

УДК 004.8
06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

UDK 004.8
01/06/01 - General farming, crop production (agricultural
sciences)

Автоматизированный системно-когнитивный анализ влияния сроков посева и ширины междурядий на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Дон 95

Automated system-cognitive analysis of the effect of sowing time and row spacing on the yield and grain quality of winter wheat variety Don 95

Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессор
[Web of Science ResearcherID S-8667-2018](https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko)

Lutsenko Evgeniy Veniaminovich
Doctor of Economics, Ph.D., professor
[Web of Science ResearcherID S-8667-2018](https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko)

Scopus Author ID: 57188763047
РИНЦ SPIN-код: 9523-7101

Scopus Author ID: 57188763047
RSCI SPIN code: 9523-7101

prof.lutsenko@gmail.com <http://lc.kubagro.ru>
https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko

prof.lutsenko@gmail.com <http://lc.kubagro.ru>
https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko

*Кубанский Государственный Аграрный университет
имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*

*Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin,
Krasnodar, Russia*

Данная работа является продолжением серии работ автора по применению Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) для решения широкого спектра задач в области агрономии, т.е. по когнитивной агрономии. В работе изучается влияние сроков посева и ширины междурядий на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Дон 95. Работа может быть основой для лабораторных работ по применению систем искусственного интеллекта, в частности лингвистического АСК-анализа для решения задач в области когнитивной агрономии.

This work is a continuation of a series of works by the author on the use of Automated System Cognitive Analysis (ASC-analysis) for solving a wide range of problems in the field of agronomy, i.e. in cognitive agronomy. The paper studies the effect of sowing time and row spacing on the yield and grain quality of winter wheat variety Don 95. The work can be the basis for laboratory work on the use of artificial intelligence systems, in particular, linguistic ASC analysis for solving problems in the field of cognitive agronomy.

Ключевые слова: ЛИНГВИСТИЧЕСКИЙ АСК-АНАЛИЗ, ЛИНГВИСТИЧЕСКИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, КОГНИТИВНАЯ АГРОНОМИЯ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС»,
<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-182-014>

Keywords: LINGUISTIC ASK-ANALYSIS, LINGUISTIC AUTOMATED SYSTEMIC COGNITIVE ANALYSIS, COGNITIVE AGRONOMY, INTELLIGENT SYSTEM "EIDOS",

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	2
2. МЕТОДЫ	2
3. РЕЗУЛЬТАТЫ	4
3.1. КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	4
3.2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	4
3.3. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ	7
3.8. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕГО МОДЕЛИ	9
3.8.1. SWOT-анализ системы детерминации будущих состояний объекта моделирования действующими на него факторами	9
3.8.2. Когнитивные функции	11
4. ОБСУЖДЕНИЕ	15
5. ВЫВОДЫ	16
ЛИТЕРАТУРА	16

1. ВВЕДЕНИЕ

Данная работа является продолжением серии работ автора по применению Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) для решения широкого спектра задач в области агрономии, т.е. по когнитивной агрономии [1, 2, 3]. В данной работе изучается влияние сроков посева и ширины междурядий на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Дон 95. Работа может быть основой для лабораторных работ по применению систем искусственного интеллекта, в частности лингвистического АСК-анализа для решения задач в области когнитивной агрономии.

2. МЕТОДЫ

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) предложен *проф.Е.В.Луценко* в 2002 году в ряде статей 1997-2001 годов¹ и фундаментальной монографии [2].

Сам термин: «Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ)» был предложен проф.Е.В.Луценко. На тот момент он вообще не встречался в Internet. Сегодня по соответствующему запросу в Яндексе находится 9 миллионов сайтов с этим сочетанием слов².

АСК-анализ включает:

- теоретические основы, в частности базовую формализуемую когнитивную концепцию;
- математическую модель, основанную на системном обобщении теории информации (СТИ);
- методику численных расчетов (структуры баз данных и алгоритмы их обработки);
- программный инструментарий, в качестве которого в настоящее время выступает универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос» (интеллектуальная система «Эйдос»).

В работе [4] приведено довольно подробное стандартное (в системе IMRAD³) описание применения АСК-анализа и его программного инструментария интеллектуальной системы «Эйдос» для решения ряда задач в области когнитивной агрономии.

¹ <http://lc.kubagro.ru/aidos/Sprab0802.pdf> (см. с публикации № 48).

² [https://yandex.ru/search/?text=Автоматизированный%2Всистемно-когнитивный%2Ванализ%2В\(АСК-анализ\)&lr=35&clid=2327117-18&win=360](https://yandex.ru/search/?text=Автоматизированный%2Всистемно-когнитивный%2Ванализ%2В(АСК-анализ)&lr=35&clid=2327117-18&win=360)

³ С 1972 года сначала для изданий, входящих в наиболее авторитетные международные библиографические базы данных Scopus и Web of Science (WoS), а затем и для всех остальных, общепринятым международным стандартом для оформления исследований стала система IMRAD. IMRAD – это англоязычная аббревиатура, которая расшифровывается следующим образом: **I**ntroductoin (введение), **M**aterials and **M**ethods (Материалы и методы), **R**esults (Результаты) and **D**iscussion (Обсуждение): <https://disshelp.ru/blog/model-struktury-nauchnyh-statej-imrad/>.

Ниже приведено содержание работы [4]:

1. Introduction (введение)

- 1.1. Описание исследуемой предметной области
- 1.2. Объект и предмет исследования
- 1.3. Проблема, решаемая в работе и ее актуальность
- 1.4. Цель работы

2. Methods (методы)

- 2.1. Обоснование требований к методу решения проблемы
- 2.2. Литературный обзор методов решения проблемы, их характеристика и оценка степени соответствия обоснованным требованиям
- 2.3. Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) как метод решения проблемы
- 2.4. Система «Эйдос» - инструментарий АСК-анализа
- 2.5. Цель и задачи работы

3. Results (результаты)

- 3.1. Задача-1. Когнитивная структуризация предметной области. Две интерпретации классификационных и описательных шкал и градаций
- 3.2. Задача-2. Формализация предметной области
- 3.3. Задача-3. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей. Многопараметрическая типизация и частные критерии знаний
- 3.4. Задача-4. Верификация моделей
- 3.5. Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели
- 3.6. Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование
 - 3.6.1. Интегральный критерий «сумма знаний»
 - 3.6.2. Интегральный критерий «семантический резонанс знаний»
 - 3.6.3. Важные математические свойства интегральных критериев
 - 3.6.4. Решение задачи идентификации и прогнозирования в системе «Эйдос»
- 3.7. Задача-7. Поддержка принятия решений
 - 3.7.1. Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ
 - 3.7.2. Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»
- 3.8. Задача-8. Исследование объекта моделирования путем исследования его модели
 - 3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы)
 - 3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов
 - 3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал
 - 3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны
 - 3.8.5. Нелокальная нейронная сеть
 - 3.8.6. 3d-интегральные когнитивные карты
 - 3.8.7. 2d-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)
 - 3.8.8. 2d-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)
 - 3.8.9. Когнитивные функции
 - 3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций
 - 3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

4. Discussion (обсуждение)

5. Conclusions (выводы)

References (литература)

Однако в данной работе из-за ограничений на ее объем из всех многообразных возможностей исследования объекта моделирования путем исследования его модели, поддерживаемых системой «Эйдос» рассмотрим лишь SWOT-анализ и когнитивные функции.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1. Когнитивная структуризация предметной области.

В данной работе в качестве *объекта моделирования* выступает озимая пшеница сорта Дон 95, в качестве *факторов* сроков посева и ширины междурядий (таблица 1), а в качестве *результатов* действия этих факторов урожайность и качество зерна (таблица 2):

Таблица 1 – Описательные шкалы (факторы)

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	НАЧАЛО СЕВА
2	ШИРИНА МЕЖДУРЯДИЙ, СМ

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000002\System\Opis_Sc.dbf

Таблица 2 – Классификационные шкалы (результаты действия факторов)

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	КУСТИСТОСТЬ, %
2	КОЛИЧЕСТВО ВЫПАДОВ ЗА ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД, %
3	КОЛИЧЕСТВО СТЕБЛЕЙ В ПЕРИОД УБОРКИ, ШТУК/М
4	УРОЖАЙНОСТЬ, Т/ГА
5	СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА, %
6	КЛЕЙКОВИНА, %

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000002\System\Class_Sc.dbf

3.2. Формализация предметной области

В качестве *источника исходных данных* в данной работе используем таблицу 4 из работы [5] (таблица 3):

Таблица 3 – Исходные данные для изучения влияния сроков посева и ширины междурядий на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Дон 95

Влияние начал сроков посева на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Дон 95 (норма высева $3,0 \times 10^6$ штук/га ГТК = 1,3)

Таблица 4

Начало сева	Ширина междурядий, см	Кустистость, %	Количество выпадов за осенне-зимний период, %	Количество стеблей в период уборки, штук/м ²	Урожайность, т/га	Содержание белка, %	Клейковина, %
01.09.2001 г.	15	2,6	15,14	452	2,65	16,8	37,1
02.09.2001 г.		2,8	13,77	492	2,97	16,4	36,5
03.09.2001 г.		2,9	12,18	512	3,02	16,1	34,2
04.09.2001 г.		3,4	10,65	543	3,11	15,9	33,7
05.09.2001 г.		4,1	7,31	572	3,27	15,8	32,7
06.09.2001 г.		3,8	9,13	560	3,31	15,9	33,2
07.09.2001 г.		3,6	11,15	542	3,40	16,2	34,1
08.09.2001 г.		3,4	13,14	513	3,37	16,3	34,3
09.09.2001 г.		3,1	17,16	482	3,26	15,4	33,6
10.09.2001 г.		3,0	21,15	476	2,96	15,1	30,2
01.09.2001 г.	22,5	3,1	15,6	542	2,96	14,7	29,4
02.09.2001 г.		3,4	13,14	567	3,02	15,3	30,8
03.09.2001 г.		3,7	11,26	580	3,34	15,8	33,2
04.09.2001 г.		4,1	10,81	617	3,76	16,4	34,3
05.09.2001 г.		4,2	9,21	630	3,87	16,7	35,1
06.09.2001 г.		3,8	8,63	627	3,99	16,4	35,3
07.09.2001 г.		3,6	10,15	613	4,02	16,7	36,1
08.09.2001 г.		3,4	11,13	594	4,13	16,9	37,1
09.09.2001 г.		3,3	14,17	582	3,87	15,4	36,4
10.09.2001 г.		3,2	16,23	517	3,62	15,2	34,2

Используя стандартные возможности MS Excel, *приведем* таблицу 3 к виду, стандартному для системы «Эйдос» (таблица 4):

Таблица 4 – Таблица исходных данных в стандарте системы «Эйдос»

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Начало сева и ширина междурядий (см)	Начало сева	Ширина междурядий, см	Кустиность, %	Количество выпадов за осенне-зимний период, %	Количество стеблей в период уборки, штук/м	Урожайность, т/га	Содержание белка, %	Клейковина, %
2	01.09.2001 г.-w-15	01.09.2001 г.	w-15	2,60	15,14	452,00	2,65	16,80	37,10
3	02.09.2001 г.-w-15	02.09.2001 г.	w-15	2,80	13,77	492,00	2,97	16,40	36,50
4	03.09.2001 г.-w-15	03.09.2001 г.	w-15	2,90	12,18	512,00	3,02	16,10	34,20
5	04.09.2001 г.-w-15	04.09.2001 г.	w-15	3,40	10,65	543,00	3,11	15,90	33,70
6	05.09.2001 г.-w-15	05.09.2001 г.	w-15	4,10	7,31	572,00	3,27	15,80	32,70
7	06.09.2001 г.-w-15	06.09.2001 г.	w-15	3,80	9,13	560,00	3,31	15,90	33,20
8	07.09.2001 г.-w-15	07.09.2001 г.	w-15	3,60	11,15	542,00	3,40	16,20	34,10
9	08.09.2001 г.-w-15	08.09.2001 г.	w-15	3,40	13,14	513,00	3,37	16,30	34,30
10	09.09.2001 г.-w-15	09.09.2001 г.	w-15	3,10	17,16	482,00	3,26	15,40	33,60
11	10.09.2001 г.-w-15	10.09.2001 г.	w-15	3,00	21,15	476,00	2,96	15,10	30,20
12	01.09.2001 г.-w-22,5	01.09.2001 г.	w-22,5	3,10	15,60	542,00	2,96	14,70	29,40
13	02.09.2001 г.-w-22,5	02.09.2001 г.	w-22,5	3,40	13,14	567,00	3,02	15,30	30,80
14	03.09.2001 г.-w-22,5	03.09.2001 г.	w-22,5	3,70	11,26	580,00	3,34	15,80	33,20
15	04.09.2001 г.-w-22,5	04.09.2001 г.	w-22,5	4,10	10,81	617,00	3,76	16,40	34,30
16	05.09.2001 г.-w-22,5	05.09.2001 г.	w-22,5	4,20	9,21	630,00	3,87	16,70	35,10
17	06.09.2001 г.-w-22,5	06.09.2001 г.	w-22,5	3,80	8,63	627,00	3,99	16,40	35,30
18	07.09.2001 г.-w-22,5	07.09.2001 г.	w-22,5	3,60	10,15	613,00	4,02	16,70	36,10
19	08.09.2001 г.-w-22,5	08.09.2001 г.	w-22,5	3,40	11,13	594,00	4,13	16,90	37,10
20	09.09.2001 г.-w-22,5	09.09.2001 г.	w-22,5	3,30	14,17	582,00	3,87	15,40	36,40
21	10.09.2001 г.-w-22,5	10.09.2001 г.	w-22,5	3,20	16,23	517,00	3,62	15,20	34,20

Примечание: В формате MS Excel таблицу 4 можно скачать по прямой по ссылке: http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/Applications-000336/Inp_data.xls.

Ввод исходных данных из Excel-таблицы 4 в систему «Эйдос» осуществляется с помощью API-2.3.2.2 (рисунок 1).

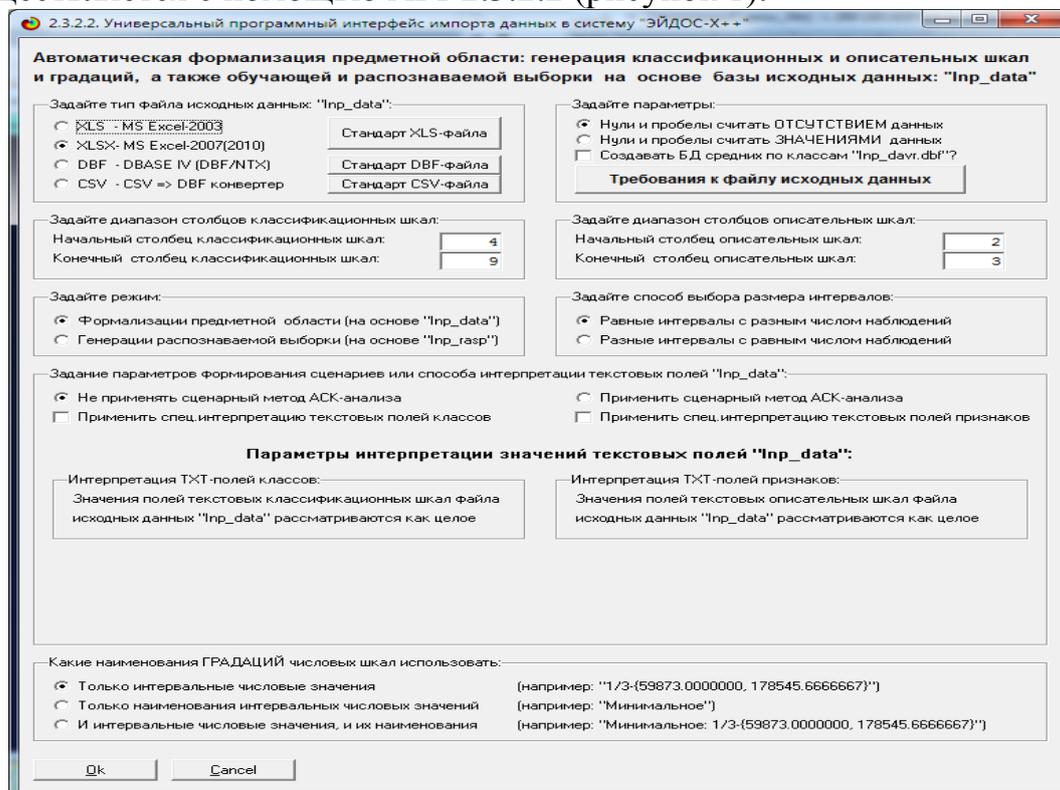


Рисунок 1. Экранная форма управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

В результате сначала формируются классификационные и описательные шкалы и градации (таблицы 5 и 6), а затем исходные данные

(таблица 4) кодируются с их помощью, в результате чего формируется обучающая выборка (таблица 7).

Таблица 5 – Классификационные шкалы и градации (числовые шкалы)

KOD_CLS	NAME_CLS
1	КУСТИСТОСТЬ, %-1/3-{2.6000000, 3.1333333}
2	КУСТИСТОСТЬ, %-2/3-{3.1333333, 3.6666667}
3	КУСТИСТОСТЬ, %-3/3-{3.6666667, 4.2000000}
4	КОЛИЧЕСТВО ВЫПАДОВ ЗА ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД, %-1/3-{7.3100000, 11.9233333}
5	КОЛИЧЕСТВО ВЫПАДОВ ЗА ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД, %-2/3-{11.9233333, 16.5366667}
6	КОЛИЧЕСТВО ВЫПАДОВ ЗА ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД, %-3/3-{16.5366667, 21.1500000}
7	КОЛИЧЕСТВО СТЕБЛЕЙ В ПЕРИОД УБОРКИ, ШТУК/М-1/3-{452.0000000, 511.3333333}
8	КОЛИЧЕСТВО СТЕБЛЕЙ В ПЕРИОД УБОРКИ, ШТУК/М-2/3-{511.3333333, 570.6666667}
9	КОЛИЧЕСТВО СТЕБЛЕЙ В ПЕРИОД УБОРКИ, ШТУК/М-3/3-{570.6666667, 630.0000000}
10	УРОЖАЙНОСТЬ, Т/ГА-1/3-{2.6500000, 3.1433333}
11	УРОЖАЙНОСТЬ, Т/ГА-2/3-{3.1433333, 3.6366667}
12	УРОЖАЙНОСТЬ, Т/ГА-3/3-{3.6366667, 4.1300000}
13	СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА, %-1/3-{14.7000000, 15.4333333}
14	СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА, %-2/3-{15.4333333, 16.1666667}
15	СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА, %-3/3-{16.1666667, 16.9000000}
16	КЛЕЙКОВИНА, %-1/3-{29.4000000, 31.9666667}
17	КЛЕЙКОВИНА, %-2/3-{31.9666667, 34.5333333}
18	КЛЕЙКОВИНА, %-3/3-{34.5333333, 37.1000000}

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\Classes.dbf

Таблица 6 – Описательные шкалы и градации (лингвистические переменные)

KOD_ATR	NAME_ATR
1	НАЧАЛО СЕВА-01.09.2001 г.
2	НАЧАЛО СЕВА-02.09.2001 г.
3	НАЧАЛО СЕВА-03.09.2001 г.
4	НАЧАЛО СЕВА-04.09.2001 г.
5	НАЧАЛО СЕВА-05.09.2001 г.
6	НАЧАЛО СЕВА-06.09.2001 г.
7	НАЧАЛО СЕВА-07.09.2001 г.
8	НАЧАЛО СЕВА-08.09.2001 г.
9	НАЧАЛО СЕВА-09.09.2001 г.
10	НАЧАЛО СЕВА-10.09.2001 г.
11	ШИРИНА МЕЖДУРЯДИЙ, СМ-w-15
12	ШИРИНА МЕЖДУРЯДИЙ, СМ-w-22,5

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\Attributes.dbf

Таблица 7 – Обучающая выборка (полностью)

NAME_OBJ	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
01.09.2001 г.-w-15	1	11	1	5	7	10	15	18
02.09.2001 г.-w-15	2	11	1	5	7	10	15	18
03.09.2001 г.-w-15	3	11	1	5	8	10	14	17
04.09.2001 г.-w-15	4	11	2	4	8	10	14	17
05.09.2001 г.-w-15	5	11	3	4	9	11	14	17
06.09.2001 г.-w-15	6	11	3	4	8	11	14	17
07.09.2001 г.-w-15	7	11	2	4	8	11	15	17
08.09.2001 г.-w-15	8	11	2	5	8	11	15	17
09.09.2001 г.-w-15	9	11	1	6	7	11	13	17
10.09.2001 г.-w-15	10	11	1	6	7	10	13	16
01.09.2001 г.-w-22,5	1	12	1	5	8	10	13	16
02.09.2001 г.-w-22,5	2	12	2	5	8	10	13	16
03.09.2001 г.-w-22,5	3	12	3	4	9	11	14	17
04.09.2001 г.-w-22,5	4	12	3	4	9	12	15	17
05.09.2001 г.-w-22,5	5	12	3	4	9	12	15	18
06.09.2001 г.-w-22,5	6	12	3	4	9	12	15	18
07.09.2001 г.-w-22,5	7	12	2	4	9	12	15	18
08.09.2001 г.-w-22,5	8	12	2	4	9	12	15	18
09.09.2001 г.-w-22,5	9	12	2	5	9	12	13	18
10.09.2001 г.-w-22,5	10	12	2	5	8	11	13	17

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\EventsKO.dbf

Отметим, что в системе «Эйдос» обычно используются базы данных с расширением «dbf». Они открываются в MS Excel или могут быть конвертированы в файлы xls, xlsx с помощью онлайн-сервисов.

3.3. Синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей

В системе «Эйдос» синтез моделей производится в режиме 3.5 (рисунок 2):

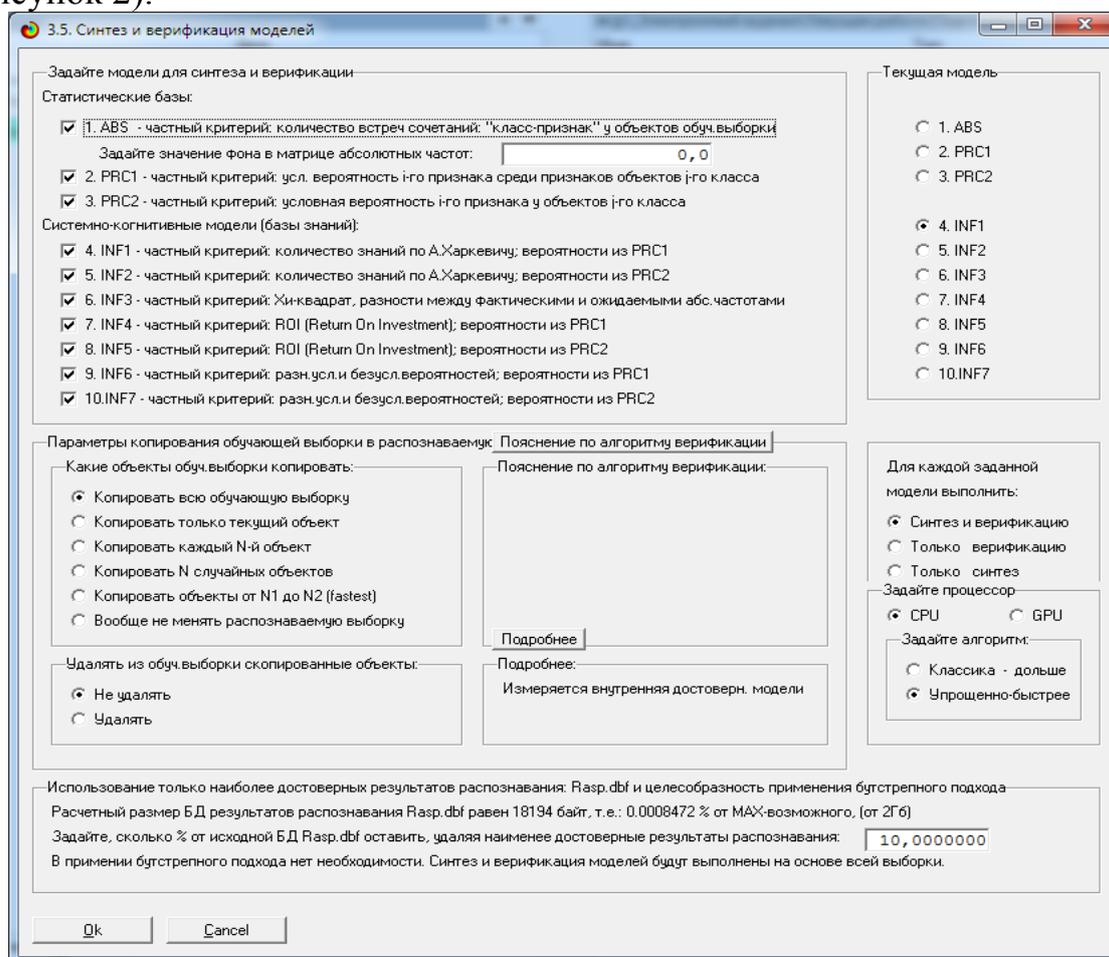


Рисунок 2. Экранная форма режима синтеза и верификации моделей

В результате работы режима 3.5 создано 3 статистических и 7 системно-когнитивных моделей, из которых на рисунке 3 приведена только модель INF3.

Из рисунка 4 мы видим, что практически при всех уровнях сходства доля истинных положительных решений больше, чем ложных, а при уровнях сходства выше 30% ложных решений вообще не встречается. Для отрицательных решений при уровнях различия выше 40% доля истинных решений больше, чем ложных. Следовательно, полученную модель INF3 корректно использовать для решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели, т.к. эта модель верно (достоверно, адекватно) отражают моделируемую предметную область.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
1	KOD PR NAME	КУСТИСТОСТЬ, %-1/3-[2.6000000, 3.1333333]	КУСТИСТОСТЬ, %-2/3-[3.1333333, 3.6666667]	КУСТИСТОСТЬ, %-3/3-[3.6666667, 4.2000000]	КОЛИЧЕСТВО ВЫПАДОВ ЗА ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД, %-1/3-[7.3100000, 11.9233333]	КОЛИЧЕСТВО ВЫПАДОВ ЗА ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД, %-2/3-[11.9233333, 16.5366667]	КОЛИЧЕСТВО ВЫПАДОВ ЗА ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД, %-3/3-[16.5366667, 21.1500000]	КОЛИЧЕСТВО СТЕБЛЕЙ В ПЕРИОД УБОРКИ, ШТУК/М-1/3-[452.0000000, 511.3333333]	КОЛИЧЕСТВО СТЕБЛЕЙ В ПЕРИОД УБОРКИ, ШТУК/М-2/3-[511.3333333, 570.6666667]	КОЛИЧЕСТВО СТЕБЛЕЙ В ПЕРИОД УБОРКИ, ШТУК/М-3/3-[570.6666667, 630.0000000]	УРОЖАЙНОСТЬ, Т/ГА-1/3-[2.6500000, 3.1433333]	УРОЖАЙНОСТЬ, Т/ГА-2/3-[3.1433333, 3.6366667]	УРОЖАЙНОСТЬ, Т/ГА-3/3-[3.6366667, 4.1300000]	СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА, %-1/3-[14.7000000, 15.4333333]	СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА, %-2/3-[15.4333333, 16.1666667]	СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА, %-3/3-[16.1666667, 16.9000000]	КЛЕЙКОВИНА, %-1/3-[29.4000000, 31.9666667]	КЛЕЙКОВИНА, %-2/3-[31.9666667, 34.5333333]	КЛЕЙКОВИНА, %-3/3-[34.5333333, 37.1000000]	SUMMA	SREDN	DISP	
2	1 НАЧАЛО СЕВА-01.09.2001 г.	1.4	-0.8	-0.6	-1.0	1.2	-0.2	0.6	0.2	-0.8	1.3	-0.7	-0.6	0.4	-0.5	0.1	0.7	-1.0	0.3	0.0	0.0	0.8	
3	2 НАЧАЛО СЕВА-02.09.2001 г.	0.4	0.2	-0.6	-1.0	1.2	-0.2	0.6	0.2	-0.8	1.3	-0.7	-0.6	0.4	-0.5	0.1	0.7	-1.0	0.3	0.0	0.0	0.7	
4	3 НАЧАЛО СЕВА-03.09.2001 г.	0.4	-0.8	0.4	0.0	0.2	-0.2	-0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	-0.6	-0.6	1.5	-0.9	-0.3	1.0	-0.7	0.0	0.0	0.6	
5	4 НАЧАЛО СЕВА-04.09.2001 г.	-0.6	0.2	0.4	1.0	-0.8	-0.2	-0.4	0.2	0.2	0.3	-0.7	0.4	-0.6	0.5	0.1	-0.3	1.0	-0.7	0.0	0.0	0.6	
6	5 НАЧАЛО СЕВА-05.09.2001 г.	-0.6	-0.8	1.4	1.0	-0.8	-0.2	-0.4	-0.8	1.2	-0.7	0.3	0.4	-0.6	0.5	0.1	-0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.7	
7	6 НАЧАЛО СЕВА-06.09.2001 г.	-0.6	-0.8	1.4	1.0	-0.8	-0.2	-0.4	0.2	0.2	-0.7	0.3	0.4	-0.6	0.5	0.1	-0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.6	
8	7 НАЧАЛО СЕВА-07.09.2001 г.	-0.6	1.2	-0.6	1.0	-0.8	-0.2	-0.4	0.2	0.2	-0.7	0.3	0.4	-0.6	-0.5	1.1	-0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.6	
9	8 НАЧАЛО СЕВА-08.09.2001 г.	-0.6	1.2	-0.6	0.0	0.2	-0.2	-0.4	0.2	0.2	-0.7	0.3	0.4	-0.6	-0.5	1.1	-0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.6	
10	9 НАЧАЛО СЕВА-09.09.2001 г.	0.4	0.2	-0.6	-1.0	0.2	0.8	0.6	-0.8	0.2	-0.7	0.3	0.4	1.4	-0.5	-0.9	-0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.7	
11	10 НАЧАЛО СЕВА-10.09.2001 г.	0.4	0.2	-0.6	-1.0	0.2	0.8	0.6	0.2	-0.8	0.3	0.3	-0.6	1.4	-0.5	-0.9	0.7	0.0	-0.7	0.0	0.0	0.7	
12	11 ШИРИНА МЕЖДУРЯДИЙ, СМ-w-15	2.0	-1.0	-1.0	-1.0	0.0	1.0	2.0	1.0	-3.0	1.5	1.5	-3.0	-1.0	1.5	-0.5	-0.5	2.0	-1.5	0.0	0.0	1.6	
13	12 ШИРИНА МЕЖДУРЯДИЙ, СМ-w-22.5	-2.0	1.0	1.0	1.0	0.0	-1.0	-2.0	-1.0	3.0	-1.5	-1.5	3.0	1.0	-1.5	0.5	0.5	-2.0	1.5	0.0	0.0	1.6	
14	Сумма	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
15	Среднее	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	Среднеквадратичное отклонение	1.1	0.8	0.9	1.0	0.7	0.6	1.0	0.6	1.4	1.0	0.8	1.4	0.9	0.9	0.7	0.5	1.0	0.8	0.0	0.0	0.9	

Рисунок 3. Системно-когнитивная модель «INF3» системы «Эйдос», матрица Хи-квадрат (по Карлу Пирсону)

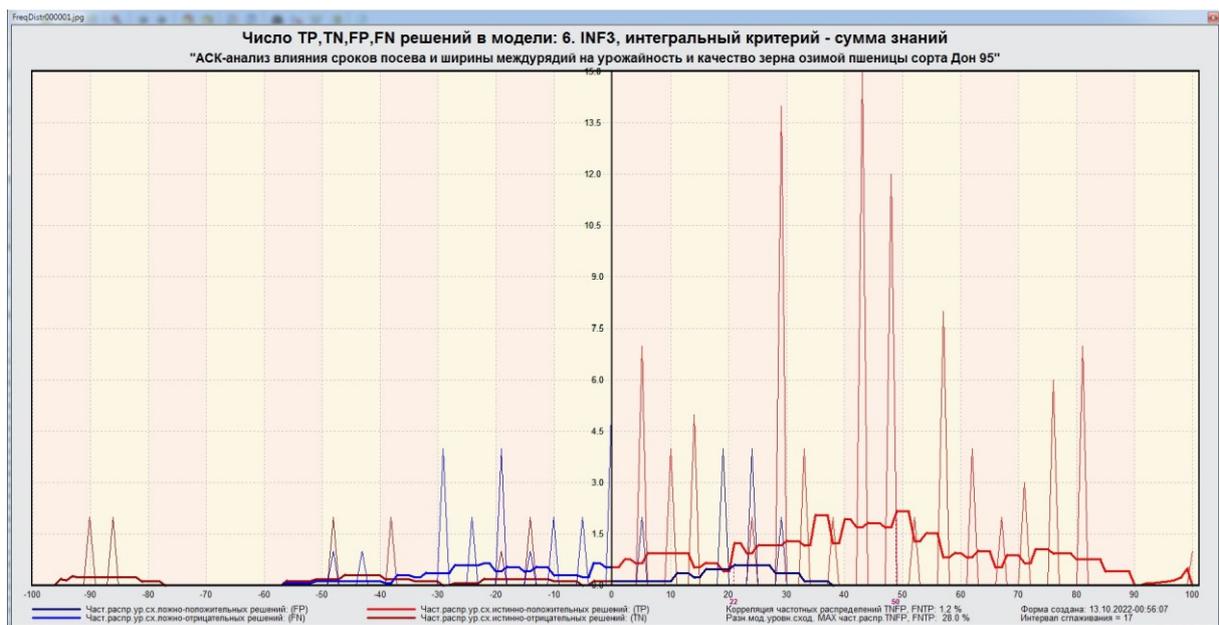


Рисунок 4. Частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в системно-когнитивной модели INF3

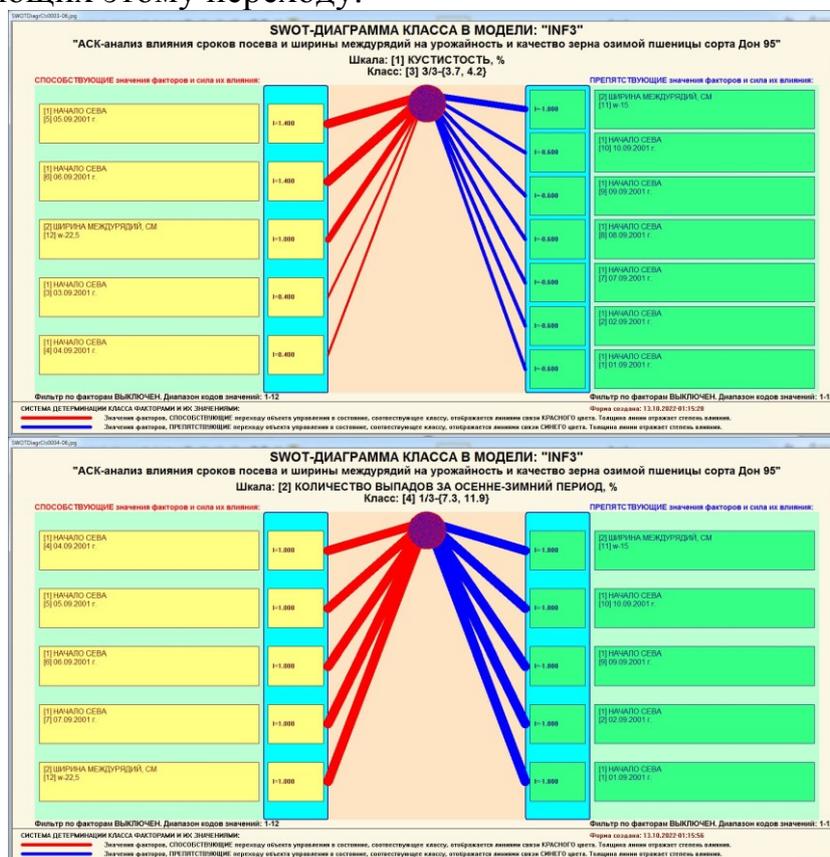
3.8. Исследование объекта моделирования путем исследования его модели

Из всех многообразных возможностей исследования объекта моделирования путем исследования его модели, поддерживаемых системой «Эйдос» [4], в данной работе из-за ограничений на ее объемы рассмотрим лишь SWOT-анализ и когнитивные функции.

3.8.1. SWOT-анализ системы детерминации будущих состояний объекта моделирования действующими на него факторами

На рисунках 5 приведены примеры некоторых выходных форм автоматизированного SWOT-анализа. Эти формы интуитивно понятны специалистам в исследуемой предметной области и не требуют особых комментариев.

Отметим лишь, что на SWOT-диаграммах наглядно показаны знак и сила влияния каждого значения фактора на переход объекта моделирования в состояние, соответствующее классу, выбранному в верхнем окне. Знак показан цветом, а сила влияния – толщиной линии. Слева на SWOT-диаграмме приведены значения факторов, способствующих переходу объекта моделирования в состояние, соответствующее классу, выбранному в верхнем окне, а справа – препятствующих этому переходу.



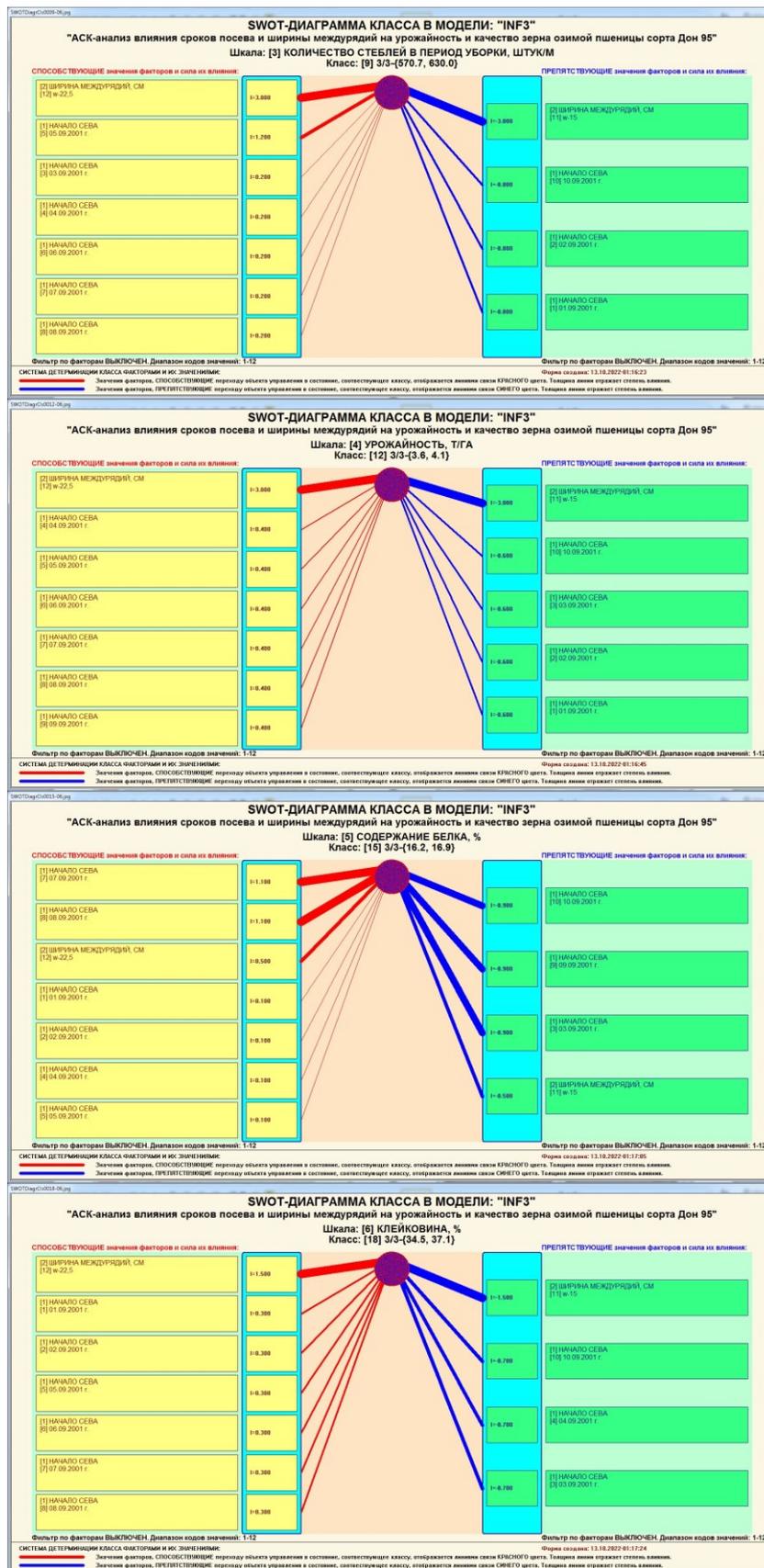
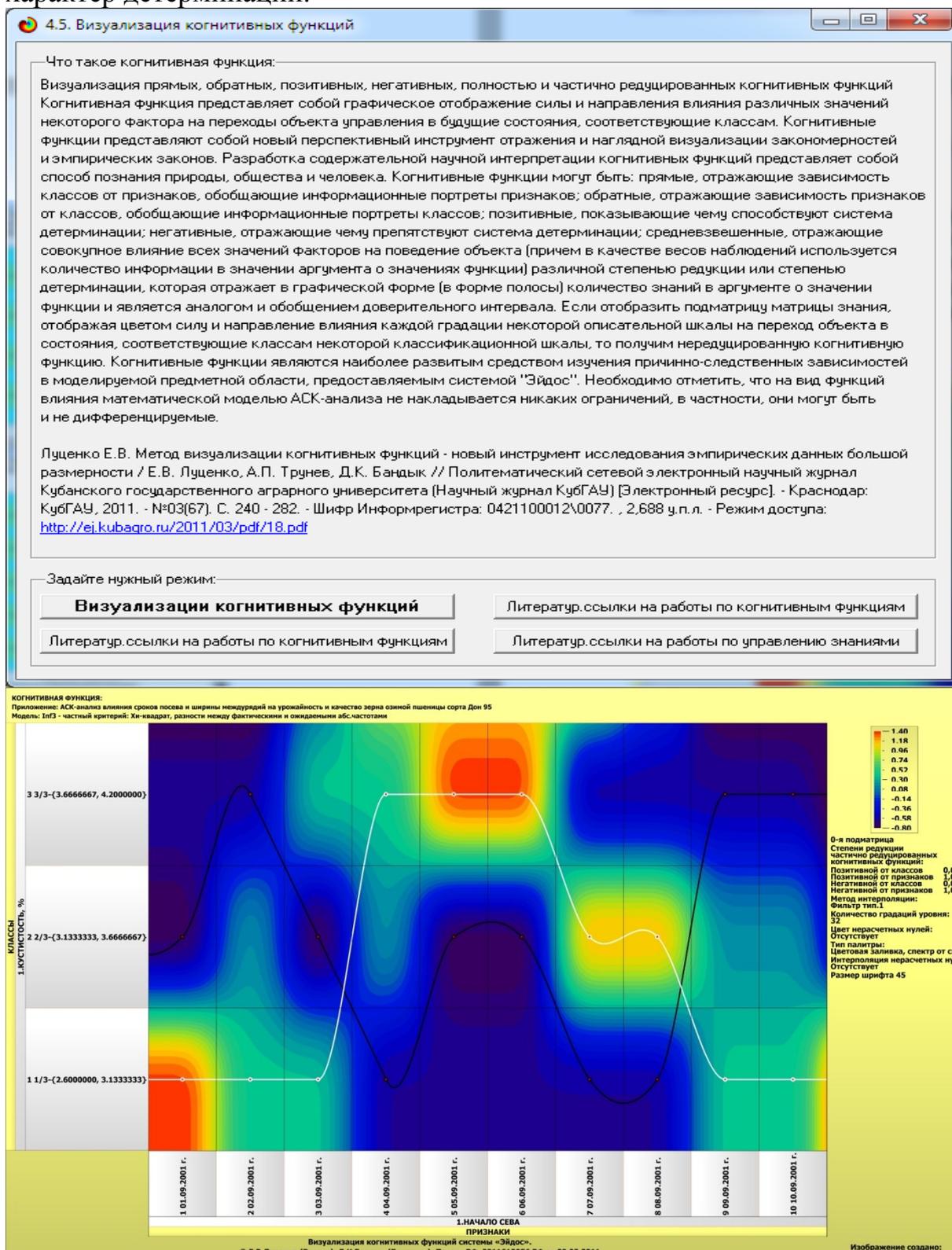
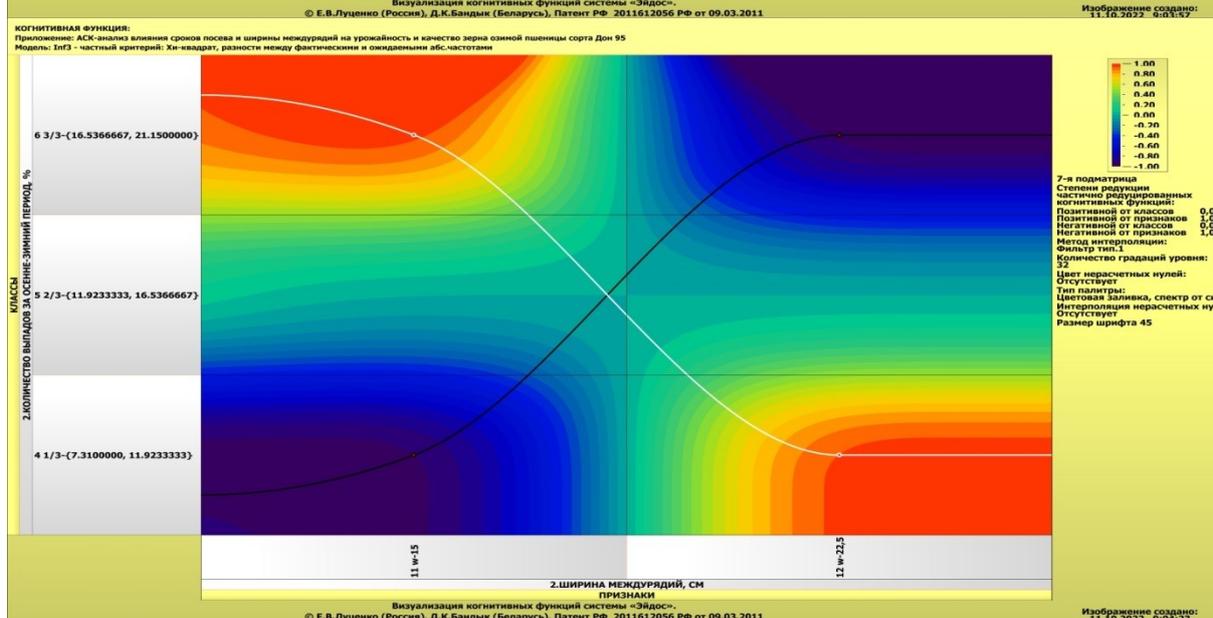
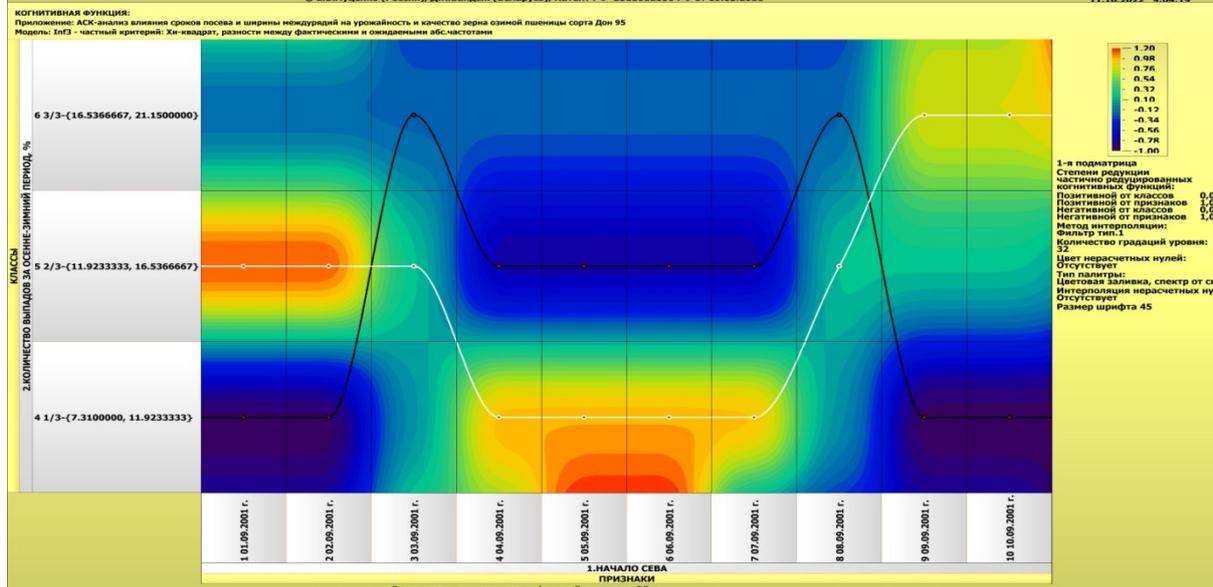
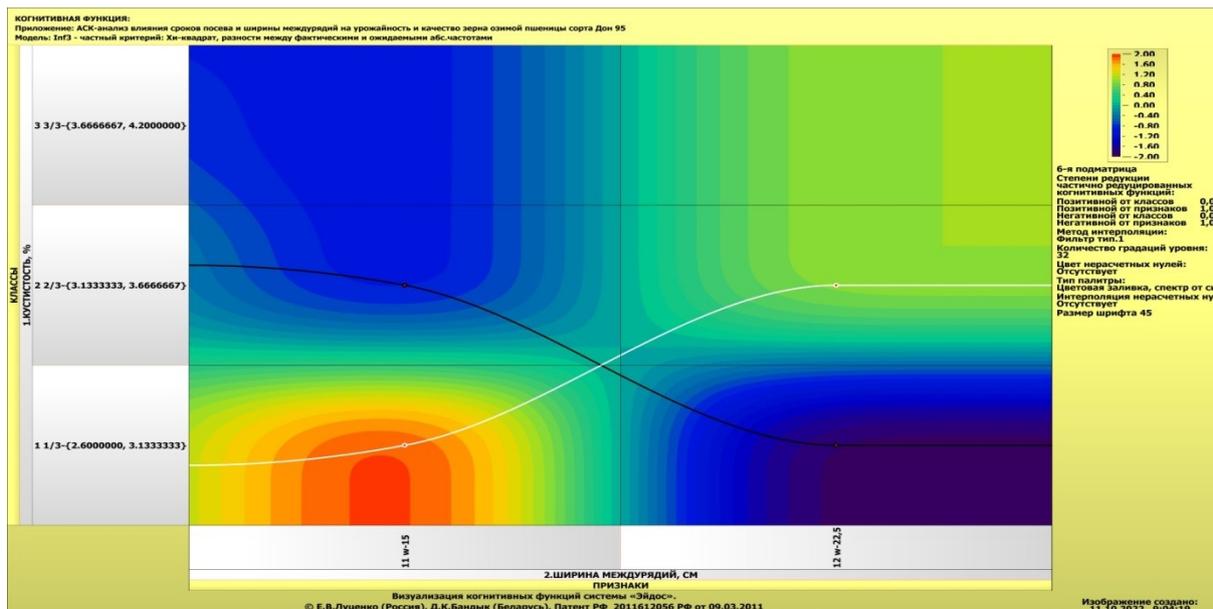


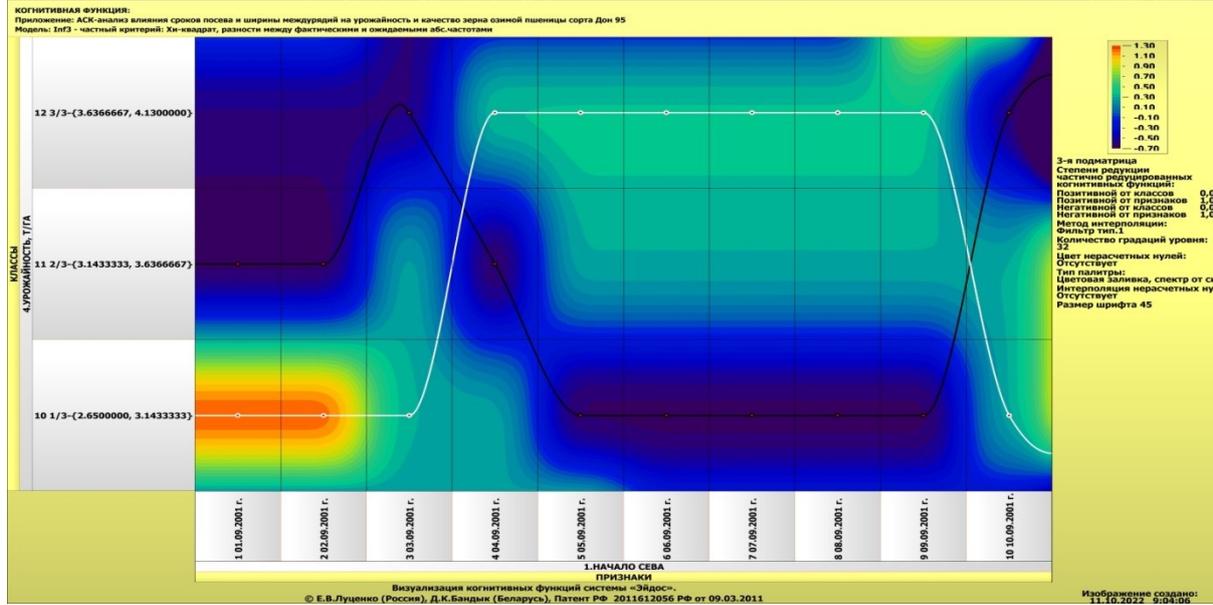
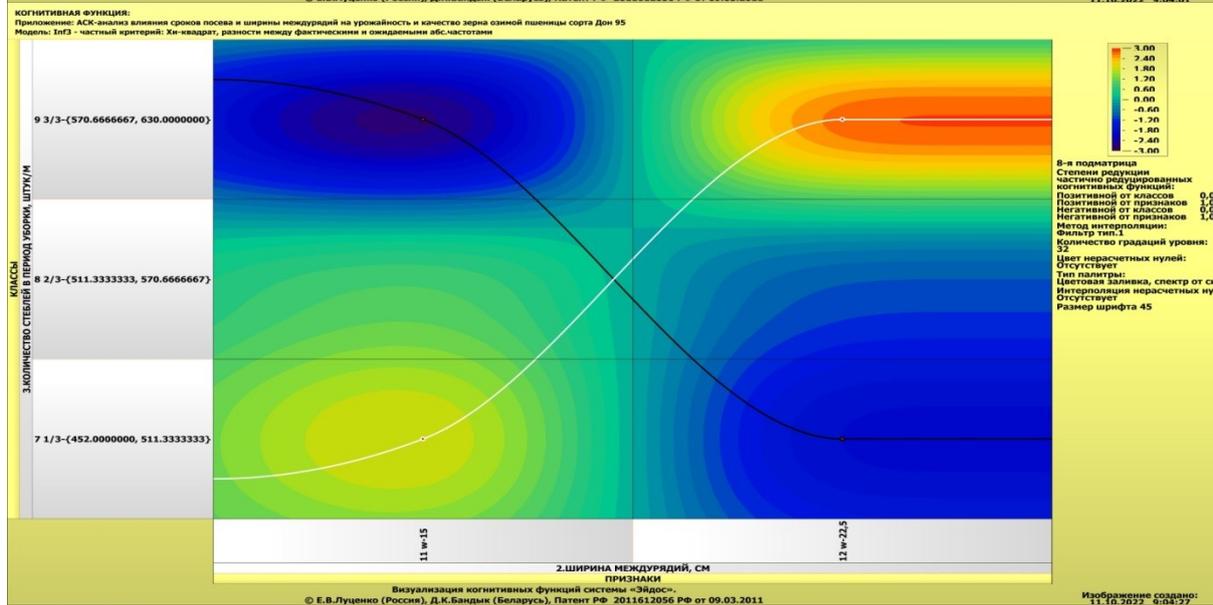
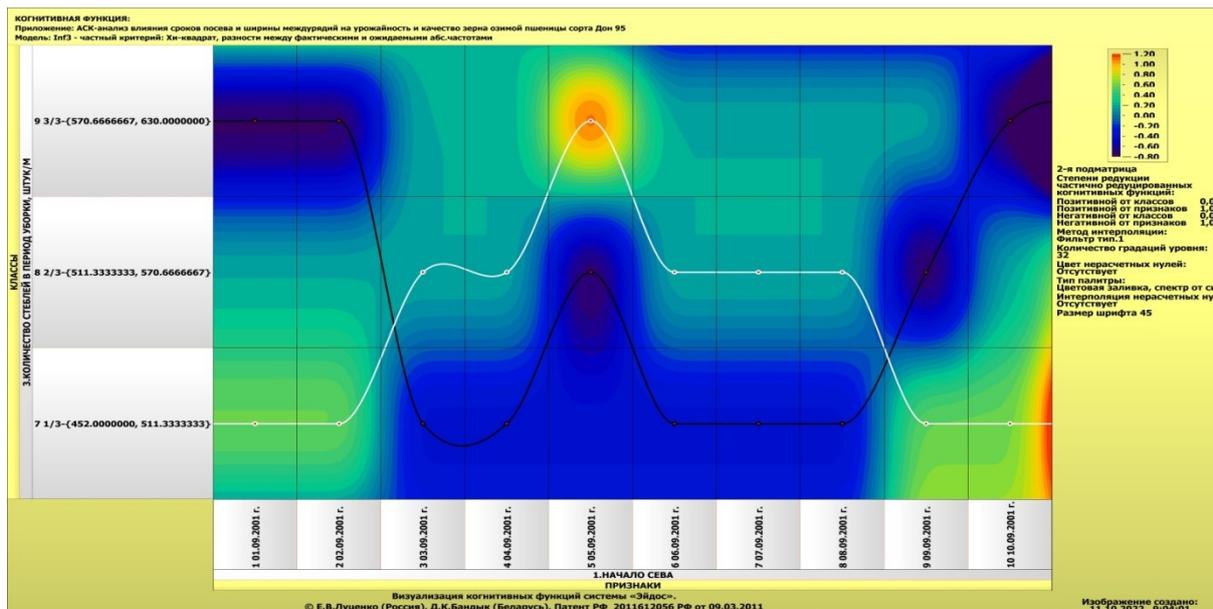
Рисунок 5. Примеры экранной формы режима автоматизированного SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос»)

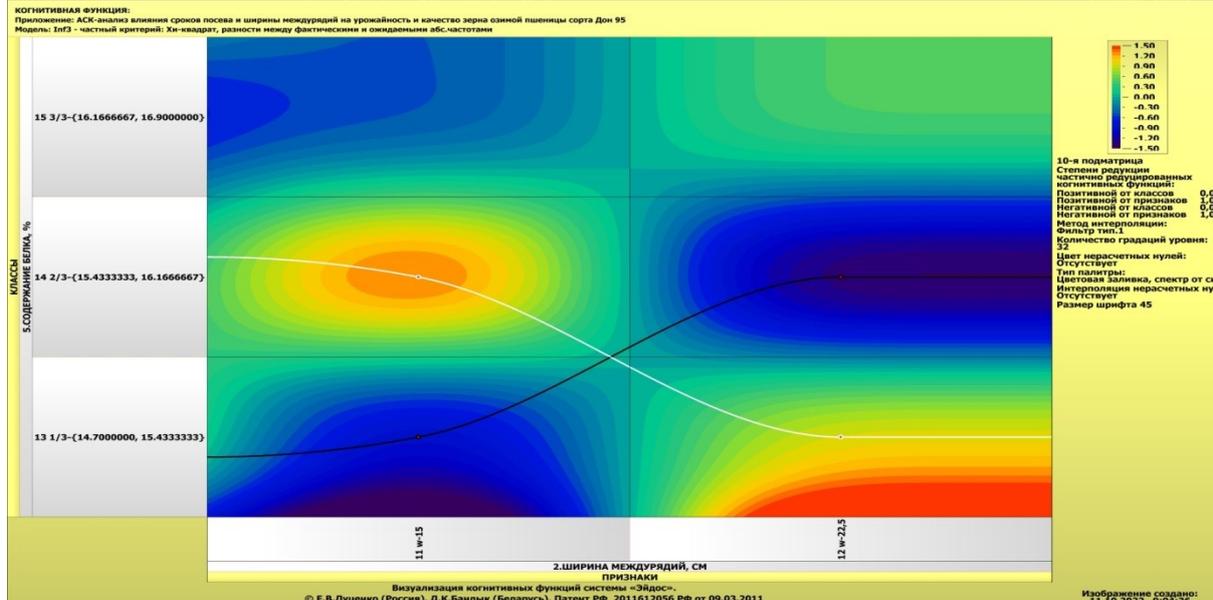
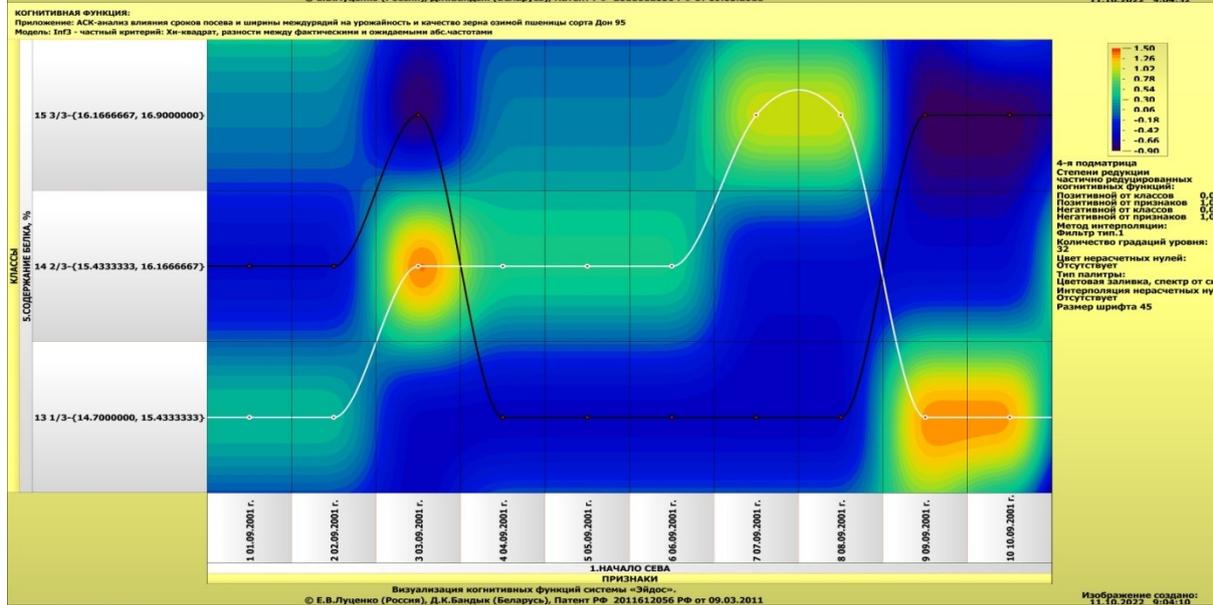
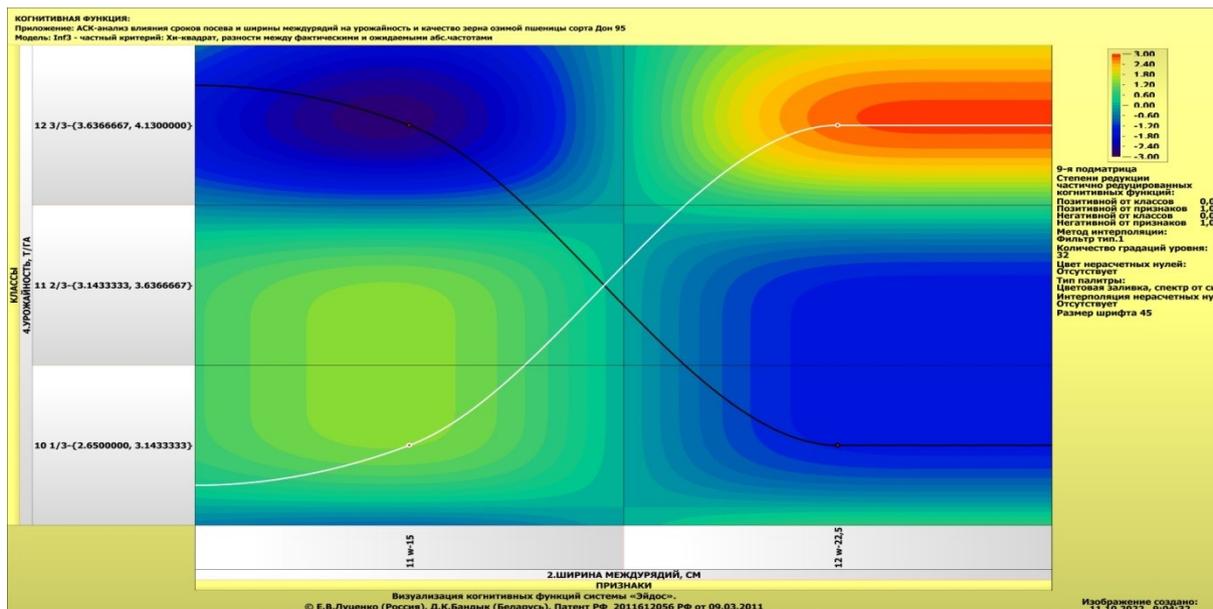
3.8.2. Когнитивные функции

Необходимо отметить, что модели системы «Эйдос» – это *феноменологические* модели, отражающие *эмпирические* закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они отражают причинно-следственные связи, но не отражают *механизма детерминации*, а только сам факт и характер детерминации.









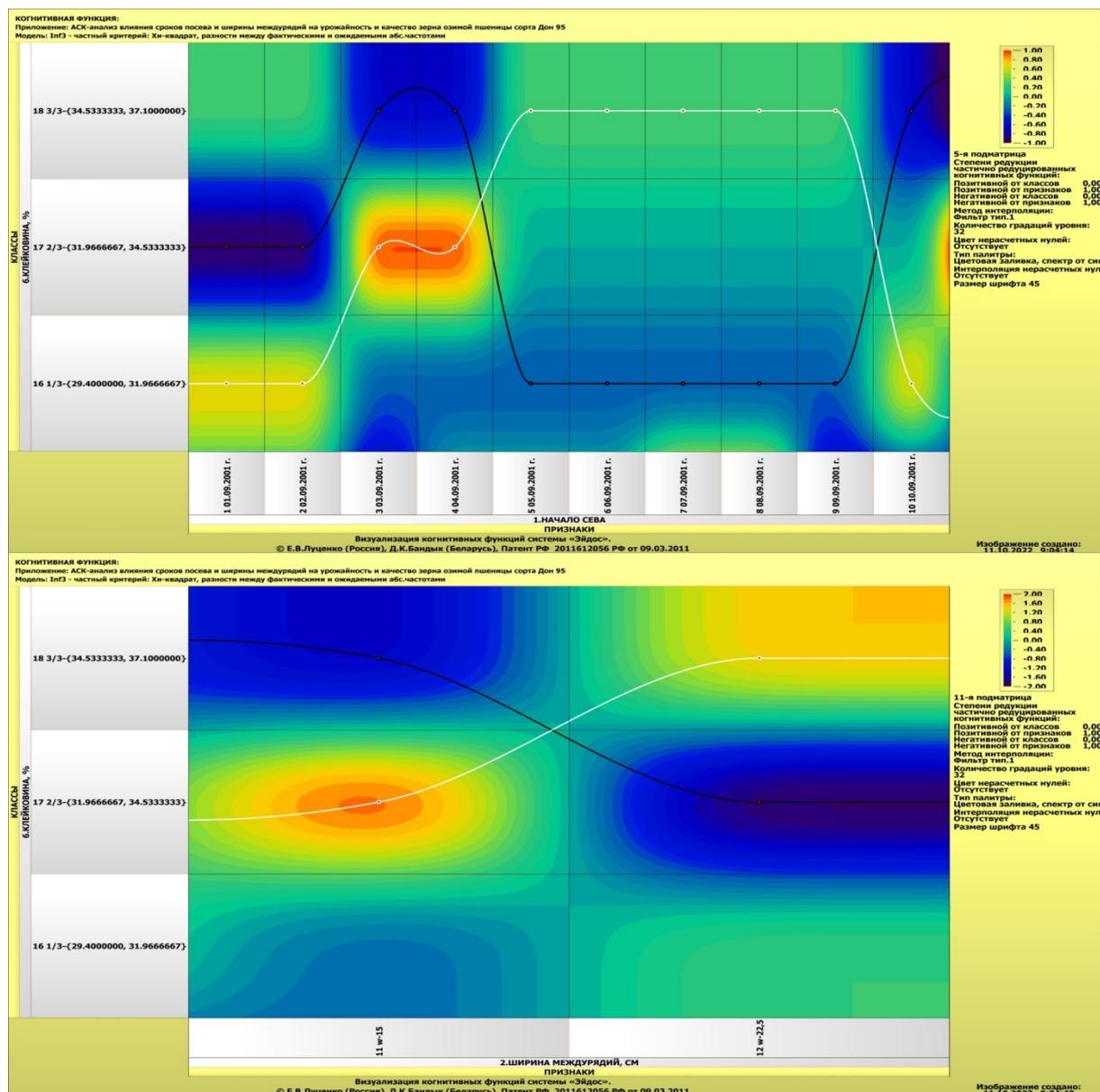


Рисунок 6. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3

Содержательное объяснение когнитивных функций на теоретическом уровне познания, т.е. в форме содержательных научных законов – это дело специалистов в той предметной области, к которой относится предмет моделирования.

4. ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты можно оценить как успешно продолжающие и развивающие работы [1, 4, 5]. Эти результаты получены путем применения Автоматизированного системно-когнитивного анализа (лингвистический АСК-анализ) и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос».

У желающих есть все возможности для изучения данной работы и для дальнейших исследований с применением АСК-анализа и системы

«Эйдос» на своем компьютере. Для этого надо скачать систему с сайта разработчика по ссылке на странице: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №336.

По различным аспектам применения данной технологии есть большое количество видео-занятий (около 300), с которыми можно ознакомиться по ссылкам, приведенным на странице: http://lc.kubagro.ru/aidos/How_to_make_your_own_cloud_Eidos-application.pdf.

Желающие ознакомиться с данной работой на русском языке могут сделать это по ссылке: <https://www.researchgate.net/publication/364320152>.

5. ВЫВОДЫ

В работе изучается влияние сроков посева и ширины междурядий на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Дон 95. Работа может быть основой для лабораторных работ по применению систем искусственного интеллекта, в частности АСК-анализа для решения задач в области когнитивной агрономии. На основе знания этих зависимостей могут быть решены задачи прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели. Решение некоторых из этих задач приведены данной работе.

Работа может быть основой для лабораторных работ и научных исследований по применению систем искусственного интеллекта, в частности лингвистического АСК-анализа для решения задач в области *когнитивной агрономии*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Работы проф.Е.В.Луценко & С^о по тематике, связанной с АПК, частности с когнитивной агрономией: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_with_agricultural.htm
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) / Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2002. – 605 с. – ISBN 5-94672-020-1. – EDN OCZFHС.
3. Орлов, А. И. Системная нечеткая интервальная математика / А. И. Орлов, Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2014. – 600 с. – ISBN 978-5-94672-757-0. – EDN RZJXZZ.
4. Lutsenko E.V. Automated system-cognitive analysis of the dependence of agrophysical indicators of the soil on its processing, fertilizers and the phase of wheat vegetation // July 2022, DOI: [10.13140/RG.2.2.32110.69446/2](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32110.69446/2), License [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), <https://www.researchgate.net/publication/362211691>
5. Рогачев А.Ф., Салдаев А.М., Рогачев Д.А. Способ управления производственными процессами при возделывании озимых зерновых культур в условиях засушливого климата / <https://patents.google.com/patent/RU2228607C1/ru>

LITERATURA

1. Raboty` prof.E.V.Lucenko & S^o po tematike, svyazannoj s APK, chastnosti s kognitivnoj agronomiej: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_with_agricultural.htm
2. Lucenko, E. V. Avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz v upravlenii aktivny`mi ob`ektami : (sistemnaya teoriya informacii i ee primenenie v issledovanii e`konomicheskix, social`no-psixologicheskix, texnologicheskix i organizacionno-texnicheskix sistem) / E. V. Lucenko. – Krasnodar : Kubanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet imeni I.T. Trubilina, 2002. – 605 s. – ISBN 5-94672-020-1. – EDN OCZFHC.
3. Orlov, A. I. Sistemnaya nechetskaya interval`naya matematika / A. I. Orlov, E. V. Lucenko. – Krasnodar : Kubanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2014. – 600 s. – ISBN 978-5-94672-757-0. – EDN RZJXZZ.
4. Lutsenko E.V. Automated system-cognitive analysis of the dependence of agrophysical indicators of the soil on its processing, fertilizers and the phase of wheat vegetation // July 2022, DOI: 10.13140/RG.2.2.32110.69446/2, License CC BY 4.0, <https://www.researchgate.net/publication/362211691>
5. Rogachev A.F., Saldaev A.M., Rogachev D.A. Sposob upravleniya produkcionny`mi processami pri vozdely`vanii ozimy`x zernovy`x kul`tur v usloviyax zasushlivogo klimata / <https://patents.google.com/patent/RU2228607C1/ru>