarrow \min, \text{ где суммирование осуществляется по всем элементам множества } S_2, \text{ по «результатирующим» параметрам.}$$

Также ЭВ используются для **поиска вектора начальных значений параметров** процесса, такого, чтобы за указанное число итераций достичь целевых значений.

$M_{ке3} = \langle P, O, MR, C, Id_2, t^* \rangle$, где C - вектор целевых значений параметров процесса, Id_2 - вектор индикаторов, фиксирующих те или иные параметры как «управляемые»/«неуправляемые», t^* - требуемое число итераций КГМ. Решается задача:

$$FM_{ке3}(X) = \sum_j \| (MR(MR(\dots MR(MR(X, O), O) \dots, O))_j - C_j \|, FM_{ке3}(X) \rightarrow \min, \text{ где суммирование осуществляется по «неуправляемым» параметрам.}$$

Пример когнитивного графа



КГМ = <когнитивный граф (КГ), правило получения новых значений параметров>.

КГ = $\langle S, R \rangle$, где $S = \{s_i(t)\}$ - параметры процесса, заданные численно и лингвистически, t - принадлежит дискретному множеству временных моментов.

Численный параметр определяется интервалом $a_i \leq s_i(t) \leq b_i$.

Лингвистический параметр = $\langle \langle \text{«символьная метка»}, \text{интервал} \rangle_j \rangle$.

$R = \{r_{jk}\}$, где r_{jk} - действительное число, определяющее отношение, связывающее j -ый и k -ый параметр, $r_{jk} \in [-1, 1]$.

Матрица смежности когнитивного графа - $RM = (r_{jk})$ - это матрица, в jk -ый элемент которой равен значению, характеризующему отношение j -го параметра к k -ому.

Отношения между параметрами определяют тип КГМ: линейный или нелинейный.

Линейный тип КГМ - зависимость одного параметра от других задается **линейной функцией**:

$$Fs_i(\langle s_k \rangle, t_j) = \sum_k r_{ki} \cdot s_k(t_{j-1}).$$

Нелинейный - зависимость определяется: $Fs_i(\langle s_k \rangle, t_j) = \sum_k \begin{cases} s_k(t_{j-1})^{\alpha_{ki}}, & \text{если } s_k(t_{j-1}) \geq 0 \\ -|s_k(t_{j-1})|^{\alpha_{ki}}, & \text{если } s_k(t_{j-1}) < 0 \end{cases}$, где α_{ki} равно модулю веса соответствующей дуги КГ.

Правило получения значений параметров (правило итерации) КГМ определяет её **вид**.

Виды линейных КГМ:

- **«Базовая» КГМ.** Правило итерации: $S(t_j) = S(t_{j-1}) \cdot RM$ - значение состояний системы процесса в момент времени t_j определяется как «произведение» матрицы смежности КГ на вектор значений параметров в момент t_{j-1} ;
- **«Балансовая»:** $s_i(t_j) = s_i(t_{j-1}) + \sum_k r_{ki} \cdot s_k(t_{j-1}) - \sum_l r_{il} \cdot s_i(t_{j-1})$;
- **«Импульсная»:** Обозначим за $p_i(t_j) = s_i(t_j) - s_i(t_{j-1})$ - величину импульса j -ого параметра \Rightarrow правило итерации импульсной КГМ таково: $s_i(t_j) = s_i(t_{j-1}) + \sum_k r_{ik} \cdot p_k(t_{j-1})$.

Если s - **лингвистический параметр**, то $s \leftrightarrow IT(s)$ - множество интервальных чисел (ИЧ),

$IT(s) \in I(\mathbf{R})$ - множество всех интервалов на \mathbf{R} . Пусть $IT_i(s)$ - i -ое интервальное число s .

Для лингвистического параметра s введем отображение $FC_s: \mathbf{R} \rightarrow T(s)$,

где $T(s)$ - терм-множество параметра, по правилу:

$FC_s(d) = IT_i(s): |C(IT_i(s)) - d| = \min |C(IT_j(s)) - d|$, где $C(\bullet)$ - центр ИЧ, минимум берется по всем интервальным числам лингвистического параметра.

Определим отображение $FI_s: I(\mathbf{R}) \rightarrow T(s)$, по правилу:

$FI_s(D) = IT_i(s): |C(IT_i(s)) - C(D)| = \min |C(IT_j(s)) - C(D)|$, где минимум берется по всем интервальным числам лингвистического параметра.

Определим **основное уравнение** линейной КГМ «базового» вида двумя способами:

$s_i(t_j) = FC_{si}(\sum_k r_{ki} \cdot C(IT^*(s_k(t_{j-1}))))$ преобразования производятся с действительными числами.

$s_i(t_j) = FI_{si}(\sum_k r_{ki} \cdot IT^*(s_k(t_{j-1})))$. Здесь используются арифметические операции с ИЧ.

В случае нелинейной КГМ используется RB - или MV -расширение степенной функции.

Скажем, что вершина s_j когнитивного графа **устойчива по значению**, если существует такое число K , что $|s_j(t_j)| < K$, для любого t_j .

Когнитивный граф **устойчив по значению**, если все его вершины устойчивы по значению.

С
и
Когнитивно-
графовая модель
л
ьн

аз
ор

Генерация
популяции

Выбор пары,
Скрещивание

Мутация

Оценивание,
Отбор

Услов
ие
остан
ова

Генетический алгоритм

Язык генетического кодирования при адаптации матрицы смежности (RM):

Популяция – $P = \langle \text{Хромосома}_i \rangle$, где число хромосом – число «особей» в популяции.

Хромосома – $H = \langle \text{Ген}_i \rangle$.

Ген – $G = g$ - Элемент матрицы RM ,

то есть $((i-1) \cdot n + j)$ - ый ген равен r_{ij} , $i, j=1, \dots, n$.

Маска – $Mask = \langle m_i \rangle$, где $m_i \in \mathbf{Z}$. Каждый ген может быть «замаскирован» от мутаций и рандомизации. Маскируются, например, установленные пользователем отношения.

Язык генетического кодирования при адаптации векторов значений параметров (S):

Популяция – $P = \langle \text{Хромосома}_i \rangle$.

Хромосома – $H = \langle \text{Ген}_i \rangle$.

Ген – $G = g$ - приведенное к действительному числу значение параметра, то есть i -ый ген в хромосоме равен s_i .

Маска – $Mask = \langle m_i \rangle$, где $m_i \in \mathbf{Z}$. Маскируются заданные пользователем, как «неуправляемые», параметры.

Особенности генетического алгоритма (ГА): с использованием действительного кодирования, мультипопуляционный, с «маской», с гипермутацией.

Рандомизация в соответствии с «маской».

Алгоритм выбора родителей – «рулеточный» отбор. Используется равномерное скрещивание.

«Маскированная» мутация с «пороговой» вероятностью, вносящая относительные «неухудшающие» изменения в значение гена.

Элитизм в отборе. Лучшие из «потомков» заменяют худших из «родителей».

Фитнесс-функции (на примере линейной «базовой» КГМ):

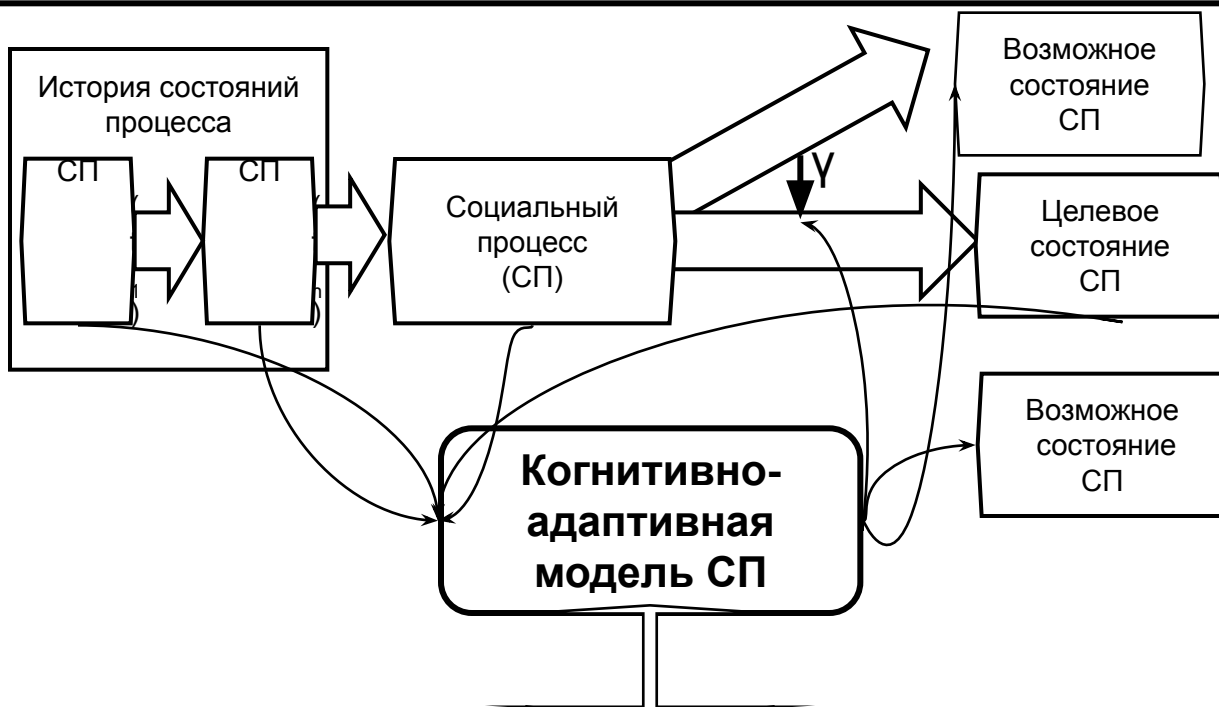
- для адаптации матрицы отношений по временным фактическим данным:

$$FP_1(H_i) = \sum \sum |fs_{kj} - fs_{1j} \cdot (H_i)^{k-1}|$$
, где fs_{kj} – значение j -го параметра k -го временного фактического примера;
- для адаптации матрицы отношений по данным-аналогиям:

$$FP_2(H_i) = \sum \sum |fs_{kv} - fs_{kv} \cdot H_i|$$
, где fs_{kv} – значение v -го параметра k -го фактического примера-анalogии, суммирование производится по «результатирующим» параметрам;
- для адаптации вектора значений параметров:

$$FP_3(H_i) = \sum |H_{iv} - (RM)^{t^*} \cdot H_{iv}|$$
, где t^* -число итераций КГМ, суммирование по «неуправляемым» параметрам.

Условие остановки работы алгоритма – достижение максимального количества итераций или отсутствие улучшений в популяции.



Этапы анализа СП на основе КАМ

Построение и идентификация КГМ процесса, ввод фактической информации

Построение начального когнитивного графа процесса, определение фактических данных.

Проверка качества и адекватности модели

Непротиворечивость когнитивного графа, устойчивость. Соответствие прогнозных значений фактическим: идентификация модели на части фактических данных и сравнение прогнозов с оставшейся частью.

Генерация возможных альтернатив развития процесса

Генетическая мультипопуляционная адаптация набора векторов начальных значений параметров, вычисление управляющего воздействия (γ).

Оценка и согласование возможных альтернатив

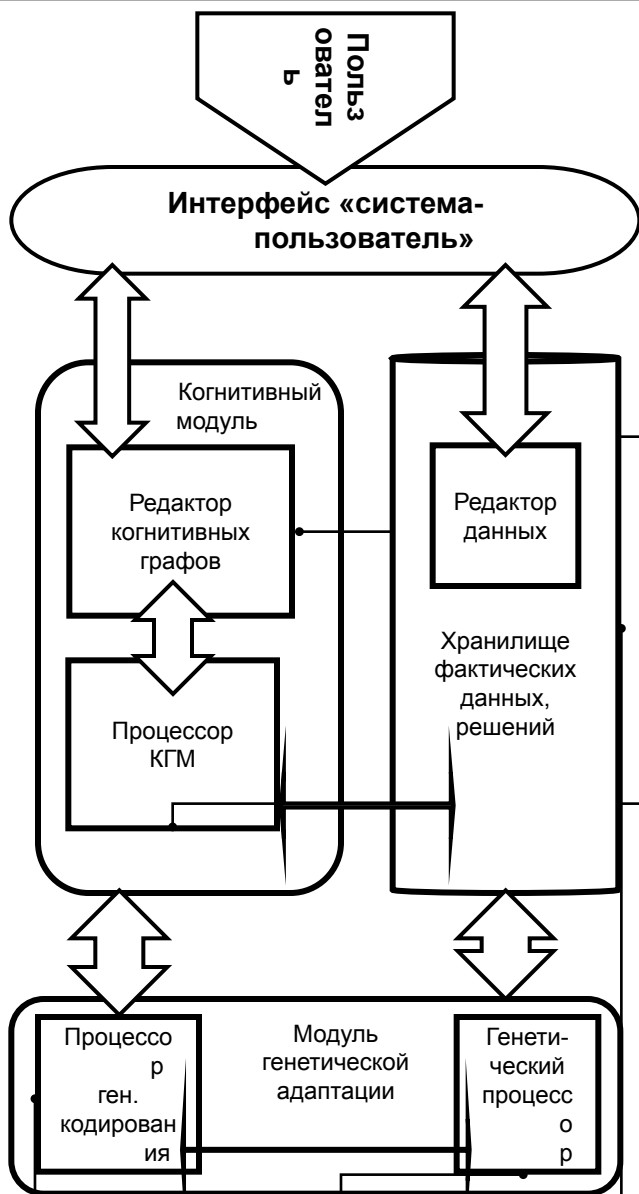
Многокритериальная оценка: противоречивые критерии входят в фитнес-функции разных подпопуляций.

Анализ динамики развития процесса

Итерирование модели исходя из заданных значений параметров, пошаговое моделирование.

Выбор пути развития

Соответствие развития процесса намеченным целям



Система имеет сетевую топологию.

В системе можно выделяются два основных уровня – уровень взаимодействия с пользователем, на котором располагаются модули, имеющие интерфейсную часть и уровень внутрисистемный, на котором базируются модули не имеющие точек внешнего «входа».

Редактор предоставляет пользователю интерфейс для осуществления **процесса редактирования когнитивных графов**: настройки базовых параметров когнитивного графа и формирования графа.

Основная функциональная роль **процессора КГМ** – осуществление получения новых значений параметров когнитивно-графовой модели из имеющихся согласно используемому правилу итерации.

Данные поступают в когнитивный процессор в численном виде. Отношения в виде матрицы смежности, значения параметров в виде вектора. На выходе - вектор результирующих значений параметров.

Хранилище позволяет поддерживать цикл работ с фактическими данными и решениями. Решениями могут быть как вектора значений параметров, так и матрицы смежности КГ.

Редактор данных предоставляет пользователю интерфейс по работе с фактическими данными, необходимыми для адаптации модели.

Данные представляются в табличном виде. По столбцам таблицы располагаются варианты, по строкам – значения параметров процесса. В первой строке каждого вектора данных хранится специальная величина – количество итераций КГМ, в течение которых используется вектор. Редактор позволяет работать с данными вида: временные последовательные фактические данные и фактические данные «по аналогии».

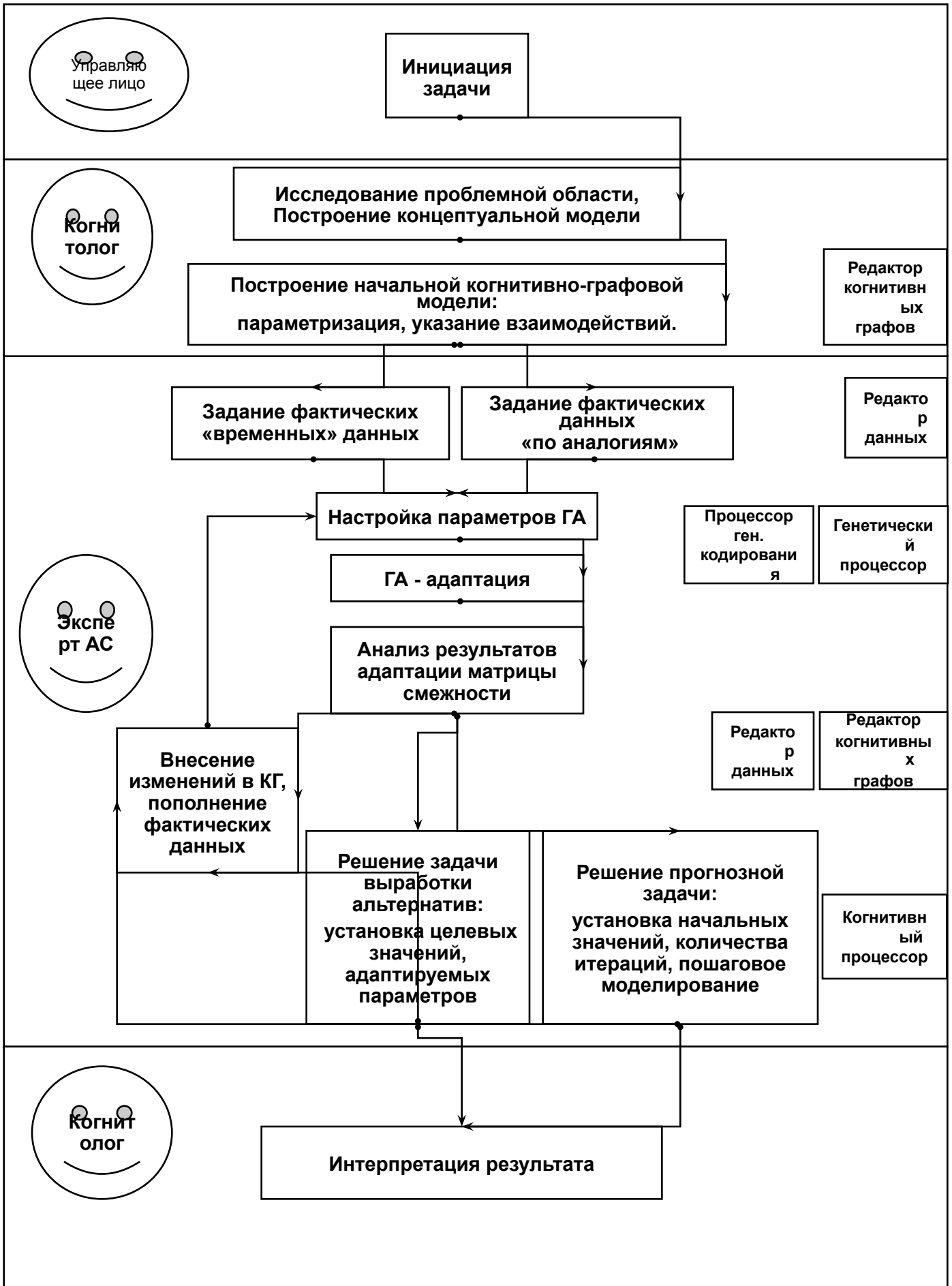
Редактор данных позволяет сохранять и загружать отредактированные данные во внутрисистемном формате.

Модуль генетической адаптации - строит генетический код по элементам КГМ и, согласно функции предпочтения, адаптирует генетическую популяцию.

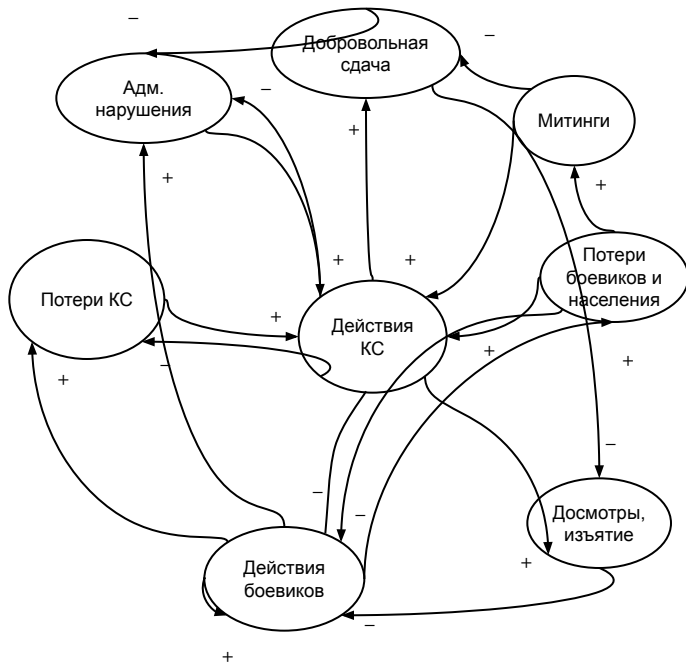
На вход **процессору генетического кодирования** поступает элемент КГМ - матрица смежности КГ или вектор значений параметров. На выходе процессор выдает вектора-генокоды.

Процессор генетических вычислений реализует в себе основные генетические операторы. На входе - генокод, вектор значений параметров генетического алгоритма, функция предпочтения, фактические данные, на выходе - множество адаптированных генокодов.

Сценарий взаимодействий пользователей с аналитической системой



Начальный когнитивный граф



Объектом исследования стал **социальный процесс**, отражающий **зависимость соц. напряженности в регионе от действий контртеррористических сил (КС) и вооруженных бандформирований**.

Ход исследования:

1. Выделены основные факторы, характеризующие исследуемый социальный процесс:

- военные мероприятия контртеррористических сил;
- досмотры транспорта и частных лиц, изъятия оружия;
- число административных нарушений и нарушений, связанных с горюче-смазочными материалами;
- число правовых и уголовных нарушений: подрывов, обстрелов;
- количественные потери среди мирного населения и боевиков;
- потери контртеррористических сил;
- добровольно сданное оружие и сдавшиеся в плен;
- митинги, как реакция населения на силовые действия в регионе.

2. Построена начальная («базовая», линейная) КГМ, отражающая причинно-следственные отношения между параметрами, характеризующими процесс.

3. Обучение когнитивного графа проводилось согласно методу по временным фактическим данным на основании статистических данных за последние три года (по Чеченской Республике). Данные были агрегированы с интервалом в полмесяца.

Результаты идентификации (в КГМ идентифицировались только веса дуг КГ, определенные экспертом. Выполнено 1400 циклов ГА). Данные нормировались.

Суммарное отклонение начальной КГМ: **114,65**.

Суммарное отклонение идентифицированной КГМ: **74,37**.

Граф устойчив. Максимальный модуль собственного значения: **0,64**.

Итоговая матрица смежности КГ:

	Мероприятия	Досмотр	Адм. Наруш.	Добр. Оружие	Митинги	Дейст. боев.	Убито солдат	Убито нас. - б.
Мероприятия		0,00	-0,71	1,00			-0,85	
Досмотр						-0,77		
Адм. Наруш.	0,25							
Добр. Оружие		-0,90	-0,03					
Митинги	0,01			0,00				
Дейст. боевиков			0,98		0,93	0,73	0,99	0,86
Убито солдат	0,54							
Убито нас. - б.	0,01				0,05	-0,06		

Результаты идентификации (КГМ идентифицировалась с добавлением новых дуг КГ и учетом знака дуг КГ, определенных экспертом. Выполнено 1400 циклов ГА).

Суммарное отклонение начальной КГМ: **114,65**.

Суммарное отклонение идентифицированной КГМ: **60,24**.

Граф неустойчив. Максимальный модуль собственного значения: **1,54**.

Итоговая матрица смежности КГ:

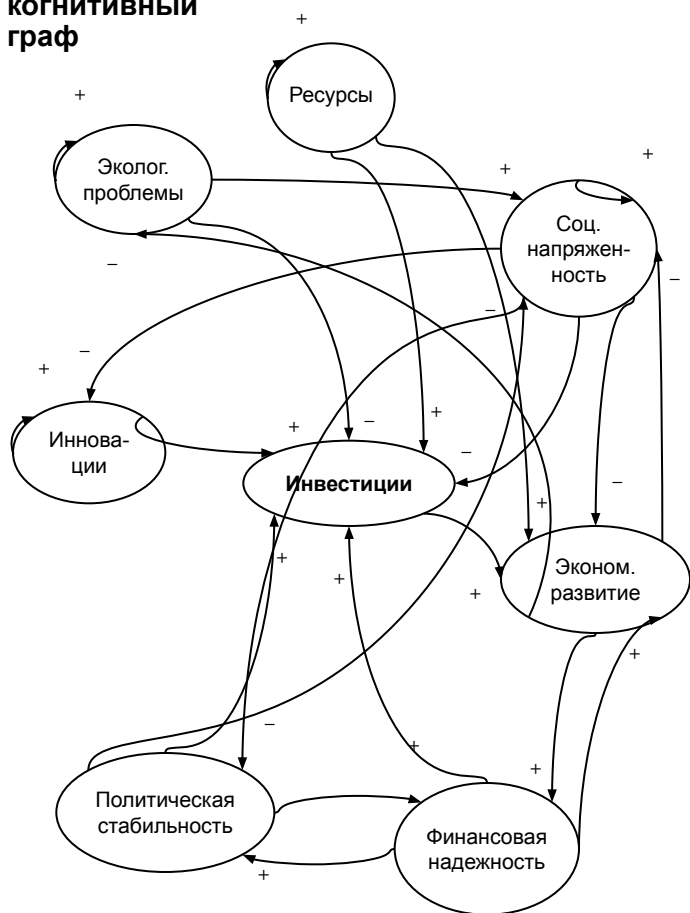
	Мероприятия	Досмотр	Адм. Наруш.	Добр. Оружие	Митинги	Дейст. боев.	Убито солдат	Убито нас. - б.
Мероприятия		0,22	-0,44	0,34	0,67	0,96	-0,47	-0,65
Досмотр	0,28		-0,28	-0,33	0,99	-0,43	0,05	-0,75
Адм. Наруш.	0,24	0,76		-0,22	0,72	0,76	0,56	-0,84
Добр. Оружие	0,16	-0,34	-0,38		0,65	0,54	0,60	-0,97
Митинги	0,22	-0,42	-0,35	-0,85		0,62	0,01	-0,91
Дейст. боевиков	0,15	-0,45	0,41	0,68	0,42	0,94	0,31	0,52
Убито солдат	0,06	-0,24	-0,21	0,66	0,75	0,11		-0,52
Убито нас. - б.	0,41	-0,46	-0,27	0,77	0,59	-0,47	-0,38	

Выводы эксперта:

- действия КС носят запоздалый характер и следуют в качестве реакции на потери среди личного состава;
- на число выступлений мирного населения прямо влияют проводимые КС мероприятия;
- наиболее весомый фактор – действия террористов, усиливающий число нарушений, и вызывающий прилив социальной напряженности.

Изменение инвестиционной привлекательности региона РФ

Начальный когнитивный граф



Объект исследования - **социальноэкономический процесс, отражающий зависимость уровня инвестиций в регионе от экономических и социальных факторов.**

Ход исследования:

1. Выделены и параметризованы основные факторы, характеризующие исследуемый процесс :

- уровень инвестиций ;
- финансовая надежность;
- уровень экономического развития;
- социальная напряженность (забастовки, акции протеста);
- уровень инноваций в регионе;
- ресурсообеспеченность (включая людские ресурсы);
- политическая стабильность;
- экологические проблемы.

2. Построена начальная КГМ («балансовая», линейная).

3. Идентификация КГМ проводилась на основании временных статистических данных по Удмуртской Республике за семь последних лет (агрегированы с интервалом в год).

Результаты идентификации (в КГМ идентифицировались все дуги КГ. 2100 циклов ГА).

Суммарное отклонение начальной КГМ:

10,9.

Суммарное отклонение идентифицированной КГМ :

2,8.

Граф неустойчив. Максимальный модуль собственного значения:

1,07

Итоговая матрица смежности КГ:

	Инвест	Соц. Напр.	Экон. Разв.	Фин. Надеж.	Полит. Стаб.	Иннов.	Эко-логия	Ресур-сы
Инвест	0,00	-0,36	0,01	-0,09	0,81	0,15	-0,39	0,29
Соц.	-0,05	0,28	-0,32	-0,93	-0,02	-0,64	-0,14	-0,35
Экон.	0,64	0,00	0,00	0,61	0,48	0,33	-0,07	0,22
Надеж.	0,29	-0,01	0,69	0,00	0,08	0,11	0,66	-0,38
Полит.	0,12	-0,09	0,74	0,34	0,00	0,34	-0,12	0,12
Иннов.	0,57	0,36	0,22	0,34	0,04	0,05	0,11	0,29
Эко	-0,72	0,00	-0,11	0,14	0,57	-0,50	0,62	0,05
Рес.	0,77	0,97	1,00	0,86	0,53	-0,55	-0,19	0,80

Результаты решения задачи.

Была поставлена задача: что надо, чтобы значения параметров «Уровень инвестиций», «Социальная напряженность» и «Экологические проблемы» были соответственно равны через три итерации КГМ (3 года):

- Инвестиции – 117 млн. долл. США**
- Социальная напряженность – 1765 акций протеста и преступлений**
- Экологические проблемы – 166 (агрегированный показатель)**

Итоговые данные имеют нормированное отклонение (2100 циклов)

1,3

- Уровень эконом. развития – 16551,56 (ВВП)**
- Политическая стабильность – 32,41 (процент одобряющих действия**

властей)

- Финансовая надежность – 9237 (величина фин. вложений)**

- Инновации – 5,17 (удельный вес в стоимости)**

- Ресурсообеспеченность – 81233 (агрегированный показатель: сырьевые ресурсы и фонды)**

Исследование изменения значимости и взаимозависимостей стратегических рисков РФ

Объект исследования – процесс изменения значимости стратегических рисков в интерпретации экспертов.

Ход исследования:

1. Выделены и разбиты на группы основные стратегические риски по сферам общественной жизни РФ:

- социальные риски: коррупция и некомпетентность власти (С1), снижение уровня жизни (С2), духовный кризис (С3), неравномерность развития регионов (С4), криминализация общества (С5);
- научно-технические: нерациональный выбор приоритетов развития НТП (Н1), снижение научного потенциала (Н2), рост информационной уязвимости (Н3), угроза несанкционированного использования технологий (Н4), неопределенность технологий будущего (Н5);
- природно-техногенные: опасные природные явления (Т1), техногенные аварии (Т2), загрязнение окружающей среды (Т3), глобальное изменение климата (Т4), истощение природных ресурсов (Т5);
- политические: усиление позиций США (П1), возрастание мощи КНР (П2), снижение обороноспособности РФ (П3), межнациональные конфликты (П4), военная угроза со стороны НАТО и США (П5);
- экономические: нерациональный выбор приоритетов (Э1), криминализация экономики (Э2), снижение производственного потенциала (Э3), возможность энергетического кризиса (Э4), чрезмерная открытость экономики (Э5).

2. Построена начальная КГМ («базовая», нелинейная).

3. Идентификация КГМ проводилась согласно методу по временным данным составленным из коэффициентов значимости рисков, полученным на основе попарных экспертных сравнений на временном интервале 2002-2022 г.г.

Результаты идентификации (в КГМ идентифицировались веса всех дуги КГ. 1400 циклов ГА).

Суммарное отклонение начальной КГМ:

12,7.

Суммарное отклонение идентифицированной КГМ:

4,4.

Итоговая матрица смежности КГ (только значимые веса):

	С1	С2	С3	С4	С5	Н1	Н2	Н4	Н5	Т2	Т3	Т4	Т5	П1	П2	П3	П4	П5	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	
С3								0,5															0,5	
С4												-0,4												
Н1		-0,4		-0,5																				
Н2		0,5																0,5						0,5
Н4			0,5																		0,6			
Т1											-0,5									-0,5				
Т2																								
Т4										-0,4						-0,4								-0,4
Т5	0,4			0,4				0,5						-0,6	-0,4				0,5					
П1						0,4				0,4														
П2										-0,4			0,5											
П3											-0,4													-0,5
П4	0,4	0,4				0,4			-0,5							-0,4								
П5	0,4	0,5										0,4			0,4						-0,5			
Э1										0,5		-0,4						0,5				0,4		
Э2			-0,4		0,5					0,4							0,4							
Э3																			0,5					
Э5																			0,4					0,5

Выводы эксперта по результатам идентификации модели:

Вскрыты зависимости между сферами рисков:

- «несанкционированное использование технологий» $\xrightarrow{+}$ «духовный кризис»;
- «угроза со стороны НАТО» $\xrightarrow{+}$ «снижение уровня жизни»;
- «снижение научного потенциала» $\xrightarrow{+}$ «снижение уровня жизни»;
- «духовный кризис» $\xrightarrow{+}$ «неопределенность технологий будущего»;
- «криминализация экономики» $\xrightarrow{+}$ «криминализация общества»;
- «истощение природных ресурсов» $\xrightarrow{-}$ «несанкционированное использование технологий»;
- «истощение природных ресурсов» $\xrightarrow{-}$ «усиление мощи США»;
- «усиление мощи КНР» $\xrightarrow{-}$ «истощение природных ресурсов»;
- «нерациональный выбор экономических приоритетов» $\xrightarrow{+}$ «техногенные аварии»;
- «угроза со стороны НАТО» $\xrightarrow{-}$ «криминализация экономики».

Наиболее значимые риски в межсферном влиянии:

По числу выходящих дуг: «истощение природных ресурсов», «межнациональные конфликты», «криминализация экономики», «военная угроза со стороны НАТО и США».

По числу входящих дуг: «снижение уровня жизни», «техногенные аварии».

1. Выполнено комплексирование алгоритмов и методов (выявления знаний, концептуального и когнитивного-графового моделирования, эволюционных вычислений) анализа социальных процессов, предложены связующие методики.

2. Разработана когнитивно-адаптивная инвариантная модель социальных процессов, объединяющая в себе когнитивно-графовое моделирование и эволюционные вычисления; разработан метод анализа когнитивно-адаптивной модели.

3. Предложен метод создания прикладной аналитической системы, автоматизирующей этапы анализа социального процесса на основе когнитивно-адаптивного моделирования.

4. Создан программный комплекс, реализующий аналитическую систему; выработаны сценарии взаимодействий пользователей с аналитической системой.

5. Решены задачи анализа реальных СП:

- изменения социальной обстановки в регионе под влиянием действий контртеррористических сил и незаконных вооруженных формирований (на основе данных по Чеченской Республике);
- изменения инвестиционной привлекательности региона РФ в зависимости от социальных и экономических факторов (на основе данных по Удмуртской Республике);
- изменения значимости стратегических рисков РФ с учетом их взаимозависимостей.