

УДК 303.732.4

UDC 303.732.4

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПО КРАСНОДАРСКОМУ КРАЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА (Часть 3-я: Решение задач прогнозирования и исследования предметной области)

FORECASTING OF SUNFLOWER YIELD FOR THE KRASNODAR REGION WITH THE USE OF SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS (PART III: Decision of the tasks of forecasting and research of the subject area)

Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессор
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13,
prof.lutsenko@gmail.com

Lutsenko Eugeny Veniaminovich
Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Познышева Наталья Олеговна
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13

Poznysheva Natalya Olegovna
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В данной работе предложены технология и методика постановки и решения задачи прогнозирования сценариев изменения урожайности подсолнечника на уровне региона и его районов на основе системно-когнитивной модели, отличающиеся от традиционных: высокой степенью формализации модели знаний; возможностью синтеза матричной передаточной функции объекта прогнозирования непосредственно на основе эмпирических данных; корректной работой при неполных (фрагментированных) и зашумленных исходных данных. Впервые проведено исследование системно-когнитивной модели искусственной экосистемы насаждений подсолнечника Краснодарского края, которое корректно считать исследованием самой экосистемы, так как верификация данной модели показала ее высокую адекватность

In the article we have offered the technology and the methodology for the formulation and the solution of the problem of forecasting scenarios of changes in yield sunflower seeds at the level of a region and its districts, on the basis of the system-cognitive model that is different from the traditional: a high degree of formalization of the model of knowledge; the possibility of the synthesis matrix transfer function of the object of forecasting directly on the basis of empirical data; correct work with incomplete (fragmented) and noisy data. For the first time, the study of the system-cognitive model of artificial ecosystems of sunflower in the Krasnodar Region, which is correctly regarded as the study of the ecosystem, as the verification of this model has shown its high adequacy has been conducted

Ключевые слова: СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД, СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, МНОГООТРАСЛЕВАЯ КОРПОРАЦИЯ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, СЕМАНТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

Keywords: SYSTEM APPROACH, SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, DIVERSIFIED CORPORATION, FORECASTING, SEMANTIC INFORMATION MODEL

Решение задач идентификации и прогнозирования

Идентификация – количественная оценка степени сходства конкретного объекта или его состояния с классом по признакам, которые относятся к тому же моменту времени, что и состояние.

Прогнозирование – количественная оценка степени сходства конкретного объекта или его состояния с классом по признакам, причем признаки относятся к более раннему времени, чем состояние (рисунок 1):

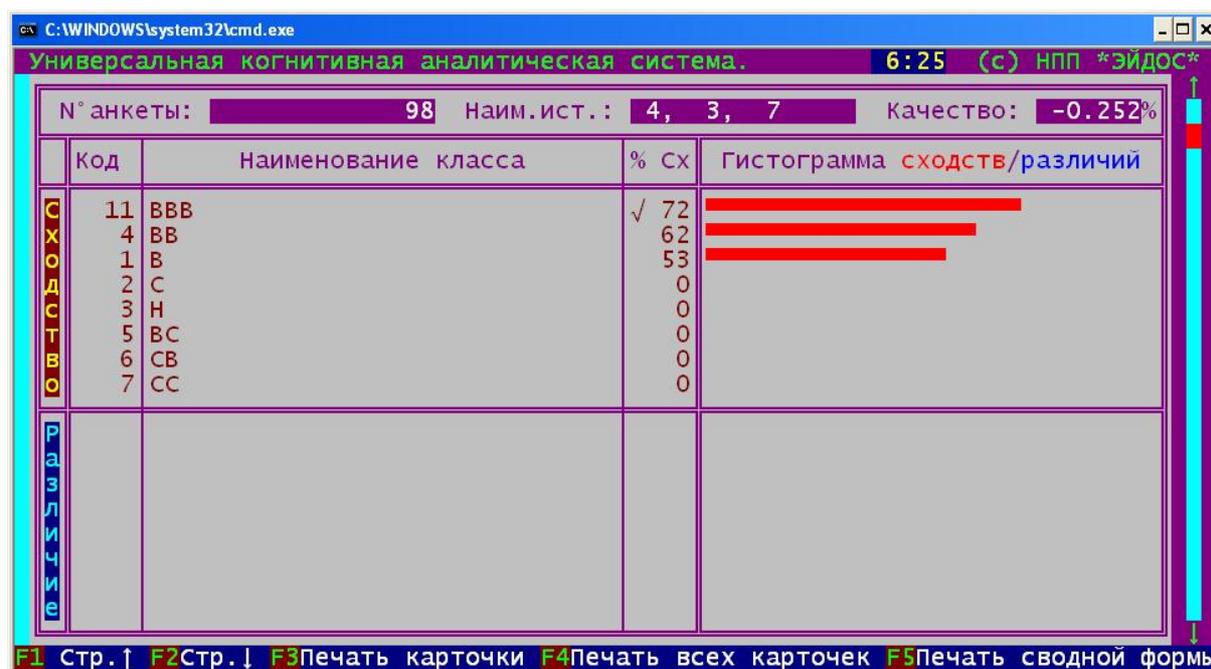


Рисунок 1. Экранная форма результата прогнозирования будущего сценария изменения урожайности подсолнечника

В верхней части карточки прогнозирования приведены сценарии, осуществление которых вероятно, а в нижней – осуществление которых не ожидается.

Решение задачи исследования предметной области Информационные портреты классов и факторов

Информационный портрет класса – это список факторов, ранжированных в порядке убывания силы их влияния на переход объекта управления в состояние, соответствующее данному классу. Информационный портрет класса отражает систему его детерминации. Генерация информационного портрета класса представляет собой решение обратной задачи прогнозирования, т.к. при прогнозировании по системе факторов определяется спектр наиболее вероятных будущих состояний объекта управления, в которые он может перейти под влиянием данной системы факторов, а в информационном портрете мы наоборот, по заданному будущему состоянию объекта управления определяем систему факторов, детерминирующих это состояние, т.е. вызывающих переход объекта управления в это состояние. В начале информационного портрета класса идут факторы, оказывающие положительное влияние на переход объекта управления в заданное состояние, затем факторы, не оказывающие на это существенного влияния, и далее – факторы, препятствующие переходу объекта управления в это состояние (в порядке возрастания силы препятствования). Информационные портреты классов могут быть от *отфильтрованы* по диапазону факторов, т.е. мы можем отобразить влияние на переход объекта

управления в данное состояние не всех отраженных в модели факторов, а только тех, коды которых попадают в определенный диапазон, например, относящиеся к определенным описательным шкалам.

Пример информационного портрета класса: «В следующем году ожидается высокая урожайность подсолнечника», приведен в таблице 12:

Таблица 1 – ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТРЕТ КЛАССА:

Код: 1, Наименование: «В», Полный портрет.

Фильтрация по кодам признаков: 1-172.

Фильтрации по модулю информативности нет.

07-12-12 16:22:02

г.Краснодар

№	Предыдущий сценарий		Количество информации в битах
	Код	Наименование	
1	22	BBBB	2,837
2	37	BBBBS	2,837
3	53	BBBVSS	2,837
4	68	BBBVSSS	2,837
5	82	BBBVSSSS	2,837
6	95	BBBVSSSSS	2,837
7	107	BBBVSSSSSH	2,837
8	118	BBBVSSSSSHH	2,837
9	128	BBBVSSSSSHHH	2,837
10	137	BBBVSSSSSHHHH	2,837
11	145	BBBVSSSSSHHHHS	2,837
12	152	BBBVSSSSSHHHHSS	2,837
13	158	BBBVSSSSSHHHHSSS	2,837
14	163	BBBVSSSSSHHHHSSSS	2,837
15	167	BBBVSSSSSHHHHSSSSS	2,837
16	170	BBBVSSSSSHHHHSSSSSB	2,837
17	172	BBBVSSSSSHHHHSSSSSBB	2,837
18	23	BBBS	2,136
19	38	BBBS	2,136
20	54	BBBS	2,136
21	69	BBBS	2,136
22	83	BBBS	2,136
23	96	BBBS	2,136
24	108	BBBS	2,136
25	119	BBBS	2,136
26	129	BBBS	2,136
27	138	BBBS	2,136
28	146	BBBS	2,136
29	153	BBBS	2,136
30	159	BBBS	2,136
31	164	BBBS	2,136
32	168	BBBS	2,136
33	171	BBBS	2,136
34	12	BBS	1,727
35	24	BBS	1,727
36	39	BBS	1,727
37	55	BBS	1,727
38	70	BBS	1,727

39	84	BCCCCCH	1,727
40	97	BCCCCCHH	1,727
41	109	BCCCCCHHH	1,727
42	120	BCCCCCHHHH	1,727
43	130	BCCCCCHHHHC	1,727
44	139	BCCCCCHHHHCC	1,727
45	147	BCCCCCHHHHCCC	1,727
46	154	BCCCCCHHHHCCCC	1,727
47	160	BCCCCCHHHHCCCCB	1,727
48	165	BCCCCCHHHHCCCCBB	1,727
49	169	BCCCCCHHHHCCCCBBB	1,727
50	5	BC	1,436
51	13	BCC	1,436
52	25	BCCC	1,436
53	40	BCCCC	1,436
54	56	BCCCCC	1,436
55	71	BCCCCCH	1,436
56	85	BCCCCCHH	1,436
57	98	BCCCCCHHH	1,436
58	110	BCCCCCHHHH	1,436
59	121	BCCCCCHHHHC	1,436
60	131	BCCCCCHHHHCC	1,436
61	140	BCCCCCHHHHCCC	1,436
62	148	BCCCCCHHHHCCCC	1,436
63	155	BCCCCCHHHHCCCCB	1,436
64	161	BCCCCCHHHHCCCCBB	1,436
65	166	BCCCCCHHHHCCCCBBB	1,436
66	44	CCCCC	1,210
67	59	CCCCCH	1,210
68	73	CCCCCHH	1,210
69	86	CCCCCHHH	1,210
70	99	CCCCCHHHH	1,210
71	111	CCCCCHHHHC	1,210
72	122	CCCCCHHHHCC	1,210
73	132	CCCCCHHHHCCC	1,210
74	141	CCCCCHHHHCCCC	1,210
75	149	CCCCCHHHHCCCCB	1,210
76	156	CCCCCHHHHCCCCBB	1,210
77	162	CCCCCHHHHCCCCBBB	1,210
78	11	BBB	0,460
79	4	BB	0,437
80	1	B	0,398
81	29	CCCC	-0,416
82	16	CCC	-1,054
83	7	CC	-1,471
84	2	C	-1,787

В информационном портрете прошлые сценарии приведены в порядке убывания степени, в которой они обуславливают будущий сценарий: «В следующем году ожидается высокая урожайность подсолнечника». Видно,

что чем больше лет до этого была такая урожайность, тем выше вероятность того, что такой она будет и в будущем. Видно также, что на этот результат влияют, в основном, предыдущие четыре года, т.к. у всех сценариев, у которых совпадают эти четыре года, а остальные годы не совпадают, наблюдается одинаковое влияние на результат. Кроме того если в предшествующие четыре года была средняя урожайность, то это отрицательно сказывается на получении высокой урожайности в будущем году, причем чем больше лет со средней урожайностью предшествует нынешнему, тем меньше это отрицательное влияние, а когда таких лет пять, то это даже повышает ожидания высокой урожайности.

В таблице 13 приведен информационный портрет класса: «В течение ближайших трех лет ожидается высокий урожай подсолнечника».

Таблица 2 – ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТРЕТ КЛАССА:

Код: 11, Наименование: «ВВВ», Полный портрет.

Фильтрация по кодам признаков: 1-172.

Фильтрации по модулю информативности нет.

07-12-12 16:46:44

г.Краснодар

№	Предыдущий сценарий		Количество информации в битах
	Код	Наименование	
1	12	ВВС	2,334
2	24	ВВСС	2,334
3	39	ВВССС	2,334
4	55	ВВСССС	2,334
5	70	ВВССССС	2,334
6	84	ВВСССССН	2,334
7	97	ВВСССССНН	2,334
8	109	ВВСССССННН	2,334
9	120	ВВСССССНННН	2,334
10	130	ВВСССССННННС	2,334
11	139	ВВСССССННННСС	2,334
12	147	ВВСССССННННССС	2,334
13	154	ВВСССССННННСССС	2,334
14	160	ВВСССССННННССССВ	2,334
15	165	ВВСССССННННССССВВ	2,334
16	169	ВВСССССННННССССВВВ	2,334
17	5	ВС	2,043
18	13	ВСС	2,043
19	25	ВССС	2,043
20	40	ВСССС	2,043
21	56	ВССССС	2,043
22	71	ВСССССН	2,043
23	85	ВСССССНН	2,043
24	98	ВСССССННН	2,043

25	110	BCCCCNNNN	2,043
26	121	BCCCCNNNHC	2,043
27	131	BCCCCNNNHC	2,043
28	140	BCCCCNNNHC	2,043
29	148	BCCCCNNNHC	2,043
30	155	BCCCCNNNHC	2,043
31	161	BCCCCNNNHC	2,043
32	166	BCCCCNNNHC	2,043
33	44	CCCCC	1,817
34	59	CCCCN	1,817
35	73	CCCCN	1,817
36	86	CCCCN	1,817
37	99	CCCCN	1,817
38	111	CCCCN	1,817
39	122	CCCCN	1,817
40	132	CCCCN	1,817
41	141	CCCCN	1,817
42	149	CCCCN	1,817
43	156	CCCCN	1,817
44	162	CCCCN	1,817
45	29	CCCC	0,191
46	1	B	-0,105
47	4	BB	-0,357
48	16	CCC	-0,447
49	7	CC	-0,864
50	2	C	-1,179

Видно, что этому результату способствует высокий урожай в предыдущие один и особенно два года, если им предшествовали годы со средней урожайностью, и в меньше степени средний урожай в последние 5 лет, но препятствует средний урожай за последние 1, два, три года. При этом видно, что урожайность подсолнечника 5 и более лет назад влияния на высокую урожайность в последующие 3 года уже практически не оказывает.

Информационный (семантический) портрет фактора – это список классов, ранжированный в порядке убывания силы влияния данного фактора на переход объекта управления в состояния, соответствующие данным классам. Информационный портрет фактора называется также его *семантическим портретом*, т.к. в соответствии с концепцией смысла системно-когнитивного анализа, являющейся обобщением концепции смысла Шенка-Абельсона, *смысл фактора состоит в том, какие будущие состояния объекта управления он детерминирует*. Сначала в этом списке идут состояния объекта управления, на переход в которые данный фактор

оказывает наибольшее влияние, затем состояния, на которые данный фактор не оказывает существенного влияния, и далее состояния – переходу в которые данный фактор препятствует. Информационные портреты факторов могут быть от *отфильтрованы* по диапазону классов, т.е. мы можем отобразить влияние данного фактора на переход объекта управления не во все возможные будущие состояния, а только в состояния, коды которых попадают в определенный диапазон, например, относящиеся к определенным классификационным шкалам.

На рисунке 2 приведена Экранная форма семантического портрета признака: «Предшествующие 5 лет был средний урожай подсолнечника»:

N° n/w	Код	Наименование класса	Инф-ть (БИТ)	Инф-ть (%)	Сум. инф-ть (%)
1	36	BBBBB	2.98907	40.30	40.30
2	22	BBBB	2.25743	30.43	70.73
3	11	BBB	1.81746	24.50	95.23
4	4	BB	1.48308	19.99	115.22
5	1	B	1.21028	16.32	131.54

Рисунок 2. Экранная форма семантического портрета признака: «Предшествующие 5 лет был средний урожай подсолнечника»

Из этой формы видно, что этот предшествующий сценарий в наибольше степени обуславливает высокий урожай в течение последующих 5 лет, во все меньшей степени – 4, 3, 2 лет и 1 года. Эти же данные приведены на рисунке 3:

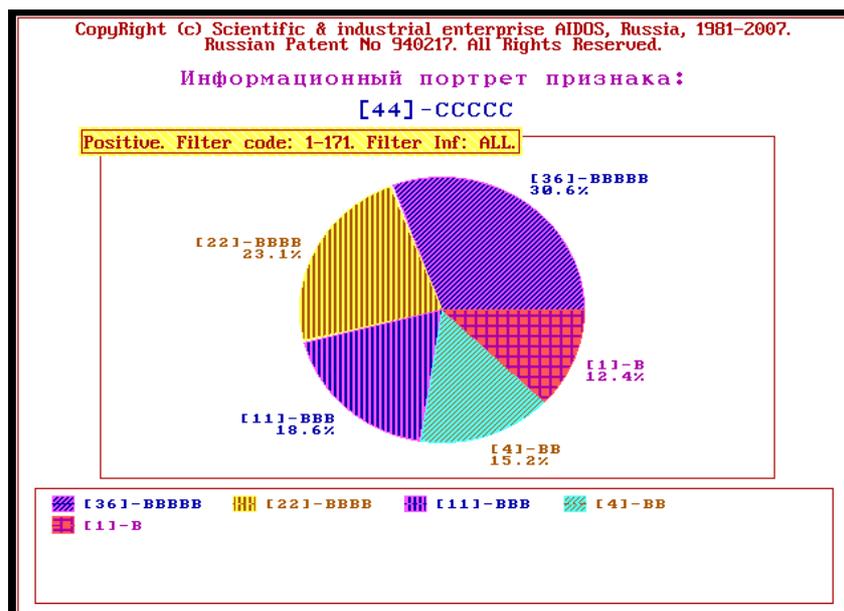


Рисунок 3. Семантический портрет предыдущего сценария:
«Предшествующие 5 лет был средний урожай подсолнечника»

Размеры секторов на круговой диаграмме соответствуют относительной силе влияния предшествующего сценария изменения урожайности подсолнечника: «Предшествующие 5 лет был средний урожай подсолнечника» на будущие сценарии изменения его урожайности.

Кластерный анализ и семантические классов и факторов

Кластерно-конструктивный анализ – это математический метод анализа данных, обеспечивающий: выявление классов, наиболее сходных по системе их детерминации и объединение их в кластеры; выявление кластеров классов, наиболее сильно отличающиеся по системе их детерминации и построение из них полюсов конструкторов классов, при этом остальные кластеры включаются в конструкторы в качестве промежуточных между полюсами; выявление факторов, наиболее сходных по детерминируемым ими классам и объединение их в кластеры; выявление кластеров факторов, наиболее сильно отличающиеся по детерминируемым ими классам и построение из них полюсов конструкторов факторов, при этом остальные кластеры включаются в конструкторы в качестве промежуточных между полюсами.

Состояния объекта управления, соответствующие классам, включенным в один кластер, могут быть достигнуты одновременно, т.е. являются *совместимыми (коалиционными)* по детерминирующим их факторам. Состояния объекта управления, соответствующие классам, образующим по-

люса конструкта, не могут быть достигнуты одновременно, т.е. являются противоположными по детерминирующим их факторам (*антагонистическими*).

Факторы, включенные в один кластер, оказывают сходное влияние на поведение объекта управления и могут, при необходимости, быть использованы для замены друг друга. Факторы, образующие полюса конструкта, оказывают противоположное влияние на поведение объекта управления.

Кластерно-конструктивный анализ классов позволяет сравнить их по сходству системы детерминации и отобразить эту информацию в наглядной графической форме семантической сети классов.

Кластерно-конструктивный анализ факторов позволяет сравнить факторы по сходству их влияния на переход объекта в будущие состояния и отобразить эту информацию в наглядной графической форме семантической сети факторов.

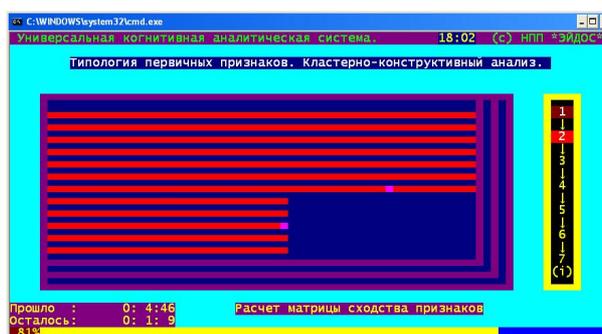


Рисунок 4. Экранная форма режима расчета матрицы сходства классов системы «Эйдос»

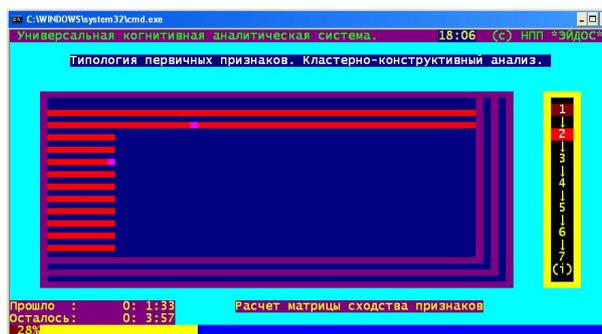


Рисунок 5. Экранная форма режима расчета матрицы сходства факторов системы «Эйдос»

В результате работы режимов кластерно-конструктивного анализа системы «Эйдос» формируются матрицы сходства классов и значений факторов (таблицы 3 и 4):

Таблица 3 – Матрица сходства будущих сценариев динамики урожайности подсолнечника (классов) в % (фрагмент)

Код	Сценарии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	B	100	-52	-31	33	-19	-4	-44	-16	-11	-25	11	-19
2	C	-52	100	-30	-51	53	-4	73	-16	6	-25	-43	53
3	H	-31	-30	100	-30	-11	-5	-25	58	-5	78	-25	-11
4	BB	33	-51	-30	100	-19	-4	-43	-16	-11	-25	54	-19
5	BC	-19	53	-11	-19	100	-3	-17	-6	-3	-9	-16	100
6	CB	-4	-4	-5	-4	-3	100	-3	-2	-2	-4	-4	-3
7	CC	-44	73	-25	-43	-17	-3	100	-12	-8	-21	-36	-17
8	CH	-16	-16	58	-16	-6	-2	-12	100	-4	-6	-13	-6
9	HC	-11	6	-5	-11	-3	-2	-8	-4	100	-4	-9	-3
10	HH	-25	-25	78	-25	-9	-4	-21	-6	-4	100	-21	-9
11	BBB	11	-43	-25	54	-16	-4	-36	-13	-9	-21	100	-16
12	BBC	-19	53	-11	-19	100	-3	-17	-6	-3	-9	-16	100
13	BCC	-19	43	-12	-18	-7	-3	56	-6	-3	-9	-15	-7
14	CBB	-3	-4	-3	-3	-2	54	-3	-2	-1	-3	-3	-2
15	CCB	-4	-4	-5	-4	-3	100	-3	-2	-2	-4	-4	-3
16	CCC	-35	53	-20	-35	-14	-1	73	-9	-7	-17	-29	-14
17	CCH	-16	-16	58	-16	-6	-2	-12	100	-4	-6	-13	-6
18	CHH	-16	-16	52	-15	-6	-2	-13	-3	-4	66	-13	-6
19	HCC	-10	4	-6	-10	-4	-2	8	-3	0	-5	-8	-4
20	HHC	-11	6	-5	-11	-3	-2	-8	-4	100	-4	-9	-3
21	HHH	-19	-18	55	-19	-6	-3	-16	-6	-2	72	-16	-6
22	BBBB	2	-33	-19	29	-12	-4	-28	-10	-7	-16	59	-12
23	BBBC	-19	53	-11	-19	100	-3	-17	-6	-3	-9	-16	100
24	BBCC	-19	43	-12	-18	-7	-3	56	-6	-3	-9	-15	-7
25	BCCC	-19	35	-12	-18	-7	-3	47	-6	-4	-9	-15	-7
26	CCBB	-3	-4	-3	-3	-2	54	-3	-2	-1	-3	-3	-2
27	CCCB	-4	-4	-5	-4	-3	100	-3	-2	-2	-4	-4	-3
28	CCCC	-26	35	-14	-26	-10	2	50	-5	-6	-13	-22	-10
29	CCCH	-16	-16	58	-16	-6	-2	-12	100	-4	-6	-13	-6
30	CCHH	-16	-16	52	-15	-6	-2	-13	-3	-4	66	-13	-6
31	CHHH	-15	-16	46	-15	-6	-2	-13	-4	-3	60	-12	-6
32	HCCC	-10	3	-6	-10	-4	-1	7	-3	-1	-5	-8	-4
33	HHCC	-10	4	-6	-10	-4	-2	8	-3	0	-5	-8	-4
34	HHHC	-11	6	-5	-11	-3	-2	-8	-4	100	-4	-9	-3
35	HHHH	-12	-9	27	-11	-1	-2	-9	-4	2	37	-9	-1
36	BBBBB	-2	-20	-12	13	-7	-3	-18	-7	-4	-9	30	-7
37	BBBBC	-19	53	-11	-19	100	-3	-17	-6	-3	-9	-16	100
38	BBBCC	-19	43	-12	-18	-7	-3	56	-6	-3	-9	-15	-7
39	BVBCC	-19	35	-12	-18	-7	-3	47	-6	-4	-9	-15	-7
40	BCCCC	-18	29	-12	-18	-7	-3	40	-6	-4	-10	-15	-7
41	CCCB	-3	-4	-3	-3	-2	54	-3	-2	-1	-3	-3	-2
42	CCCB	-4	-4	-5	-4	-3	100	-3	-2	-2	-4	-4	-3
43	CCCC	-17	19	-6	-17	-7	-3	28	-0	-4	-7	-14	-7
44	CCCCH	-16	-16	58	-16	-6	-2	-12	100	-4	-6	-13	-6
45	CCCHH	-16	-16	52	-15	-6	-2	-13	-3	-4	66	-13	-6
46	CCHHH	-15	-16	46	-15	-6	-2	-13	-4	-3	60	-12	-6
47	CHHHH	-12	-9	27	-11	-1	-2	-9	-4	2	37	-9	-1
48	HCCCC	-5	-2	-5	-5	-3	50	1	-3	-2	-4	-6	-3
49	HHCCC	-10	3	-6	-10	-4	-1	7	-3	-1	-5	-8	-4

50	HHHCC	-10	4	-6	-10	-4	-2	8	-3	0	-5	-8	-4
51	HHHHC	-11	6	-5	-11	-3	-2	-8	-4	100	-4	-9	-3
52	BBBBVC	-19	53	-11	-19	100	-3	-17	-6	-3	-9	-16	100
53	BBBBCC	-19	43	-12	-18	-7	-3	56	-6	-3	-9	-15	-7
54	BBBCCC	-19	35	-12	-18	-7	-3	47	-6	-4	-9	-15	-7
55	BBCCCC	-18	29	-12	-18	-7	-3	40	-6	-4	-10	-15	-7
56	BCCCCC	-17	19	-6	-17	-7	-3	28	-0	-4	-7	-14	-7
57	CCCCBB	-3	-4	-3	-3	-2	54	-3	-2	-1	-3	-3	-2
58	CCCCCH	-16	-16	58	-16	-6	-2	-12	100	-4	-6	-13	-6
59	CCCCHH	-16	-16	52	-15	-6	-2	-13	-3	-4	66	-13	-6
60	CCCHHH	-15	-16	46	-15	-6	-2	-13	-4	-3	60	-12	-6
61	CCHHHH	-12	-9	27	-11	-1	-2	-9	-4	2	37	-9	-1
62	CHHHHC	-11	6	-5	-11	-3	-2	-8	-4	100	-4	-9	-3
63	HCCCCB	-4	-4	-5	-4	-3	100	-3	-2	-2	-4	-4	-3
64	HHCCCC	-5	-2	-5	-5	-3	50	1	-3	-2	-4	-6	-3
65	HHHCCC	-10	3	-6	-10	-4	-1	7	-3	-1	-5	-8	-4
66	HHHHCC	-10	4	-6	-10	-4	-2	8	-3	0	-5	-8	-4
67	BBBBVCC	-19	43	-12	-18	-7	-3	56	-6	-3	-9	-15	-7
68	BBBBCCC	-19	35	-12	-18	-7	-3	47	-6	-4	-9	-15	-7
69	BBBCCCC	-18	29	-12	-18	-7	-3	40	-6	-4	-10	-15	-7
70	BBCCCCC	-17	19	-6	-17	-7	-3	28	-0	-4	-7	-14	-7
71	BCCCCCH	-16	-16	58	-16	-6	-2	-12	100	-4	-6	-13	-6
72	CCCCCHH	-16	-16	52	-15	-6	-2	-13	-3	-4	66	-13	-6
73	CCCCHHH	-15	-16	46	-15	-6	-2	-13	-4	-3	60	-12	-6
74	CCCHHHH	-12	-9	27	-11	-1	-2	-9	-4	2	37	-9	-1
75	CCHHHHHC	-11	6	-5	-11	-3	-2	-8	-4	100	-4	-9	-3
76	CHHHHCC	-10	4	-6	-10	-4	-2	8	-3	0	-5	-8	-4
77	HCCCCBB	-3	-4	-3	-3	-2	54	-3	-2	-1	-3	-3	-2
78	HHCCCCB	-4	-4	-5	-4	-3	100	-3	-2	-2	-4	-4	-3
79	HHHCCCC	-5	-2	-5	-5	-3	50	1	-3	-2	-4	-6	-3
80	HHHHCCC	-10	3	-6	-10	-4	-1	7	-3	-1	-5	-8	-4
81	BBBBVCCC	-19	35	-12	-18	-7	-3	47	-6	-4	-9	-15	-7
82	BBBBCCCC	-18	29	-12	-18	-7	-3	40	-6	-4	-10	-15	-7
83	BBBCCCCC	-17	19	-6	-17	-7	-3	28	-0	-4	-7	-14	-7
84	BCCCCCH	-16	-16	58	-16	-6	-2	-12	100	-4	-6	-13	-6
85	BCCCCCHH	-16	-16	52	-15	-6	-2	-13	-3	-4	66	-13	-6
86	CCCCCHHH	-15	-16	46	-15	-6	-2	-13	-4	-3	60	-12	-6
87	CCCCHHHH	-12	-9	27	-11	-1	-2	-9	-4	2	37	-9	-1
88	CCCHHHHC	-11	6	-5	-11	-3	-2	-8	-4	100	-4	-9	-3
89	CCHHHHCC	-10	4	-6	-10	-4	-2	8	-3	0	-5	-8	-4
90	CHHHHCCC	-10	3	-6	-10	-4	-1	7	-3	-1	-5	-8	-4
91	HHCCCCBB	-3	-4	-3	-3	-2	54	-3	-2	-1	-3	-3	-2
92	HHHCCCCB	-4	-4	-5	-4	-3	100	-3	-2	-2	-4	-4	-3
93	HHHHCCCC	-5	-2	-5	-5	-3	50	1	-3	-2	-4	-6	-3
94	BBBBVCCCC	-18	29	-12	-18	-7	-3	40	-6	-4	-10	-15	-7
95	BBBBCCCCC	-17	19	-6	-17	-7	-3	28	-0	-4	-7	-14	-7
96	BBBCCCCCH	-16	-16	58	-16	-6	-2	-12	100	-4	-6	-13	-6
97	BBBCCCCCHH	-16	-16	52	-15	-6	-2	-13	-3	-4	66	-13	-6
98	BCCCCCHHH	-15	-16	46	-15	-6	-2	-13	-4	-3	60	-12	-6
99	CCCCCHHHH	-12	-9	27	-11	-1	-2	-9	-4	2	37	-9	-1
100	CCCCHHHHC	-11	6	-5	-11	-3	-2	-8	-4	100	-4	-9	-3

Таблица 4 – Матрица сходства прошлых сценариев (значений факторов) в % (фрагмент)

Код	Сценарии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	B	100	-47	-32	37	-6	-17	-38	-11	-16	-26	13	-5
2	C	-47	100	-43	-39	-8	61	64	2	-21	-35	-25	-8
3	H	-32	-43	100	-26	-8	-17	-35	-9	58	75	-17	-7
4	BB	37	-39	-26	100	-5	-14	-32	-9	-13	-21	44	-4
5	BC	-6	-8	-8	-5	100	-4	-5	-3	-4	-6	-4	65
6	CB	-17	61	-17	-14	-4	100	-20	-6	-8	-13	-9	-4
7	CC	-38	64	-35	-32	-5	-20	100	-13	-16	-29	-20	-6
8	CH	-11	2	-9	-9	-3	-6	-13	100	-6	-7	-5	-3
9	HC	-16	-21	58	-13	-4	-8	-16	-6	100	-10	-8	-4
10	HH	-26	-35	75	-21	-6	-13	-29	-7	-10	100	-13	-6
11	BBB	13	-25	-17	44	-4	-9	-20	-5	-8	-13	100	-3
12	BBC	-5	-8	-7	-4	65	-4	-6	-3	-4	-6	-3	100
13	BCC	-6	-8	-8	-5	100	-4	-5	-3	-4	-6	-4	65
14	CBB	-17	61	-17	-14	-4	100	-20	-6	-8	-13	-9	-4
15	CCB	-17	44	-17	-14	-4	-9	63	-6	-8	-13	-9	-4
16	CCC	-29	39	-26	-24	-2	-16	64	-10	-12	-22	-16	-3
17	CCH	-11	1	-10	-9	-3	-5	7	-1	-5	-8	-6	-3
18	CHH	-11	2	-9	-9	-3	-6	-13	100	-6	-7	-5	-3
19	HCC	-16	-21	58	-13	-4	-8	-16	-6	100	-10	-8	-4
20	HHC	-15	-21	50	-13	-4	-8	-17	-5	-5	65	-8	-3
21	HHH	-20	-27	52	-16	-5	-10	-22	-4	-9	71	-10	-4
22	BBBB	-3	-5	-4	-2	26	-2	-4	-2	-2	-3	-1	40
23	BBBC	-4	-7	-6	-3	43	-3	-5	-2	-3	-5	-1	67
24	BBCC	-5	-8	-7	-4	65	-4	-6	-3	-4	-6	-3	100
25	BCCC	-6	-8	-8	-5	100	-4	-5	-3	-4	-6	-4	65
26	CBBB	-17	61	-17	-14	-4	100	-20	-6	-8	-13	-9	-4
27	CCBB	-17	44	-17	-14	-4	-9	63	-6	-8	-13	-9	-4
28	CCCB	-17	32	-16	-14	-4	-9	50	-6	-8	-13	-9	-4
29	CCCC	-20	19	-15	-16	3	-11	34	-7	-6	-14	-11	1
30	CCCH	-11	0	-10	-9	-3	-5	6	-2	-5	-8	-6	-2
31	CCHH	-11	1	-10	-9	-3	-5	7	-1	-5	-8	-6	-3
32	CHHH	-11	2	-9	-9	-3	-6	-13	100	-6	-7	-5	-3
33	HCCC	-16	-21	58	-13	-4	-8	-16	-6	100	-10	-8	-4
34	HHCC	-15	-21	50	-13	-4	-8	-17	-5	-5	65	-8	-3
35	HHHC	-15	-21	43	-12	-4	-8	-17	-5	-6	57	-8	-3
36	HHHH	-12	-16	28	-10	-3	-6	-14	1	-6	39	-6	-3
37	BBBVC	-3	-5	-4	-2	26	-2	-4	-2	-2	-3	-1	40
38	BBVCC	-4	-7	-6	-3	43	-3	-5	-2	-3	-5	-1	67
39	BVVCC	-5	-8	-7	-4	65	-4	-6	-3	-4	-6	-3	100
40	BVVCC	-6	-8	-8	-5	100	-4	-5	-3	-4	-6	-4	65
41	CCBBB	-17	44	-17	-14	-4	-9	63	-6	-8	-13	-9	-4
42	CCCB	-17	32	-16	-14	-4	-9	50	-6	-8	-13	-9	-4
43	CCCB	-16	21	-12	-13	-4	-9	35	-6	-4	-11	-9	-4
44	CCCC	-7	-5	-8	-6	53	-4	-2	-3	-4	-6	-4	34
45	CCCCH	-10	-1	-10	-9	-3	-5	5	-3	-5	-8	-5	-2
46	CCCHH	-11	0	-10	-9	-3	-5	6	-2	-5	-8	-6	-2
47	CCHHH	-11	1	-10	-9	-3	-5	7	-1	-5	-8	-6	-3
48	CHHHH	-11	2	-9	-9	-3	-6	-13	100	-6	-7	-5	-3
49	HCCCC	-16	-21	58	-13	-4	-8	-16	-6	100	-10	-8	-4

50	ННССС	-15	-21	50	-13	-4	-8	-17	-5	-5	65	-8	-3
51	НННСС	-15	-21	43	-12	-4	-8	-17	-5	-6	57	-8	-3
52	ННННС	-12	-16	28	-10	-3	-6	-14	1	-6	39	-6	-3
53	ВВВВСС	-3	-5	-4	-2	26	-2	-4	-2	-2	-3	-1	40
54	ВВВССС	-4	-7	-6	-3	43	-3	-5	-2	-3	-5	-1	67
55	ВВСССС	-5	-8	-7	-4	65	-4	-6	-3	-4	-6	-3	100
56	ВССССС	-6	-8	-8	-5	100	-4	-5	-3	-4	-6	-4	65
57	СССВВВ	-17	32	-16	-14	-4	-9	50	-6	-8	-13	-9	-4
58	ССССВВ	-16	21	-12	-13	-4	-9	35	-6	-4	-11	-9	-4
59	СССССН	-7	-5	-8	-6	53	-4	-2	-3	-4	-6	-4	34
60	ССССНН	-10	-1	-10	-9	-3	-5	5	-3	-5	-8	-5	-2
61	СССННН	-11	0	-10	-9	-3	-5	6	-2	-5	-8	-6	-2
62	ССНННН	-11	1	-10	-9	-3	-5	7	-1	-5	-8	-6	-3
63	СННННС	-11	2	-9	-9	-3	-6	-13	100	-6	-7	-5	-3
64	НССССВ	-16	-21	58	-13	-4	-8	-16	-6	100	-10	-8	-4
65	ННСССС	-15	-21	50	-13	-4	-8	-17	-5	-5	65	-8	-3
66	НННССС	-15	-21	43	-12	-4	-8	-17	-5	-6	57	-8	-3
67	ННННСС	-12	-16	28	-10	-3	-6	-14	1	-6	39	-6	-3
68	ВВВВССС	-3	-5	-4	-2	26	-2	-4	-2	-2	-3	-1	40
69	ВВВСССС	-4	-7	-6	-3	43	-3	-5	-2	-3	-5	-1	67
70	ВВССССС	-5	-8	-7	-4	65	-4	-6	-3	-4	-6	-3	100
71	ВСССССН	-6	-8	-8	-5	100	-4	-5	-3	-4	-6	-4	65
72	ССССВВВ	-16	21	-12	-13	-4	-9	35	-6	-4	-11	-9	-4
73	СССССНН	-7	-5	-8	-6	53	-4	-2	-3	-4	-6	-4	34
74	ССССННН	-10	-1	-10	-9	-3	-5	5	-3	-5	-8	-5	-2
75	СССНННН	-11	0	-10	-9	-3	-5	6	-2	-5	-8	-6	-2
76	ССННННС	-11	1	-10	-9	-3	-5	7	-1	-5	-8	-6	-3
77	СННННСС	-11	2	-9	-9	-3	-6	-13	100	-6	-7	-5	-3
78	НССССВВ	-16	-21	58	-13	-4	-8	-16	-6	100	-10	-8	-4
79	ННССССВ	-15	-21	50	-13	-4	-8	-17	-5	-5	65	-8	-3
80	НННСССС	-15	-21	43	-12	-4	-8	-17	-5	-6	57	-8	-3
81	ННННССС	-12	-16	28	-10	-3	-6	-14	1	-6	39	-6	-3
82	ВВВВСССС	-3	-5	-4	-2	26	-2	-4	-2	-2	-3	-1	40
83	ВВВССССС	-4	-7	-6	-3	43	-3	-5	-2	-3	-5	-1	67
84	ВВСССССН	-5	-8	-7	-4	65	-4	-6	-3	-4	-6	-3	100
85	ВСССССНН	-6	-8	-8	-5	100	-4	-5	-3	-4	-6	-4	65
86	СССССННН	-7	-5	-8	-6	53	-4	-2	-3	-4	-6	-4	34
87	ССССНННН	-10	-1	-10	-9	-3	-5	5	-3	-5	-8	-5	-2
88	СССННННС	-11	0	-10	-9	-3	-5	6	-2	-5	-8	-6	-2
89	ССННННСС	-11	1	-10	-9	-3	-5	7	-1	-5	-8	-6	-3
90	СННННССС	-11	2	-9	-9	-3	-6	-13	100	-6	-7	-5	-3
91	НССССВВВ	-16	-21	58	-13	-4	-8	-16	-6	100	-10	-8	-4
92	ННССССВВ	-15	-21	50	-13	-4	-8	-17	-5	-5	65	-8	-3
93	НННССССВ	-15	-21	43	-12	-4	-8	-17	-5	-6	57	-8	-3
94	ННННСССС	-12	-16	28	-10	-3	-6	-14	1	-6	39	-6	-3
95	ВВВВССССС	-3	-5	-4	-2	26	-2	-4	-2	-2	-3	-1	40
96	ВВВСССССН	-4	-7	-6	-3	43	-3	-5	-2	-3	-5	-1	67
97	ВВСССССНН	-5	-8	-7	-4	65	-4	-6	-3	-4	-6	-3	100
98	ВСССССННН	-6	-8	-8	-5	100	-4	-5	-3	-4	-6	-4	65
99	СССССНННН	-7	-5	-8	-6	53	-4	-2	-3	-4	-6	-4	34
100	СССНННННС	-10	-1	-10	-9	-3	-5	5	-3	-5	-8	-5	-2

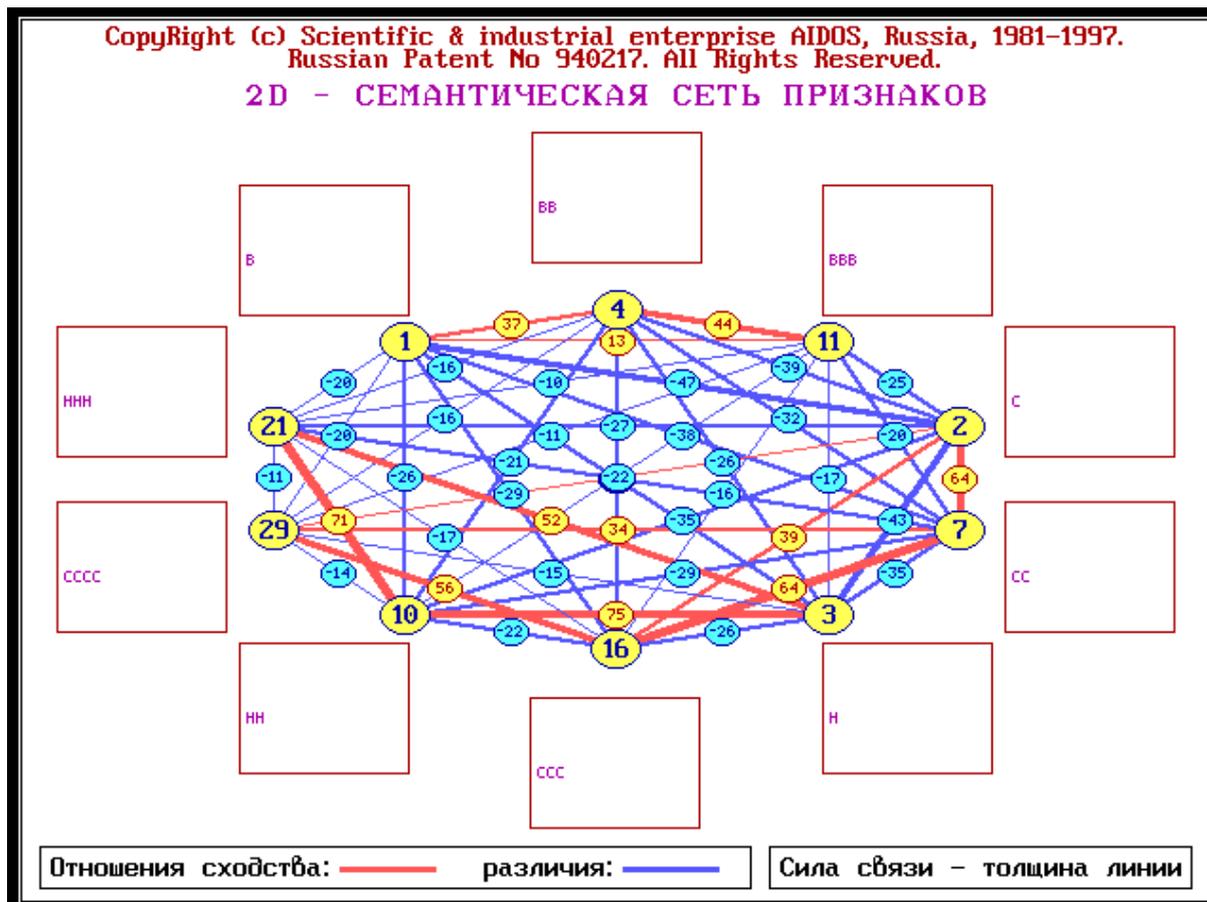


Рисунок 7. Семантическая сеть классов, отображающая конструкт прошлых сценариев: «Высокая урожайность подсолнечника – низкая и средняя урожайность подсолнечника в предыдущие годы»

Из данной семантической сети наглядно видно, что прошлые сценарии высокой урожайности подсолнечника представляет собой особую специфическую систему детерминации, обуславливающую будущие сценарии, существенно отличающиеся от сценариев, обусловленных прошлыми сценариями низкой и средней урожайности, которые очень сходны между собой и образуют противоположный полюс конструкта.

Когнитивные диаграммы классов и факторов

Когнитивные диаграммы классов (факторов) – это графические диаграммы, позволяющие отобразить в чем конкретно состоит сходство и различие любых двух классов (или любых двух факторов), т.е. детально увидеть структуру каждой линии связи в семантической сети. Когнитивные диаграммы представляет собой графическое изображение обобщенного коэффициента корреляции профилей классов (или факторов), при этом каждая линия, вносящая вклад в сходство или различие соответствует одному слагаемому, ее цвет – знаку, а толщина – модулю этого слагаемого.

Экранная форма управления формированием когнитивных диаграмм приведена на рисунке 8, а сама когнитивная диаграмма а рисунке 9:

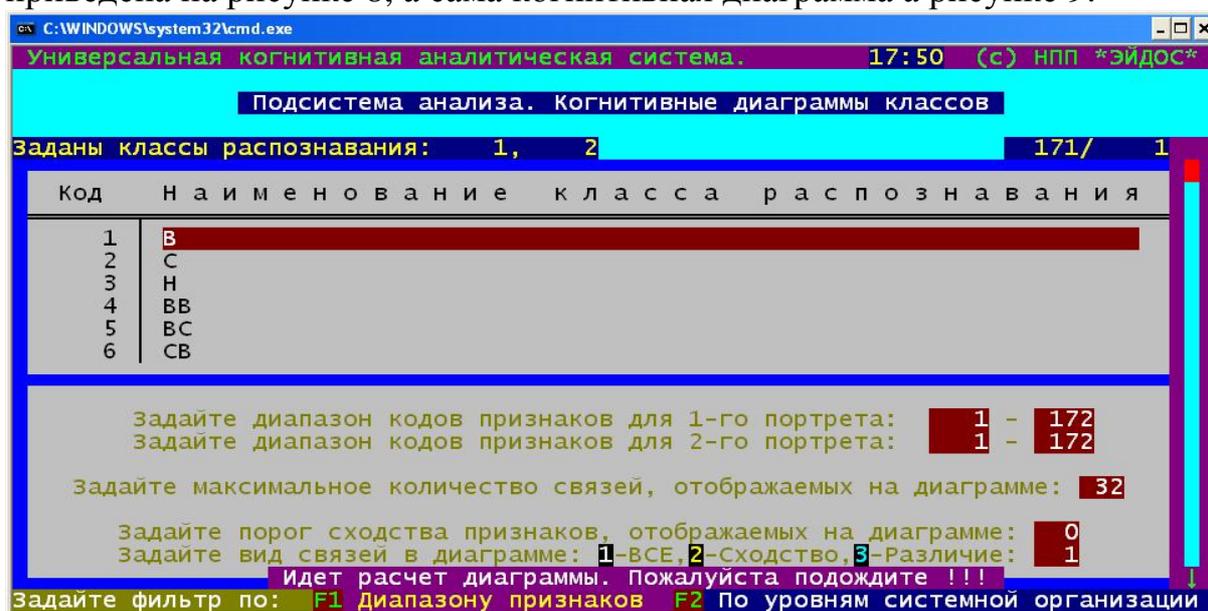


Рисунок 8. Экранная форма управления формированием когнитивных диаграмм

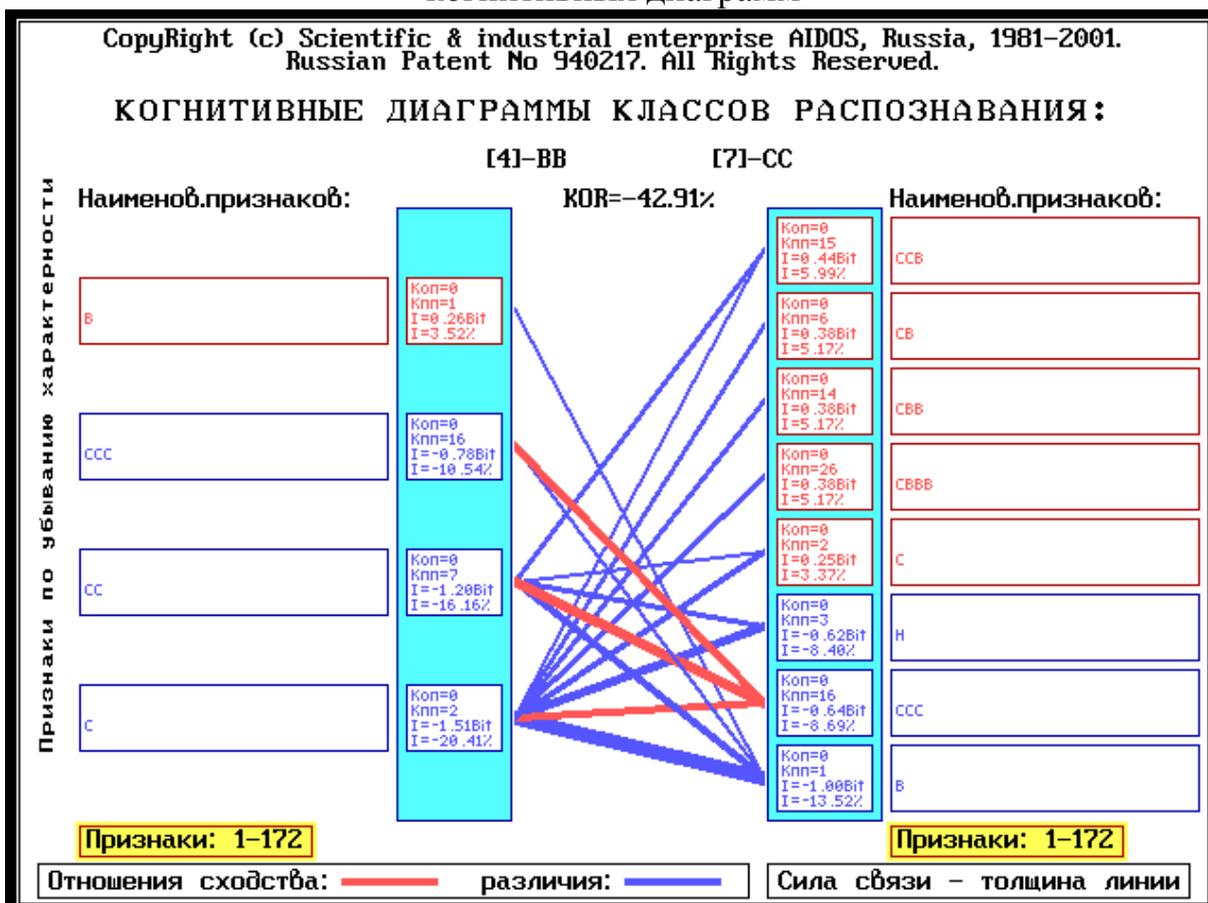


Рисунок 9. Когнитивная диаграмма содержательного сравнения систем детерминации будущих сценариев: «Два последующих года ожидается высокая урожайность подсолнечника» и «Два последующих года ожидается средняя урожайность подсолнечника»

Из приведенной когнитивной диаграммы видно, что высокую урожайность в два последующих года обуславливает высокая урожайность в прошлом году и этому препятствует средняя урожайность в предыдущие три года, тогда как средняя урожайность в последующие два года детерминируется средней урожайностью в предыдущий год и высокой 2, 3 и 4 года назад.

Рассмотрим когнитивную диаграмму содержательного сравнения прошлых сценариев, представленную на рисунке 10:

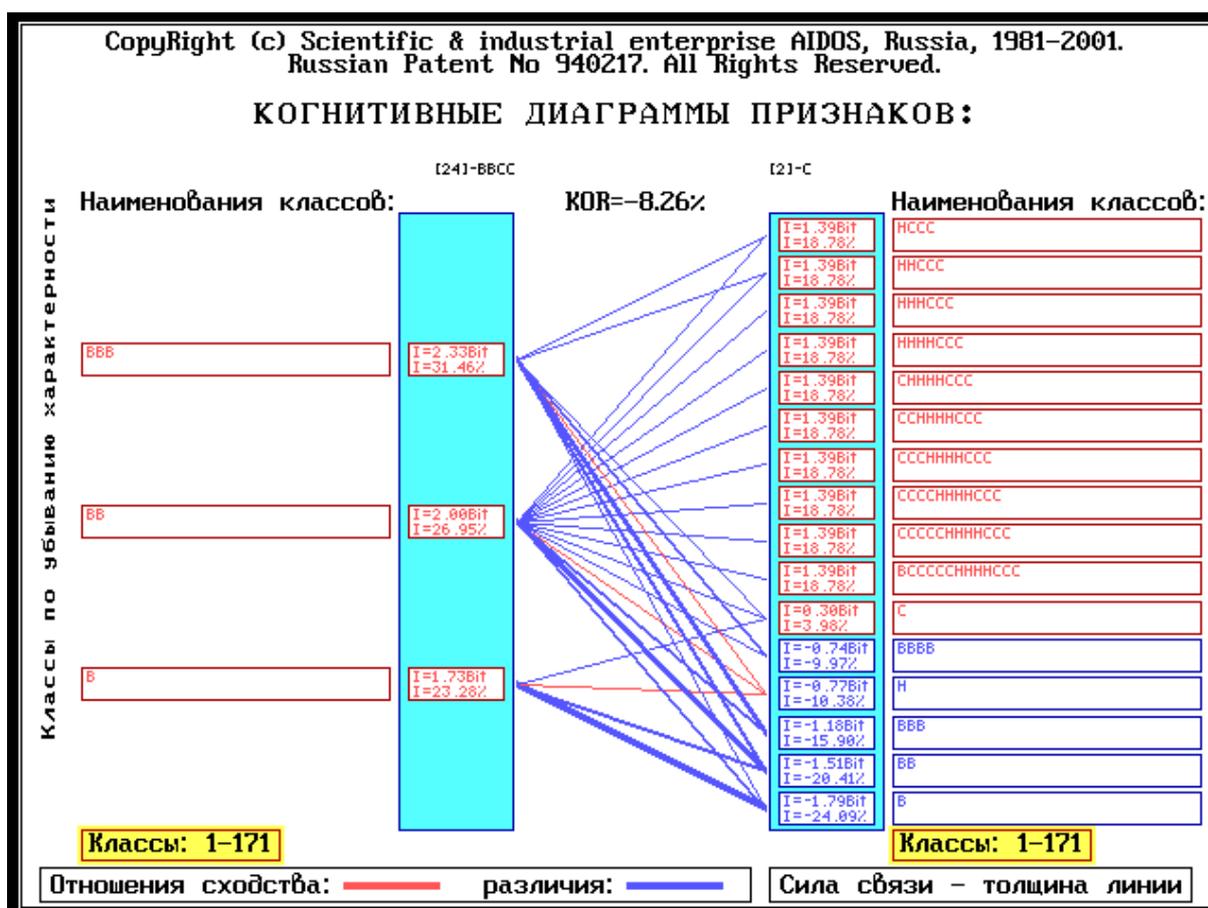


Рисунок 10. Когнитивная диаграмма содержательного сравнения прошлых сценариев по их влиянию на будущие сценарии изменения урожайности подсолнечника

Из этой диаграммы видно, что прошлый сценарий «BBCC» детерминирует высокую урожайность в течение ближайших трех лет, а сценарий «С» – обуславливает низкую урожайность в ближайшие годы и среднюю в более отдаленной перспективе.

Нелокальные нейроны и нейронные сети

Нелокальные нейроны и интерпретируемые нейронные сети [11] позволяют в наглядной форме отобразить систему детерминации будущих

состояний. *Нелокальный нейрон* представляет собой будущее состояние объекта управления с изображением наиболее сильно влияющих на него факторов с указанием силы и направления (способствует-препятствует) их влияния (рисунок 11):

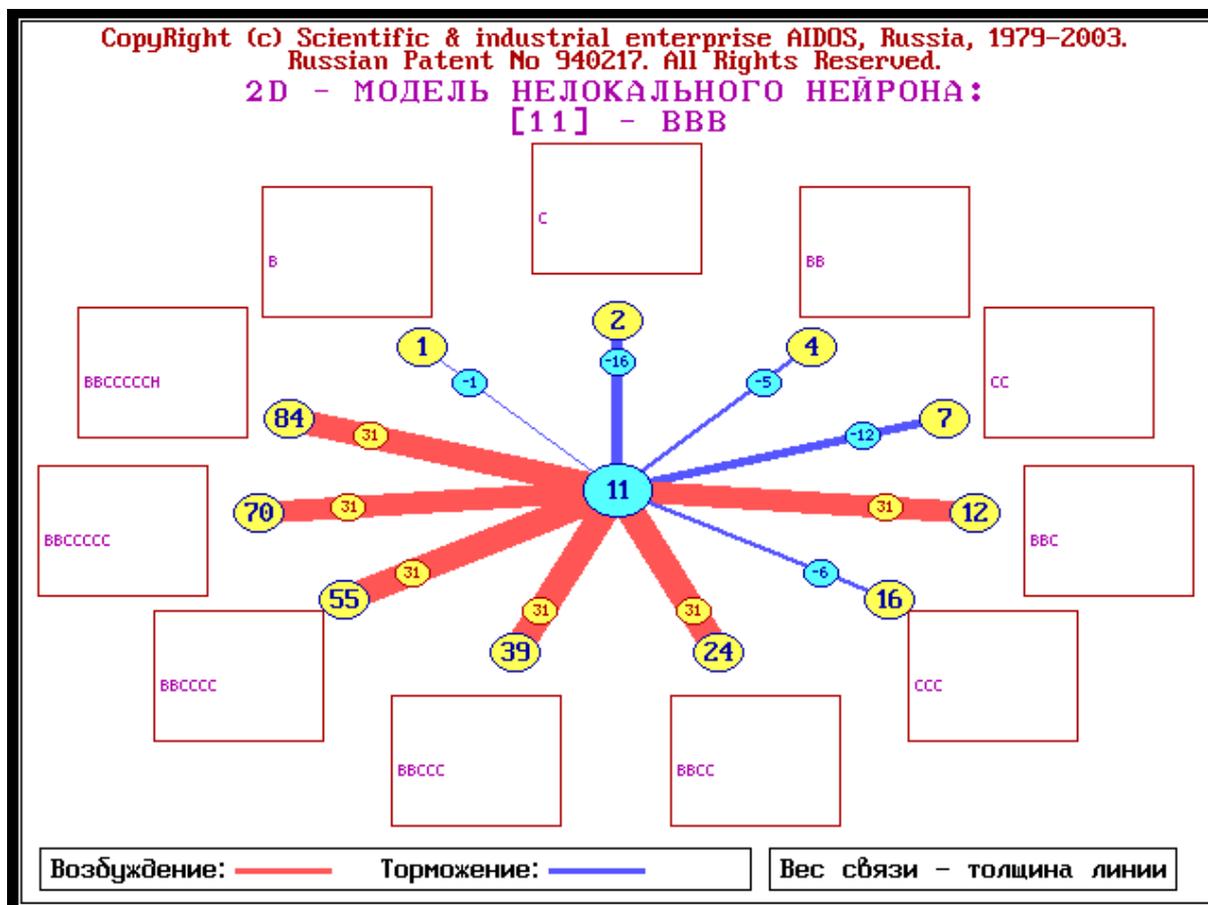


Рисунок 11. Пример нелокального нейрона будущего сценария «ВВВ» с весовыми коэффициентами наиболее сильно влияющих на него рецепторов, соответствующих прошлым сценариям изменения урожайности

Нейронная сеть представляет собой совокупность взаимосвязанных нейронов. В классических нейронных сетях связь между нейронами осуществляется по входным и выходным сигналам, а в нелокальных нейронных сетях – на основе общего информационного поля, реализуемого семантической информационной моделью. Система «Эйдос» обеспечивает построение любого подмножества многослойной нейронной сети с заданными или выбираемыми по заданным критериям рецепторами и нейронами, связанными друг с другом связями любого уровня опосредованности (рисунок 12):

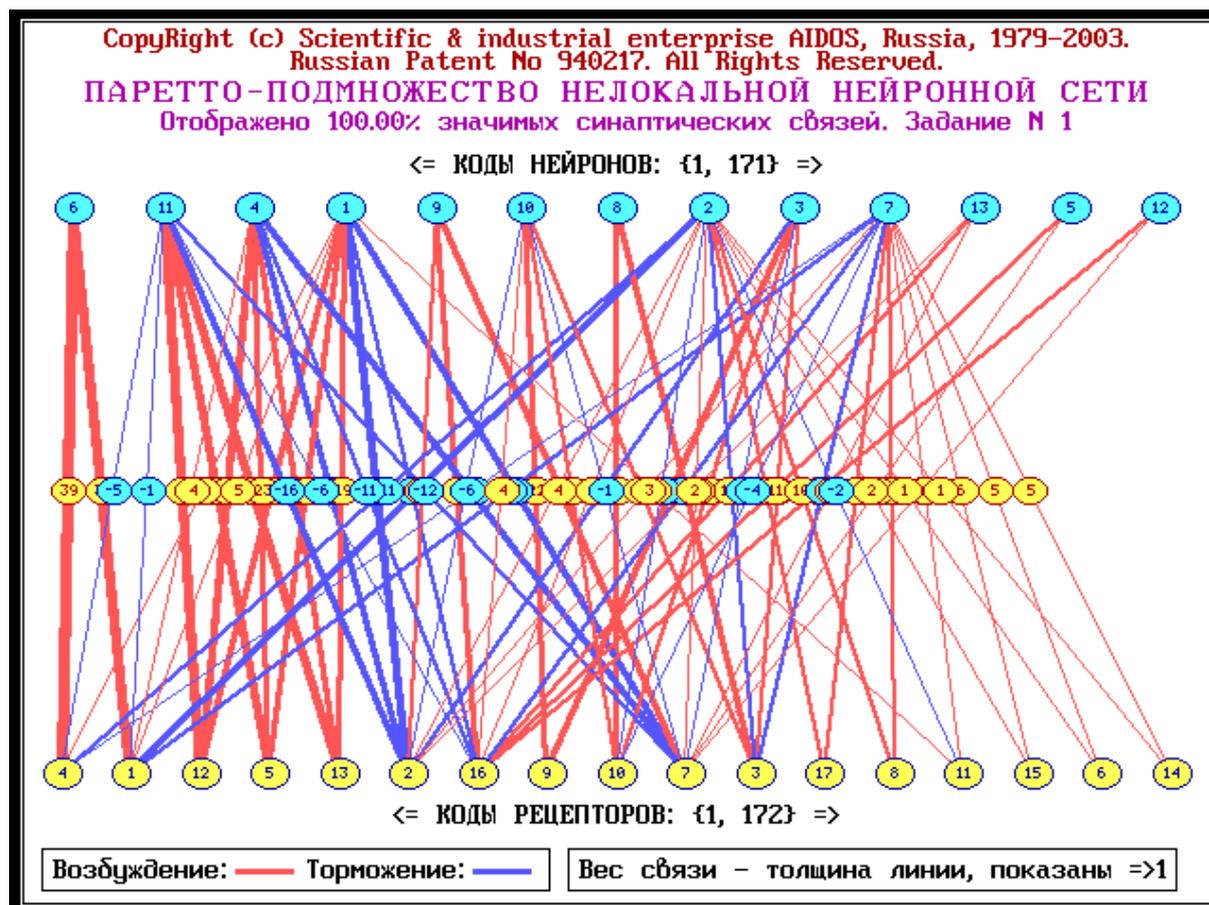


Рисунок 12. Паретто-подмножество нелокальной нейронной будущих сценариев с весовыми коэффициентами наиболее сильно влияющих на них рецепторов, соответствующих прошлым сценариям изменения урожайности подсолнечника

Когнитивные функции

Когнитивные функции или функции влияния представляет собой график зависимости вероятностей перехода объекта управления в будущее состояния под влиянием различных значений некоторого фактора [6, 7]. Если взять несколько информационных портретов факторов, соответствующих градациям одной описательной шкалы, отфильтровать их по диапазону градаций некоторой классификационной шкалы и взять из каждого информационного портрета по одному состоянию, на переход в которое объекта управления данная градация фактора оказывает наибольшее влияние, то мы и получим зависимость, отражающую вероятность перехода объекта управления в будущее состояния под влиянием различных значений некоторого фактора, т.е. функцию влияния. Функции влияния являются наиболее развитым средством изучения причинно-следственных зависимостей в моделируемой предметной области, предоставляемым системой «Эйдос». Необходимо отметить, что на вид функций влияния математической моделью СК-анализа не накладывается никаких ограничений, в частности, они могут быть и *нелинейные*.

На рисунке 13 полностью визуализирована база знаний:

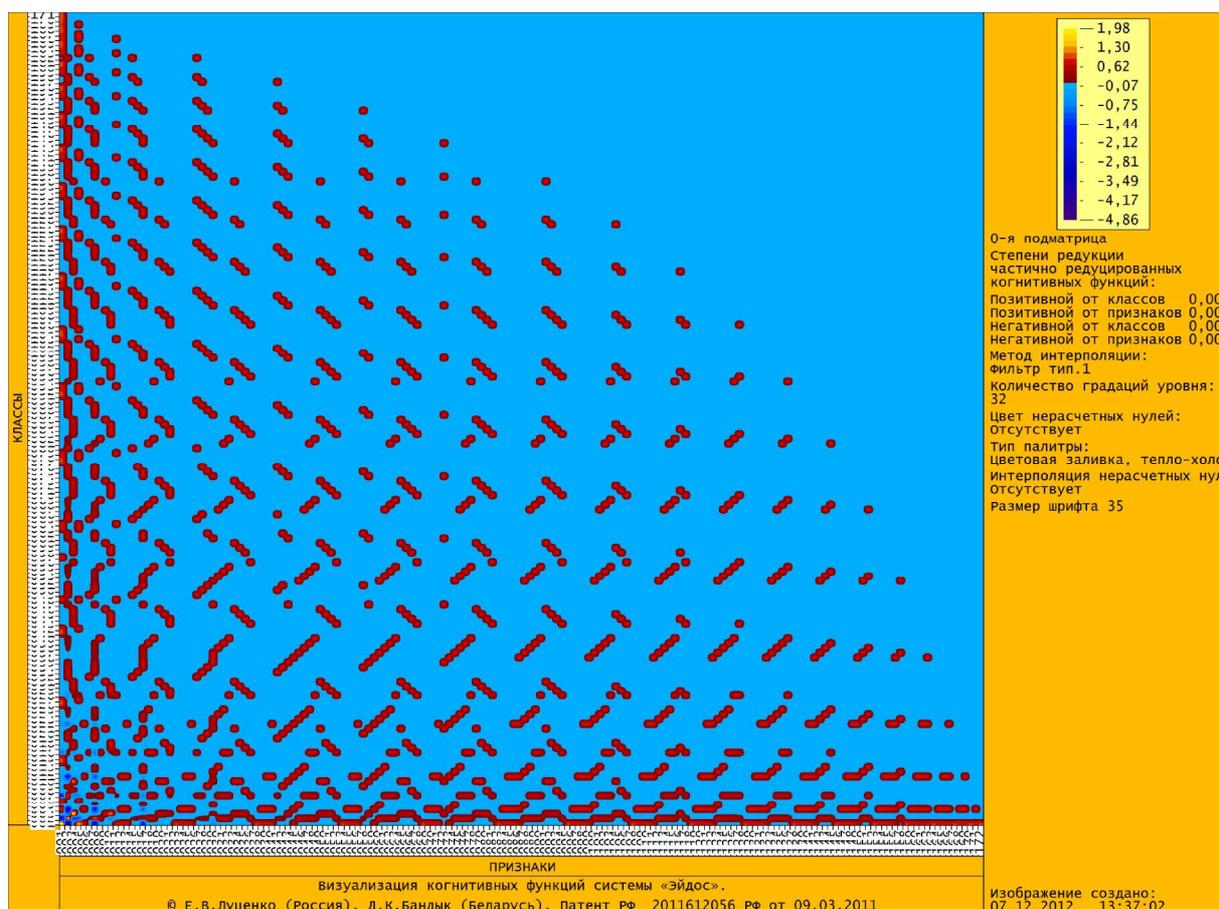


Рисунок 13. Визуализация баз знаний СИМ-1 (количество знаний по А.Харкевичу) в виде двумерных когнитивных функций

Отметим, что графическое отображение базы знаний СИМ-3 (хи-квадрат), показавшей наивысшую достоверность на решаемой задаче, визуально ничем не отличается от рисунка 13.

Видно, что есть довольно значительная область, в которой прошлые сценарии с высокой степенью детерминируют аналогичные или противоположные будущие сценарии, что позволяет с высокой достоверностью (до 94,272%) решать задачу прогнозирования будущих сценариев изменения урожайности подсолнечника по прошлым.

Классические и интегральные когнитивные карты

Классические когнитивные карты являются графической формой представления фрагментов СИМ, объединяющей достоинства таких форм, как нейроны и семантические сети факторов. Классическая когнитивная карта представляет собой нейрон, соответствующий некоторому состоянию объекта управления с рецепторами, каждый из которых соответствует фактору в определенной степени способствующему или препятствующему переходу объекта в это состояние. Рецепторы соединены связями как с

нейроном, так и друг с другом. Связи рецепторов с нейроном отражают силу и направление влияния факторов, а связи рецепторов друг с другом, отображаемые в форме семантической сети факторов, – сходство и различие между рецепторами по характеру их влияния на объект управления. Таким образом, классическая когнитивная карта представляет собой нейрон с семантической сетью факторов, изображенные на одной диаграмме (рисунок 14):

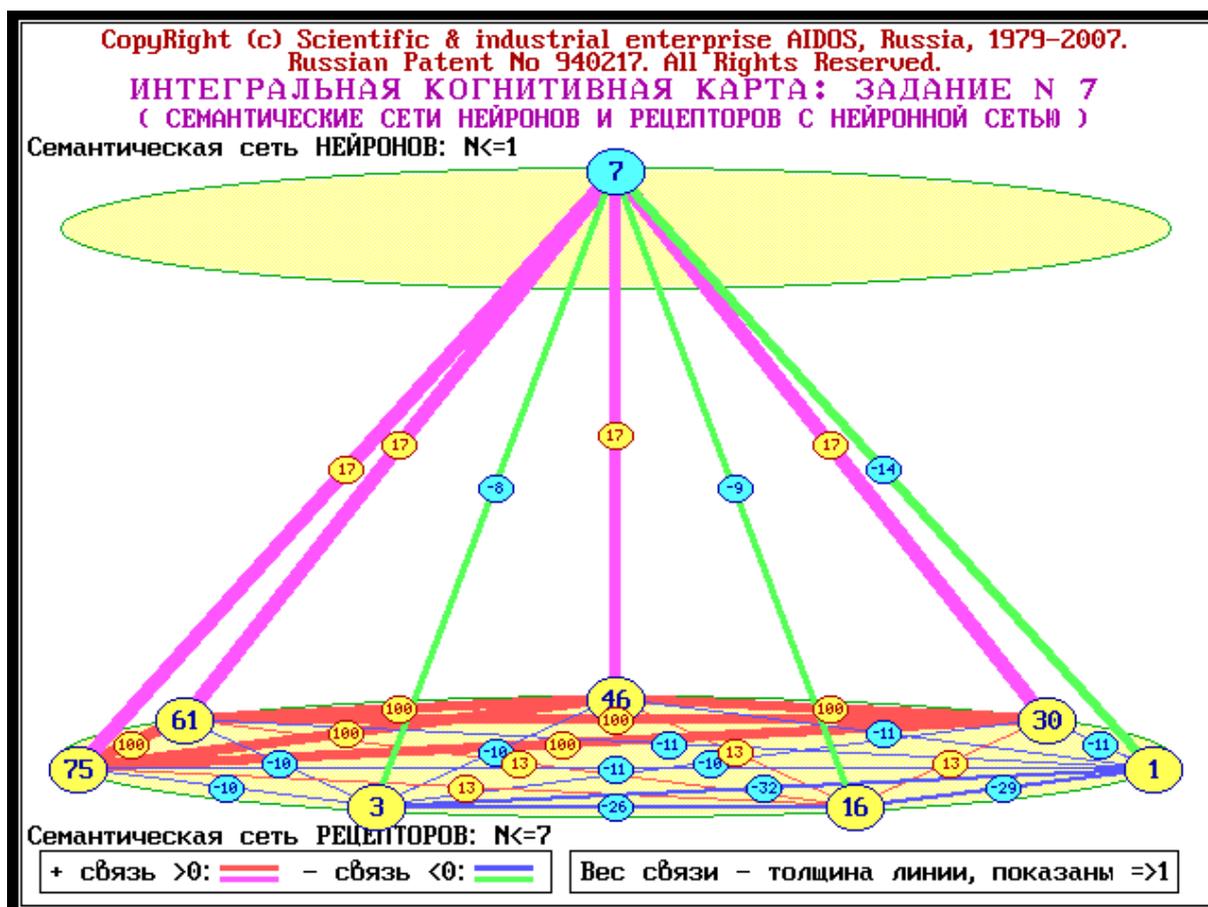


Рисунок 14. Пример простой когнитивной карты, отражающей силу и направление влияния прошлых сценариев на будущий, и их сходство и различие по влиянию на будущие сценарии

Обобщенные когнитивные карты позволяют объединить в одной графической форме семантические сети классов и факторов, объединенных нейронной сетью. Если объединить несколько классических когнитивных карт на одной диаграмме и изобразить на ней также связи между нейронами в форме семантической сети классов, то получим обобщенную (интегральную) когнитивную карту (рисунок 15).

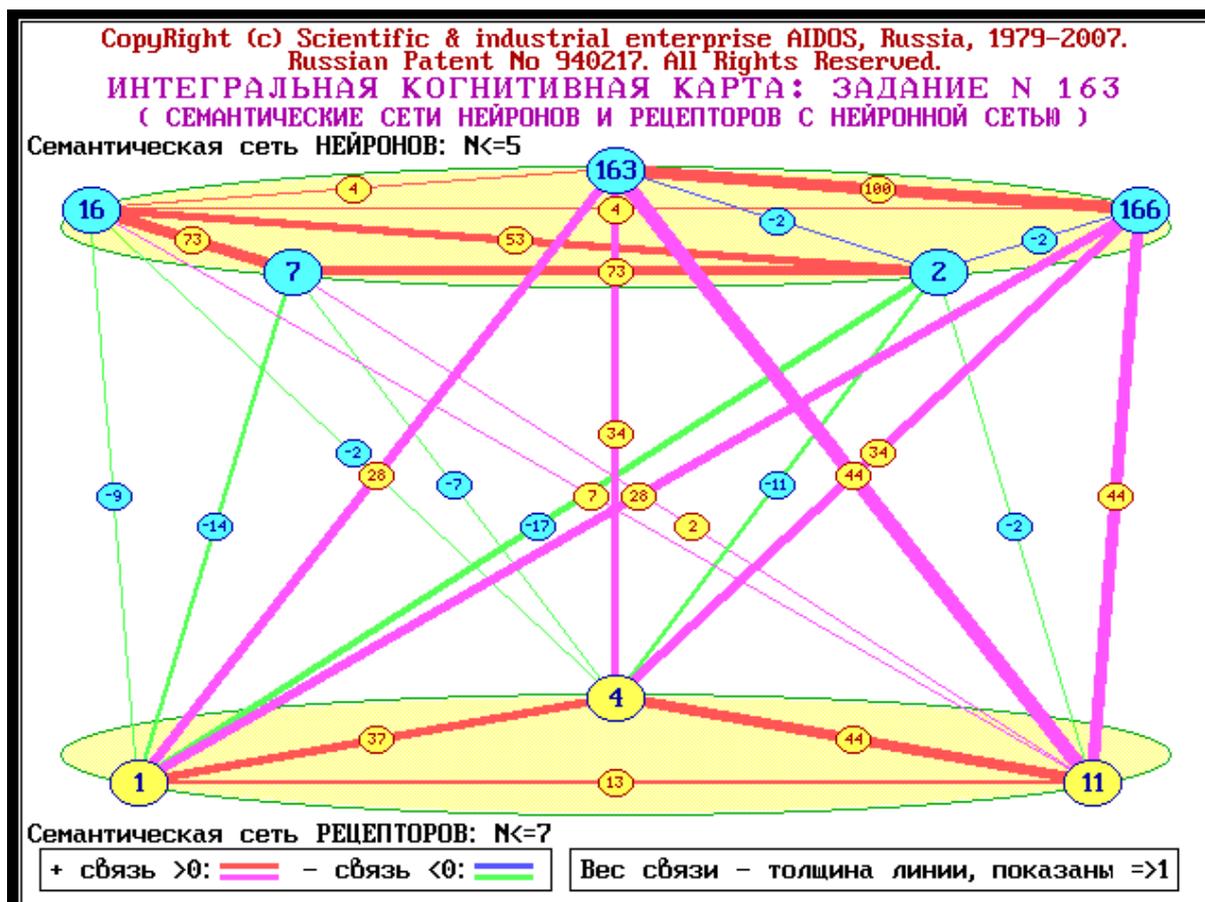


Рисунок 15. Пример интегральной когнитивной карты, отражающей силу и направление влияния прошлых сценариев на будущий, и их сходство и различие по влиянию на будущие сценарии, а также сходство и различие будущих сценариев по их системе детерминации

Система «Эйдос» обеспечивает построение любого подмножества многоуровневой семантической информационной модели с заданными или выбираемыми по заданным критериям рецепторами и нейронами, связанными друг с другом связями любого уровня опосредованности в форме классических и обобщенных когнитивных карт. В частности, в системе полуавтоматически формируется задание на генерацию подмножеств обобщенной когнитивной карты.

Сравнение результатов решения проблемы методами клеточных автоматов и системно-когнитивного анализа

Сходство методов клеточных автоматов и СК-анализа:

1. В обоих методах перед проведением исследования исходные *данные* преобразуются в форму лингвистических переменных, интервальных значений.

Различия методов клеточных автоматов и СК-анализа:

1. В методе клеточных автоматов в качестве предыстории используется 1 год и прогноз делается на следующий год, а в СК-анализе в качестве

предыстории используются сценарии изменения урожайности длительностью от 1 до 20 лет от текущего года и прогноз также делается на все будущие периоды длительностью от 1 до 20 лет, если по ним есть данные.

2. В качестве количественной меры силы и величины причинно-следственной связи значений входных факторов и выходных параметров в клеточных автоматах используются абсолютные частоты их совместного наблюдения в исследуемой выборке, а в СК-анализе количество знаний.

3. Достоверность прогнозирования обоих методов выше 90%.

Задачи, для решения которых привлекается метод СК-анализа:

1. Прогнозирование сценария изменения урожайности в будущем на период от 1 до 4, 5 лет (сценарии на более длительные периоды в будущее, как показывают исследования, не зависят от предыстории, известной на текущий год).

2. Исследование моделируемого объекта путем исследования его модели, в частности:

- информационные портреты классов и факторов;
- кластерный анализ и семантические классы и факторов;
- когнитивные диаграммы классов и факторов;
- нелокальные нейроны и нейронные сети;
- когнитивные функции;
- простые и интегральные когнитивные карты.

Выводы

В данной работе предложены технология и методика постановки и решения задачи прогнозирования сценариев изменения урожайности подсолнечника на уровне региона и его районов на основе системно-когнитивной модели, отличающиеся от традиционных:

- высокой степенью формализации модели знаний;
- возможностью синтеза матричной передаточной функции объекта прогнозирования непосредственно на основе эмпирических данных;
- корректной работой при неполных (фрагментированных) и зашумленных исходных данных.

Впервые проведено исследование системно-когнитивной модели искусственной экосистемы насаждений подсолнечника Краснодарского края, которое корректно считать исследованием самой экосистемы, так как верификация данной модели показала ее высокую адекватность.

По мнению авторов на основе этих результатов можно обоснованно сделать главный вывод о том, что найдено новое, ранее не описанное в специальной литературе, общее научное и практическое решение пробле-

мы *прогнозирования* динамики урожайности подсолнечника по районам Краснодарского края и краю в целом.

В основе этого решения – применение методов системно-когнитивного анализа, обеспечивающих как синтез и верификацию системно-когнитивной модели искусственной экосистемы насаждений подсолнечника Краснодарского края, так и решение задач прогнозирования и исследования на ее основе.

При решении проблемы была проведена многоэтапная многоуровневая детализированная декомпозиция цели, в результате которой поставлены задачи, являющиеся этапами ее достижения, разработаны соответствующие методики решения поставленных задач, которые не остались чисто теоретическими разработками, но были реально применены на практике.

Сформулированы требования к методу решения проблемы, рассмотрены недостатки традиционного подхода и предложено ее общее решение путем применения системно-когнитивного анализа (СК-анализ), проведена когнитивная структуризация объекта управления.

Осуществлены когнитивная структуризация и формализация предметной области: проанализированы исходные данные для построения системно-когнитивной модели искусственной экосистемы насаждений подсолнечника Краснодарского края, поставлена и решена задача их автоматизированного преобразования к виду, непосредственно воспринимаемому системой "Эйдос" с помощью одного из ее стандартных программных интерфейсов; приведен алгоритм и исходный текст программы, обеспечивающей эти функции, а также результаты ее работы и автоматически сформированные на их основе системой "Эйдос" справочники классов и факторов, а также обучающая выборка.

Приведена классификация исследовательских задач, которые можно решать с помощью созданной системно-когнитивной модели искусственной экосистемы насаждений подсолнечника Краснодарского края, включающая, в частности, следующие задачи:

- информационные портреты классов и факторов;
- кластерный анализ и семантические классов и факторов;
- когнитивные диаграммы классов и факторов;
- нелокальные нейроны и нейронные сети;
- когнитивные функции;
- простые и интегральные когнитивные карты.

В работе приведены общие методики и конкретные примеры решения некоторых из этих задач.

Литература

1. Луценко Е.В. Применение СК-анализа и системы «Эйдос» для синтеза когнитивной матричной передаточной функции сложного объекта управления на основе эмпирических данных / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета

(Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №01(75). С. 681 – 714. – Шифр Информрегистра: 0421200012\0008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/53.pdf>, 2,125 у.п.л.

2. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с.

3. Луценко Е.В. Методологические аспекты выявления, представления и использования знаний в АСК-анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №06(70). С. 233 – 280. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0197. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/18.pdf>, 3 у.п.л.

4. Луценко Е.В. Типовая методика и инструментарий когнитивной структуризации и формализации задач в СК-анализе / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №01(3). С. 388 – 414. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/16.pdf>, 1,688 у.п.л.

5. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(71). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 у.п.л.

6. Луценко Е.В. Метод визуализации когнитивных функций – новый инструмент исследования эмпирических данных большой размерности / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №03(67). С. 240 – 282. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0077. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf>, 2,688 у.п.л.

7. Луценко Е.В. Когнитивные функции как адекватный инструмент для формального представления причинно-следственных зависимостей / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №09(63). С. 1 – 23. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0233. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/09/pdf/01.pdf>, 1,438 у.п.л.

8. Теория нечетких множеств и клеточных автоматов как инструментарий прогноза и адекватного отражения стохастической природы экономических процессов / Е.В. Попова, Н.О. Позднышева, Д.Н. Савинская и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №03(67). С. 293 – 314. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0088. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/20.pdf>, 1,375 у.п.л.

9. Луценко Е.В., Лойко В.И., Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2005. – 480 с.

10. Луценко Е. В., Лойко В.И., Великанова Л.О. Прогнозирование и принятие решений в растениеводстве с применением технологий искусственного интеллекта: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 257 с.

11. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(1). С. 79 – 91. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf>, 0,812 у.п.л.

12. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(83). С. 340 – 368. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/25.pdf>, 1,812 у.п.л.